ФКР

ШКОЛЕ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ЕГЭ

2019

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

М. Ю. ДЕМИДОВОЙ

30 ВАРИАНТОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ФКР ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ШКОЛЕ 2019

ЕГЭ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
М. Ю. ДЕМИДОВОЙ

30 ВАРИАНТОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Москва
2019

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я721
Е31

Авторы-составители:
М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гиголо

Под редакцией М. Ю. Демидовой,
руководителя **комиссии по разработке КИМ**, используемых при проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего и среднего общего образования по физике, руководителя центра педагогических измерений **ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»**

ЕГЭ. Физика : типовые экзаменационные варианты : 30 вариантов / под ред. М. Ю. Демидовой. — М. : Издательство «Национальное образование», 2019. — 384 с. — (ЕГЭ. ФКР — школе).

ISBN 978-5-4454-1166-6

Серия подготовлена разработчиками контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена.

В сборнике представлены:

- 30 типовых экзаменационных вариантов, составленных в соответствии с проектом демоверсии КИМ ЕГЭ по физике **2019** года;
- инструкция по выполнению экзаменационной работы;
- ответы ко всем заданиям;
- критерии оценивания.

Выполнение заданий типовых экзаменационных вариантов предоставляет обучающимся возможность самостоятельно подготовиться к государственной итоговой аттестации в форме ЕГЭ, а также объективно оценить уровень своей подготовки к экзамену.

Учителя могут использовать типовые экзаменационные варианты для организации контроля результатов освоения школьниками образовательных программ среднего общего образования и интенсивной подготовки обучающихся к ЕГЭ.

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я721

Издание для дополнительного образования

ЕГЭ. ФКР — ШКОЛЕ

ЕГЭ. ФИЗИКА
ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ
30 ВАРИАНТОВ

Под редакцией *Марины Юрьевны Демидовой*

Главный редактор *И. Федосова*
Ответственный редактор *О. Чеснокова*
Редактор *П. Вяткина*
Художественный редактор *М. Костенко*
Технический редактор *Т. Бленцева*
Компьютерная вёрстка *Е. Осипова, В. Дорофеев*
Корректор *А. Ларина*

Подписано в печать 25.09.2018. Формат $60\times90^{1}/_{8}$.
Усл. печ. л. 48,0. Печать офсетная. Бумага типографская.
Тираж 50 000 экз. Заказ № 53122.

ООО «Издательство «Национальное образование»
119021, Москва, ул. Россолимо, д. 17, стр. 1, тел. (495) 788-00-75(76)

Свои пожелания и предложения по качеству и содержанию книг
Вы можете направлять по эл. адресу: editorial@nobr.ru

Отпечатано в филиале «Смоленский полиграфический комбинат»
ОАО «Издательство «Высшая школа». 214020, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 1
Тел.: +7 (4812) 31-11-96. Факс: +7 (4812) 31-31-70
E-mail: spk@smolpk.ru http://www.smolpk.ru

ISBN 978-5-4454-1166-6

© ООО «Издательство «Национальное образование», 2019

Содержание

Введение 4
Карта индивидуальных достижений обучающегося 6
Инструкция по выполнению работы 8
Типовые бланки ответов ЕГЭ 9
Справочные данные 11
Вариант 1 13
Вариант 2 23
Вариант 3 33
Вариант 4 42
Вариант 5 51
Вариант 6 61
Вариант 7 71
Вариант 8 80
Вариант 9 89
Вариант 10 99
Вариант 11 109
Вариант 12 119
Вариант 13 130
Вариант 14 140
Вариант 15 150
Вариант 16 160
Вариант 17 170
Вариант 18 180
Вариант 19 191
Вариант 20 201
Вариант 21 210
Вариант 22 220
Вариант 23 230
Вариант 24 239
Вариант 25 248
Вариант 26 258
Вариант 27 268
Вариант 28 278
Вариант 29 287
Вариант 30 297
Ответы и критерии оценивания 307

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Введение

Предлагаемый сборник содержит 30 типовых экзаменационных вариантов для систематического повторения обучающимися учебного материала по физике и подготовки к единому государственному экзамену (ЕГЭ).

Справочные данные, которые необходимы для решения всех вариантов, даются в начале сборника.

После выполнения вариантов правильность своих ответов обучающийся может проверить, воспользовавшись таблицей ответов в конце книги. Для заданий, требующих развёрнутого ответа, приводятся подробные решения.

В книге приведены типовые бланки ответов ЕГЭ, а также дана карта индивидуальных достижений обучающегося, которую можно использовать для отслеживания динамики результативности выполнения заданий типовых экзаменационных вариантов.

Выполняя задания представленных вариантов, *обучающийся получает возможность эффективно повторить учебный материал всех тем курса и самостоятельно подготовиться к экзамену.*

Учителям книга будет полезна *для организации различных форм подготовки к ЕГЭ, а также для контроля знаний на уроках физики.*

Назначение и структура типовых вариантов

Типовые экзаменационные варианты по структуре и форме полностью соответствуют вариантам контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена по физике. Экзаменационная работа включает в себя задания, проверяющие освоение элементов содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагаются задания трёх уровней сложности.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из 2 частей и включает в себя 32 задания разной формы и разного уровня сложности. Часть 1 содержит 24 задания с кратким ответом. Из них 13 заданий с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел, 11 заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. Задания 1–21 группируются исходя из тематической принадлежности: механика — 7 заданий, молекулярная физика — 5 заданий, электродинамика — 6 заданий, квантовая физика — 3 задания и 1 задание на усвоение основных понятий элементов астрофизики. Эти задания проверяют освоение понятийного аппарата школьного курса физики.

Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий, в которых после проведения несложных математических расчётов нужно записать ответ в виде числа. Затем идут задания на множественный выбор, а в конце раздела — одно или два задания на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками, формулами или единицами измерений. Ответ к этим заданиям записывается в виде двух цифр.

В части 1 предлагаются два задания, проверяющие различные методологические умения и относящиеся к разным разделам физики. В задании 22 нужно записать показания прибора с учётом абсолютной погрешности измерений, а в задании 23 выбрать две экспериментальных установки, которые можно использовать для проверки заданной гипотезы.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2 работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы, наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В каждом варианте часть 2 содержит 3 расчётных задачи повышенного уровня сложности с кратким ответом и 5 задач с развёрнутым ответом высокого уровня сложности, из которых одна качественная и четыре расчётные. По содержанию задачи распределяются по разделам следующим образом: 2 задачи по механике, 2 — по молекулярной физике и термодинамике, 3 — по электродинамике и одна задача по квантовой физике.

Система оценивания заданий

Правильный ответ на задания с кратким ответом (1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23 и 25–27) оценивается в 1 балл. Задания на изменение физических величин, на соответствие и множественный выбор (5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 24) оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, ставится 0 баллов.

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией на основе критериев, представленных в таблицах к решениям заданий варианта 1. За выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

Максимальный первичный балл за всю работу составляет 52 балла.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Карта индивидуальных достижений обучающегося

Впишите баллы, полученные Вами при выполнении типовых экзаменационных вариантов, в таблицу.

Вариант / Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
Сумма баллов															

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант / Задание	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
Сумма баллов															

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 в п р а в о Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число A
38	94

19 3 8 9 4 Бланк

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 22 1 , 4 0 , 2 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Единый государственный экзамен — 2019

Бланк ответов № 1

Код региона | Код предмета | Название предмета

С порядком проведения единого государственного экзамена ознакомлен(-а)

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Резерв - 4

Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЁРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ и ЦИФРАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , -

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

ВНИМАНИЕ! ***Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте***

Результаты выполнения заданий с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

Замена ошибочных ответов на задания с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

-
-
-
-
-
-

Заполняется ответственным организатором в аудитории:

Количество заполненных полей «Замена ошибочных ответов»

Подпись ответственного организатора строго внутри окошка

Единый государственный экзамен – 2019

Бланк ответов № 2 лист 1

Код региона | Код предмета | Название предмета | Резерв - 5

Бланк ответов № 2 (лист 2) | Лист

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания с РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например 31.
Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ! ***Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте***

Оборотная сторона бланка НЕ ЗАПОЛНЯЕТСЯ. Используйте бланк ответов № 2 (лист 2).

Справочные данные

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы	
число π	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = −273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. ≈ 150 000 000 км
1 световой год	1 св. год ≈ $9{,}46 \cdot 10^{15}$ м
1 парсек	1 пк ≈ 3,26 св. года

Масса частиц	
электрона	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг ≈ $5{,}5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность			
воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Удельная теплоёмкость			
воды	$4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	$2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0 °С

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

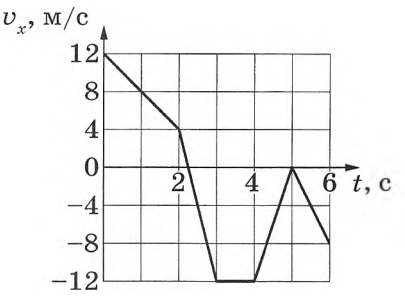
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 5 до 6 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 По горизонтальному полу по прямой равномерно тянут ящик массой 16 кг, приложив к нему горизонтальную силу 32 Н. Определите коэффициент трения скольжения между полом и ящиком.

Ответ: _____.

3 Под действием постоянной силы, равной по модулю 30 Н, тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. За какое время импульс тела уменьшится от 100 до 40 кг·м/с?

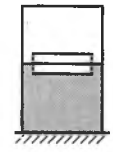
Ответ: за _____ с.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4 У входа в вертикальную шахту глубиной 136 м на поверхности земли был произведён выстрел. За какое время звук выстрела вернулся к стрелку, отразившись от дна шахты? Скорость звука в воздухе считать равной 340 м/с.

Ответ: _____ с.

5 Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 1000 кг/м^3.
2) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 20 Н.
3) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков увеличится.
4) Если на верхний брусок положить груз массой 0,5 кг, то бруски утонут.
5) Если в стопку добавить ещё один такой же брусок, то глубина её погружения увеличится на 5 см.

Ответ: ☐☐

6 Высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 450 до 350 км. Как изменились при этом период обращения спутника и скорость его движения по орбите?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения спутника	Скорость движения спутника по орбите

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

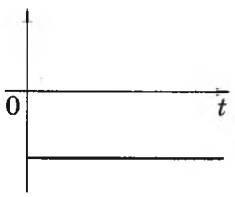
7 Тело движется вдоль оси Ox, при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = 5 - 4t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

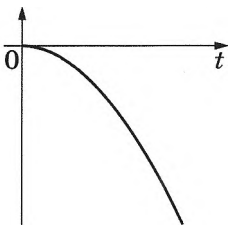
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости тела v_x
2) проекция перемещения тела S_x
3) проекция ускорения тела a_x
4) модуль равнодействующей $\vec{F}$ сил, действующих на тело

Ответ:

А	Б

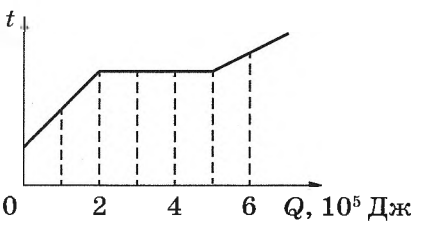
8 При понижении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 4 раза. Конечная температура газа составила 1200 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

9 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж, и совершает работу 40 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %.

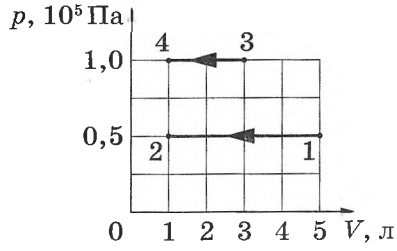
10 На рисунке показан график изменения температуры вещества, находящегося в сосуде, по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества 4 кг. Первоначально вещество было в твёрдом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 На pV-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона.

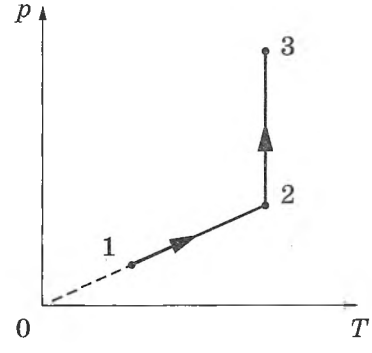


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1–2 и 3–4 одинакова.
2) В процессе 3–4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 5 раз.
3) В процессе 1–2 давление аргона в 2 раза выше, чем в процессе 3–4.
4) В процессе 1–2 аргон изобарно увеличил свой объём на 4 л.
5) В процессе 1–2 внутренняя энергия аргона уменьшилась в 5 раз.

Ответ: ☐☐

12 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–T, где p — давление газа, T — абсолютная температура газа. Как изменяются плотность газа в ходе процесса 1–2 и объём газа V в ходе процесса 2–3?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

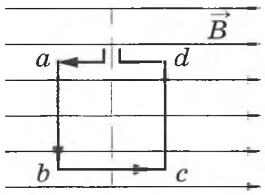
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа в ходе процесса 1–2	Объём газа в ходе процесса 2–3

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Куда направлена относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) сила, действующая на сторону *ab* рамки со стороны внешнего магнитного поля $\vec{B}$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

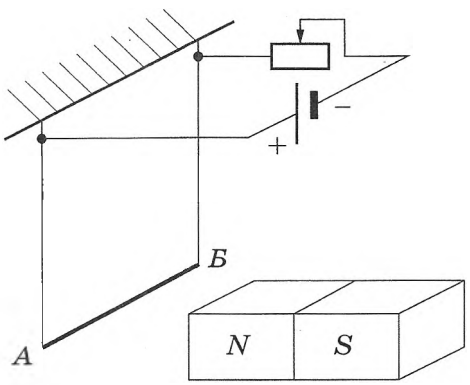
14 Одинаковые положительные точечные заряды, величина которых $q = 4 \cdot 10^{-8}$ Кл, расположены в вакууме на расстоянии 1,5 м друг от друга. Определите модуль сил взаимодействия этих зарядов друг с другом.

Ответ: _____ мкН.

15 Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,64 Дж. Индуктивность катушки равна 20 мГн. Какова сила тока в катушке?

Ответ: _____ А.

16 Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают ***вправо***.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) Сопротивление реостата уменьшается.
2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника *АБ* направлены вправо.
3) Сила Ампера, действующая на проводник *АБ*, увеличивается.
4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник *АБ*, увеличиваются.
5) Сила тока, протекающего по проводнику *АБ*, уменьшается.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 При настройке колебательного контура генератора, задающего частоту излучения радиопередатчика, электроёмкость его конденсатора увеличили. Как при этом изменились частота излучаемых волн и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

18 Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта в цепях постоянного тока. В формулах использованы обоз-начения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе; P — мощность тока, выделяемая на резисторе.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение на резисторе
Б) сила тока

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U^2}{R}$
2) $\sqrt{PR}$
3) $\sqrt{\frac{P}{R}}$
4) $\frac{P}{I^2}$

Ответ:

А	Б

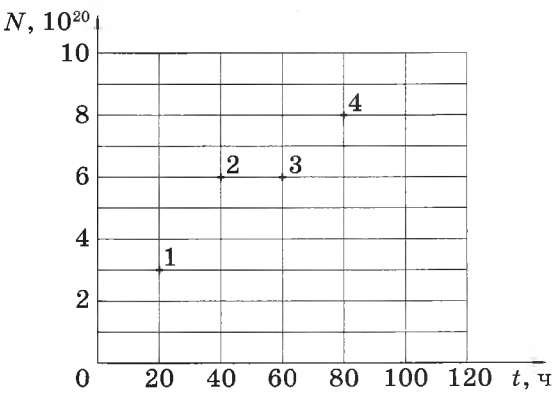
19 Ядро бериллия может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}_2^4\mathrm{He} + {}_4^9\mathrm{Be} \to {}_Z^A\mathrm{X} + {}_0^1\mathrm{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}_Z^A\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

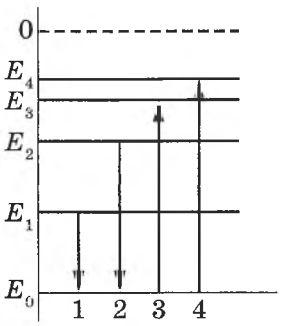
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 Из ядер платины $^{197}_{78}Pt$ при β^--распаде с периодом полураспада 20 часов образуются стабильные ядра золота. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер платины. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости числа ядер **золота** от времени (см. рисунок)?



Ответ: через точку _____.

21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой — с излучением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

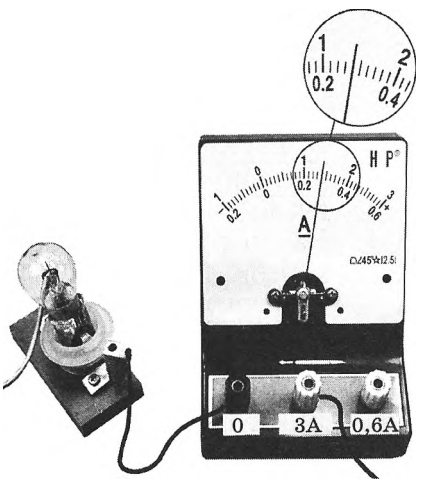
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ
А) поглощение света наименьшей частоты	1) 1
Б) излучение света наибольшей частоты	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

22 Чему равна сила тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна $\Delta I_1 = 0{,}15$ А, а на пределе измерения 0,6 А равна $\Delta I_2 = 0{,}03$ А?



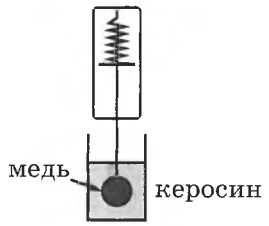
Ответ: (_____ ± _____) А.

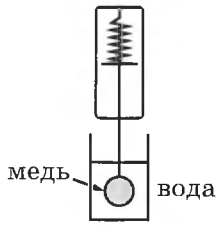
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

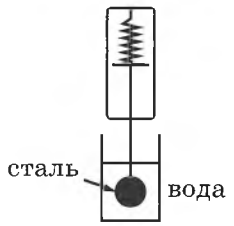
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

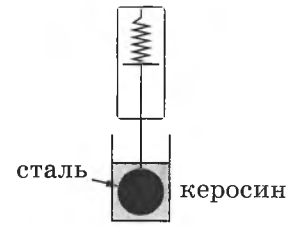
23 Необходимо экспериментально изучить зависимость силы Архимеда, действующей на тело, погружённое в жидкость, от плотности жидкости.

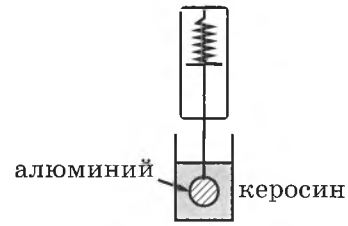
Какие ***две*** установки следует использовать для проведения такого исследования?

1)


2)


3)


4)


5)


Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а. е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6′	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22′	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27′	7,91
Марс	1,52	6794	25°11′	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08′	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44′	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46′	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19′	16,8

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) Среднее расстояние от Солнца до Марса составляет 228 млн км.
2) Ускорение свободного падения на Венере составляет около 18,1 м/с^2.
3) Вторая космическая скорость для тела на Уране составляет 21,3 м/с^2.
4) Объём Юпитера почти в 3 раза больше объёма Нептуна.
5) На Меркурии наблюдается смена времён года.

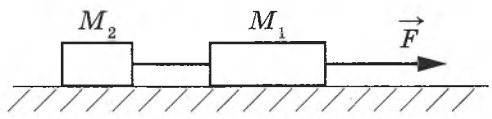
Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Два груза, связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы $\vec{F}$ приложенной к грузу $M_1 = 2$ кг (см. рисунок). Нить обрывается при значении силы натяжения нити 4 Н, при этом модуль силы $\vec{F}$ равен 12 Н. Чему равна масса второго груза M_2?



Ответ: _____ кг.

26 В стакан калориметра, содержащий воду массой m, опустили кусок льда массой 56 г, имевший температуру 0 °С. Начальная температура калориметра и воды 45 °С. В момент времени, когда наступило тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной 5 °С. Чему равна масса m? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Ответ: _____ г.

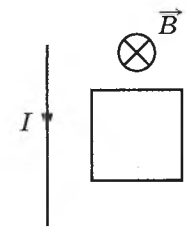
27 Лазер излучает в импульсе 10^{19} световых квантов. Средняя мощность импульса лазера 1100 Вт при длительности вспышки $3 \cdot 10^{-3}$ с. Определите длину волны излучения лазера. Ответ выразите в микрометрах.

Ответ: _____ мкм.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

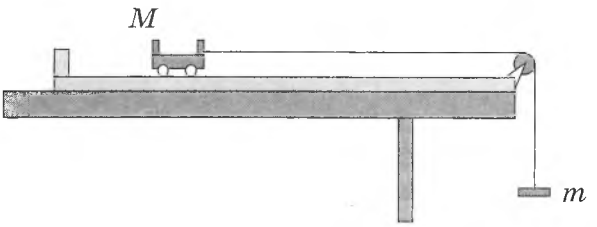
28 Прямолинейный проводник с током и проводящая рамка лежат в плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Опираясь на законы физики, укажите направление силы, действующей на рамку, когда величина магнитной индукции $\vec{B}$ уменьшается.



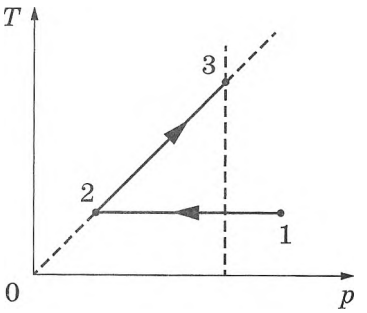
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

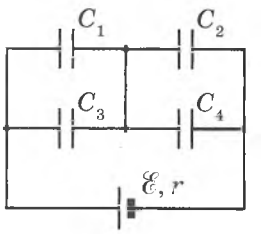
29 В установке, изображённой на рисунке, масса грузика m подобрана так, что первоначально покоящаяся тележка после толчка вправо движется равномерно по поверхности трибометра. С каким ускорением будет двигаться тележка, если её толкнуть влево? Масса грузика m в 9 раз меньше массы тележки M. Блок идеален. Нить невесома и нерастяжима. Силу сопротивления движению тележки считать постоянной и одинаковой в обоих случаях.



30 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно нагрели, повысив его давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?



31 Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_2.



32 В дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, целиком скрытая под водой. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30°. Свая отбрасывает на дно водоёма тень длиной 0,75 м. Постройте ход лучей, определяющих тень от сваи на дне, и определите высоту сваи. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

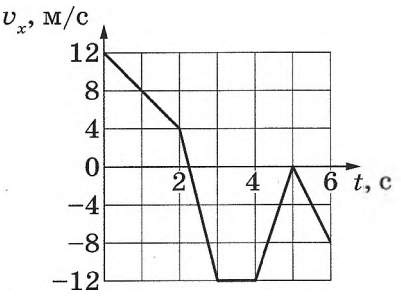
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 0 до 2 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 По горизонтальному полу по прямой равномерно тянут ящик, приложив к нему горизонтальную силу 35 Н. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. Чему равна масса ящика?

Ответ: _____ кг.

3 Под действием постоянной силы тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. За время 5 с импульс тела уменьшился от 120 до 80 кг·м/с. Определите модуль силы, действующей на тело.

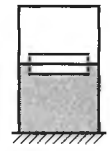
Ответ: _____ Н.

4 Какова глубина вертикальной шахты, если звук выстрела, произведённого у входа в шахту на поверхности земли, вернулся к стрелку, отразившись от дна шахты, через 0,5 с после выстрела? Скорость звука в воздухе считать равной 340 м/с.

Ответ: _____ м.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м^3.
2) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 10 Н.
3) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков уменьшится.
4) Если на верхний брусок положить груз массой 0,5 кг, то бруски утонут.
5) Если в стопку добавить ещё один такой же брусок, то глубина её погружения увеличится на 2,5 см.

Ответ: | | |

6 Высота полёта искусственного спутника над Землёй увеличилась с 300 до 400 км. Как изменились при этом период обращения спутника и скорость его движения по орбите?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения спутника	Скорость движения спутника по орбите

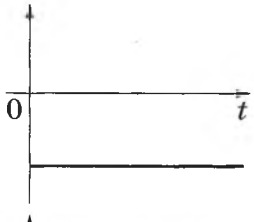
7 Тело движется вдоль оси Ox, при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = 8 - 2t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

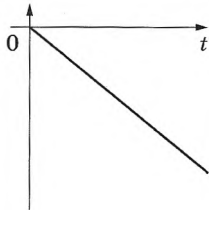
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция F_x равнодействующей сил, действующих на тело
2) проекция перемещения тела S_x
3) проекция импульса тела p_x
4) модуль ускорения тела a

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

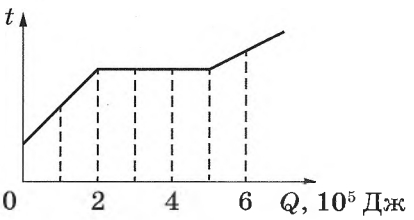
8 При понижении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа уменьшилась в 3 раза. Начальная температура газа 600 К. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

9 Тепловая машина с КПД 25 % за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какое количество теплоты отдаёт машина за цикл холодильнику?

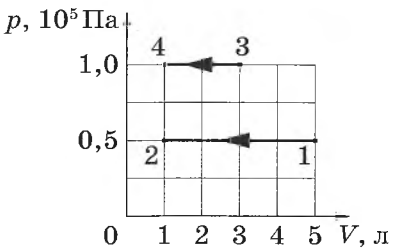
Ответ: _____ Дж.

10 На рисунке показан график изменения температуры вещества, находящегося в сосуде под поршнем, по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества 1,5 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11 На pV-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона.



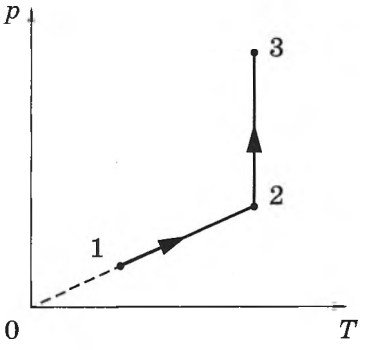
Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессе 1–2 в 2 раза больше работы, совершённой над аргоном, в процессе 3–4.
2) В процессе 3–4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 3 раза.
3) В процессе 1–2 давление аргона в 2 раза выше, чем в процессе 3–4.
4) В процессе 3–4 аргон изобарно уменьшил свой объём на 2 л.
5) В процессе 1–2 внутренняя энергия аргона увеличилась в 5 раз.

Ответ: | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

12 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–T, где p — давление газа, T — абсолютная температура газа. Как изменяются объём газа V в ходе процесса 1–2 и плотность газа ρ в ходе процесса 2–3?



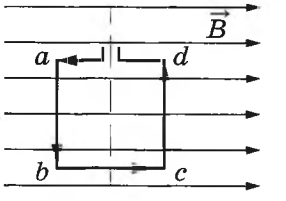
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа в ходе процесса 1–2	Плотность газа в ходе процесса 2–3

13 Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Куда направлена относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) сила, действующая на сторону cd рамки со стороны внешнего магнитного поля $\vec{B}$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Одинаковые отрицательные точечные заряды, модуль которых $|q| = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль сил взаимодействия этих зарядов друг с другом.

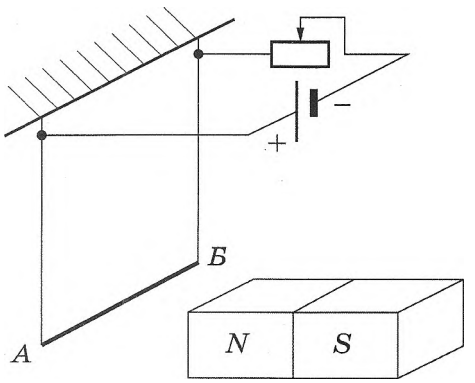
Ответ: _____ мкН.

15 Энергия магнитного поля катушки с током величиной 4 А равна 0,6 Дж. Какова индуктивность катушки?

Ответ: _____ мГн.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

16 Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают вправо.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) Сопротивление реостата увеличивается.
2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены влево.
3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, уменьшаются.
5) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, увеличивается.

Ответ: ☐☐

17 При настройке колебательного контура генератора, задающего частоту излучения радиопередатчика, электроёмкость его конденсатора уменьшили. Как при этом изменились частота излучаемых волн и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{U}{I}$

Б) IR

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока
2) напряжение на резисторе
3) мощность тока
4) сопротивление резистора

Ответ:

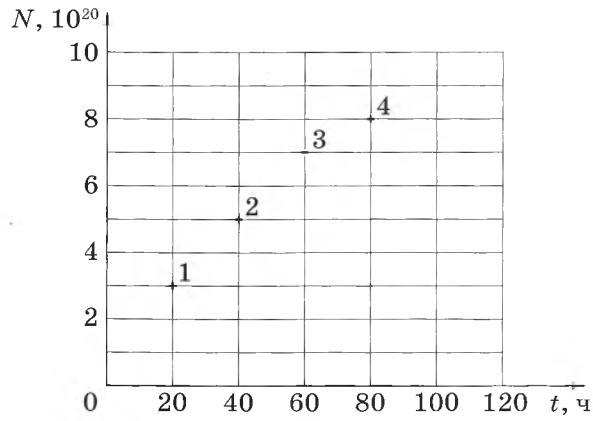
А	Б

19 Ядро алюминия может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{27}_{13}\mathrm{Al} \to {}^{A}_{Z}\mathrm{X} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$ с образованием ядра химического элемента ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

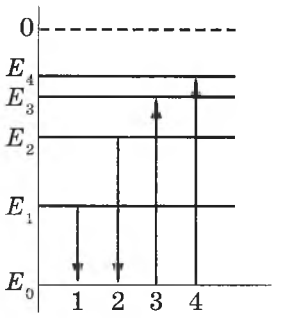
20 Из ядер платины ${}^{197}_{78}\mathrm{Pt}$ при β^--распаде с периодом полураспада 20 часов образуются стабильные ядра золота. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер платины. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости числа ядер **золота** от времени (см. рисунок)?



Ответ: через точку _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с излучением света наименьшей частоты, а какой — с поглощением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

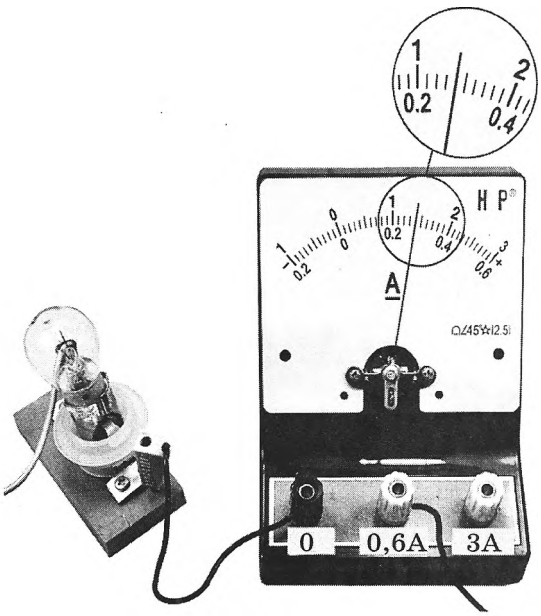
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ
А) излучение света наименьшей частоты	1) 1
Б) поглощение света наибольшей частоты	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

22 Чему равна сила тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна $\Delta I_1 = 0{,}15$ А, а на пределе измерения 0,6 А равна $\Delta I_2 = 0{,}03$ А?



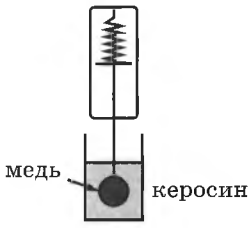
Ответ: (_____ ± _____) А.

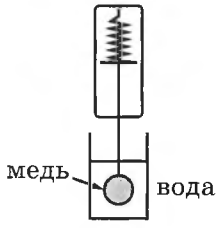
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

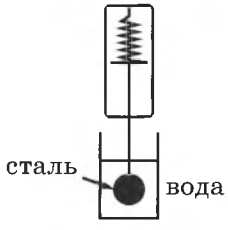
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

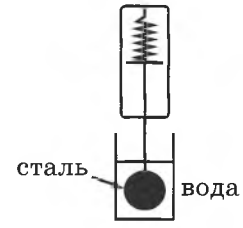
23 Необходимо экспериментально изучить зависимость силы Архимеда, действующей на тело, погружённое в жидкость, от объёма погружённого тела.

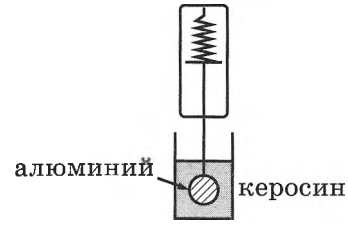
Какие ***две*** установки следует использовать для проведения такого исследования?

1)


2)


3)


4)


5)


Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а. е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6′	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22′	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27′	7,91
Марс	1,52	6794	25°11′	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08′	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44′	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46′	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19′	16,8

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) Среднее расстояние от Солнца до Юпитера составляет 300 млн км.
2) Вторая космическая скорость для тела на Нептуне составляет примерно 23,8 м/с^2.
3) Ускорение свободного падения на Марсе составляет 15,1 м/с^2.
4) Объём Юпитера почти в 3 раза больше объёма Нептуна.
5) На Меркурии не наблюдается смены времён года.

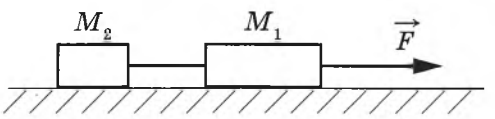
Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Два груза, связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы $\vec{F}$ приложенной к грузу M_1 (см. рисунок). Нить обрывается при значении силы натяжения нити 4 Н, при этом модуль силы $\vec{F}$ равен 10 Н. Чему равна масса первого груза M_1, если масса второго $M_2 = 2$ кг?



Ответ: _____ кг.

26 В стакан калориметра, содержащий 351 г воды, опустили кусок льда массой m, имевший температуру 0 °С. Начальная температура калориметра и воды 45 °С. В момент времени, когда наступило тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной 5 °С. Чему равна масса m? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Ответ: _____ г.

27 Лазер излучает в импульсе 10^{19} световых квантов длиной волны 400 нм. Средняя мощность импульса лазера 110 Вт. Определите длительность вспышки. Ответ выразите в миллисекундах.

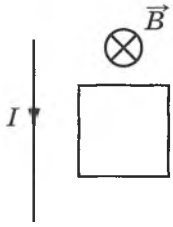
Ответ: _____ мс.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

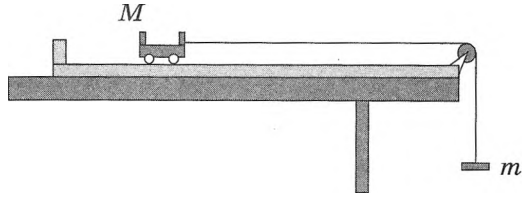
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Прямолинейный проводник с током и проводящая рамка лежат в плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Опираясь на законы физики, укажите направление силы, действующей на рамку, когда величина магнитной индукции $\vec{B}$ увеличивается.

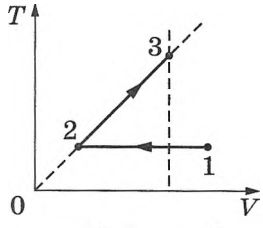


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

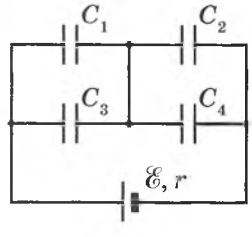
29 В установке, изображённой на рисунке, масса грузика m подобрана так, что первоначально покоящаяся тележка после толчка вправо движется равномерно по поверхности трибометра. Во сколько раз масса грузика m меньше массы тележки M, если после толчка влево тележка движется с ускорением 2 м/с^2. Блок идеален. Нить невесома и нерастяжима. Силу сопротивления движению тележки считать постоянной и одинаковой в обоих случаях.



30 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически сжали ($T_1 = 300$ К). Затем газ изобарно нагрели, увеличив его объём в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?



31 Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_1.



32 В дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая высотой 2,5 м, целиком скрытая под водой. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30°. Какой длины тень отбрасывает свая на дно водоёма? Постройте ход лучей, определяющих тень от сваи на дне. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

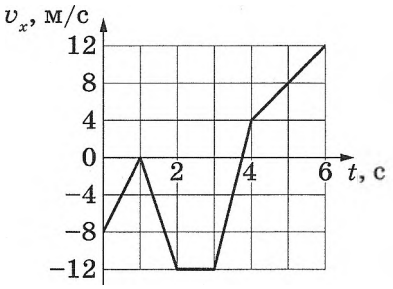
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 6 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 На штативе закреплён школьный динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза уменьшится вдвое?

Ответ: _____ см.

3 Шарик массой 200 г падает с высоты 50 м с начальной скоростью, равной нулю. Чему равна его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10 Дж?

Ответ: _____ Дж.

4 Период вертикальных свободных колебаний пружинного маятника равен 0,5 с. Каким станет период свободных колебаний этого маятника, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое уменьшить?

Ответ: _____ с.

5 Деревянный брусок массой $m_1 = 1000$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся поступательно как единое целое.

Выберите ***два*** верных утверждения о результатах этого опыта.

1) Скорость тел после соударения равна 1 м/с.
2) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 1,5 Дж.
3) Кинетическая энергия деревянного бруска после соударения равна 0,125 Дж.
4) Суммарный импульс тел после удара равен 0,6 кг·м/с.
5) Общая кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» при ударе не изменилась.

Ответ: | | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

6 В первой серии опытов брусок с грузом перемещали при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов точно так же перемещали этот брусок, закрепив на нём ещё один груз.

Как изменились при переходе от первой серии опытов ко второй сила натяжения нити и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Коэффициент трения

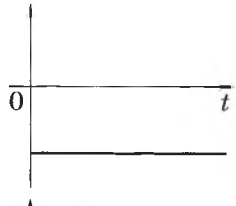
7 Тело движется вдоль оси Ox, при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = -2t_2 + 3t + 5$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

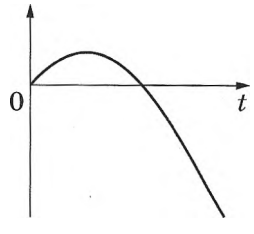
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости тела v_x
2) модуль ускорения тела a
3) проекция F_x равнодействующей сил, действующих на тело
4) проекция перемещения тела s_x

Ответ:

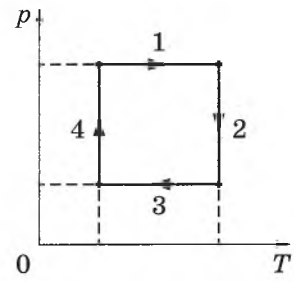
А	Б

8 В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моль. Во сколько раз изменится давление газа в сосуде, если выпустить из него 1 моль газа, а абсолютную температуру газа уменьшить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

9 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?

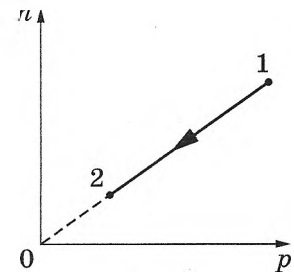


Ответ: на участке _____.

10 Концентрация молекул воды в воздухе уменьшилась в 4 раза при неизменной температуре. Во сколько раз уменьшилась относительная влажность воздуха?

Ответ: в _____ раз(-а).

11 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2.

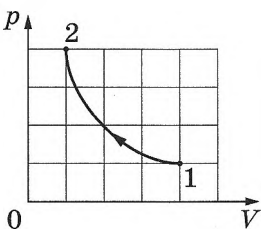
1) Абсолютная температура газа остаётся неизменной.
2) Плотность газа уменьшается.
3) Происходит изотермическое сжатие газа.
4) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа уменьшается.
5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается.

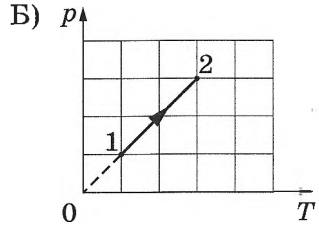
Ответ: | | |

12 Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа), которые их характеризуют.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А) 

Б) 

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

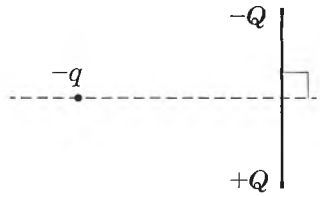
1) $\Delta U = 0; A > 0$
2) $\Delta U > 0; A > 0$
3) $\Delta U > 0; A = 0$
4) $\Delta U = 0; A < 0$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Положительный заряд $+q$ находится на равном расстоянии от двух неподвижных зарядов: положительного $+Q$ и отрицательного $-Q$ (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

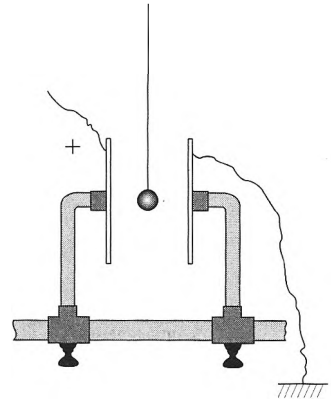
14 Сила тока, текущего по проводнику, равна 2 А. Какой заряд проходит по проводнику за 20 с?

Ответ: _____ Кл.

15 Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 30°. Определите угол между падающим и отражённым лучами.

Ответ: _____ градусов.

16 Для оценки заряда, накопленного воздушным конденсатором, можно использовать устройство, изображённое на рисунке: лёгкий шарик из оловянной фольги подвешен на изолирующей нити между двумя пластинами конденсатора, при этом одна из пластин заземлена, а другая заряжена положительно. Когда устройство собрано, а конденсатор заряжен (и отсоединён от источника), шарик приходит в колебательное движение, касаясь поочерёдно обеих пластин.



Выберите ***два*** верных утверждения, соответствующих колебательному движению шарика после первого касания пластины.

1) По мере колебаний шарика напряжение между пластинами конденсатора уменьшается.
2) При движении шарика к положительно заряженной пластине его заряд равен нулю, а при движении к заземлённой пластине — положителен.
3) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен положительно, а при движении к положительно заряженной пластине — отрицательно.
4) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен отрицательно, а при движении к положительно заряженной пластине — положительно.
5) По мере колебаний шарика электрическая ёмкость конденсатора уменьшается.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 Частица массой m, несущая заряд q, движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v. Как изменятся радиус орбиты и сила Лоренца, действующая на частицу, если её скорость увеличится?

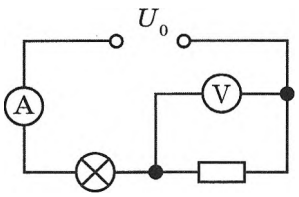
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты частицы	Сила Лоренца, действующая на частицу

18 Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, подключена к аккумулятору. Напряжение между полюсами аккумулятора равно U_0, а показания идеальных амперметра и вольтметра равны соответственно I и U.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. Внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сопротивление лампочки

2) мощность, потребляемая лампочкой

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U_0 - U}{I}$

2) UI

3) $\frac{U}{I}$

4) $(U_0 - U)I$

Ответ:

А	Б

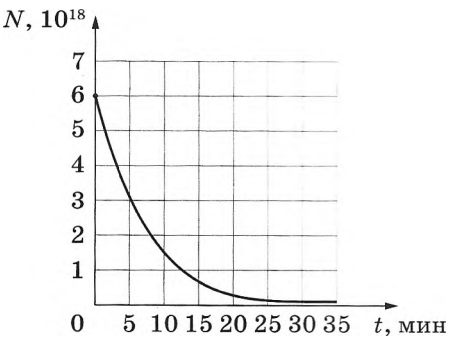
19 Ядро азота может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}_2^4\mathrm{He} + {}_7^{14}\mathrm{N} \to {}_Z^A\mathrm{X} + {}_1^1\mathrm{H}$ с образованием ядра химического элемента ${}_Z^A\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер иридия $^{181}_{77}\mathrm{Ir}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ мин.

21 Интенсивность монохроматического светового пучка, освещающего фотокатод, плавно уменьшают, не меняя частоты света. Как изменяются при этом количество фотонов, падающих на поверхность фотокатода в единицу времени, и скорость каждого фотона?

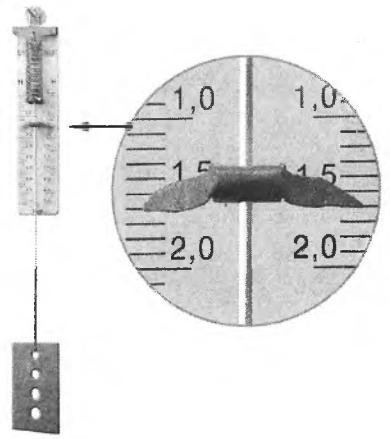
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество падающих фотонов в единицу времени	Скорость фотона

22 При помощи динамометра определяют вес металлической детали. Определите показание динамометра, если погрешность прямого измерения равна цене деления динамометра. Шкала проградуирована в Н.



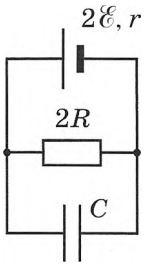
Ответ: (_____ ± _____) Н.

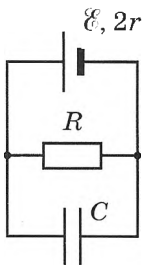
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

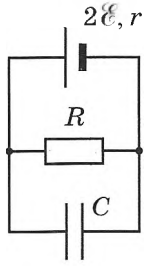
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

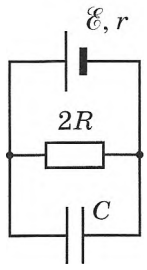
23 Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора.

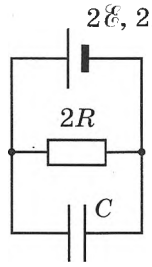
Какие ***две*** схемы следует использовать для проведения такого исследования?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 0 часов 27 минут	10,36
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02
Юпитер	142 800	11 лет 315 суток	9 часов 53,8 минут	59,54
Сатурн	120 660	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	35,49
Уран	51 118	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	21,29
Нептун	49 528	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	23,71

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) За марсианский год на Марсе проходит примерно 670 марсианских суток.
2) Ускорение свободного падения на Меркурии примерно равно 8,5 м/с^2.
3) Первая космическая скорость для искусственного спутника Венеры составляет примерно 7,3 км/с.
4) Объём Нептуна в 10 раз меньше объёма Урана.
5) Марс вращается вокруг своей оси в 2 раза быстрее, чем Земля.

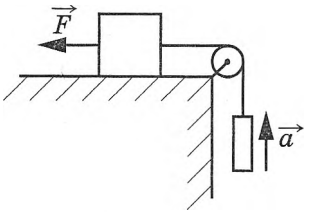
Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила $\vec{F}$ (см. рисунок). Второй груз массой 0,5 кг движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2, направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Определите величину силы $\vec{F}$.



Ответ: _____ Н.

26 Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой, а в качестве холодильника — сосуд со льдом при 0 °С. При совершении машиной работы 1 МДж растаяло 12,1 кг льда. Определите температуру воды в резервуаре. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ К.

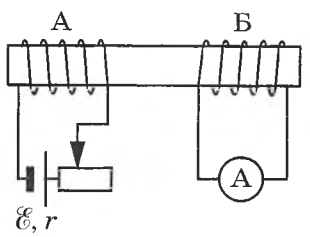
27 Электрическая лампа мощностью 60 Вт испускает ежесекундно $1 \cdot 10^{19}$ фотонов. Определите среднюю длину волны излучения лампы, если её коэффициент полезного действия равен 5 %.

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

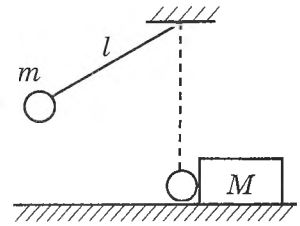
28 На железном стержне намотаны две катушки изолированного медного провода А и Б. Катушка А подключена к источнику с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением r, как показано на рисунке. Катушка Б замкнута на амперметр малого сопротивления. Ползунок реостата передвигают влево. В каком направлении протекает при этом ток через амперметр, подключённый к катушке Б? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

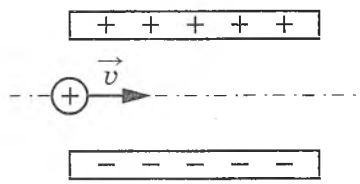
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Маленький шарик массой $m = 0{,}25$ кг подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l = 0{,}8$ м, которая разрывается при некоторой силе натяжения T_0. Шарик отведён от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой $M = 2{,}75$ кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Скорость бруска после удара $u = 0{,}4$ м/с. Определите величину силы T_0. Считать, что брусок после удара движется поступательно.



30 В калориметре находится 1 кг льда при температуре −5 °С. Какую массу воды, имеющей температуру 20 °С, нужно добавить в калориметр, чтобы температура его содержимого после установления теплового равновесия оказалась −2 °С? Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

31 Частица, имеющая заряд $q = 10^{-9}$ Кл и массу $m = 2 \cdot 10^{-6}$ кг, влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой частица должна влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, $v = 5$ м/с. Длина пластин конденсатора $l = 5$ см; расстояние между пластинами $d = 1$ см. Определите напряжённость электрического поля внутри конденсатора. Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести и размерами частицы пренебречь. Считать, что конденсатор находится в вакууме.



32 В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности со скоростью $v = 5$ м/с движется точечный источник света. Расстояние между плоскостями $d = 15$ см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

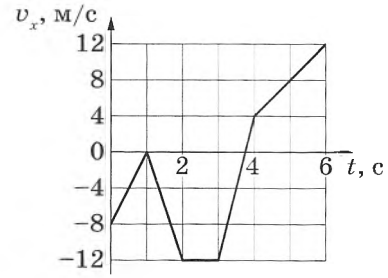
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 3 до 4 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 На штативе закреплён школьный динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза увеличится втрое?

Ответ: _____ см.

3 Шарик массой 100 г падает с высоты 100 м с начальной скоростью, равной нулю. Чему равна его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 20 Дж?

Ответ: _____ Дж.

4 Период вертикальных свободных колебаний пружинного маятника равен 0,5 с. Каким станет период свободных колебаний этого маятника, если массу груза маятника уменьшить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое увеличить?

Ответ: _____ с.

5 Деревянный брусок массой $m_1 = 1000$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся как единое целое.

Выберите ***два*** верных утверждения о результатах этого опыта.

1) Скорость тел после соударения равна 0,5 м/с.
2) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,75 Дж.
3) Кинетическая энергия деревянного бруска после соударения равна 0,25 Дж.
4) Суммарный импульс тел после удара равен 3 кг·м/с.
5) Общая кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» при ударе не изменилась.

Ответ: | | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

6 В первой серии опытов брусок с грузом перемещали при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов точно так же перемещали этот брусок, закрепив на нём ещё один груз.

Как изменились при переходе от первой серии опытов ко второй коэффициент трения между бруском и плоскостью и сила трения скольжения между бруском и плоскостью?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Коэффициент трения	Сила трения скольжения

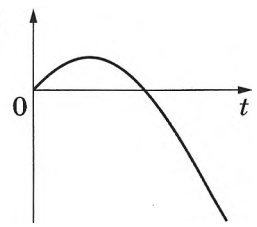
7 Тело движется вдоль оси Ox, при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = -6 + 4t - 3t_2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

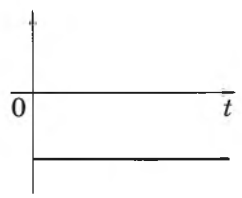
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости тела v_x
2) проекция ускорения тела a_x
3) модуль F равнодействующей сил, действующих на тело
4) проекция перемещения тела s_x

Ответ:

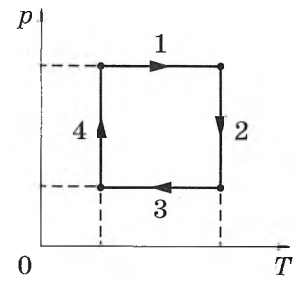
А	Б

8 В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моль. Во сколько раз изменится давление газа в сосуде, если выпустить из него 2 моль газа, а абсолютную температуру газа увеличить в 6 раз?

Ответ: в _____ раз(-а).

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

9 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа внешних сил над газом положительна и равна отданному газом количеству теплоты?

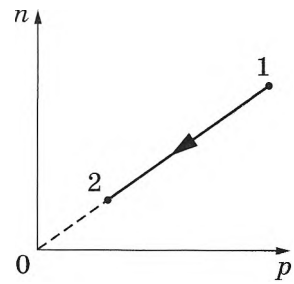


Ответ: на участке _____.

10 Концентрация молекул воды в воздухе увеличилась в 2 раза при неизменной температуре. Во сколько раз увеличилась относительная влажность воздуха?

Ответ: в _____ раз(-а).

11 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2.

1) Абсолютная температура газа уменьшается.
2) Плотность газа остаётся неизменной.
3) Происходит изотермическое расширение газа.
4) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается.

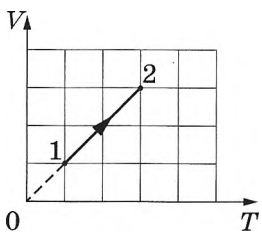
Ответ: | | |

12 Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа), которые их характеризуют.

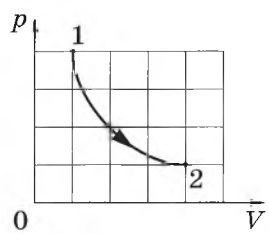
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

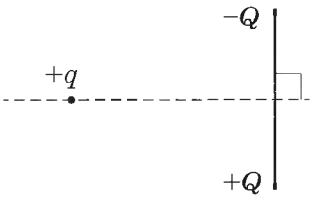
1) $\Delta U = 0; A > 0$
2) $\Delta U > 0; A > 0$
3) $\Delta U > 0; A = 0$
4) $\Delta U = 0; A < 0$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Положительный заряд $+q$ находится на равном расстоянии от двух неподвижных зарядов: положительного $+Q$ и отрицательного $-Q$ (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

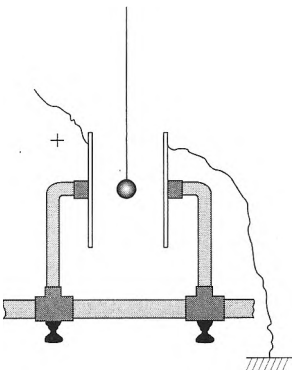
14 Сила тока, текущего по проводнику, равна 2 А. За какое время по проводнику проходит заряд 50 Кл?

Ответ: _____ с.

15 Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 10°. Определите угол между падающим и отражённым лучами.

Ответ: _____ градусов.

16 Для оценки заряда, накопленного воздушным конденсатором, можно использовать устройство, изображённое на рисунке: лёгкий шарик из оловянной фольги подвешен на изолирующей нити между двумя пластинами конденсатора, при этом одна из пластин заземлена, а другая заряжена положительно. Когда устройство собрано, а конденсатор заряжен (и отсоединён от источника), шарик приходит в колебательное движение, касаясь поочерёдно обеих пластин.



Выберите ***два*** верных утверждения, соответствующих колебательному движению шарика после первого касания пластины.

1) По мере колебаний шарика напряжение между пластинами конденсатора увеличивается.
2) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен положительно, а при движении к положительно заряженной пластине — отрицательно.
3) При движении шарика к положительно заряженной пластине его заряд равен нулю, а при движении к заземлённой пластине — положителен.
4) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен отрицательно, а при движении к положительно заряженной пластине — положительно.
5) По мере колебаний шарика электрическая ёмкость конденсатора остаётся неизменной.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 Частица массой m, несущая заряд q, движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v. Как изменятся радиус орбиты и сила Лоренца, действующая на частицу, если её скорость уменьшится?

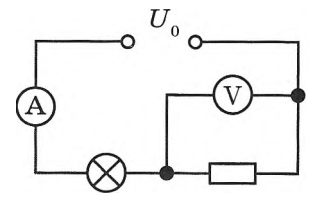
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты частицы	Сила Лоренца, действующая на частицу

18 Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, подключена к аккумулятору. Напряжение между полюсами аккумулятора равно U_0, а показания идеальных амперметра и вольтметра равны соответственно I и U.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. Внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сопротивление резистора
Б) мощность, потребляемая резистором

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U_0 - U}{I}$
2) UI
3) $\frac{U}{I}$
4) $(U_0 - U)I$

Ответ:

А	Б

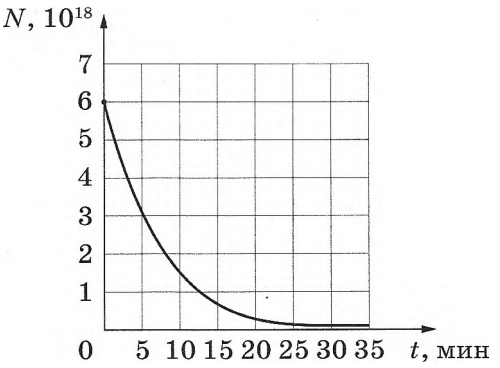
19 Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{11}_{5}\mathrm{B} \to {}^{A}_{Z}\mathrm{X} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер иридия $^{181}_{77}Ir$ от времени. За какое время распадётся примерно 75 % ядер иридия?



Ответ: _____ мин.

21 Интенсивность монохроматического светового пучка, освещающего фотокатод, плавно увеличивают, не меняя частоты света. Как изменяются при этом количество фотонов, падающих на поверхность фотокатода в единицу времени, и скорость каждого фотона?

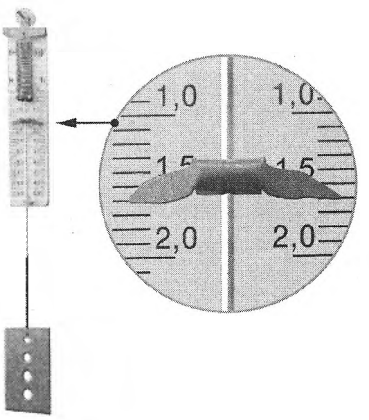
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество падающих фотонов в единицу времени	Скорость фотона

22 При помощи динамометра определяют вес металлической детали. Определите показание динамометра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления динамометра. Шкала проградуирована в Н.



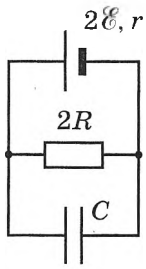
Ответ: (_____ ± _____) Н.

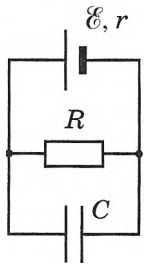
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

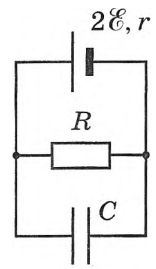
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

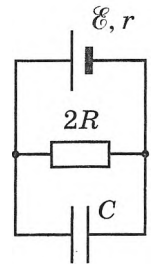
23 Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от внутреннего сопротивления аккумулятора.

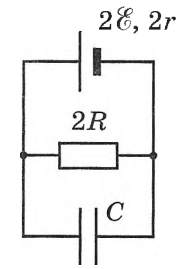
Какие ***две*** схемы следует использовать для проведения такого исследования?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 0 часов 27 минут	10,36
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02
Юпитер	142 800	11 лет 315 суток	9 часов 53,8 минут	59,54
Сатурн	120 660	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	35,49
Уран	51 118	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	21,29
Нептун	49 528	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	23,71

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) За марсианский год на Марсе проходит примерно 705 марсианских суток.
2) Ускорение свободного падения на Меркурии примерно равно 3,7 м/с^2.
3) Первая космическая скорость для искусственного спутника Венеры составляет примерно 14,6 км/с.
4) Объём Сатурна примерно в 13 раз больше объёма Урана.
5) Марс вращается вокруг своей оси в 2 раза быстрее, чем Земля.

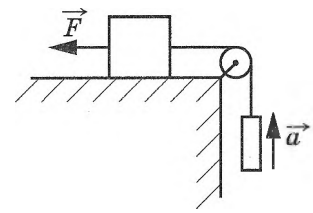
Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила $\vec{F}$, равная по модулю 10 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2, направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Чему равна масса второго груза?



Ответ: _____ кг.

26 Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой при 80 °С, а в качестве холодильника — сосуд со льдом при 0 °С. Определите работу, совершённую машиной, если в результате растаяло 12 кг льда. Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целых.

Ответ: _____ кДж.

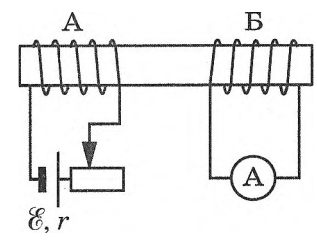
27 Электрическая лампа мощностью 100 Вт испускает ежесекундно $1 \cdot 10^{19}$ фотонов. Средняя длина волны излучения 600 нм. Определите коэффициент полезного действия лампы.

Ответ: _____ %.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

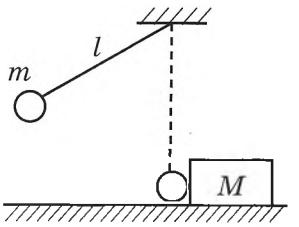
28 На железном стержне намотаны две катушки изолированного медного провода А и Б. Катушка А подключена к источнику с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением r, как показано на рисунке. Катушка Б замкнута на амперметр малого сопротивления. Ползунок реостата передвигают влево. В каком направлении протекает при этом ток через амперметр, подключённый к катушке Б? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

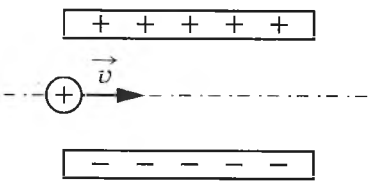
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Маленький шарик массой $m = 0{,}5$ кг подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l = 0{,}8$ м, которая разрывается при силе натяжения $T_0 = 8{,}6$ Н. Шарик отведён от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Скорость бруска после удара $u = 0{,}4$ м/с. Какова масса M бруска? Считать, что брусок после удара движется поступательно.



30 В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре −20 °С, налили 0,2 кг воды при температуре 10 °С. Определите массу льда в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоёмкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.

31 Частица, имеющая заряд $q = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл, влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой частица должна влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, $v = 25$ м/с. Длина пластин конденсатора $l = 5$ см; расстояние между пластинами $d = 1$ см; напряжённость электрического поля конденсатора $E = 500$ кВ/м. Чему равна масса частицы? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести и размерами частицы пренебречь. Считать, что конденсатор находится в вакууме.



32 В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности радиуса $r = 8$ см движется точечный источник света с частотой $\nu = 30$ об/мин. Расстояние между плоскостями $d = 15$ см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

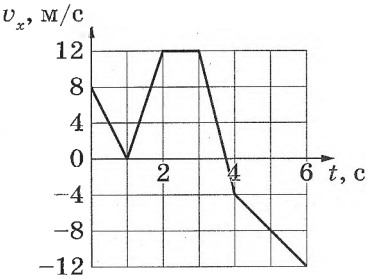
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 6 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 В инерциальной системе отсчёта сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщает такое же ускорение телу массой 3 кг?

Ответ: _____ Н.

3 Легковой автомобиль и грузовик движутся по горизонтальному мосту. Масса грузовика $m = 4500$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение потенциальной энергии грузовика к потенциальной энергии легкового автомобиля относительно уровня воды в реке равно 3?

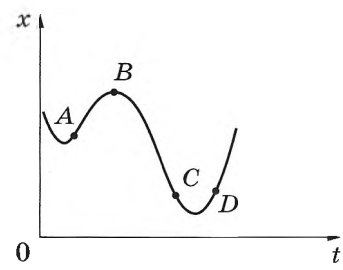
Ответ: _____ кг.

4 Кирпич массой 6 кг лежит на горизонтальной кладке стены, покрытой раствором. Какое давление оказывает кирпич на стену, если площадь грани, на которой он лежит, равна 300 см^2?

Ответ: _____ Па.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox, от времени t.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) В точке D ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.
2) На участке CD модуль скорости тела монотонно увеличивается.
3) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки A в точку C отрицательна.
4) В точке B проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
5) В точке A проекция скорости тела на ось Ox отрицательна.

Ответ: ☐☐

6 Подвешенный на пружине груз совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Груз заменили на другой, масса которого больше, оставив пружину и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменятся частота свободных колебаний груза и его максимальная скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота свободных колебаний груза	Максимальная скорость груза

7 Шайба массой m, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой M. Удар центральный.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) кинетическая энергия покоившейся шайбы после столкновения
Б) импульс налетающей шайбы после столкновения

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{m^2Mv^2}{2(m+M)^2}$
2) mv
3) $\dfrac{Mv^2}{2}$
4) $\dfrac{m^2v}{m+M}$

Ответ:

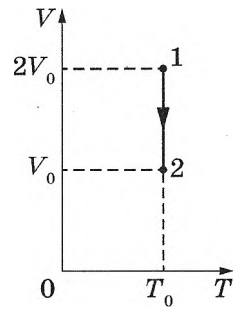
А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 При температуре T_0 и давлении p_0 3 моль идеального газа занимают объём 20 л. Какой объём будут занимать 2 моль газа при температуре $3T_0$ и давлении $4p_0$?

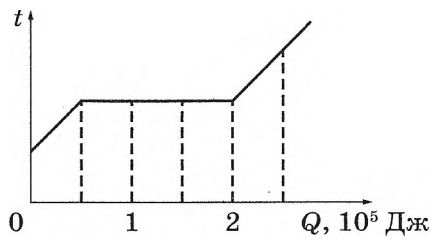
Ответ: _____ л.

9 На VT-диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы идеального одноатомного газа, где V — объём газа, T — его абсолютная температура. Работа, совершённая над газом в этом процессе, равна 50 кДж. Какое количество теплоты отдал газ в окружающую среду?



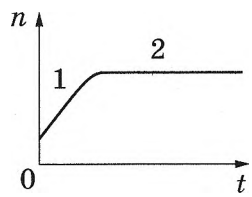
Ответ: _____ кДж.

10 Вещество массой 6 кг находится в сосуде. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q. Первоначально вещество было в твёрдом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11 В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли колбу пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода.



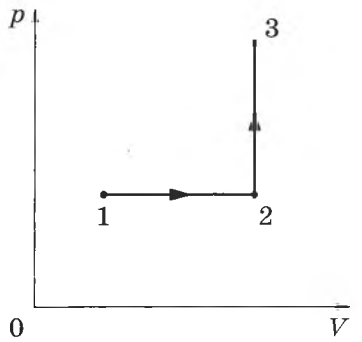
Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения относительно описанного процесса.

1) На участке 1 плотность водяных паров увеличивалась.
2) На обоих участках водяной пар ненасыщенный.
3) На участке 2 давление водяных паров не менялось.
4) На участке 2 плотность водяных паров уменьшалась.
5) На участке 1 давление водяных паров уменьшалось.

Ответ: | | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

12 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–V, где p — давление газа, V — объём газа. Как изменяются плотность газа в ходе процесса 1–2 и абсолютная температура газа T в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.



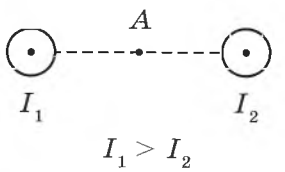
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа в ходе процесса 1–2	Абсолютная температура в ходе процесса 2–3

13 На рисунке показаны сечения двух параллельных длинных прямых проводников и направления токов в них. Сила тока I_1 в первом проводнике больше силы тока I_2 во втором. Куда направлен относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) вектор индукции магнитного поля этих проводников в точке A, расположенной точно посередине между проводниками? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 6 раз, каждый из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз уменьшился модуль сил электростатического взаимодействия между ними?

Ответ: в _____ раз(-а).

15 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 30°. Чему равен угол между падающим лучом и зеркалом?

Ответ: _____ градусов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

16 По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике б.

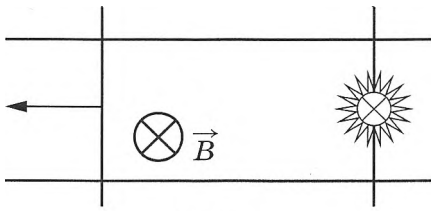


Рис. а

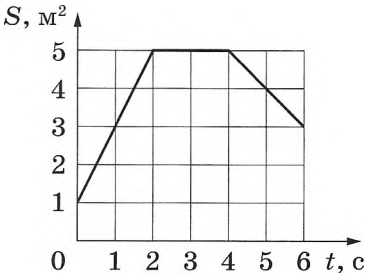


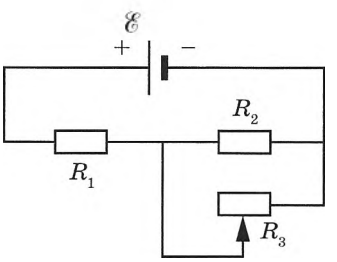
Рис. б

Выберите ***два*** верных утверждения, соответствующих приведённым данным и описанию опыта.

1) В момент времени $t = 1$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
2) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые 2 секунды минимальна.
3) В интервале времени от 2 до 4 с индукционный ток, протекающий через лампочку, равен нулю.
4) В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
5) Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.

Ответ: ☐☐

17 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС $\mathscr{E}$, два резистора и реостат. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 одинаковы и равны R. Сопротивление реостата R_3 можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе R_2 и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от R до 0? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

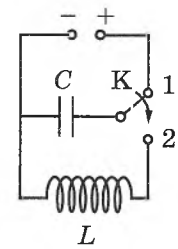
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого (T — период колебаний).

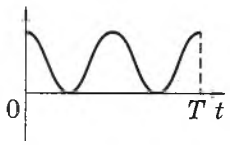


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

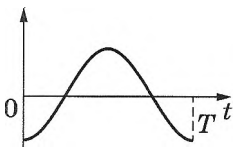
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока в контуре
2) энергия магнитного поля катушки
3) энергия электрического поля конденсатора
4) заряд левой обкладки конденсатора

Ответ:

А	Б

19 В результате ядерной реакции синтеза ${}_1^2\mathrm{H} + {}_1^2\mathrm{H} \to {}_Z^A\mathrm{X} + {}_0^1\mathrm{n}$ образуется ядро химического элемента ${}_Z^A\mathrm{X}$. Каковы заряд Z образовавшегося ядра (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

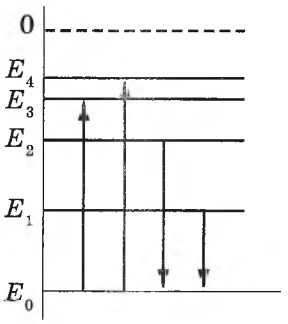
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Период полураспада T изотопа европия ${}_{63}^{156}\mathrm{Eu}$ равен 15 дням. Какая масса этого изотопа распалась за 45 дней в образце, содержавшем первоначально 80 мг ${}_{63}^{156}\mathrm{Eu}$?

Ответ: _____ мг.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей длины волны и излучения света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.

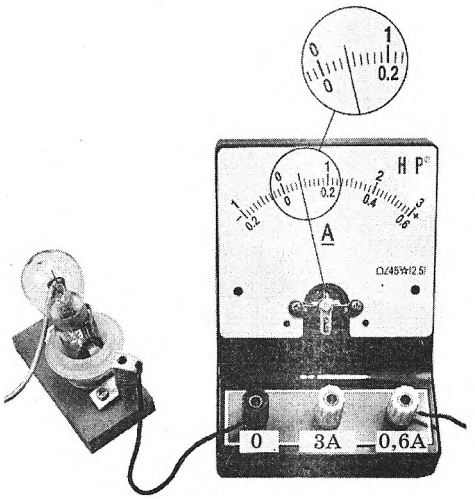
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГИЯ ФОТОНА
А) поглощение света наименьшей длины волны	1) $E_1 - E_0$
Б) излучение света наименьшей частоты	2) $E_2 - E_0$
	3) $E_3 - E_0$
	4) $E_4 - E_0$

Ответ:

А	Б

22 Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

Какие ***два*** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	150	20	10
5	200	20	15

Запишите в таблицу номера выбранных сосудов.

Ответ:

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2400	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

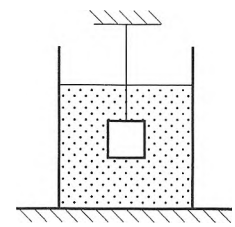
1) Первая космическая скорость для искусственного спутника Каллисто составляет примерно 3,45 км/с.
2) Ускорение свободного падения на Титане примерно 1,35 м/с^2.
3) Объём Ио в 3 раза больше объёма Оберона.
4) Объём Титана меньше объёма Луны.
5) Европа находится дальше от поверхности Юпитера, чем Ио.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой $m = 2{,}0$ кг и объёмом $V = 10^{-3}$ м^3, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 12$ Н. Найдите плотность жидкости.



Ответ: _____ кг/м^3.

26 В калориметр с водой при температуре 0 °С опущена трубка. По трубке в воду впускают водяной пар при температуре 100 °С. В некоторый момент масса воды перестаёт увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Определите первоначальную массу воды в калориметре, если масса сконденсировавшегося пара 126 г. Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ г.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

27 На металл падает поток фотонов с длиной волны в 3 раза меньше «красной границы» фотоэффекта. Во сколько раз уменьшится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, если длину волны падающего света увеличить в 1,5 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Параллельно катушке индуктивности L включена лампочка (см. рис. а). Яркость свечения лампочки прямо пропорциональна напряжению на ней. На рис. б представлен график зависимости силы тока I в катушке от времени t. Сопротивлением катушки пренебречь. Опираясь на законы физики, изобразите график зависимости яркости свечения лампочки от времени.

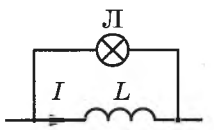


Рис. а

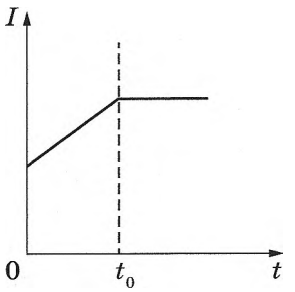
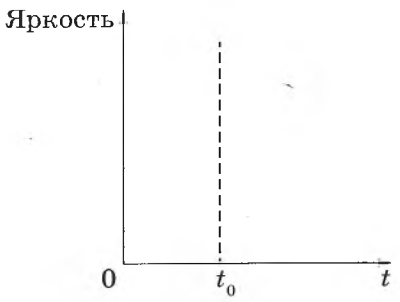
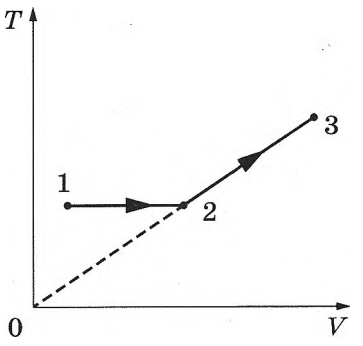


Рис. б



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

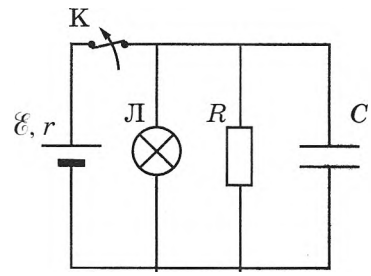
29 В маленький шар, висящий на нити длиной $l = 50$ см, попадает и застревает в нём горизонтально летящая со скоростью $v_0 = 300$ м/с пуля массой $m = 10$ г. Определите максимальную массу шара, при которой он после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости. Сопротивлением воздуха пренебречь.



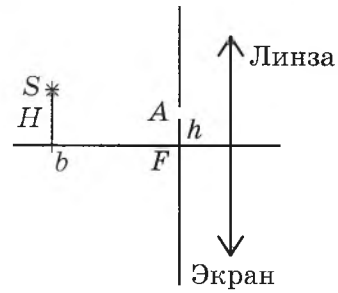
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах T–V. Известно, что в процессе 1–2 газ совершил работу 2,5 кДж, а в процессе 2–3 объём газа V увеличился в 3 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура T в состоянии 1 равна 300 К?

31 К аккумулятору с ЭДС 40 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили лампу сопротивлением 10 Ом и резистор сопротивлением 15 Ом, а также конденсатор ёмкостью 200 мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на резисторе?



32 Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 5$ см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием A, находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии x от плоскости линзы луч SA от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечёт её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

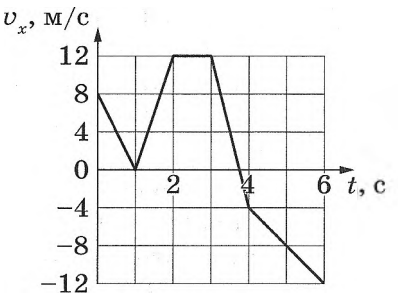
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 3 до 4 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 В инерциальной системе отсчёта сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какова масса тела, которому сила 60 Н сообщает такое же ускорение?

Ответ: _____ кг.

3 Автобус и легковой автомобиль движутся по горизонтальному мосту. Масса легкового автомобиля $m = 2000$ кг. Какова масса автобуса, если отношение потенциальной энергии автобуса к потенциальной энергии легкового автомобиля относительно уровня воды в реке равно 4?

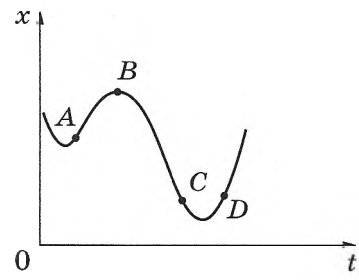
Ответ: _____ кг.

4 Кирпич массой 4 кг лежит на горизонтальной кладке стены, покрытой раствором, оказывая на неё давление 1250 Па. Какова площадь грани, на которой лежит кирпич?

Ответ: _____ см^2.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox, от времени t.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) В точке D ускорение тела и его скорость направлены в одну сторону.
2) На участке CD модуль скорости тела монотонно увеличивается.
3) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки A в точку C положительна.
4) В точке B ускорение тела равно нулю.
5) В точке A проекция скорости тела на ось Ox положительна.

Ответ: | | |

6 Подвешенный на пружине груз совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину заменили на другую, жёсткость которой больше, оставив массу груза и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменятся частота свободных колебаний груза и его максимальная скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота свободных колебаний груза	Максимальная скорость груза

7 Шайба массой m, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой M. Удар центральный.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) кинетическая энергия налетающей шайбы после столкновения
Б) импульс покоившейся шайбы после столкновения

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{m^2Mv^2}{2(m+M)^2}$
2) $\dfrac{mMv}{m+M}$
3) $\dfrac{m^3v^2}{2(m+M)^2}$
4) $\dfrac{m^2v}{m+M}$

Ответ:

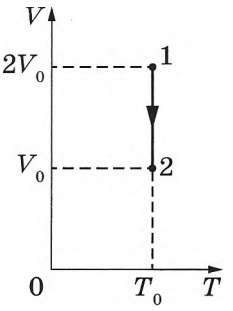
А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 При температуре T_0 и давлении p_0 3 моль идеального газа занимают объём $2V_0$. Сколько моль газа будут занимать объём V_0 при температуре $3T_0$ и давлении $2p_0$?

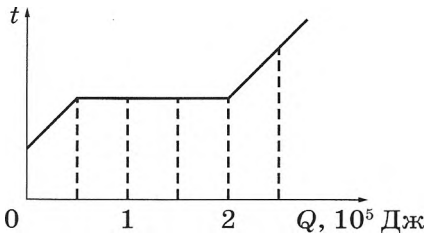
Ответ: _____ моль.

9 На VT-диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы идеального одноатомного газа, где V — объём газа, T — его абсолютная температура. В этом процессе газ отдал в окружающую среду количество теплоты, равное 80 кДж. Какую работу совершили над газом внешние силы?



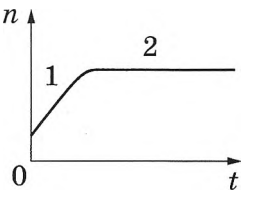
Ответ: _____ кДж.

10 Вещество массой 0,5 кг находится в сосуде под поршнем. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11 В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли колбу пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода.



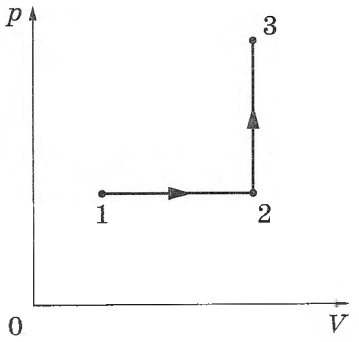
Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения относительно описанного процесса.

1) На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
2) На обоих участках водяной пар ненасыщенный.
3) На участке 2 давление водяных паров увеличивалось.
4) На участке 2 плотность водяных паров оставалась неизменной.
5) На участке 1 давление водяных паров увеличивалось.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

12 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–V, где p — давление газа, V — объём газа. Как изменяются абсолютная температура газа T в ходе процесса 1–2 и плотность газа T в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.



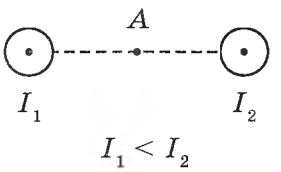
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Абсолютная температура газа в ходе процесса 1–2	Плотность газа в ходе процесса 2–3

13 На рисунке показаны сечения двух параллельных длинных прямых проводников и направления токов в них. Сила тока I_1 в первом проводнике меньше силы тока I_2 во втором. Куда направлен относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) вектор индукции магнитного поля этих проводников в точке A, расположенной точно посередине между проводниками? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, каждый из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличился модуль сил электростатического взаимодействия между ними?

Ответ: в _____ раз(-а).

15 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 40°. Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: _____ градусов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

16 По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на рис. б.

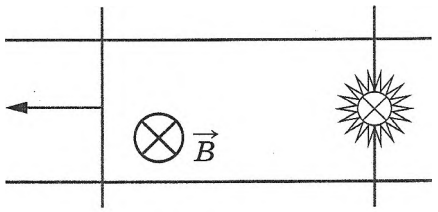


Рис. а

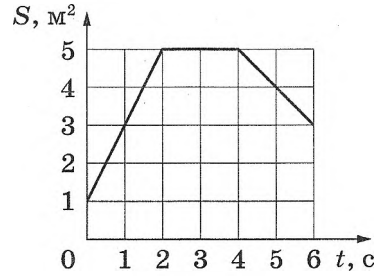


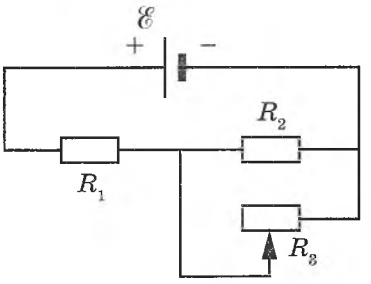
Рис. б

Выберите ***два*** верных утверждения, соответствующих приведённым данным и описанию опыта.

1) В момент времени $t = 3$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
2) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые 2 секунды максимальна.
3) В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
4) В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток.
5) Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.

Ответ: ☐☐

17 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС $\mathscr{E}$, два резистора и реостат. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 одинаковы и равны R. Сопротивление реостата R_3 можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе R_1 и тепловая мощность, выделяемая на резисторе R_2, если уменьшить сопротивление реостата от R до 0? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

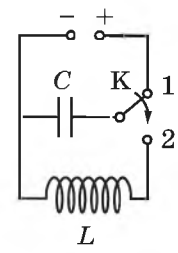
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе R_1	Тепловая мощность, выделяемая на резисторе R_2

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого (T — период колебаний).

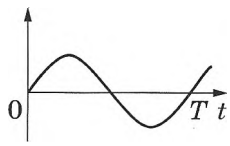


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

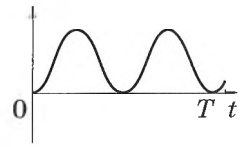
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока в контуре
2) энергия магнитного поля катушки
3) энергия электрического поля конденсатора
4) заряд левой обкладки конденсатора

Ответ:

А	Б

19 В результате ядерной реакции синтеза ${}^{7}_{3}\mathrm{L} + {}^{2}_{1}\mathrm{H} \to {}^{A}_{Z}\mathrm{X} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$ образуется ядро химического элемента ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каковы заряд Z образовавшегося ядра (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

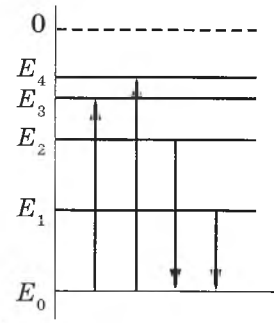
Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Период полураспада T изотопа европия ${}^{156}_{63}\mathrm{Eu}$ равен 15 дням. Какая масса этого изотопа осталась через 60 дней в образце, содержавшем первоначально 80 мг ${}^{156}_{63}\mathrm{Eu}$?

Ответ: _____ мг.

21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Установите соответствие между процессами излучения света наименьшей длины волны и поглощения света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) излучение света наименьшей длины волны
Б) поглощение света наименьшей частоты

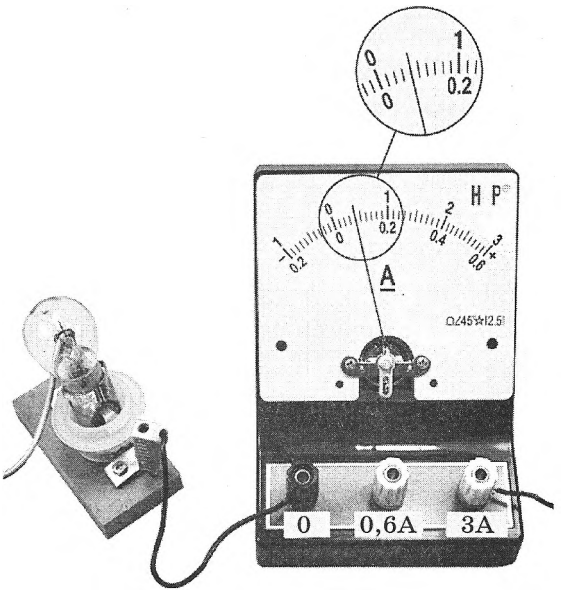
ЭНЕРГИЯ ФОТОНА

1) $E_1 - E_0$
2) $E_2 - E_0$
3) $E_3 - E_0$
4) $E_4 - E_0$

Ответ:

А	Б

22 Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

Какие ***два*** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	150	20	10
5	200	20	10

Запишите в таблицу номера выбранных сосудов.

Ответ:

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2400	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

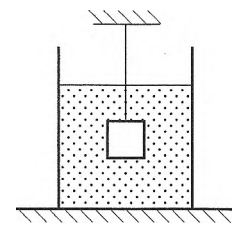
1) Первая космическая скорость для искусственного спутника Каллисто составляет примерно 1,7 км/с.
2) Ускорение свободного падения на Титане равно 26,40 м/с^2.
3) Объём Ио в 3 раза больше объёма Оберона.
4) Объём Титана больше объёма Луны.
5) Ио находится дальше от поверхности Юпитера, чем Европа.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой $m = 1{,}5$ кг и объёмом $V = 10^{-3}$ м^3, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в керосин и не касается дна сосуда (см. рисунок). Найдите модуль силы натяжения нити.



Ответ: _____ Н.

26 В калориметр с водой опущена трубка. По трубке в воду впускают водяной пар при температуре 100 °С. В некоторый момент масса воды перестаёт увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 460 г, а температура 0 °С. Определите массу сконденсировавшегося пара. Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ г.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

27 На металл падает поток фотонов с частотой в 3,5 раза больше «красной границы» фотоэффекта. Во сколько раз увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, если частоту падающего света увеличить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Параллельно катушке индуктивности L включена лампочка (см. рис. а). Яркость свечения лампочки прямо пропорциональна напряжению на ней. На рис. б представлен график зависимости силы тока I в катушке от времени t. Сопротивлением катушки пренебречь. Опираясь на законы физики, изобразите график зависимости яркости свечения лампочки от времени.

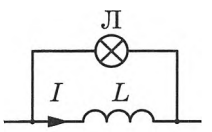


Рис. а

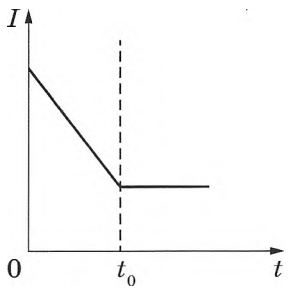
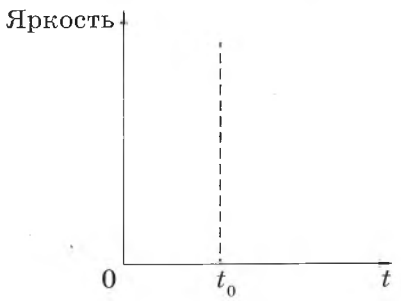


Рис. б

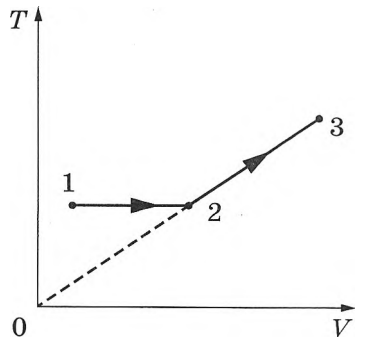


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

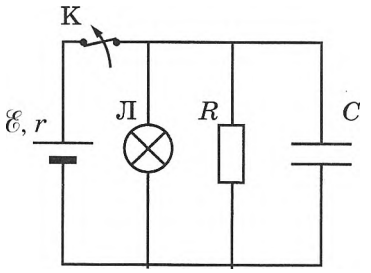
29 В маленький шар массой $M = 250$ г, висящий на нити длиной $l = 50$ см, попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой $m = 10$ г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

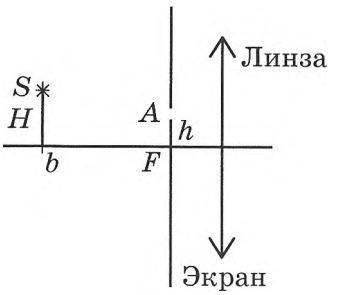
30 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах T–V. Известно, что в процессе 1–2 газ совершил работу 3 кДж, а в процессе 2–3 объём газа V увеличился в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура T в состоянии 3 равна 600 К?



31 К аккумулятору с ЭДС 50 В и внутренним сопротивлением 4 Ом подключили лампу сопротивлением 10 Ом и резистор сопротивлением 15 Ом, а также конденсатор ёмкостью 100 мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на лампе?



32 Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с оптической силой $D = 5$ дптр и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 10$ см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием A, находящимся в плоскости рисунка на расстоянии h от главной оптической оси линзы. Определите расстояние h, если известно, что луч SA от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечёт её главную оптическую ось на расстоянии $x = 18$ см от плоскости линзы? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

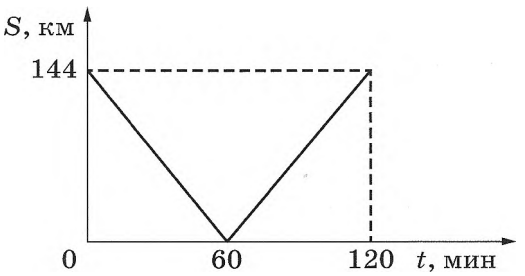
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 7

Часть 1

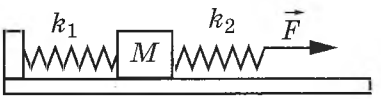
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость первого автомобиля 25 м/с. С какой скоростью движется второй автомобиль?



Ответ: _____ м/с.

2 К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила $\vec{F}$ величиной 12 Н (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткость первой пружины $k_1 = 400$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Каково удлинение первой пружины?



Ответ: _____ см.

3 Шарик массой 400 г падает с некоторой высоты. Начальная скорость шарика равна нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 7 Дж, а потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 1 Дж. С какой высоты упал шарик?

Ответ: _____ м.

4 Колеблющаяся струна издаёт звук с длиной волны 0,68 м. Какова частота её колебаний, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

Ответ: _____ Гц.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 Автомобиль массой 3 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 60 м, двигаясь с постоянной скоростью 54 км/ч.

Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля.

1) Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вниз и равна 18 750 Н.
2) Сила, с которой мост действует на автомобиль, больше 20 000 Н и направлена вертикально вверх.
3) Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 25 000 Н.
4) Центростремительное ускорение автомобиля равно 3,75 м/с^2.
5) Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вверх.

Ответ: | | |

6 На поверхности пресной воды плотностью $\rho_1 = 1000$ кг/м^3 плавает деревянный брусок. Как изменятся глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда, если этот брусок будет плавать на поверхности морской воды плотностью $\rho_2 = 1080$ кг/м^3.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

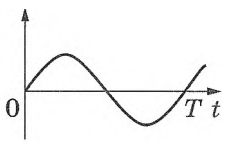
7 Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент $t = 0$ отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б представлены изменения физических величин, характеризующих движение груза после этого. T — период колебаний.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Потенциальную энергию принять равной нулю в положении равновесия груза. Трением пренебречь.

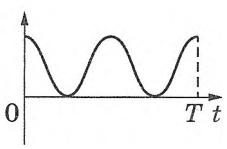
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости x
2) координата x
3) кинетическая энергия $E_к$
4) потенциальная энергия $E_п$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 При уменьшении абсолютной температуры на 200 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия уменьшилась в 3 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

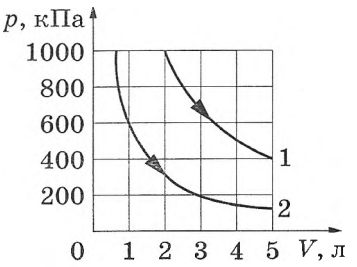
9 У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Определите КПД теплового двигателя.

Ответ: _____ %.

10 В воздухе комнаты парциальное давление водяного пара равно 765 Па. Определите относительную влажность воздуха, если давление насыщенного водяного пара при данной температуре составляет 3060 Па.

Ответ: _____ %.

11 На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой одноатомного идеального газа.



Выберите ***два*** верных утверждения о процессах, происходящих с газом.

1) В процессе 2 объём газа увеличивается.
2) В процессе 1 внутренняя энергия газа увеличивается.
3) В процессе 1 газ отдаёт положительное количество теплоты.
4) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
5) Процесс 1 идёт при более высокой температуре.

Ответ: | | |

12 Одноатомный идеальный газ в количестве ν моль помещают в открытый сверху сосуд под лёгкий подвижный поршень и начинают нагревать. Начальный объём газа V_0, давление p_0. Масса газа в сосуде остаётся неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь. R — универсальная газовая постоянная.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

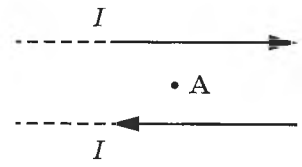
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) внутренняя энергия газа $U(T)$	1) $\dfrac{\nu RT}{p_0}$
Б) объём газа $V(T)$	2) $\dfrac{3}{2}\nu RT$
	3) $\dfrac{\nu RT}{V_0}$
	4) $\dfrac{2}{3}\nu RT$

Ответ:

А	Б

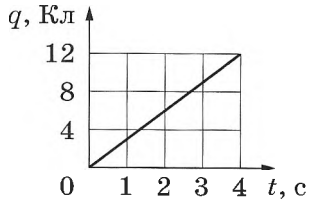
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 На рисунке показаны два параллельных прямых длинных проводника и направления токов в них. Сила тока в проводниках одинакова. Куда направлен относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) вектор индукции созданного проводниками магнитного поля в точке A, расположенной в плоскости проводников посередине между ними? *Ответ запишите словом (словами).*



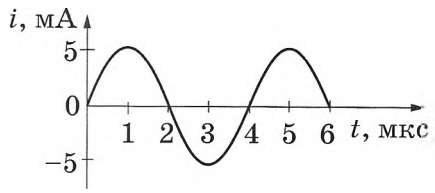
Ответ: _____.

14 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, возрастает с течением времени согласно графику. Определите силу тока в проводнике.



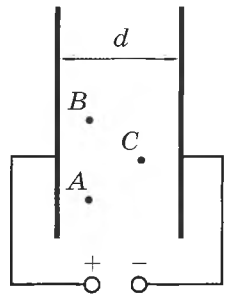
Ответ: _____ А.

15 На рисунке приведена зависимость силы тока от времени в колебательном контуре при свободных электромагнитных колебаниях. Какой станет частота свободных колебаний в контуре, если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза меньше?



Ответ: _____ кГц.

16 Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) Если увеличить расстояние d между пластинами, то напряжённость электрического поля в точке B уменьшится.
2) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля пластин останется неизменной.
3) Напряжённость электрического поля в точке A меньше, чем в точке C.
4) Потенциал электрического поля в точке A выше, чем в точке C.
5) Если уменьшить расстояние d между пластинами, то заряд левой пластины уменьшится.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 Протон движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. Как изменятся по сравнению с протоном модуль силы Лоренца и период обращения α-частицы, если она будет двигаться в этом же поле по окружности с той же скоростью?

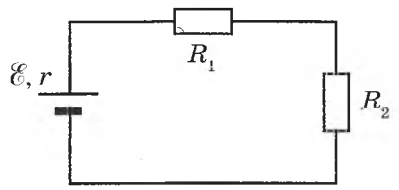
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы Лоренца	Период обращения

18 Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 подключены к источнику тока с внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Напряжение на втором резисторе равно U_2. Чему равны напряжение на первом резисторе и ЭДС источника?



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение на резисторе R_1
Б) ЭДС источника

ФОРМУЛЫ

1) $U_2 \cdot \dfrac{R_1}{R_2}$

2) $U_2 \cdot \dfrac{R_2}{R_1}$

3) $\dfrac{U_2}{R_2} \cdot (R_1 + R_2 + r)$

4) $\dfrac{U_2}{R_1} \cdot (R_1 + R_2 + r)$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	**Li** 3 ЛИТИЙ 7_{93} $6_{7,4}$	**Be** 4 БЕРИЛЛИЙ 9_{100}	**B** 5 БОР 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 НАТРИЙ 23_{100}	**Mg** 12 МАГНИЙ 24_{79} 26_{11} 25_{10}	**Al** 13 АЛЮМИНИЙ 27_{100}
4	IV	**K** 19 КАЛИЙ 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 КАЛЬЦИЙ 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 СКАНДИЙ 45_{100}
	V	**Cu** 29 МЕДЬ 63_{69} 65_{31}	**Zn** 30 ЦИНК 64_{49} 66_{28} 68_{19}	**Ga** 31 ГАЛЛИЙ 69_{60} 71_{40}

Запишите в таблицу число протонов и число нейтронов в ядре алюминия.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Период полураспада одного из изотопов йода составляет 8 суток. Первоначально в образце содержалось 0,2 моль этого изотопа. Сколько моль данного изотопа останется в образце через 16 суток?

Ответ: _____ моль.

21 Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как при захвате электрона изменяются массовое число и заряд атомного ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

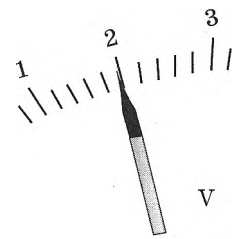
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд атомного ядра

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

22 Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет цену деления вольтметра.



Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Необходимо сделать нитяной маятник и с его помощью экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник уже взял штатив с муфтой и лапкой, линейку и нить.

Какие ***два*** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) мензурка
2) алюминиевый шарик
3) электронные весы
4) динамометр
5) секундомер

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а. е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6′	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22′	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27′	7,91
Марс	1,52	6794	25°11′	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08′	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44′	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46′	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19′	16,8

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) Среднее расстояние от Венеры до Солнца в три раза меньше, чем от Марса до Солнца.
2) Вторая космическая скорость при старте вблизи поверхности Юпитера составляет 25 км/с.
3) Ускорение свободного падения на Марсе составляет около 3,7 м/с^2.
4) Чем дальше планета от Солнца, тем больше первая космическая скорость для её спутников.
5) На Сатурне может наблюдаться смена времён года.

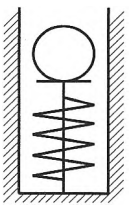
Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Нить, удерживающая вертикально расположенную лёгкую пружину в сжатом на 1 см состоянии, внезапно оборвалась (см. рисунок). Определите скорость, которую приобрёл при этом шарик массой 4 г. Жёсткость пружины 1 кН/м. Колебаниями пружины после отрыва шарика пренебречь.



Ответ: _____ м/с.

26 В начале процесса температура куска свинца массой 1 кг равнялась 37 °С. Ему передали количество теплоты, равное 47,7 кДж. Температура плавления свинца 327 °С. Какова масса расплавившейся части свинца? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ кг.

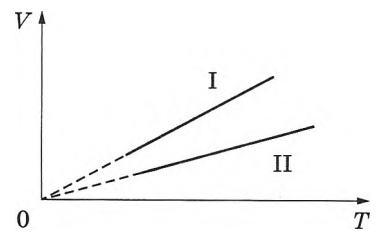
27 Сколько фотонов падает на сетчатку глаза человека за 3 с, если мощность поглощённого сетчаткой света равна $13{,}2 \cdot 10^{-17}$ Вт, а длина волны света составляет 480 нм.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

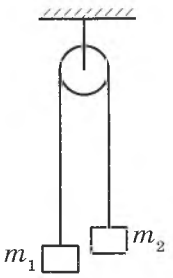
28 Две порции одного и того же идеального газа сжимают в сосудах под поршнями. При этом в процессе сжатия в обоих сосудах поддерживается одинаковое давление газа. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

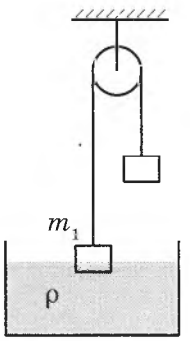


© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

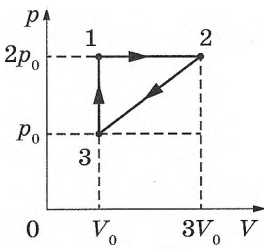
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Два тела подвешены за нерастяжимую и невесомую нить к идеальному блоку, как показано на рисунке. При этом первое тело массой $m_1 = 500$ г движется из состояния покоя вниз с ускорением a. Если первое тело опустить в воду с плотностью $\rho = 1000$ кг/м^3, находящуюся в большом объёме, система будет находиться в равновесии. При этом объём погружённой в воду части тела равен $V = 1{,}5 \cdot 10^{-4}$ м^3. Сделайте рисунки с указанием сил, действующих на тела в обоих случаях. Определите ускорение a первого тела.

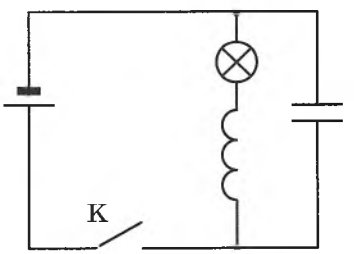




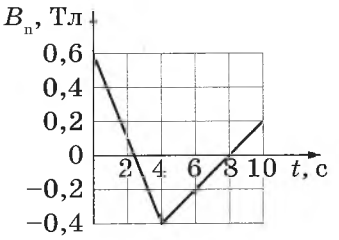
30 Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Работа, которую совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3, равна 2,4 кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт за цикл холодильнику? Масса газа постоянна.



31 В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока соответственно равны 12 В и 1 Ом, ёмкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 36 мГн и сопротивление лампы 5 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



32 Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. На рисунке изображена зависимость проекции вектора $\vec{B}$ на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. За время $t = 10$ с в рамке выделилось количество теплоты, равное 0,16 мДж. Определите сопротивление рамки R.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

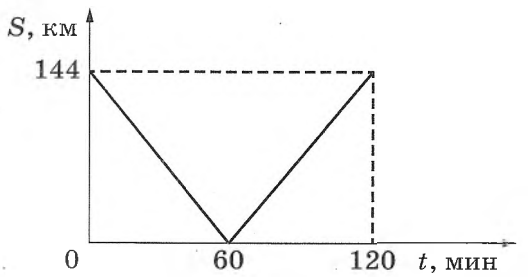
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 8

Часть 1

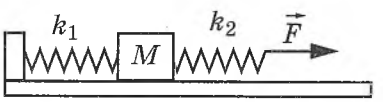
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. С какой скоростью движется второй автомобиль в системе отсчёта, связанной с первым автомобилем?



Ответ: _____ м/с.

2 К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила $\vec{F}$ величиной 12 Н (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткость первой пружины $k_1 = 600$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 300$ Н/м. Каково удлинение второй пружины?



Ответ: _____ см.

3 Шарик массой 200 г падает с высоты 3 м. Начальная скорость шарика равна нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 4,8 Дж. Какова потеря энергии за счёт сопротивления воздуха?

Ответ: _____ Дж.

4 Струна колеблется с частотой 1000 Гц. Какова длина волны звука, который издаёт струна, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

Ответ: _____ м.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 Автомобиль массой 3 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 60 м, двигаясь с постоянной скоростью 54 км/ч.

Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля.

1) Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вверх.
2) Сила, с которой мост действует на автомобиль, меньше силы, с которой автомобиль действует на мост.
3) Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 30 кН.
4) Центростремительное ускорение автомобиля равно 15,4 м/с^2.
5) Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вниз.

Ответ: | | |

6 На поверхности пресной воды плавает деревянный брусок. Как изменятся глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда, если этот брусок будет плавать на поверхности спирта плотностью 800 кг/м^3?

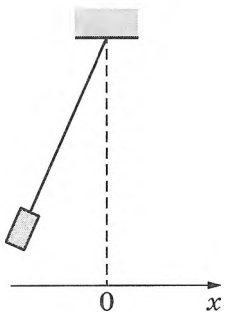
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

7 Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент $t = 0$ отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б представлены изменения физических величин, характеризующих движение груза после этого. T — период колебаний.

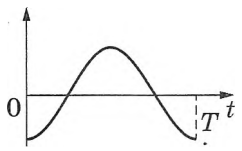


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Потенциальную энергию принять равной нулю в положении равновесия груза. Трением пренебречь.

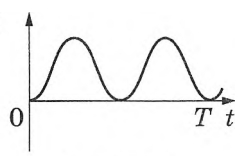
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости x
2) координата x
3) кинетическая энергия $E_к$
4) потенциальная энергия $E_п$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

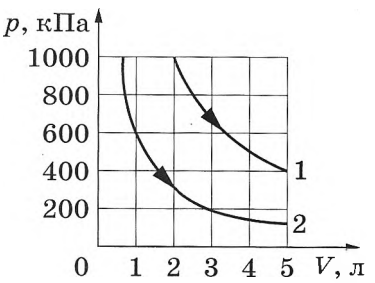
9 У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя 600 К. Определите температуру холодильника, если КПД теплового двигателя составляет 25 %.

Ответ: _____ К.

10 В воздухе комнаты при относительной влажности 40 % парциальное давление водяного пара равно 980 Па. Определите давление насыщенного водяного пара при данной температуре.

Ответ: _____ Па.

11 На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой одноатомного идеального газа.



Выберите ***два*** верных утверждения о процессах, происходящих с газом.

1) В процессе 1 объём газа уменьшается.
2) В процессе 1 внутренняя энергия газа остаётся неизменной.
3) В процессе 2 газ получает положительное количество теплоты.
4) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
5) Процесс 2 идёт при более высокой температуре.

Ответ: | | |

12 Одноатомный идеальный газ в количестве ν моль помещают в герметично закрытый сосуд объёма V_0 и начинают нагревать. Начальное давление газа p_0. Масса газа в сосуде остаётся неизменной. R — универсальная газовая постоянная.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) давление газа $p(V)$
Б) внутренняя энергия газа $U(T)$

ФОРМУЛЫ

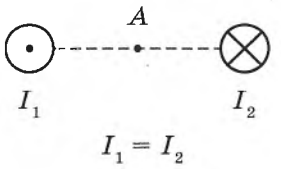
1) $\dfrac{\nu RT}{p_0}$
2) $\dfrac{3}{2}\nu RT$
3) $\dfrac{\nu RT}{V_0}$
4) $\dfrac{2}{3}\nu RT$

Ответ:

А	Б

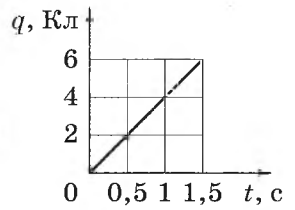
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 На рисунке показаны сечения двух параллельных прямых длинных проводников и направления токов в них. Сила тока в проводниках одинакова. Куда направлен относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) вектор индукции созданного проводниками магнитного поля в точке A, расположенной на равном расстоянии от проводников? *Ответ запишите словом (словами).*



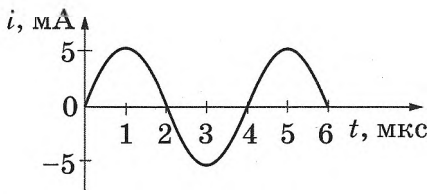
Ответ: _____.

14 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Определите силу тока в проводнике.



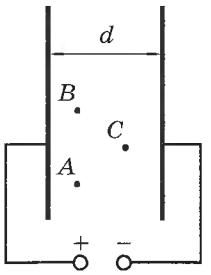
Ответ: _____ А.

15 На рисунке приведена зависимость силы тока от времени в колебательном контуре при свободных электромагнитных колебаниях. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 9 раз больше?



Ответ: _____ мкс.

16 Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения.

1) Если уменьшить расстояние d между пластинами, то напряжённость электрического поля в точке B уменьшится.
2) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля пластин уменьшится.
3) Напряжённость электрического поля в точках A, B и C одинакова.
4) Потенциал электрического поля в точке B ниже, чем в точке C.
5) Если увеличить расстояние d между пластинами, то заряд левой пластины уменьшится.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 Протон движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. Как изменятся по сравнению с протоном центростремительное ускорение и частота обращения α-частицы, если она будет двигаться в этом же поле по окружности с той же скоростью?

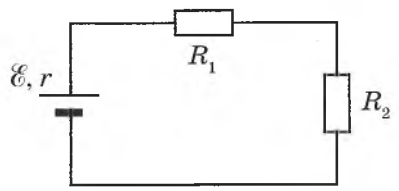
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорения	Частота обращения

18 Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 подключены к источнику тока с внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Напряжение на первом резисторе равно U_1. Чему равны напряжение на втором резисторе и ЭДС источника?



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение на резисторе R_2
Б) ЭДС источника

ФОРМУЛЫ

1) $U_1 \cdot \dfrac{R_2}{R_1}$

2) $U_1 \cdot \dfrac{R_1}{R_2}$

3) $\dfrac{U_1}{R_1} \cdot (R_1 + R_2 + r)$

4) $\dfrac{U_1}{R_2} \cdot (R_1 + R_2 + r)$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	**Li** 3 ЛИТИЙ 7_{93} $6_{7,4}$	**Be** 4 БЕРИЛЛИЙ 9_{100}	**B** 5 БОР 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 НАТРИЙ 23_{100}	**Mg** 12 МАГНИЙ 24_{79} 26_{11} 25_{10}	**Al** 13 АЛЮМИНИЙ 27_{100}
4	IV	**K** 19 КАЛИЙ 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 КАЛЬЦИЙ 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 СКАНДИЙ 45_{100}
	V	**Cu** 29 МЕДЬ 63_{69} 65_{31}	**Zn** 30 ЦИНК 64_{49} 66_{28} 68_{19}	**Ga** 31 ГАЛЛИЙ 69_{60} 71_{40}

Запишите в таблицу число протонов и число нейтронов в ядре скандия.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Период полураспада одного из изотопов углерода составляет 20 мин. Первоначально в образце содержалось 0,2 моль этого изотопа. Сколько моль данного изотопа останется в образце через 60 мин.?

Ответ: _____ моль.

21 Для некоторых атомов характерной особенностью является электронный β-распад. Как при электронном β-распаде изменяются массовое число и заряд атомного ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

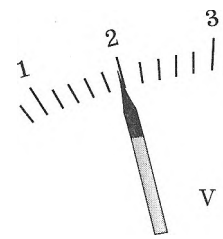
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд атомного ядра

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

22 Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра.



Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Необходимо сделать нитяной маятник и с его помощью экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник уже взял штатив с муфтой и лапкой, медный шарик и нить.

Какие ***два*** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) линейка
2) мензурка
3) электронные весы
4) секундомер
5) динамометр

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а. е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6′	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22′	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27′	7,91
Марс	1,52	6794	25°11′	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08′	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44′	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46′	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19′	16,8

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) Среднее расстояние от Юпитера до Солнца составляет 780 млн км.
2) Вторая космическая скорость при старте с поверхности Меркурия составляет 1,7 км/с.
3) Ускорение свободного падения на Венере составляет около 8,9 м/с^2.
4) Чем дальше планета от Солнца, тем больше её диаметр.
5) На Марсе НЕ может наблюдаться смена времён года.

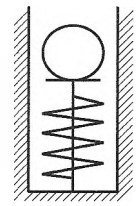
Ответ: ☐☐

© 2019, ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Нить, удерживающая вертикально расположенную лёгкую пружину в сжатом на 1 см состоянии, внезапно оборвалась (см. рисунок). Какова масса шарика, если он приобретает при этом начальную скорость 10 м/с? Жёсткость пружины 2 кН/м. Колебаниями пружины после отрыва шарика пренебречь.



Ответ: _____ г.

26 Твёрдому куску свинца массой 1 кг передали количество теплоты, равное 51,5 кДж. При этом половина куска свинца расплавилась. Температура плавления свинца 327 °С. Какова была начальная температура свинца? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ °С.

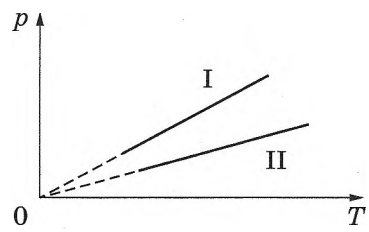
27 На сетчатку глаза человека падает 135 фотонов за 3 с. Мощность поглощённого сетчаткой света равна $1{,}98 \cdot 10^{-17}$ Вт. Определите длину волны света. Ответ запишите в нанометрах.

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

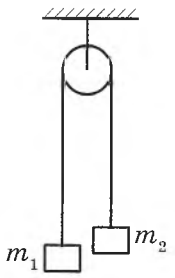
28 Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

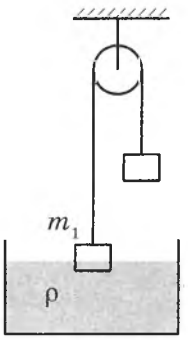


© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

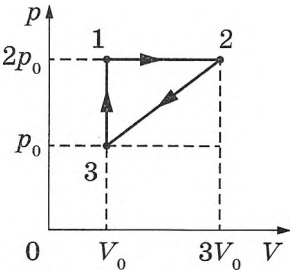
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Два тела подвешены за нерастяжимую и невесомую нить к идеальному блоку, как показано на рисунке. При этом первое тело массой m_1 движется из состояния покоя вниз с ускорением $a = 2$ м/с^2. Если первое тело опустить в воду с плотностью $\rho = 1000$ кг/м^3, находящуюся в большом объёме, система будет находиться в равновесии. При этом объём погружённой в воду части тела равен $V = 1{,}5 \cdot 10^{-4}$ м^3. Сделайте рисунки с указанием сил, действующих на тела в обоих случаях. Определите массу первого тела m_1.

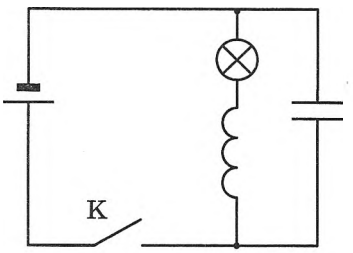




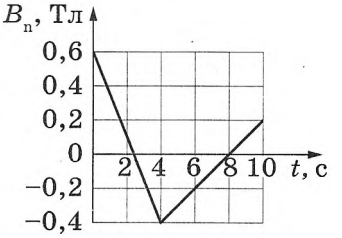
30 Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдаёт за цикл холодильнику количество теплоты $|Q_x| = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3? Масса газа постоянна.



31 В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathscr{E}$, его внутреннее сопротивление 1 Ом, ёмкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 36 мГн и сопротивление лампы 5 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. После размыкания ключа в лампе выделяется энергия $W = 0{,}172$ Дж. Чему равна ЭДС источника $\mathscr{E}$? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



32 Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. На рисунке изображена зависимость проекции вектора $\vec{B}$ на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. Какое количество теплоты выделится в рамке за время $t = 10$ с, если сопротивление рамки $R = 0{,}2$ Ом?



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

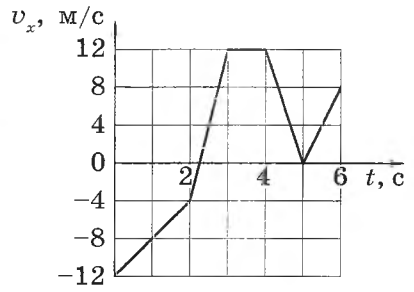
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 9

Часть 1

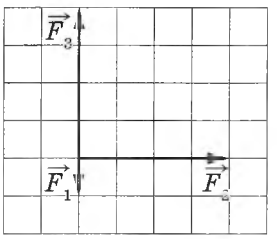
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 5 до 6 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Сторона клетки соответствует 1 Н. Определите модуль равнодействующей приложенных к телу сил.



Ответ: _____ Н.

3 Отношение импульса автобуса к импульсу грузового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 3{,}2$. Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автобуса к скорости грузового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Ответ: _____.

4 Период гармонических колебаний массивного груза на лёгкой пружине равен 1,2 с. В некоторый момент времени потенциальная энергия груза достигает максимума. Через какое минимальное время кинетическая энергия груза достигнет максимума?

Ответ: _____ с.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 300$ г из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени.

t, с	0	1	2	3	4	5	6	7
L, м	0	1	4	9	16	25	36	49

Какие ***два*** вывода соответствуют результатам эксперимента?

1) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 4 м/с.
2) Кинетическая энергия тела в момент времени 2 с равна 2,4 Дж.
3) Первые 3 с тело двигалось равномерно, а затем оно двигалось равноускоренно.
4) За первые 3 с суммарная работа сил, действующих на тело, равна 10,8 Дж.
5) Равнодействующая сил, действующих на тело, была постоянна в течение всего времени наблюдения.

Ответ: ☐☐

6 На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью 700 кг/м^3. Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 400 кг/м^3. Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могу повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

7 Материальная точка движется по оси x. Её скорость меняется по закону: $v = A\cos(\omega t + \varphi_0)$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) период колебаний материальной точки T
Б) амплитуда ускорения точки a_{max}

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{2\pi}{\omega}$
2) $2\pi\omega^2$
3) ωA
4) $\omega^2 A$

Ответ:

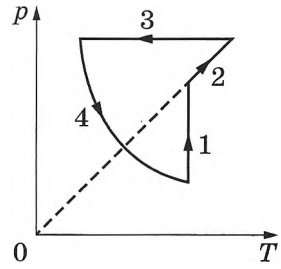
А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 Концентрацию молекул идеального одноатомного газа увеличили в 4 раза. Одновременно в 2 раза уменьшили абсолютную температуру газа. Во сколько раз в результате этого увеличилось давление газа в сосуде?

Ответ: в _____ раз(-а).

9 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. На каком участке цикла работа внешних сил над газом равна отданному газом количеству теплоты?

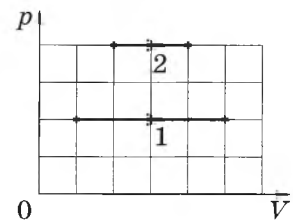


Ответ: на участке _____.

10 На сколько градусов нагреется медная деталь массой 500 г, если ей сообщить количество теплоты, равное 380 Дж?

Ответ: на _____ °C.

11 На pV-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона.

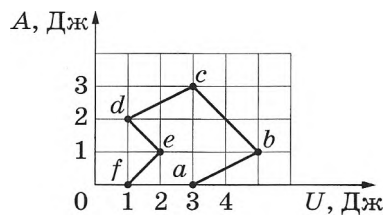


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно уменьшилась в 2 раза.
2) В процессе 1 плотность неона уменьшилась в 5 раз.
3) В процессе 1 неон изотермически увеличил свой объём в 5 раз.
4) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
5) Работа, совершённая неоном в процессе 1, равна работе, совершённой в процессе 2.

Ответ: | | |

12 С постоянным количеством газа провели процесс $a \to b \to c \to d \to e \to f$, в течение которого вычисляли внутреннюю энергию U газа и измеряли работу A, совершённую газом от момента начала процесса. AU-диаграмма процесса приведена на рисунке.



Установите соответствие между названием процесса и участком на диаграмме, на котором он представлен.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

А) адиабатное сжатие
Б) адиабатное расширение

УЧАСТОК НА ДИАГРАММЕ

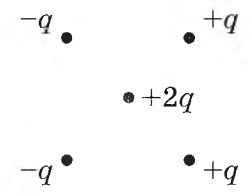
1) $b \to c$
2) $c \to d$
3) $d \to e$
4) $e \to f$

Ответ:

А	Б

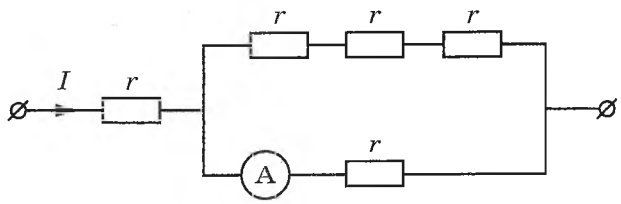
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Куда направлена относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) кулоновская сила $\vec{F}$, действующая на положительный точечный заряд $+2q$, помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рисунок)? *Ответ запишите словом (словами).*



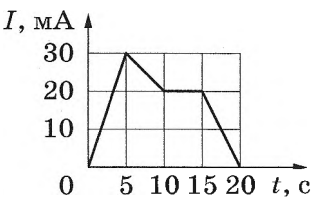
Ответ: _____.

14 По участку цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 8$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

15 На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, содержащей катушку, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 15 до 20 с.



Ответ: _____ мкВ.

16 В идеальном колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, происходят свободные незатухающие электромагнитные колебания.

Из приведённого ниже списка выберите ***две*** величины, которые остаются постоянными при этих колебаниях:

1) заряд конденсатора
2) частота колебаний силы тока в контуре
3) фаза колебаний напряжения на конденсаторе
4) амплитуда колебаний заряда на конденсаторе
5) энергия электрического поля конденсатора

Ответ: | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 В прозрачном сосуде с водой находится дифракционная решётка, которая освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим на решётку перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решётку, и угол между падающим лучом и направлением на второй дифракционный максимум, если воду заменить прозрачной жидкостью с меньшим показателем преломления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, достигающей решётки	Угол между падающим лучом и направлением на второй дифракционный максимум

18 Заряженная частица массой m, несущая положительный заряд q, движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности со скоростью υ. Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) радиус окружности, по которой обращается частица
Б) частота обращения частицы по окружности

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{qB}{2\pi m}$
2) $\dfrac{2\pi m}{qB}$
3) $q\upsilon B$
4) $\dfrac{m\upsilon}{qB}$

Ответ:

А	Б

19 Ядро фтора захватывает частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{19}_{9}\mathrm{F} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X} \to {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{16}_{8}\mathrm{O}$.

Каковы заряд частицы Z (в единицах элементарного заряда) и массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 В свинцовую капсулу поместили радиоактивный кальций $^{45}_{20}Ca$. Сколько процентов от исходно большого числа ядер этого изотопа кальция останется в капсуле через 328 дней? Период полураспада этого изотопа кальция составляет 164 суток.

Ответ: _____ %.

21 Монохроматический свет с энергией фотонов $E_ф$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{зап}$. Как изменятся длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{зап}$, если энергия падающих фотонов $E_ф$ увеличится?

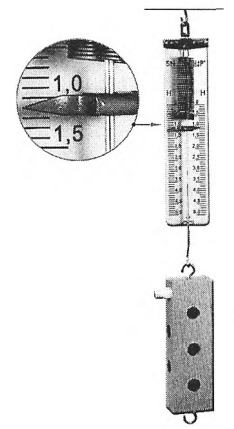
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{зап}$

22 Погрешность прямого измерения силы динамометром, на котором висит груз, равна цене деления. Каков вес груза?



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 Необходимо экспериментально изучить зависимость сопротивления проводника от площади поперечного сечения проводника.

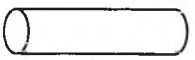
Какие ***два*** проводника следует использовать для проведения такого исследования?

1) S_2  сталь
l_2

2) S_1  медь
l_2

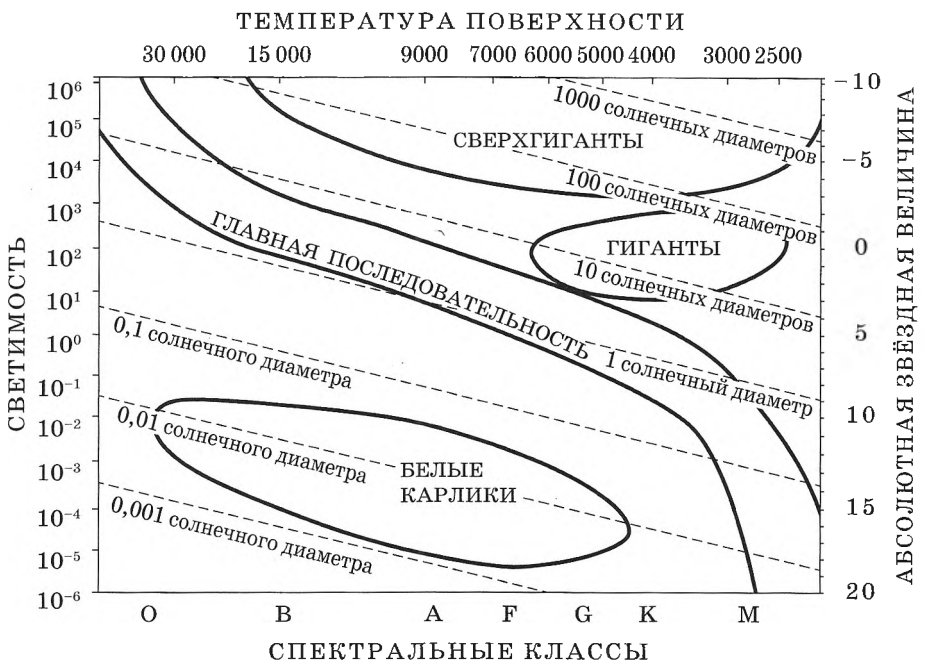
3) S_2  медь
l_1

4) S_1  сталь
l_1

5) S_1  медь
l_1

Ответ: 

24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рессела.



Выберите ***два*** утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

1) Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, а значит, она относится к звёздам главной последовательности.
2) Плотность белых карликов существенно выше средней плотности гигантов.
3) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса *O* главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса *F* главной последовательности.
4) Температура поверхности звёзд спектрального класса A выше температуры поверхности звёзд спектрального класса *G*.
5) Звёзды спектрального класса *A* имеют температуру поверхности не выше 5000 К.

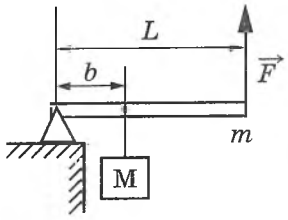
Ответ: 

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

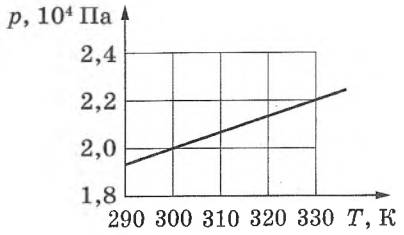
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз поднимают с помощью рычага (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного стержня массой $m = 20$ кг и длиной $L = 4$ м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно $b = 1$ м. Какую вертикальную силу надо приложить к концу рычага, чтобы медленно поднимать груз массой $M = 80$ кг?



Ответ: _____ Н.

26 На рисунке показан график зависимости давления 3 моль газа в запаянном сосуде от его температуры. Каков приблизительно объём сосуда? Ответ округлите до сотых.



Ответ: _____ м^3.

27 При облучении фотокатода светом частотой $\nu = 8{,}0 \cdot 10^{14}$ Гц запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,60 В. Найдите работу выхода фотоэлектронов из материала катода. Ответ выразите в электрон-вольтах.

Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На рисунке 1 приведена зависимость внутренней энергии U 2 моль идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 2 в переменных p–V. Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

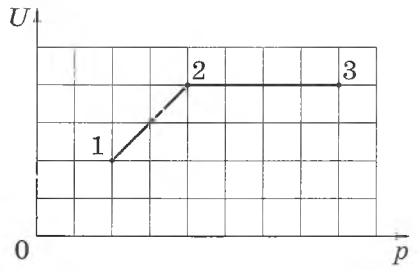


Рис. 1

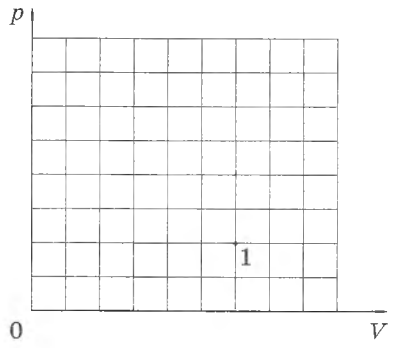
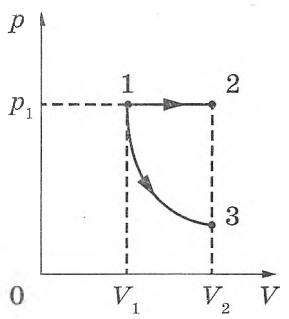


Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

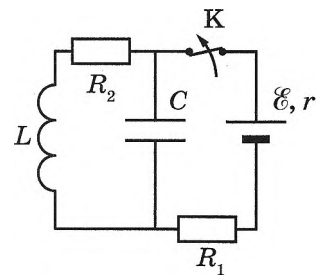
29 По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30°$ с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой $M = 300$ г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние $x = 3{,}6$ м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля. Скорость пули $v = 500$ м/с, масса пули $m = 5$ г. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на некоторое расстояние S от места удара. Определите расстояние S. Трение бруска о плоскость не учитывать.

30 Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния p_1, V_1 до одного и того же конечного объёма V_2 первый раз по изобаре 1–2, а второй — по адиабате 1–3 (см. рисунок). Отношение работы газа в процессе 1–2 к работе газа в процессе 1–3 равно $\frac{A_{12}}{A_{13}} = k = 2$. Чему равно отношение x количества теплоты Q_{12}, полученного газом от нагревателя в ходе процесса 1–2, к модулю изменения внутренней энергии газа $|U_3 - U_1|$ в ходе процесса 1–3?



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $\mathscr{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 7$ Ом и $R_2 = 4$ Ом, конденсатора электроёмкостью $C = 3$ мкФ и катушки с индуктивностью L. Определите индуктивность катушки L, если известно, что после размыкания ключа К на резисторе R_2 выделилось количество теплоты, равное 40 мкДж. Сопротивлением провода катушки пренебречь.



32 Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,3 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ мА. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

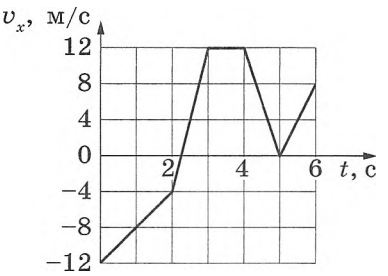
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 10

Часть 1

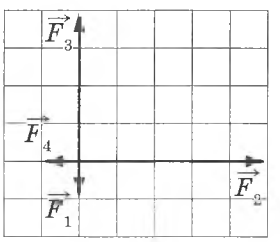
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t. Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 5 с?



Ответ: _____ м/с^2.

2 На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Сторона клетки соответствует 1 Н. Определите модуль равнодействующей приложенных к телу сил.



Ответ: _____ Н.

3 Отношение массы автобуса к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 5{,}6$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса автобуса к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 2{,}8$?

Ответ: _____.

4 Период гармонических колебаний массивного груза на лёгкой нерастяжимой нити равен 1,6 с. В некоторый момент времени кинетическая энергия груза достигает минимума. Через какое минимальное время потенциальная энергия груза достигнет минимума?

Ответ: _____ с.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 300$ г из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени.

t, с	0	1	2	3	4	5	6	7
L, м	0	1	4	9	16	25	36	49

Какие ***два*** вывода соответствуют результатам эксперимента?

1) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 10 м/с.
2) Кинетическая энергия тела в момент времени 3 с равна 12 Дж.
3) В течение всего времени наблюдения тело двигалось равноускоренно.
4) За первые 4 с суммарная работа сил, действующих на тело, равна 9,6 Дж.
5) Равнодействующая сил, действующих на тело, всё время возрастала.

Ответ: ☐☐

6 На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью 600 кг/м^3. Брусок заменили на другой брусок того же объёма и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 400 кг/м^3. Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могу повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

7 Материальная точка движется по оси x. Её координата меняется по закону: $x(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0)$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) амплитуда скорости точки v_{max}
Б) амплитуда ускорения точки a_{max}

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{A}{\omega^2}$
2) $\dfrac{A}{\omega}$
3) ωA
4) $\omega^2 A$

Ответ:

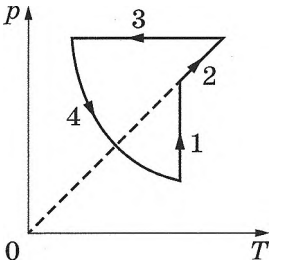
А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 Концентрацию молекул идеального одноатомного газа уменьшили в 5 раз. Одновременно в 2 раза увеличили абсолютную температуру газа. Во сколько раз в результате этого снизилось давление газа в сосуде?

Ответ: в _____ раз(-а).

9 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. На каком участке цикла изменение внутренней энергии газа равно полученному газом количеству теплоты?

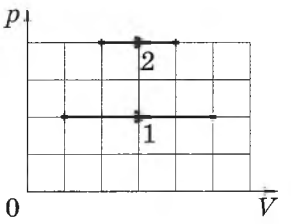


Ответ: на участке _____.

10 На сколько градусов нагреются 200 г свинца, если ему сообщить количество теплоты, равное 130 Дж?

Ответ: на _____ °С.

11 На pV-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона.

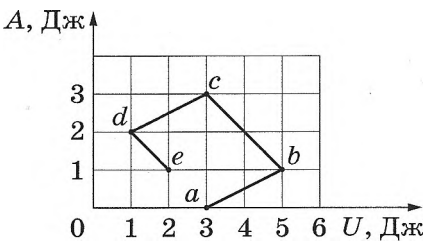


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
2) В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
3) В процессе 1 неон изобарно увеличил свой объём в 5 раз.
4) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
5) Работа, совершённая неоном в процессе 1, больше, чем в процессе 2.

Ответ: | | |

12 С постоянным количеством газа провели процесс $a \to b \to c \to d \to e$, в течение которого вычисляли внутреннюю энергию U газа и измеряли работу A, совершённую газом от момента начала процесса. AU–диаграмма процесса приведена на рисунке.



Установите соответствие между названием процесса и участком на диаграмме, на котором он представлен.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

А) адиабатное расширение
Б) адиабатное сжатие

УЧАСТОК НА ДИАГРАММЕ

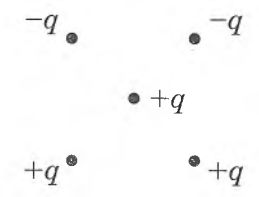
1) $a \to b$
2) $b \to c$
3) $c \to d$
4) $d \to e$

Ответ:

А	Б

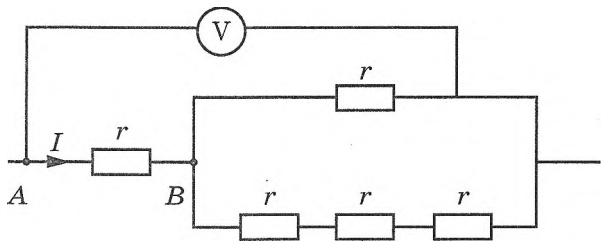
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Куда направлена относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) кулоновская сила $\vec{F}$, действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рисунок)? *Ответ запишите словом (словами).*



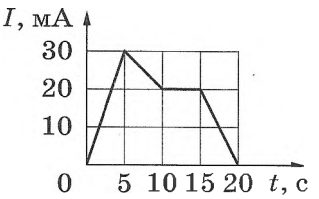
Ответ: _____.

14 Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку AB идёт ток $I = 4$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

15 На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, содержащей катушку, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 5 до 10 с.



Ответ: _____ мкВ.

16 В идеальном колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, происходят свободные незатухающие электромагнитные колебания.

Из приведённого ниже списка выберите ***две*** величины, которые остаются постоянными при этих колебаниях.

1) период колебаний силы тока в контуре
2) заряд конденсатора
3) фаза колебаний напряжения на конденсаторе
4) амплитуда колебаний силы тока в катушке
5) энергия магнитного поля катушки

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 В прозрачном сосуде с водой находится дифракционная решётка, которая освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим на решётку перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина световой волны, падающей на решётку, и угол между падающим лучом и направлением на второй дифракционный максимум, если удалить воду из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, достигающей решётки	Угол между падающим лучом и направлением на второй дифракционный максимум

18 Заряженная частица массой m, несущая положительный заряд q, движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности со скоростью v. Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу
Б) период обращения частицы по окружности

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{qB}{2\pi m}$
2) $\dfrac{2\pi m}{qB}$
3) qvB
4) $\dfrac{mv}{qB}$

Ответ:

А	Б

19 Ядро бериллия может захватить гамма-квант, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{9}_{4}\mathrm{Be} + {}^{0}_{0}\gamma \to {}^{A}_{Z}\mathrm{X} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 В свинцовую капсулу поместили радиоактивный актиний $^{227}_{89}$Ac. Сколько процентов от исходно большого числа ядер этого изотопа актиния останется в капсуле через 30 дней? Период полураспада актиния 10 дней.

Ответ: _____ %.

21 Монохроматический свет с энергией фотонов $E_ф$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{зап}$. Как изменятся длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{зап}$, если частота падающих фотонов $E_ф$ уменьшится?

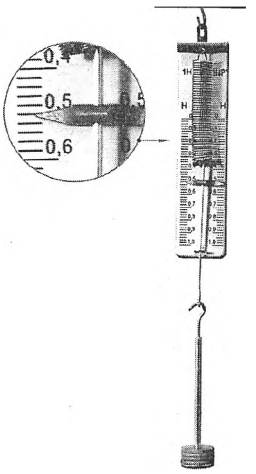
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{зап}$

22 Погрешность прямого измерения силы динамометром, на котором висит груз, равна цене деления (см. рисунок). Определите вес груза.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 Необходимо экспериментально изучить зависимость сопротивления проводника от длины проводника.

Какие ***два*** проводника следует использовать для проведения такого исследования?

1) S_2  медь
l_1

2) S_1  медь
l_1

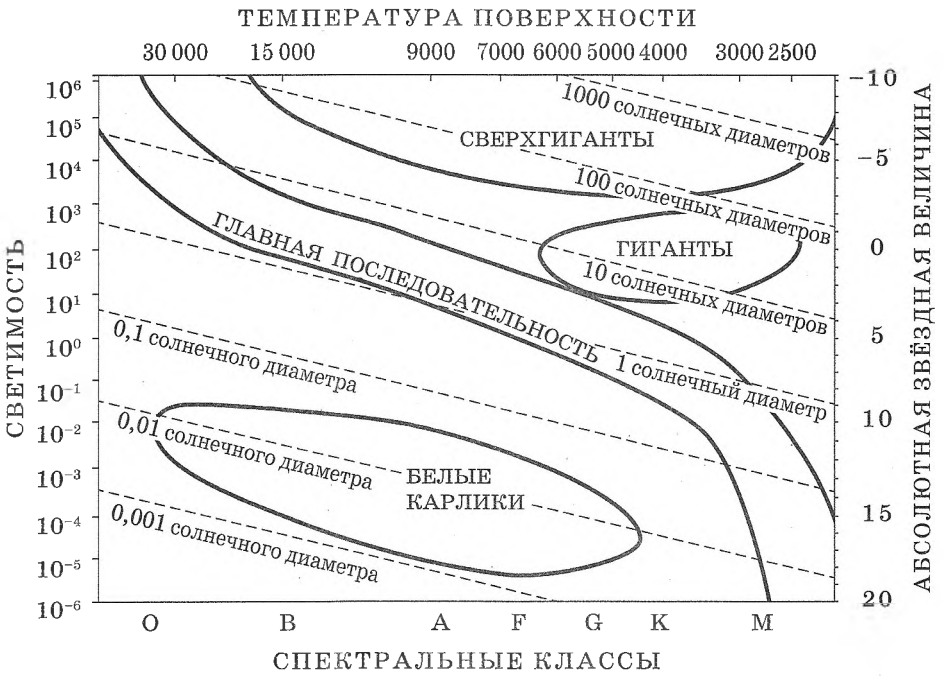
3) S_2  сталь
l_2

4) S_1  сталь
l_1

5) S_1  медь
l_2

Ответ: ☐☐

24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рессела.



Выберите ***два*** утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

1) Звезда Антарес имеет температуру поверхности 3300 К и относится к звёздам спектрального класса *A*.
2) Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
3) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса *K* главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса *B* главной последовательности.
4) Температура поверхности звёзд спектрального класса *G* выше температуры поверхности звёзд спектрального класса *A*.
5) Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, а значит, она относится к сверхгигантам.

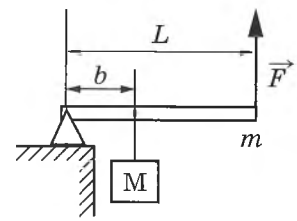
Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

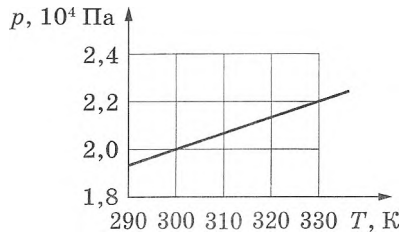
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой $M = 75$ кг медленно поднимают с помощью рычага, прикладывая силу $F = 350$ Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного стержня массой $m = 20$ кг и длиной L. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно $b = 1$ м. Определите длину стержня.



Ответ: _____ м.

26 На рисунке показан график зависимости давления газа в запаянном сосуде от его температуры. Объём сосуда равен 0,25 м^3. Какое приблизительно количество газообразного вещества содержится в этом сосуде? Ответ округлите до целых.



Ответ: _____ моль.

27 Фотокатод облучают ультрафиолетовым излучением частотой $\nu = 1{,}6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода фотоэлектронов из материала катода составляет 3,8 эВ. Определите запирающее напряжение для фотоэлектронов.

Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На рисунке 1 приведена зависимость внутренней энергии U_1 моль идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 2 в переменных p–V. Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

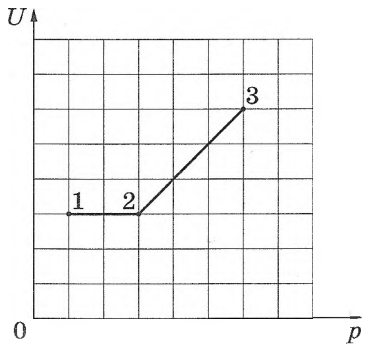


Рис. 1

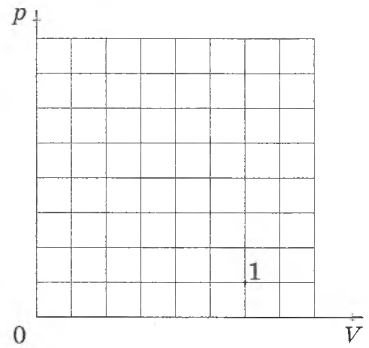
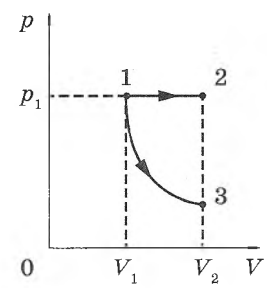


Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

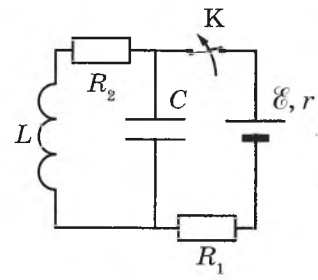
29 По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30°$ с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой $M = 250$ г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние $x = 3{,}6$ м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой $m = 5$ г. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние $S = 2{,}5$ м от места удара. Найдите скорость пули перед попаданием в брусок. Трение бруска о плоскость не учитывать.

30 Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния p_1, V_1 до одного и того же конечного объёма V_2 первый раз по изобаре 1–2, а второй — по адиабате 1–3 (см. рисунок). Отношение количества теплоты Q_{12}, полученного газом от нагревателя в ходе процесса 1–2, к модулю изменения внутренней энергии газа $|U_3 - U_1|$ в ходе процесса 1–3 равно $k = 5$. Определите отношение $\dfrac{A_{12}}{A_{13}}$ работы газа в процессе 1–2 к работе газа в процессе 1–3.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $\mathscr{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 7$ Ом и $R_2 = 4$ Ом, конденсатора электроёмкостью $C = 3$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 32$ мкГн. Какое количество теплоты выделится на резисторе R_2 после размыкания ключа К? Сопротивлением провода катушки пренебречь.



32 Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,3 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_т = 5$ мА. В момент времени t заряд конденсатора равен 3 нКл. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

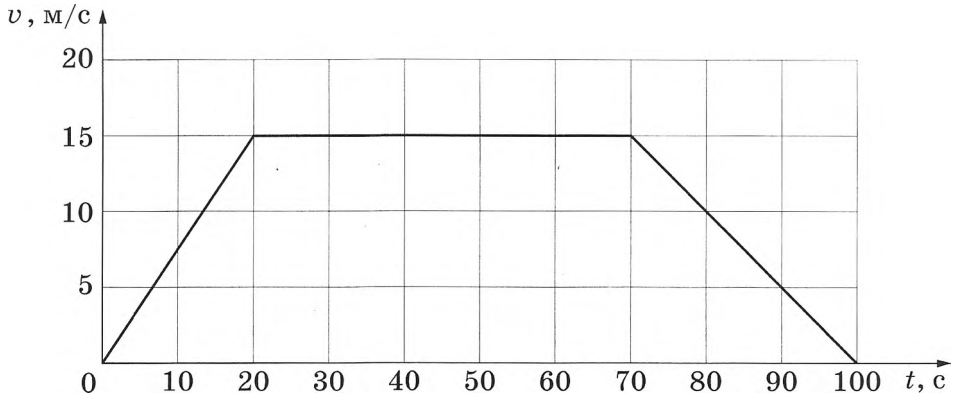
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 11

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости υ автобуса от времени t. Определите по графику путь, пройденный автобусом в интервале времени от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 50$ с.



Ответ: _____ м.

2 На графике приведена зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Определите коэффициент трения.



Ответ: _____.

3 Мячик массой 0,2 кг, брошенный вертикально вверх, достиг максимальной высоты 7 м. Какой кинетической энергией обладал мячик сразу после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4 Момент силы, действующей на рычаг слева, равен 75 Н·м. Какую силу необходимо приложить к рычагу справа, чтобы он находился в равновесии, если её плечо равно 0,5 м?

Ответ: _____ Н.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 Шарик, прикреплённый к пружине, совершает гармонические колебания вдоль горизонтальной оси Ox. В таблице представлены данные о его положении в различные моменты времени.

t, с	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
x, мм	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	−5	−9	−12	−14	−15	−14

Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих этот процесс.

1) Амплитуда колебаний шарика равна 1,5 см.
2) Период колебаний шарика равен 1,0 с.
3) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,5 с максимальна.
4) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с минимальна.
5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 1,5 с минимальна.

Ответ: ☐☐

6 На поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Как изменятся сила Архимеда, действующая на брусок, и глубина погружения бруска, если он будет плавать в воде?

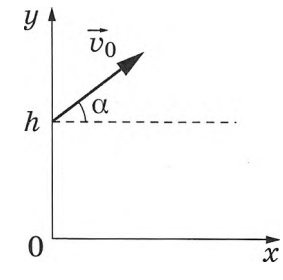
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Архимеда	Глубина погружения бруска

7 В момент $t = 0$ камень бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом α к горизонту с обрыва высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение камня в процессе полёта, от времени t.



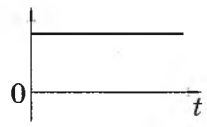
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия камня отсчитывается от уровня $y = 0$.)

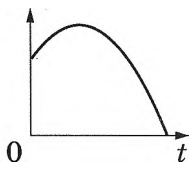
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция ускорения камня на ось y
2) кинетическая энергия камня
3) проекция скорости камня на ось x
4) потенциальная энергия камня

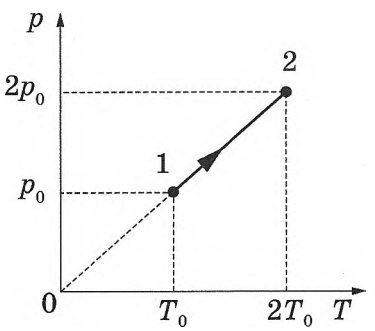
Ответ:

А	Б

8 Средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул гелия уменьшилась в 4 раза. Определите конечную температура газа, если его начальная температура равна 900 К.

Ответ: _____ К.

9 На pT-диаграмме показан процесс изменения состояния 4 моль идеального газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 40 кДж. Какую работу совершил газ в этом процессе?



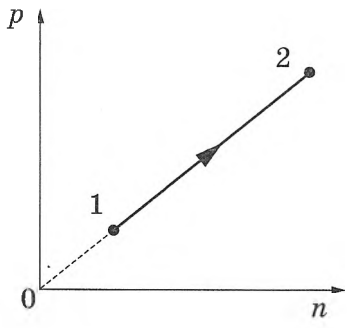
Ответ: _____ кДж.

10 В закрытом сосуде при температуре 373 К под поршнем находится водяной пар под давлением 30 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, объём пара уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 При переводе одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление p прямо пропорционально концентрации его молекул n (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

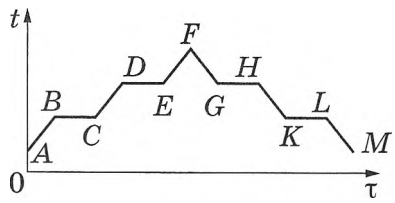


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2.

1) Абсолютная температура газа увеличивается.
2) Происходит изотермическое расширение газа.
3) Среднеквадратическая скорость теплового движения молекул газа увеличивается.
4) Плотность газа увеличивается.
5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа остаётся неизменной.

Ответ: ☐☐

12 В цилиндре под поршнем первоначально находилось твёрдое вещество. Цилиндр сначала нагревали в печи, а затем охлаждали. На рисунке показан график изменения температуры t вещества с течением времени τ.



Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

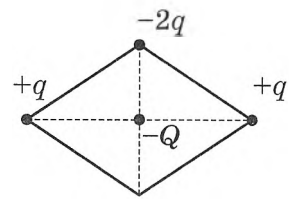
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

УЧАСТКИ ГРАФИКА	ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРОЦЕССЫ
А) KL	1) нагревание пара
Б) EF	2) охлаждение жидкости
	3) кипение
	4) кристаллизация

Ответ:

А	Б

13 В трёх вершинах ромба расположены точечные заряды $+q$, $-2q$ и $+q$ ($q > 0$). Куда направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) кулоновская сила $\vec{F}$, действующая на отрицательный точечный заряд $-Q$, помещённый в центр этого ромба (см. рисунок)? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

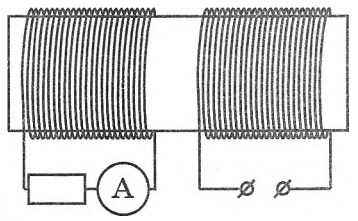
14 Сила тока, текущего по проводнику, равна 10 А. За какое время через проводник протечёт заряд 50 Кл?

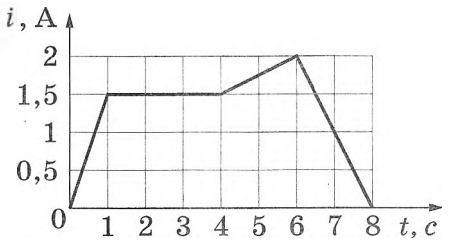
Ответ: _____ с.

15 Конденсатор, заряжённый до разности потенциалов 20 В, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью 5 мкГн, а во второй — к катушке с индуктивностью 20 мкГн. Каково отношение периодов колебаний энергии конденсатора $\frac{T_2}{T_1}$ в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

16 На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику.





На основании этого графика выберите ***два*** верных утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.

1) В промежутке 0–1 с сила тока в левой катушке равномерно увеличивается.
2) В промежутке 1–4 с модуль магнитной индукции в сердечнике минимален.
3) Модуль силы тока в левой катушке в промежутке 4–6 с меньше, чем в промежутке 6–8 с.
4) В промежутках 0–1 с и 6–8 с направления тока в левой катушке различны.
5) В промежутке времени 1–4 с сила тока в левой катушке отлична от нуля.

Ответ: ☐☐

17 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом оптическая сила линзы и размер изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Оптическая сила линзы	Размер изображения

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Установите соответствие между физическими величинами, описывающими протекание постоянного тока через резистор, и формулами для их расчёта. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе; Δt — промежуток времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) мощность тока	1) $I^2R\Delta t$
Б) работа тока	2) $\frac{U^2}{I}\Delta t$
	3) UI
	4) $\frac{U}{I}$

Ответ:

А	Б

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	**Li** 3 литий 7_{93} $6_{7,4}$	**Be** 4 бериллий 9_{100}	**B** 5 бор 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 натрий 23_{100}	**Mg** 12 магний 24_{79} 26_{11} 25_{10}	**Al** 13 алюминий 27_{100}
4	IV	**K** 19 калий 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 кальций 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 скандий 45_{100}
	V	**Cu** 29 медь 63_{69} 65_{31}	**Zn** 30 цинк 64_{49} 66_{28} 68_{19}	**Ga** 31 галлий 69_{60} 71_{40}

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа кальция.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 10 мкг радиоактивного изотопа полония $^{210}_{84}Po$ находятся в герметичном контейнере. Какая доля ядер атомов полония (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся **нераспавшейся** через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 Монохроматический свет с энергией фотонов $E_ф$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается (запирающее напряжение), равно $U_{зап}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{зап}$ и длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов $E_ф$ увеличится?

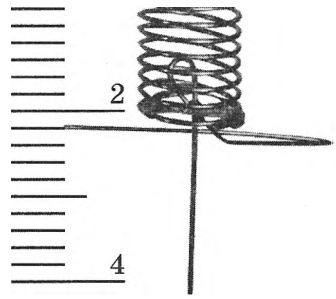
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения $U_{зап}$	Длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

22 Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна половине цены деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в Н.

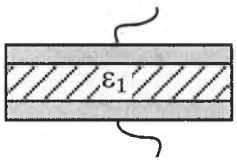


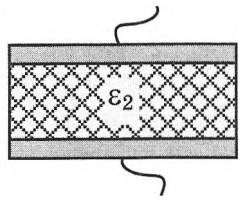
Ответ: (_____ ± _____) Н.

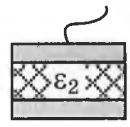
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

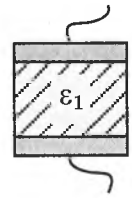
23 Ученику необходимо экспериментально выявить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от величины диэлектрической проницаемости среды, заполняющей пространство между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках ε — диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами.

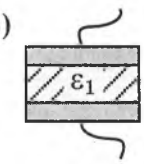
Какие ***два*** конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 0 часов 27 минут	10,36
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02
Юпитер	142 800	11 лет 315 суток	9 часов 53,8 минут	59,54
Сатурн	120 660	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	35,49
Уран	51 118	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	21,29
Нептун	49 528	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	23,71

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

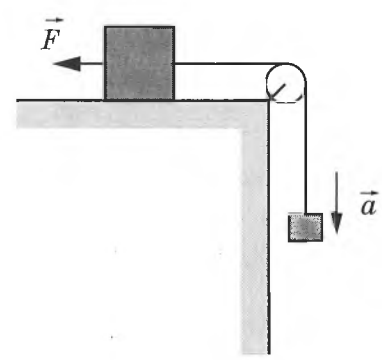
1) Меркурианский год равен меркурианским суткам.
2) Планеты-гиганты быстрее вращаются вокруг своей оси, чем планеты земной группы.
3) Первая космическая скорость вблизи Урана составляет примерно 15,1 км/с.
4) Ускорение свободного падения на Марсе примерно равно 5,02 м/с^2.
5) Объём Венеры в 1,5 раза больше объёма Земли.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой 1 кг, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила $\vec{F}$, равная по модулю 1 Н (см. рисунок). При этом второй груз движется с ускорением 0,8 м/с^2, направленным вниз. Каков коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола?



Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

26 В цилиндре под поршнем находится аргон. Газ расширился при постоянном давлении, совершив работу 6 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу? Количество вещества газа постоянно.

Ответ: _____ кДж.

27 На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их медным стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряжённую палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

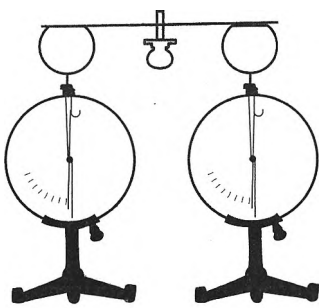


Рис. 1

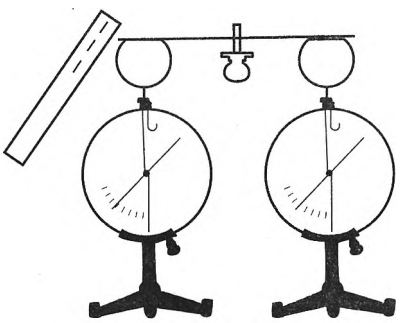


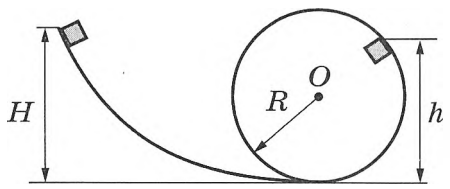
Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

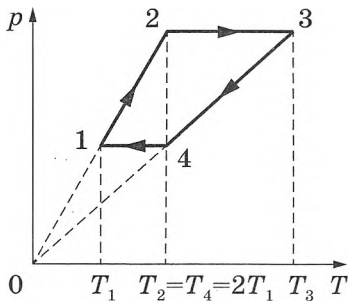
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

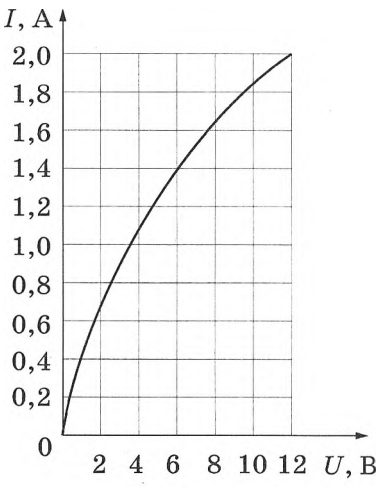
29 Небольшой кубик массой $m = 1{,}5$ кг начинает скользить с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом $R = 1{,}5$ м (см. рисунок). С какой высоты H был отпущен кубик, если на высоте $h = 2$ м от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли $F = 4$ Н? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



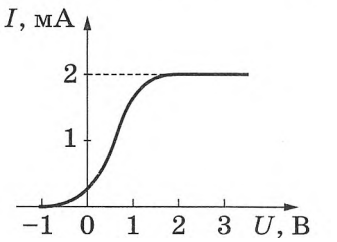
30 В тепловом двигателе 2 моль гелия совершают цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах p–T, где p — давление газа, T — абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определите КПД цикла.



31 Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на графике. Если на лампу подать напряжение 12 В, то температура нити лампы равна 3500 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. При какой температуре накала нити потребляемая лампой мощность составит 8,4 Вт?



32 В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой $\nu = 5{,}2 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света P, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

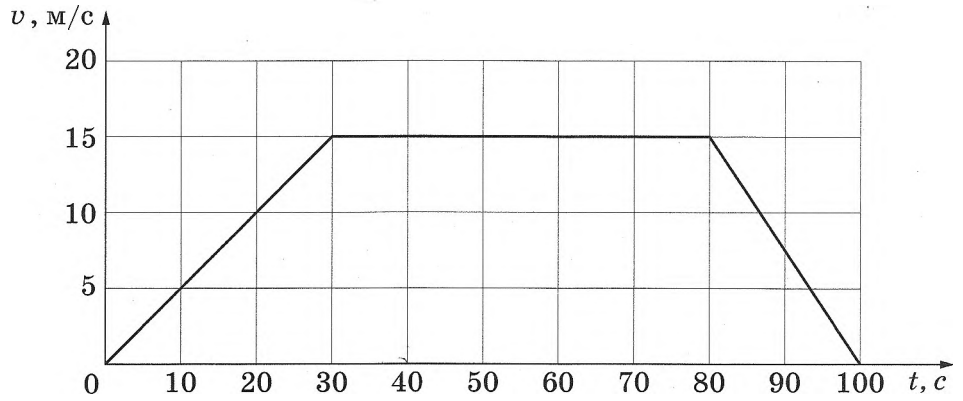
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 12

Часть 1

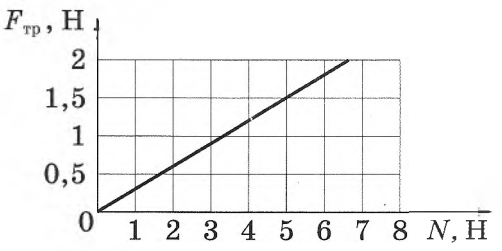
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v грузовика от времени t. Определите по графику путь, пройденный грузовиком в интервале времени от $t_1 = 40$ с до $t_2 = 100$ с.



Ответ: _____ м.

2 На графике приведена зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Определите коэффициент трения.



Ответ: _____.

3 Камень массой 0,15 кг бросили вертикально вверх. На какую максимальную высоту поднялся камень, если сразу после броска его кинетическая энергия составила 6 Дж? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

4 Момент силы, действующей на рычаг справа, равен 60 Н·м. Слева на рычаг действует сила 80 Н. Каким должно быть плечо левой силы, чтобы рычаг находился в равновесии?

Ответ: _____ м.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 Шарик, прикреплённый к пружине, совершает гармонические колебания вдоль горизонтальной оси Ox. В таблице представлены данные о его положении в различные моменты времени.

t, с	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
x, мм	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	−5	−9	−12	−14	−15	−14

Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих этот процесс.

1) Амплитуда колебаний шарика равна 3 см.
2) Период колебаний шарика равен 2,0 с.
3) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,5 с минимальна.
4) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с максимальна.
5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 0,5 с максимальна.

Ответ: ☐☐

6 На поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Как изменятся глубина погружения бруска и сила Архимеда, действующая на брусок, если он будет плавать в подсолнечном масле?

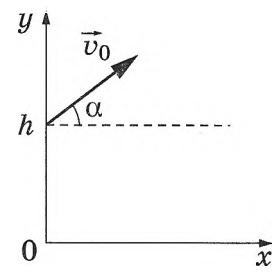
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

7 В момент $t = 0$ камень бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом α к горизонту с обрыва высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение камня в процессе полёта, от времени t.



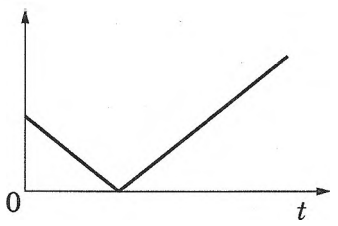
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия камня отсчитывается от уровня $y = 0$.)

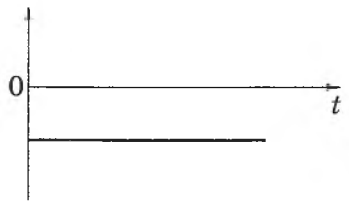
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль проекции импульса камня на ось y
2) проекция ускорения камня на ось y
3) кинетическая энергия камня
4) потенциальная энергия камня

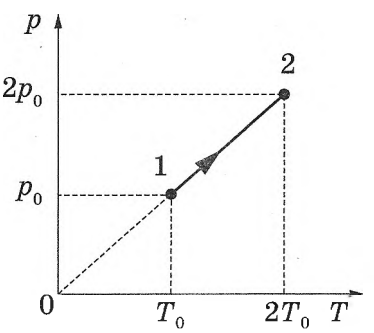
Ответ:

А	Б

8 Средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул неона увеличилась в 3 раза. Определите начальную температуру газа, если его конечная температура равна 900 К.

Ответ: _____ К.

9 На pT-диаграмме показан процесс изменения состояния 6 моль идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 30 кДж. Определите изменение внутренней энергии газа.



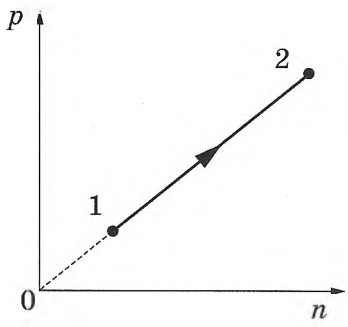
Ответ: _____ кДж.

10 В закрытом сосуде при температуре 373 К под поршнем находится водяной пар под давлением 60 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, объём пара увеличить в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 При переводе одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление p прямо пропорционально концентрации его молекул n (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

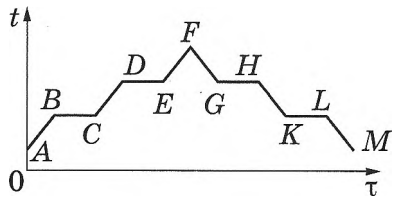


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2.

1) Абсолютная температура газа остаётся неизменной.
2) Происходит изотермическое сжатие газа.
3) Среднеквадратическая скорость теплового движения молекул газа увеличивается.
4) Плотность газа уменьшается.
5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшается.

Ответ: ☐☐

12 В цилиндре под поршнем первоначально находилось твёрдое вещество. Цилиндр сначала нагревали в печи, а затем охлаждали. На рисунке показан график изменения температуры t вещества с течением времени τ.



Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

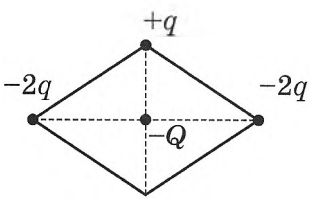
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УЧАСТКИ ГРАФИКА	ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРОЦЕССЫ
А) *CD*	1) охлаждение пара
Б) *GH*	2) нагревание жидкости
	3) конденсация
	4) плавление

Ответ:

А	Б

13 В трёх вершинах ромба расположены точечные заряды $-2q$, $+q$, и $-2q$ ($q > 0$). Куда направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) кулоновская сила $\vec{F}$, действующая на отрицательный точечный заряд $-Q$, помещённый в центр этого ромба (см. рисунок)? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Определите силу тока, текущего по проводнику, если за 40 с через него пройдёт заряд 100 Кл.

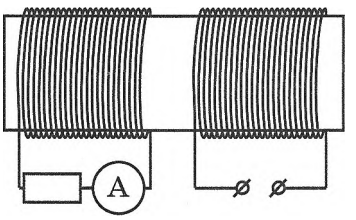
Ответ: _____ А.

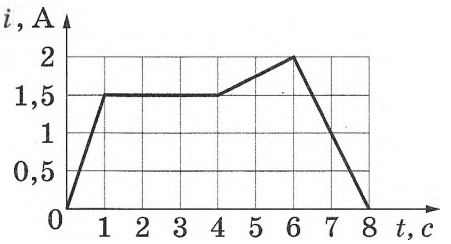
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

15 Конденсатор, заряжённый до разности потенциалов 40 В, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью 40 мкГн, а во второй — к катушке с индуктивностью 10 мкГн. Каково отношение периодов колебаний энергии катушки индуктивности $\frac{T_2}{T_1}$ в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

16 На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику.





На основании этого графика выберите ***два*** верных утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.

1) В промежутке 0–1 с сила тока в левой катушке равномерно увеличивается.
2) Модуль силы тока в левой катушке в промежутке 1–2 с больше, чем в промежутке 4–6 с.
3) В промежутках 0–1 с и 6–8 с направления тока в правой катушке различны.
4) В промежутке времени 2–3 с сила тока в левой катушке отлична от нуля.
5) В промежутке 6–8 с модуль индукции магнитного поля правой катушки равномерно уменьшается.

Ответ: ☐☐

17 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от неё. Предмет начинают отодвигать от линзы. Как меняются при этом оптическая сила линзы и размер изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Оптическая сила линзы	Размер изображения

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Установите соответствие между физическими величинами, описывающими протекание постоянного тока через резистор, и формулами для их расчёта. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе; Δt — промежуток времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сопротивление резистора
Б) работа тока

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U^2}{I}\Delta t$

2) $\frac{U^2}{R}\Delta t$

3) UI

4) $\frac{U}{I}$

Ответ:

А	Б

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	**Li** 3 ЛИТИЙ 7_{93} $6_{7,4}$	**Be** 4 БЕРИЛЛИЙ 9_{100}	**B** 5 БОР 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 НАТРИЙ 23_{100}	**Mg** 12 МАГНИЙ 24_{79} 26_{11} 25_{10}	**Al** 13 АЛЮМИНИЙ 27_{100}
4	IV	**K** 19 КАЛИЙ 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 КАЛЬЦИЙ 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 СКАНДИЙ 45_{100}
	V	**Cu** 29 МЕДЬ 63_{69} 65_{31}	**Zn** 30 ЦИНК 64_{49} 66_{28} 68_{19}	**Ga** 31 ГАЛЛИЙ 69_{60} 71_{40}

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого из указанных изотопов галлия.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 20 мкг радиоактивного изотопа полония $^{210}_{84}Po$ находятся в герметичном контейнере. Какая доля ядер атомов полония (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся **нераспавшейся** через интервал времени, равный трём периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

21 Монохроматический свет с энергией фотонов $E_ф$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается (запирающее напряжение), равно $U_{зап}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{зап}$ и частота $\nu_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов $E_ф$ уменьшится, но фотоэффект не прекратится?

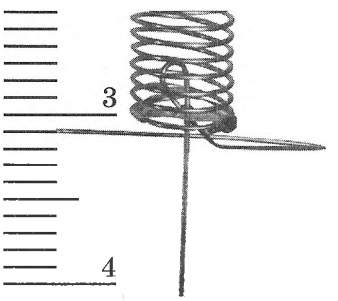
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения $U_{зап}$	Частота $\nu_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

22 Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в Н.



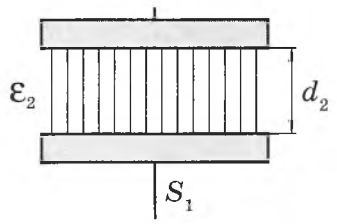
Ответ: (_____ ± _____) Н.

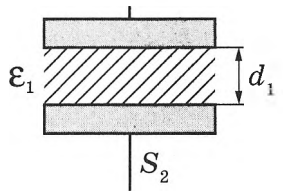
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

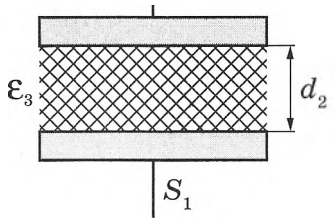
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

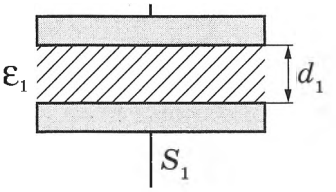
23 Ученику необходимо экспериментально выявить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S — площадь пластин конденсатора, d — расстояние между пластинами конденсатора, ε — диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами.

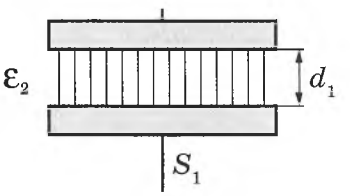
Какие ***два*** конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера выбранных конденсаторов.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 0 часов 27 минут	10,36
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02
Юпитер	142 800	11 лет 315 суток	9 часов 53,8 минут	59,54
Сатурн	120 660	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	35,49
Уран	51 118	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	21,29
Нептун	49 528	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	23,71

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

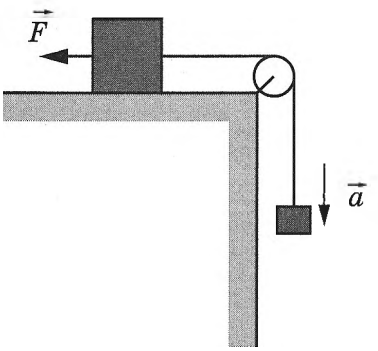
1) Первая космическая скорость вблизи Марса составляет примерно 3,55 км/с.
2) Скорость движения Урана по орбите в 2 раза меньше, чем скорость Нептуна.
3) Чем дальше планета от Солнца, тем меньше угловая скорость её движения по орбите.
4) Ускорение свободного падения на Венере примерно равно 10,36 м/с^2.
5) Объём Марса в 2 раза меньше объёма Земли.

Ответ: | |

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,5 кг. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,1. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила $\vec{F}$, равная по модулю 1 Н (см. рисунок). При этом второй груз движется с ускорением 2 м/с^2, направленным вниз. Чему равна масса первого груза?



Ответ: _____ кг.

26 В цилиндре под поршнем находится аргон. Газ расширился при постоянном давлении, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 6 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу? Количество вещества газа постоянно.

Ответ: _____ кДж.

27 На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5{,}6 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их алюминиевым стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, положительно заряжённую палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

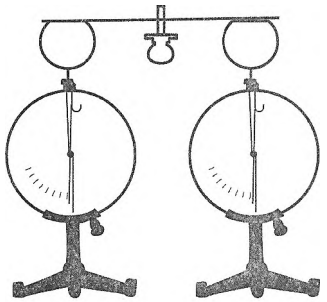


Рис. 1

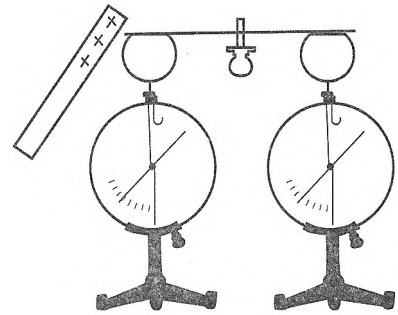
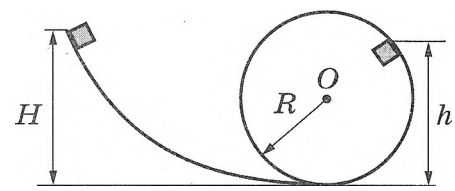


Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

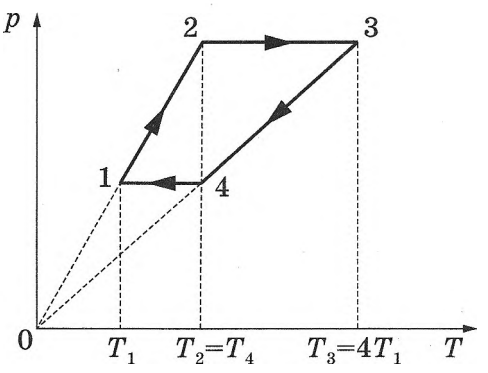
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Небольшой кубик массой $m = 1{,}5$ кг начинает скользить с высоты $H = 2{,}45$ м с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом $R = 1{,}5$ м (см. рисунок). На какой высоте h от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли $F = 4$ Н? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.

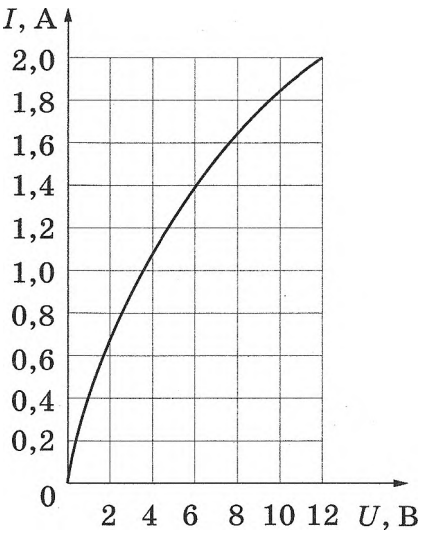


© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

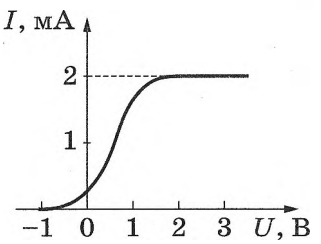
30 В тепловом двигателе 2 моль аргона совершают цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах p–T, где p — давление газа, T — абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны, а температура в точке 3 в 4 раза больше температуры в точке 1. Определите КПД цикла.



31 Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на графике. При потребляемой мощности 24 Вт температура нити лампы равна 4200 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Чему равна температура нити накала, если на лампу подать напряжение 6 В?



32 В опыте по изучению фотоэффекта свет длиной волны $\lambda = 500$ нм падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света P, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

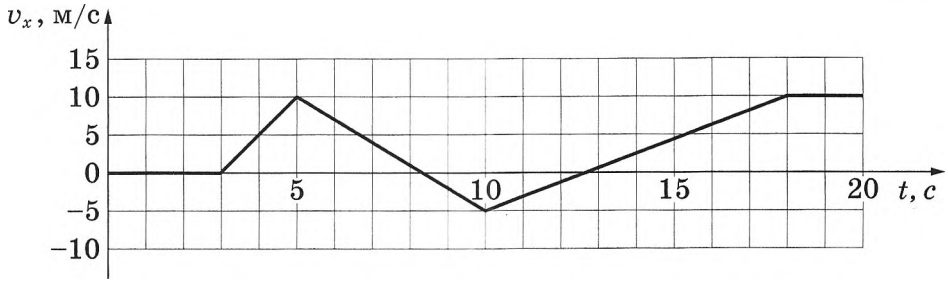
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 13

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела υ_x от времени t.



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в момент времени 8 с.

Ответ: _____ м/с^2.

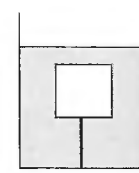
2 Два маленьких шарика с одинаковыми массами m, расстояние между которыми равно r, притягиваются друг к другу с гравитационными силами, равными по модулю 0,9 пН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $4m$, масса другого $\frac{m}{2}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{3}$?

Ответ: _____ пН.

3 Отношение скорости автобуса к скорости легкового автомобиля $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}=\frac{1}{3}$. Масса автобуса $m_1 = 7200$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение импульса автобуса к импульсу легкового автомобиля равно 1,6?

Ответ: _____ кг.

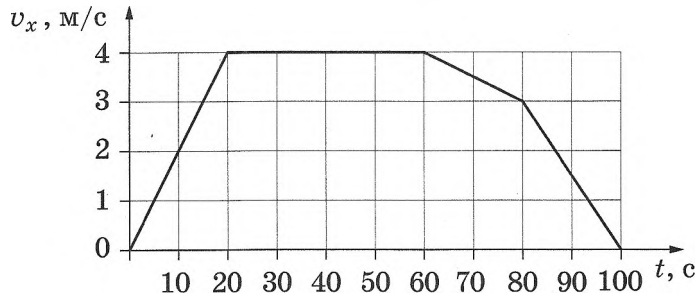
4 Деревянный куб массой 0,3 кг привязан ниткой ко дну сосуда с водой (см. рисунок). На куб действует сила Архимеда, равная 12 Н. Определите силу натяжения нити.



Ответ: _____ Н.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих движение тела.

1) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с в 3 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 80 до 100 с.
2) В промежутке времени от 80 до 100 с тело переместилось на 30 м.
3) В момент времени 90 с модуль равнодействующей сил, действующих на тело, равна 1,5 Н.
4) В промежутке времени от 60 до 80 с импульс тела увеличился на 40 кг·м/с.
5) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 10 до 20 с увеличилась в 4 раза.

Ответ: ☐☐

6 Железный сплошной грузик совершает малые свободные колебания на лёгкой нерастяжимой нити. Затем этот грузик заменили на сплошной алюминиевый грузик тех же размеров. Амплитуда колебаний в обоих случаях одинакова.
Как при этом изменятся период колебаний и максимальная кинетическая энергия грузика?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

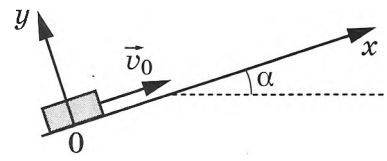
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.
Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний грузика	Максимальная кинетическая энергия грузика

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 После толчка диск массой m начал скользить с начальной скоростью $\vec{v}_0$ вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси Ox на расстояние s, диск соскользнул в исходное положение. Коэффициент трения диска о плоскость равен μ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение диска.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) $g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$	1) модуль силы нормальной реакции опоры
Б) $mg\cos\alpha$	2) модуль ускорения диска при его движении вниз
	3) модуль ускорения диска при его движении вверх
	4) модуль силы трения

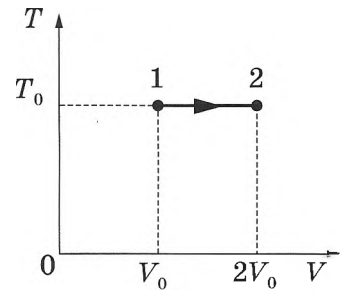
Ответ:

А	Б

8 Во сколько раз уменьшится абсолютная температура неона, если среднеквадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшится в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

9 На TV-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. В ходе этого процесса газ совершил работу, равную 80 кДж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе, если его масса не меняется?



Ответ: _____ кДж.

10 Парциальное давление водяного пара в сосуде в 1,6 раза меньше давления насыщенного водяного пара при той же температуре. Определите относительную влажность воздуха в сосуде.

Ответ: _____ %.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 2 моль гелия, в правой — 40 г аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной.

Выберите ***два*** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

1) Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона.
2) Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова.
3) В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой.
4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.
5) Давление в обеих частях сосуда одинаково.

Ответ: ☐☐

12 Температуру холодильника тепловой машины, работающей по циклу Карно, понизили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

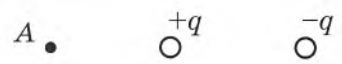
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

13 Два неподвижных точечных электрических заряда $+q$ и $-q$ ($q > 0$) расположены, как показано на рисунке. Как направлен относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке A? *Ответ запишите словом (словами).*



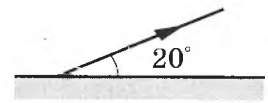
Ответ: _____.

14 Плавкий предохранитель розетки бортовой элекросети автомобиля с напряжением 12 В снабжён надписью: «15 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту розетку, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

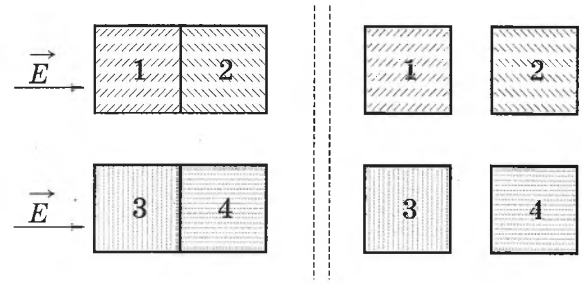
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

15 Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 20° (см. рисунок). Определите угол падения.



Ответ: _____ градусов.

16 Два незаряженных пластмассовых кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в однородное электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными стальными кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка).



Выберите ***два*** верных утверждения, описывающих данный процесс.

1) После разделения кубик 3 имеет отрицательный заряд.
2) При помещении пластмассовых кубиков в электрическое поле наблюдается явление поляризации.
3) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
4) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
5) После разделения кубик 2 имеет положительный заряд.

Ответ: | | |

17 В действующей модели радиопередатчика изменили электроёмкость конденсатора, входящего в состав его колебательного контура, уменьшив расстояние между его пластинами. Как при этом изменятся частота колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

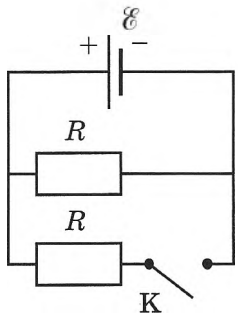
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 На рисунке показана цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ($\mathscr{E}$ — ЭДС источника тока; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сила тока через источник при замкнутом ключе К
Б) мощность источника при разомкнутом ключе К

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{2\mathscr{E}}{R}$

2) $\dfrac{\mathscr{E}^2}{R}$

3) $\dfrac{2\mathscr{E}^2}{R}$

4) $\dfrac{\mathscr{E}}{R}$

Ответ:

А	Б

19 Ядро тория $^{234}_{90}\mathrm{Th}$ испытывает β-распад, при этом образуются электрон и ядро элемента $^{A}_{Z}\mathrm{X}$.

Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Длина волны жёлтого света примерно в 1,5 раза больше длины волны фиолетового света. Во сколько раз энергия фотона волны жёлтого света меньше энергии фотона волны фиолетового света?

Ответ: в _____ раз(-а).

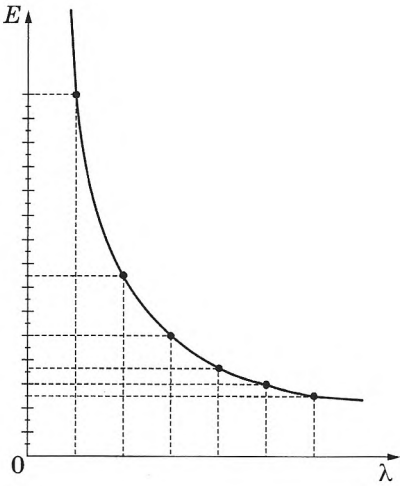
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 На цинковую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта. На графиках в первом столбце представлены зависимости энергии от длины волны λ и частоты света ν. Установите соответствие между графиком и той зависимостью, которую он представляет.

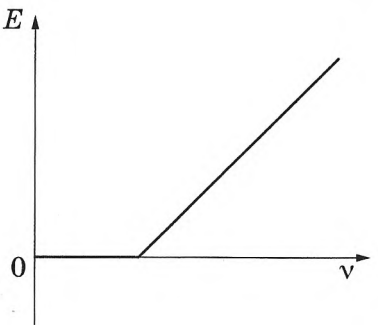
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



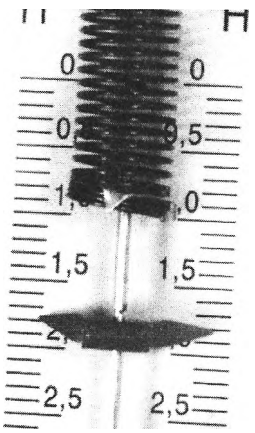
ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

1) зависимость энергии падающих фотонов от частоты падающего света
2) зависимость энергии падающих фотонов от длины волны света
3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света
4) зависимость потенциальной энергии взаимодействия фотоэлектронов с ионами металла от длины волны падающего света

Ответ:

А	Б

22 Для измерения веса тела школьник использовал динамометр. Чему равен вес тела по результатам этих измерений (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра? Динамометр проградуирован в ньютонах.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения меди по пластмассе. Для этого школьник взял медный брусок с крючком.

Какие ***два*** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) пластмассовая рейка
2) мензурка
3) динамометр
4) секундомер
5) деревянная рейка

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эль-Нат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Температура на поверхности Бетельгейзе примерно равна температуре на поверхности Солнца.
2) Звезда Ригель относится к бело-голубым звёздам спектрального класса *B*.
3) Звезда Садр является сверхгигантом.
4) Звёзды Ригель и Бетельгейзе относятся к одному созвездию, значит находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
5) Звёзды Альдебаран и Эль-Нат имеют одинаковую массу, значит они относятся к одному и тому же спектральному классу.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Человек на санках, общей массой 100 кг, спустился с ледяной горы высотой 6 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 160 Н. Какое расстояние проехал он по горизонтали до остановки? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

Ответ: _____ м.

26 При сжатии 8 г гелия при постоянном давлении внешние силы совершили работу 1600 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж.

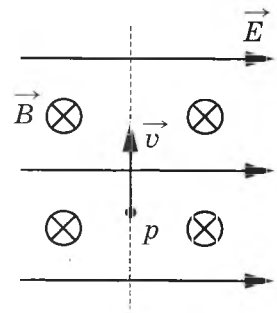
27 В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 4 раза изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии $f = 9$ см от линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

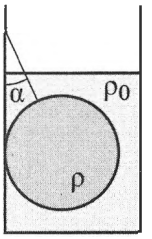
28 В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$ и магнитное поле с индукцией $\vec{B}$. Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p, вектор скорости которого перпендикулярен $\vec{E}$ и $\vec{B}$ как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля уменьшить. В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

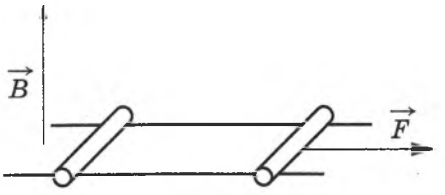
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30°$. Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца $\rho = 11\,300$ кг/м^3. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



30 В комнате размерами $4 \times 5 \times 3$ м^3, в которой воздух имеет температуру 20 °С и относительную влажность 30 %, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,2 л/ч. Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате повысилась до 65 %? Давление насыщенного водяного пара при температуре 20 °С равно 2,33 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

31 По горизонтально расположенным проводящим шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 50$ г и сопротивлением $R = 0{,}3$ Ом каждый. Расстояние между рельсами $l = 15$ см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0{,}15$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.



32 На плоскую серебряную пластинку ($A_{вых} = 4{,}7$ эВ) падает ультрафиолетовое излучение с длиной волны 0,2 мкм. На какое максимальное расстояние от поверхности пластинки может удалиться фотоэлектрон, если задерживающее однородное электрическое поле, перпендикулярное пластинке, имеет напряжённость 1 В/см?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

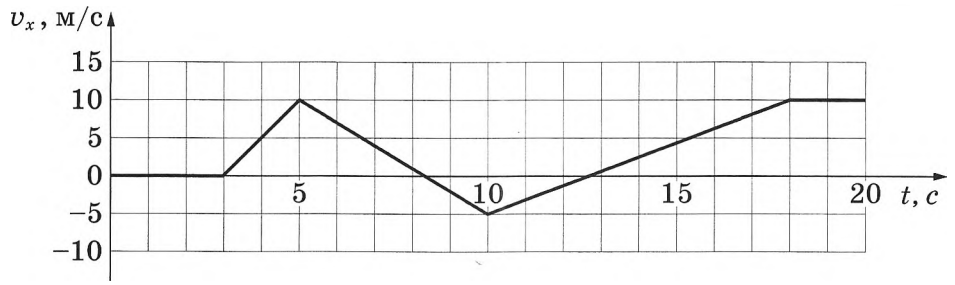
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 14

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела υ_x от времени t.



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в момент времени 15 с.

Ответ: _____ м/с^2.

2 Два маленьких шарика с одинаковыми массами m, расстояние между которыми равно 50 см, притягиваются друг к другу с гравитационными силами F. На каком расстоянии следует расположить два других шарика массами $2m$ и $\frac{m}{2}$, чтобы модуль сил их взаимного гравитационного притяжения увеличился в 4 раза?

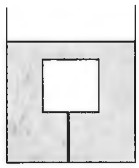
Ответ: _____ см.

3 Отношение массы трамвая к массе автобуса $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Скорость трамвая $\upsilon_1 = 10$ м/с. Какова скорость автобуса, если отношение импульса трамвая к импульсу автобуса равно 2?

Ответ: _____ м/с.

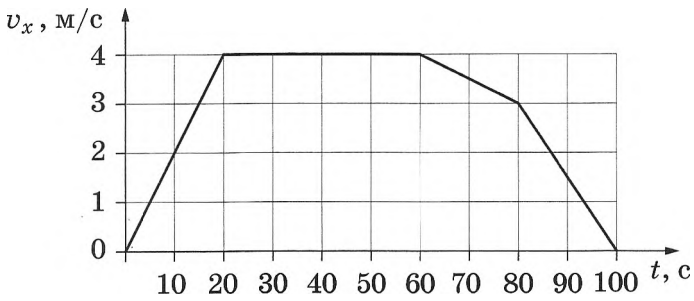
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4 Деревянный куб массой 0,5 кг привязан ниткой ко дну сосуда с керосином (см. рисунок). На куб действует сила натяжения нити, равная 7 Н. Определите силу Архимеда, действующую на куб.



Ответ: _____ Н.

5 В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих движение тела.

1) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 0 до 20 с в 2 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с.
2) В промежутке времени от 0 до 10 с тело переместилось на 20 м.
3) В момент времени 40 с равнодействующая сил, действующих на тело, равна 0.
4) В промежутке времени от 80 до 100 с импульс тела уменьшился на 60 кг·м/с.
5) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 10 до 20 с увеличилась в 2 раза.

Ответ: ☐☐

6 Алюминиевый сплошной грузик совершает малые свободные колебания на лёгкой нерастяжимой нити. Затем этот грузик заменили на железный сплошной грузик тех же размеров. Амплитуда колебаний в обоих случаях одинакова.
Как при этом изменятся частота колебаний и максимальная кинетическая энергия грузика?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

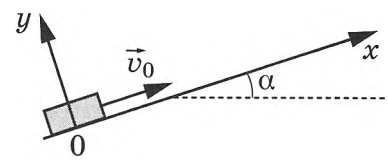
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.
Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний грузика	Максимальная потенциальная энергия грузика

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 После толчка диск массой m начал скользить с начальной скоростью $\vec{v}_0$ вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси Ox на расстояние s, диск соскользнул в исходное положение. Коэффициент трения диска о плоскость равен μ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение диска.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\mu mg\cos\alpha$

Б) $g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль силы нормальной реакции опоры
2) модуль ускорения диска при его движении вниз
3) модуль ускорения диска при его движении вверх
4) модуль силы трения

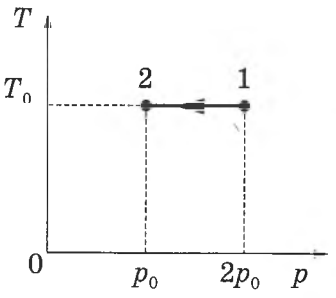
Ответ:

А	Б

8 Во сколько раз увеличится абсолютная температура аргона, если среднеквадратичная скорость теплового движения его молекул увеличится в 9 раз?

Ответ: в _____ раз(-а).

9 На TV-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. В ходе этого процесса газ отдал количество теплоты, равное 40 кДж. Какую работу совершили над газом в этом процессе внешние силы, если его масса не меняется?



Ответ: _____ кДж.

10 Парциальное давление водяного пара в сосуде в 4 раза меньше давления насыщенного водяного пара при той же температуре. Определите относительную влажность воздуха в сосуде.

Ответ: _____ %.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 20 г неона, в правой — 2 моль гелия. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул неона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной.

Выберите ***два*** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

1) Внутренняя энергия гелия в сосуде меньше, чем внутренняя энергия неона.
2) Концентрация гелия в левой части сосуда в 2 раза больше концентрации неона.
3) В левой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза больше, чем в правой.
4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии меньше, чем в начальном.
5) В конечном состоянии давление в левой части сосуда в 2 раза больше, чем в правой.

Ответ: ☐☐

12 Температуру холодильника тепловой машины, работающей по циклу Карно, повысили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, отданное холодильнику за цикл?

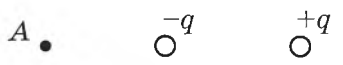
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное холодильнику за цикл

13 Два неподвижных точечных электрических заряда $-q$ и $+q$ ($q > 0$) расположены, как показано на рисунке. Как направлен относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке A? *Ответ запишите словом (словами).*



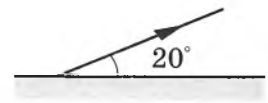
Ответ: _____.

14 Плавкий предохранитель розетки бортовой электросети грузовика с напряжением 24 В снабжён надписью: «30 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту розетку, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

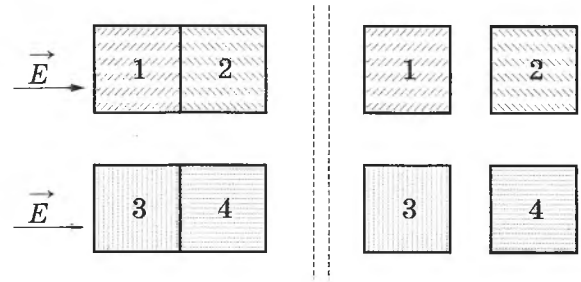
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

15 Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 20° (см. рисунок). Определите угол между падающим и отражённым лучами.



Ответ: _____ градусов.

16 Два незаряженных алюминиевых кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в однородное электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными эбонитовыми кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка).



Выберите ***два*** верных утверждения, описывающих данный процесс.

1) После разделения кубик 3 имеет отрицательный заряд.
2) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
3) При помещении алюминиевых кубиков в электрическое поле в них происходит перераспределение свободных электронов.
4) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
5) После разделения кубик 2 имеет положительный заряд.

Ответ: ☐☐

17 В действующей модели радиопередатчика изменили электроёмкость конденсатора, входящего в состав его колебательного контура, увеличив расстояние между его пластинами. Как при этом изменятся частота колебаний тока в контуре и скорость распространения электромагнитного излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

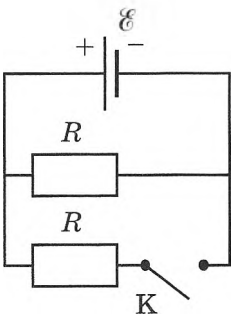
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний тока в контуре	Скорость распространения электромагнитного излучения

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 На рисунке показана цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ($\mathscr{E}$ — ЭДС источника тока; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) сила тока через источник при разомкнутом ключе К	1) $\frac{2\mathscr{E}}{R}$
Б) мощность источника при замкнутом ключе К	2) $\frac{\mathscr{E}^2}{R}$
	3) $\frac{2\mathscr{E}^2}{R}$
	4) $\frac{\mathscr{E}}{R}$

Ответ:

А	Б

19 Ядро радона $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ испытывает α-распад, при этом образуются α-частица и ядро элемента $^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Длина волны зелёного света примерно в 1,3 раза меньше длины волны красного света. Во сколько раз энергия фотона волны красного света меньше энергии фотона волны зелёного света?

Ответ: в _____ раз(-а).

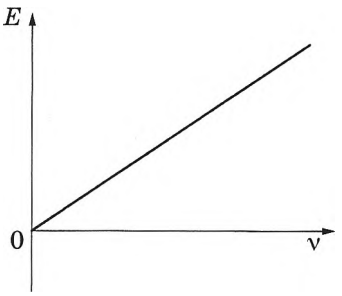
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 На вольфрамовую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта. На графиках в первом столбце представлены зависимости энергии от длины волны λ и частоты света ν.
Установите соответствие между графиком и той зависимостью, которую он представляет.

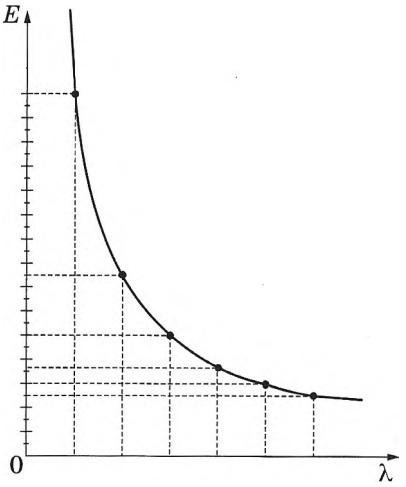
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



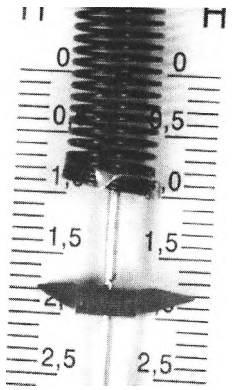
ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

1) зависимость энергии падающих фотонов от частоты падающего света
2) зависимость потенциальной энергии взаимодействия фотоэлектронов с ионами металла от длины волны падающего света
3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света
4) зависимость энергии падающих фотонов от длины волны света

Ответ:

А	Б

22 Для измерения силы трения школьник использовал динамометр. Чему равна сила трения по результатам этих измерений (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна половине цены деления динамометра? Динамометр проградуирован в ньютонах.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения алюминия по дереву. Для этого школьник взял деревянную рейку.

Какие ***два*** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) стальной брусок с крючком
2) алюминиевый брусок с крючком
3) мензурка
4) динамометр
5) секундомер

В ответ запишите номера выбранных предметов

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эль-Нат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Звёзды Альдебаран и Эль-Нат относятся к одному созвездию, значит находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
2) Температура на поверхности звезды Садр в 2 раза выше, чем на поверхности Солнца.
3) Звезда Эль-Нат относится к бело-голубым звёздам спектрального класса *B*.
4) Звёзды Денеб и Садр имеют почти одинаковые размеры, следовательно, относятся к одному спектральному классу.
5) Звезда Ригель является сверхгигантом.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Человек на санках, общей массой 80 кг, спустился с ледяной горы высотой 5 м. Чему равна средняя сила трения при его движении по горизонтальной поверхности, если он проехал по горизонтали до остановки 25 м? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

Ответ: _____ Н.

26 При сжатии 40 г неона при постоянном давлении его внутренняя энергия уменьшилась на 1800 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж.

27 В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 5 раз изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если предмет находится на расстоянии $d = 20$ см от линзы.

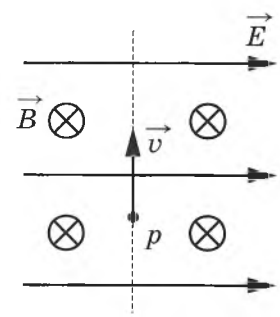
Ответ: _____ см.



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

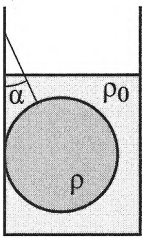
28 В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$ и магнитное поле с индукцией $\vec{B}$. Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p, вектор скорости которого перпендикулярен $\vec{E}$ и $\vec{B}$ как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля увеличить. В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

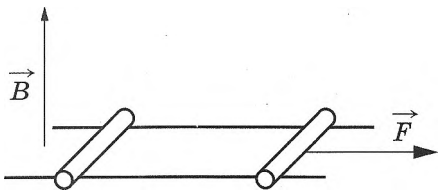
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Свинцовый шар подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30°$. Модуль силы, с которой нить действует на шар, $T = 30$ Н. Плотность свинца $\rho = 11\,300$ кг/м^3. Чему равна масса шара? Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



30 В комнате размерами $6 \times 5 \times 3$ м^3, в которой воздух имеет температуру 25 °С и относительную влажность 20 %, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,2 л/ч. Чему станет равна относительная влажность воздуха в комнате через 2 ч? Давление насыщенного водяного пара при температуре 25 °С равно 3,17 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

31 По горизонтально расположенным проводящим шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 50$ г и сопротивлением R каждый. Расстояние между рельсами $l = 20$ см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0{,}2$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Скорость движения первого стержня относительно второго $v_{отн} = 1{,}5$ м/с. Определите R. Самоиндукцией контура пренебречь.



32 На плоскую алюминиевую пластинку ($A_{вых} = 4{,}2$ эВ) падает ультрафиолетовое излучение, вызывающее фотоэффект. В задерживающем однородном электрическом поле напряжённостью 75 В/м, перпендикулярном пластинке, фотоэлектрон может удалиться от поверхности пластинки на максимальное расстояние 1 см. Определите длину волны ультрафиолетового излучения.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

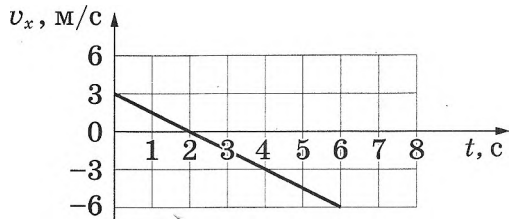
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 15

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости υ_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно по оси x. Определите проекцию ускорения тела a_x.



Ответ: _____ м/с^2.

2 Сила притяжения Земли к Солнцу в 21,5 раза больше, чем сила притяжения Марса к Солнцу. Найдите отношение расстояния между Марсом и Солнцем к расстоянию между Землёй и Солнцем, если масса Земли в 9,3 раз больше массы Марса. Ответ округлите до сотых.

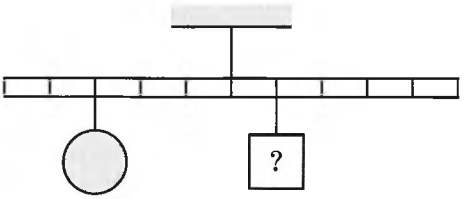
Ответ: _____.

3 Девочка бросила мяч массой 0,5 кг вертикально вверх с высоты 0,8 м над поверхностью Земли. Мяч поднялся на высоту 3 м от поверхности Земли. Каково изменение потенциальной энергии мяча?

Ответ: _____ Дж.

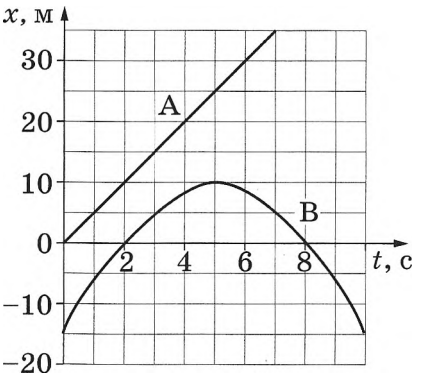
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4 Тело массой 0,6 кг подвешено к левому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить к первому делению правого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

5 На рисунке приведены графики зависимости координаты x от времени t для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой направлена ось Ox.



Выберите ***два*** верных утверждения о характере движения тел.

1) Тело А движется равноускоренно.
2) В моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 8$ с тело В покоится.
3) Проекция скорости v_x тела А отрицательна.
4) Проекция начальной скорости v_x тела В положительна.
5) Тело В меняет направление движения в момент времени $t = 5$ с.

Ответ: ☐☐

6 В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его скорость движения по орбите вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 Верхний конец пружины идеального пружинного маятника неподвижно закреплён. Масса груза маятника равна m, жёсткость пружины равна k. Груз оттянули вниз на расстояние x от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих возникшие свободные колебания маятника.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $x\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

Б) $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) максимальная скорость груза
2) частота колебаний
3) максимальная кинетическая энергия груза
4) период колебаний

Ответ:

А	Б

8 При температуре T_0 и давлении p_0 1 моль разрежённого водорода занимает объём $2V_0$. Сколько моль разрежённого кислорода при температуре $2T_0$ и давлении $2p_0$ занимают объём $4V_0$?

Ответ: _____ моль.

9 Рабочее тело тепловой машины с КПД 10 % совершает за один цикл работу 50 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за цикл?

Ответ: _____ кДж.

10 Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объём при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 Свинцовая заготовка в твёрдом агрегатном состоянии медленно нагревается в плавильной печи так, что подводимая к ней тепловая мощность постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры свинца с течением времени.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня ***два*** утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования.

1) Теплоёмкость свинца в твёрдом и жидком состояниях одинакова.
2) Процесс плавления образца продолжался менее 20 мин.
3) Через 18 мин. после начала измерений свинец частично расплавился.
4) Через 30 мин. после начала измерений свинец не расплавился.
5) Температура плавления свинца в данных условиях равна 329 °C.

Ответ: ☐☐

12 В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Обозначения: p — давление; T — абсолютная температура; N — число атомов газа; k — постоянная Больцмана, V — объём газа.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\dfrac{pV}{Nk}$

Б) $\dfrac{3}{2}NkT$

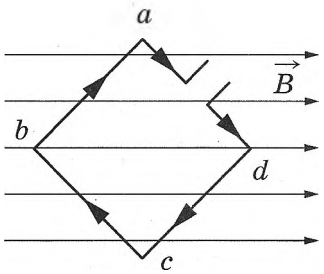
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) концентрация молекул
2) давление
3) внутренняя энергия
4) абсолютная температура

Ответ:

А	Б

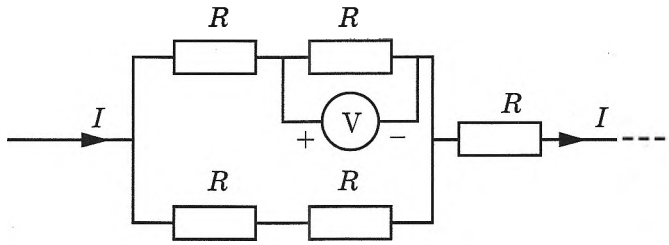
13 Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) сила, действующая на сторону ab рамки со стороны внешнего магнитного поля $\vec{B}$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

14 Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 15 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 4$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

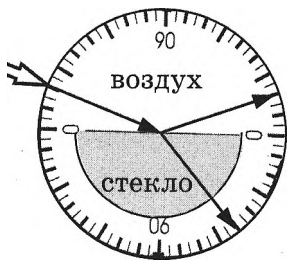


Ответ: _____ В.

15 При равномерном увеличении силы тока в катушке на 8 А за 0,04 с в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная 50 В. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: _____ Гн.

16 Ученик, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.



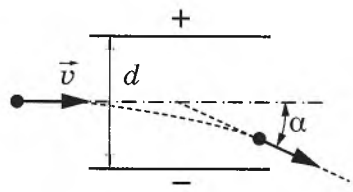
Пользуясь таблицей, выберите из приведённого ниже списка ***два*** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

угол α	20°	40°	50°	70°
sin α	0,34	0,64	0,78	0,94

1) Показатель преломления стекла примерно равен 1,47.
2) Наблюдается полное внутреннее отражение.
3) Угол преломления равен 50°.
4) Угол падения равен 70°.
5) Угол отражения равен 20°.

Ответ: ☐☐

17 α-частица, движущаяся в вакууме со скоростью $v << c$, пролетает между пластинами заряжённого конденсатора так, как показано на рисунке. Пролетев конденсатор, частица отклоняется от первоначального направления на угол α.



Как изменится кинетическая энергия вылетевшей частицы и угол α, если увеличить напряжение между пластинами конденсатора?

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

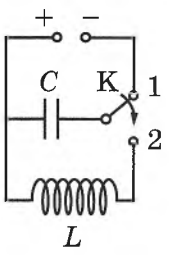
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия вылетевшей частицы	Угол отклонения частицы α

18 Конденсатор колебательного контура полностью заряжён от источника постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре после этого. T — период этих колебаний.

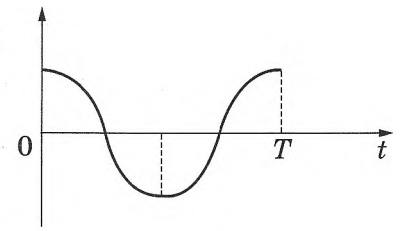


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

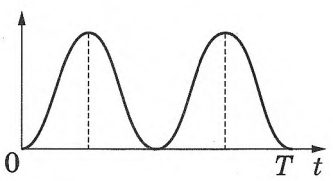
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока в катушке
2) энергия электрического поля конденсатора
3) энергия магнитного поля катушки
4) заряд левой обкладки конденсатора

Ответ:

А	Б

19 Укажите число протонов и число нейтронов содержится в ядре кюрия $^{247}_{96}\mathrm{Cm}$.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 Частота зелёного света примерно в 1,25 раза больше частоты красного света. Во сколько раз энергия фотона красного света меньше энергии фотона зелёного света?

Ответ: в _____ раз(-а).

21 На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* — общий вид; рис. *б* — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение.
В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зелёный.

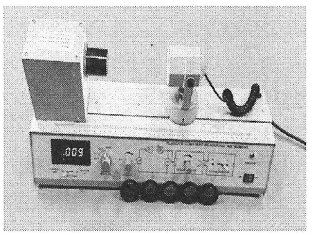


Рис. а

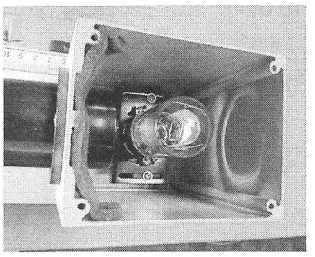


Рис. б

Как изменяются длина световой волны и максимальная скорость фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

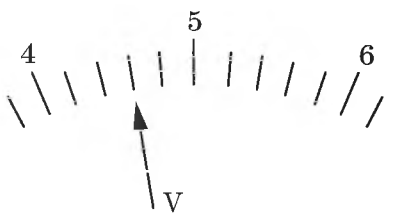
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная скорость фотоэлектронов

22 Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



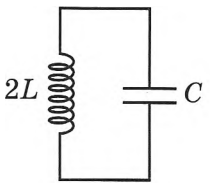
Ответ: (_____ ± _____) В.

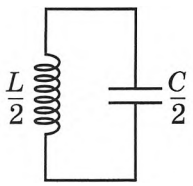
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

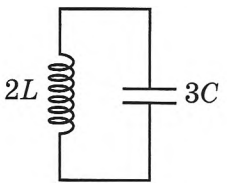
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

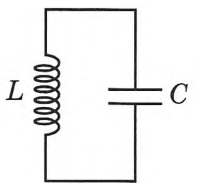
23 Необходимо обнаружить зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки.

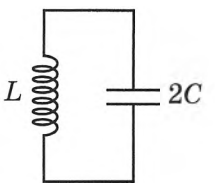
Какие ***два*** колебательных контура надо выбрать для проведения такого опыта?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера колебательных контуров.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7{,}7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего B	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус A	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус B	8200	1,0	0,01	$1{,}75 \cdot 10^{6}$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра A	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Звезда ε Возничего B относится к спектральному классу *G*.
2) Солнце относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рессела.
3) Звезда Сириус B относится к белым карликам.
4) Звезда Сириус B и наше Солнце имеют одинаковые массы, значит относятся к одному спектральному классу.
5) Звезда Сириус A является сверхгигантом.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Тело массой 2 кг, брошенное с некоторой высоты вертикально вверх, упало на землю со скоростью 6 м/с. Потенциальная энергия тела относительно поверхности земли в момент броска была равна 20 Дж. С какой начальной скоростью бросили тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

26 Электрическая цепь состоит из аккумулятора с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, лампочки, ключа и соединительных проводов. Каково напряжение на лампочке, если сила тока в цепи 2 А? Сопротивлением проводов пренебречь.

Ответ: _____ В.

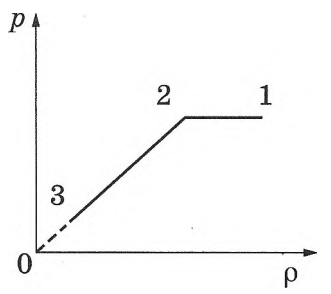
27 Действительное изображение предмета, полученное с помощью тонкой собирающей линзы, находится на расстоянии 12 см от линзы. Оптическая сила линзы 15 дптр. Определите расстояние от линзы до предмета.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

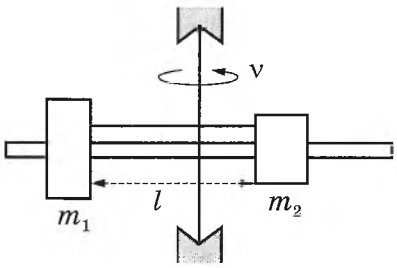
28 На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



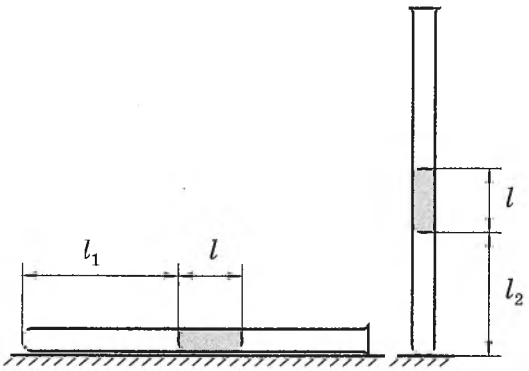
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

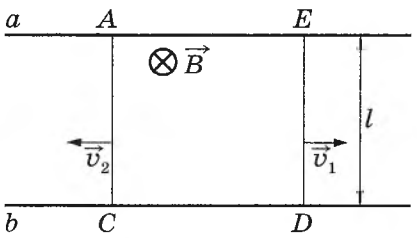
29 На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 400$ г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной l. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). При вращении штанги с частотой 900 об/мин модуль силы натяжения нити, соединяющей грузы, $T = 150$ Н. Определите длину нити l.



30 В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянного сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной $l_1 = 30$ см, запертый столбиком ртути. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то длина воздушного столбика под ртутью будет равна $l_2 = 25$ см. Какова длина ртутного столбика? Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.



31 На горизонтальном столе лежат два параллельных друг другу рельса: a и b, замкнутых двумя одинаковыми металлическими проводниками: AC и ED (см. рисунок). Вся система проводников находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально вниз. Модуль индукции магнитного поля равен B, расстояние между рельсами l, скорости проводников v_1 и v_2. Чему равно сопротивление каждого из проводников, если сила тока в цепи равна I? Сопротивлением рельсов пренебречь.



32 На плоскую металлическую пластинку падает электромагнитное излучение длиной волны 150 нм. Фотоэлектроны удаляются от поверхности пластинки на расстояние не более 4 см в задерживающем однородном электрическом поле, перпендикулярном пластинке. Напряжённость поля 120 В/м. Определите работу выхода электрона с поверхности этого металла.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

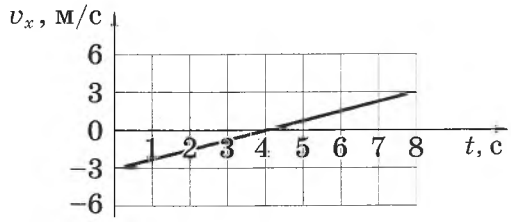
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 16

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости υ_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно по оси x. Определите проекцию ускорения тела a_x.



Ответ: _____ м/с^2.

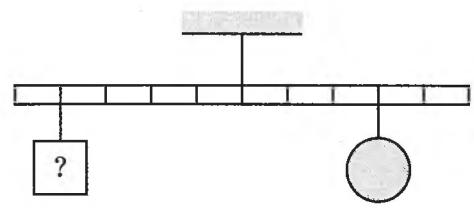
2 Сила притяжения Венеры к Солнцу в 1,56 раза больше, чем сила притяжения Земли к Солнцу. Найдите отношение расстояния между Землёй и Солнцем к расстоянию между Венерой и Солнцем, если масса Земли в 1,23 раз больше массы Венеры. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

3 Девочка бросила мяч массой 0,3 кг вертикально вниз с высоты 1,3 м над поверхностью Земли. Мяч ударился о Землю и поднялся на высоту 2,5 м от поверхности Земли. Каково изменение потенциальной энергии мяча при переходе из начального положения в конечное?

Ответ: _____ Дж.

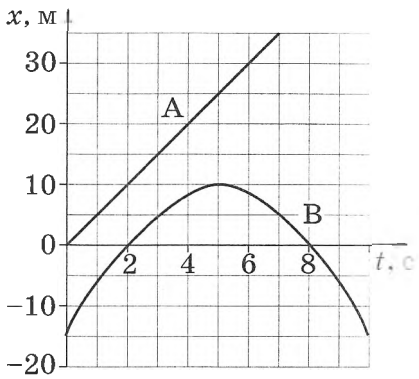
4 Тело массой 0,8 кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить к четвёртому делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 На рисунке приведены графики зависимости координаты x от времени t для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой направлена ось Ox. Выберите ***два*** верных утверждения о характере движения тел.



1) Тело А движется равномерно.
2) В момент $t = 2$ с тело В покоится.
3) Ускорение тела А в момент времени $t = 5$ с равна 5 м/с^2.
4) В тот момент, когда скорость тела В обратилась в нуль, расстояние между телами А и В составляло 15 м.
5) Тело В меняет направление движения в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 8$ с.

Ответ: ☐☐

6 В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и период его обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость движения спутника по орбите	Период обращения спутника вокруг Земли

7 Верхний конец пружины идеального пружинного маятника неподвижно закреплён. Масса груза маятника равна m, жёсткость пружины равна k. Груз оттянули вниз на расстояние x от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих возникшие свободные колебания маятника.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $x\sqrt{km}$

Б) $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) максимальный импульс груза
2) частота колебаний
3) максимальная кинетическая энергия груза
4) период колебаний

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 При температуре T_0 и давлении p_0 1 моль разреженного азота занимает объём $2V_0$. Сколько моль разреженного кислорода при температуре $2T_0$ и давлении $2p_0$ занимают объём V_0?

Ответ: _____ моль.

9 Рабочее тело тепловой машины с КПД 10 % совершает за один цикл работу 50 кДж. Какое количество теплоты отдаёт рабочее тело холодильнику за цикл?

Ответ: _____ кДж.

10 Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объём при неизменной температуре увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11 Свинцовая заготовка в твёрдом агрегатном состоянии медленно нагревается в плавильной печи так, что подводимая к ней тепловая мощность постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры свинца с течением времени.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня ***два*** утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования.

1) Теплоёмкость свинца в твёрдом и жидком состояниях одинакова.
2) Процесс плавления образца продолжался более 20 мин.
3) Через 8 мин. после начала измерений свинец частично расплавился.
4) Через 30 мин. после начала измерений свинец полностью расплавился.
5) Температура плавления свинца в данных условиях равна 327 °C.

Ответ: | | |

12 В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Обозначения: p — давление; T — абсолютная температура; N — число атомов газа; k — постоянная Больцмана.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{3}{2}NkT$

Б) $\frac{p}{kT}$

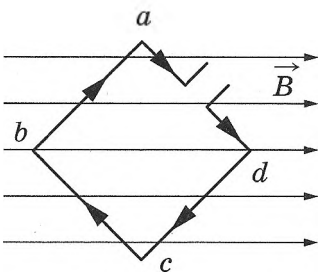
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) концентрация молекул
2) давление
3) внутренняя энергия
4) объём газа

Ответ:

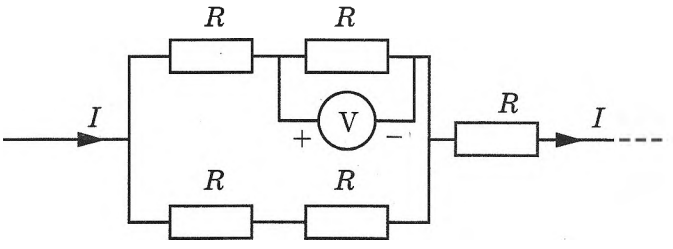
А	Б

13 Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) сила, действующая на сторону *cd* рамки со стороны внешнего магнитного поля $\vec{B}$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 25 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток I (см. рисунок). Идеальный вольтметр показывает напряжение 75 В. Определите силу тока в цепи I.



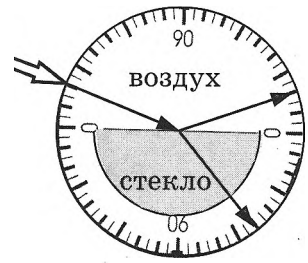
Ответ: _____ А.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

15 При равномерном уменьшении силы тока в катушке индуктивностью 0,4 Гн за 0,05 с в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная 80 В. На сколько уменьшилась сила тока в катушке?

Ответ: на _____ А.

16 Ученик, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.



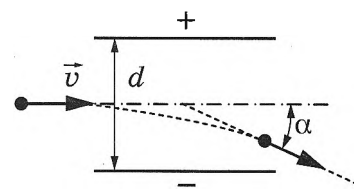
Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка ***два*** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

угол α	20°	40°	50°	70°
sin α	0,34	0,64	0,78	0,94

1) Угол падения равен 20°.
2) Наблюдается полное внутреннее отражение.
3) Угол преломления равен 40°.
4) Показатель преломления стекла примерно равен 2,3.
5) Угол отражения равен 70°.

Ответ: ☐☐

17 α-частица, движущийся в вакууме со скоростью $v << c$, пролетает между пластинами заряжённого конденсатора так, как показано на рисунке.
Как изменится импульс вылетевшей частицы и время пролёта конденсатора, если уменьшить напряжение между пластинами конденсатора?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

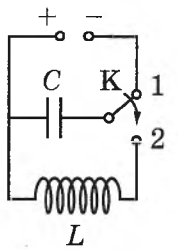
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс вылетевшей частицы	Время пролёта конденсатора

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Конденсатор колебательного контура полностью заряжён от источника постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре после этого. T — период этих колебаний.

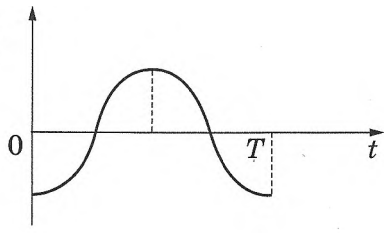


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

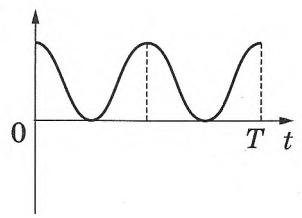
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд правой обкладки конденсатора
2) энергия электрического поля конденсатора
3) энергия магнитного поля катушки
4) сила тока в катушке

Ответ:

А	Б

19 Укажите число протонов и число нейтронов содержится в ядре нептуния $^{237}_{93}\mathrm{Np}$.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Частота оранжевого света примерно в 1,3 раза меньше частоты синего света. Во сколько раз энергия фотона синего света больше энергии фотона оранжевого света?

Ответ: в _____ раз(-а).

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* — общий вид; рис. *б* — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение.
В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зелёный. Как изменяются частота световой волны и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй?

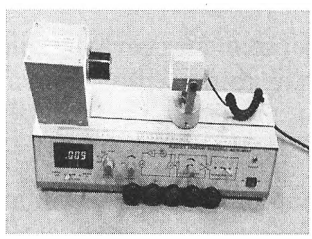


Рис. а

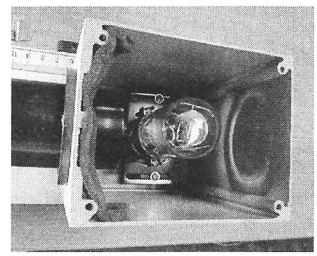


Рис. б

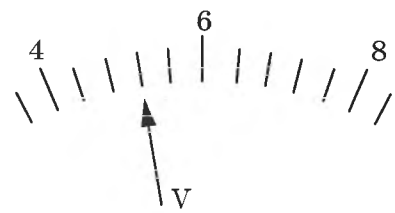
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Работа выхода материала катода фотоэлемента

22 Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



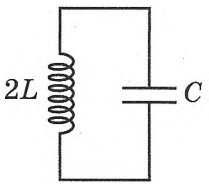
Ответ: (_____ ± _____) В.

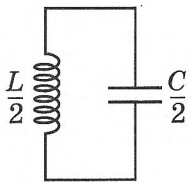
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

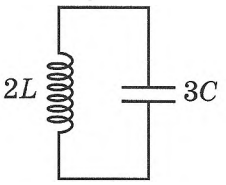
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

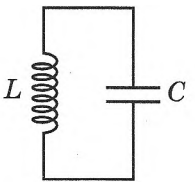
23 Необходимо обнаружить зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от электроёмкости конденсатора.

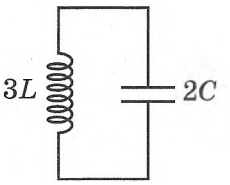
Какие ***два*** колебательных контура надо выбрать для проведения такого опыта?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера колебательных контуров.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7{,}7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего B	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус A	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус B	8200	1	0,01	$1{,}75 \cdot 10^{6}$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра A	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Температура поверхности Ригеля соответствует температурам звёзд спектрального класса *B*.
2) Звезда Альдебаран относится к белым карликам.
3) Средняя плотность звезды Капелла больше, чем средняя плотность Солнца.
4) Солнце относится к красным звёздам спектрального класса *M*.
5) Звезда α Центавра A относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рессела.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Тело массой 2 кг, брошенное с некоторой высоты вертикально вверх с начальной скоростью v_0, упало на землю со скоростью $2v_0$. Потенциальная энергия тела относительно поверхности земли в момент броска была равна 75 Дж. С какой начальной скоростью бросили тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

26 Электрическая цепь состоит из аккумулятора с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 2 Ом, лампочки, ключа и соединительных проводов. Какова сила тока в цепи, если напряжение на аккумуляторе равно 7,5 В? Сопротивлением проводов пренебречь.

Ответ: _____ А.

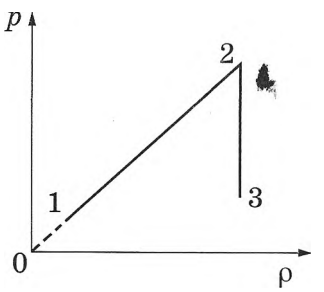
27 Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета?

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

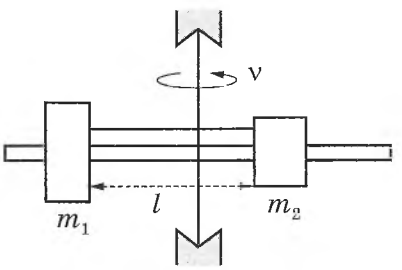
28 На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



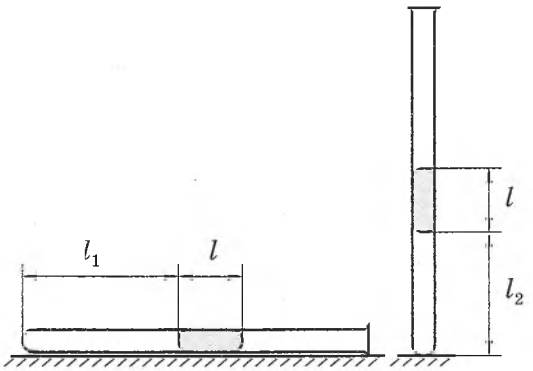
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

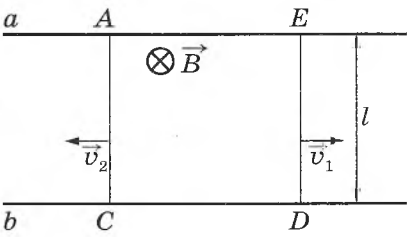
29 На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 400$ г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной $l = 30$ см. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). С какой частотой необходимо вращать штангу, чтобы модуль силы натяжения нити, соединяющей грузы, составлял $T = 95$ Н?



30 В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянного сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной $l_1 = 36$ см, запертый столбиком ртути длиной $l = 15$ см. Определите длину l_2 воздушного столбика под ртутью, если трубку поставить вертикально отверстием вверх. Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.



31 На горизонтальном столе лежат два параллельных друг другу рельса: a и b, замкнутых двумя одинаковыми металлическими проводниками: AC и ED (см. рисунок). Вся система проводников находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально вниз. Модуль индукции магнитного поля равен B, расстояние между рельсами l, скорости проводников v_1 и v_2, сопротивление каждого из проводников R. Какова сила тока в цепи? Сопротивлением рельсов пренебречь.



32 На плоскую алюминиевую пластинку падает электромагнитное излучение. Фотоэлектроны удаляются от поверхности пластинки на расстояние не более 2 см в задерживающем однородном электрическом поле, перпендикулярном пластинке. Напряжённость поля 120 В/м. Работа выхода электрона с поверхности цинка 4,2 эВ. Какова длина волны падающего излучения?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

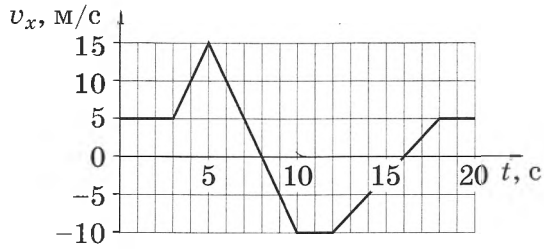
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 17

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

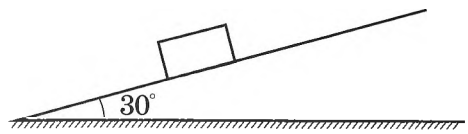
1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости υ_x тела от времени t.



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 5 до 10 с.

Ответ: _____ м/с^2.

2 Брусок покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Сила трения покоя равна 0,5 Н. Определите силу тяжести, действующую на брусок.



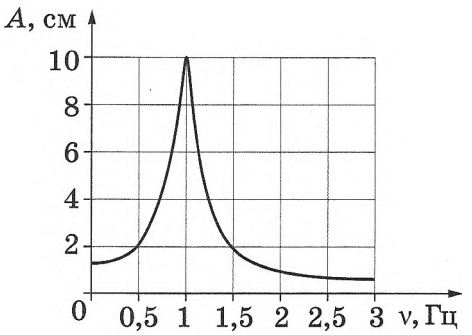
Ответ: _____ Н.

3 Отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 1{,}8$. Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 0{,}3$?

Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

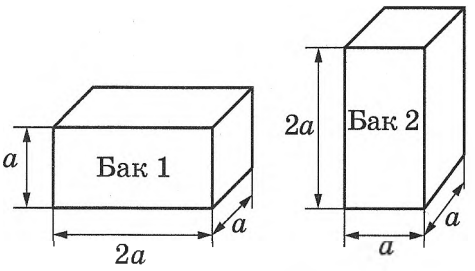
4 На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Частота вынуждающей силы вначале была равна 0,5 Гц, а затем стала равна 1,0 Гц.



Во сколько раз изменилась при этом амплитуда установившихся вынужденных колебаний маятника?

Ответ: в _____ раз(-а).

5 На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которые доверху налито подсолнечное масло (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения и укажите их номера.

1) Давление масла на дно первого бака в 2 раза меньше, чем у второго.
2) Оба бака давят на пол лифта с одинаковой силой.
3) Сила давления масла на дно первого бака в 2 раза больше, чем у второго.
4) Оба бака оказывают на пол лифта одинаковое давление.
5) Если лифт начнёт движение вверх с ускорением 4 м/с^2, давление масла на дно баков уменьшится на 40 %.

Ответ: | |

6 Мальчик бросил стальной шарик вверх под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к земле полная механическая энергия шарика и модуль вертикальной составляющей его скорости.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полная механическая энергия шарика	Модуль вертикальной составляющей скорости шарика

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплён к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A\sin\omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) кинетическая энергия бруска $E_{\text{К}}(t)$	1) $-kA\sin\omega t$
Б) проекция $a_x(t)$ ускорения бруска ось x	2) $\frac{kA^2}{2}\cos^2\omega t$
	3) $-A\omega^2\sin\omega t$
	4) $\frac{kA^2}{2}\sin^2\omega t$

Ответ:

А	Б

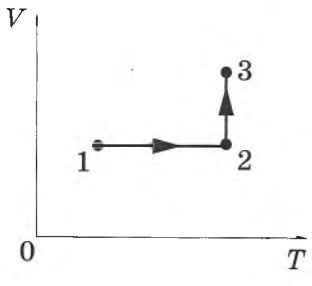
8 В сосуде содержится гелий под давлением 150 кПа. Концентрацию гелия увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию теплового движения его молекул уменьшили в 3 раза. Определите установившееся давление газа.

Ответ: _____ кПа.

9 Кусок металла удельной теплоёмкостью 500 Дж/(кг · К) нагрели от 20 °С до 100 °С, затратив количество теплоты, равное 160 кДж. Чему равна масса этого куска металла?

Ответ: _____ кг.

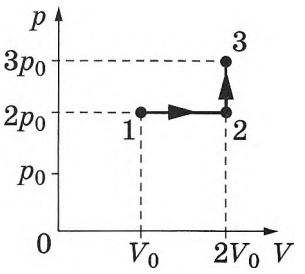
10 Идеальный одноатомный газ участвует в процессе 1–2–3, график которого приведён на рисунке (V — объём газа, T — абсолютная температура газа). Масса газа в ходе процесса не меняется. В процессе 1–2 газу сообщают количество теплоты, равное 15 кДж. Определите изменение внутренней энергии в процессе 1–2.



Ответ: _____ кДж.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V. Количество вещества газа при этом не менялось.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.
2) В процессе 1–2 абсолютная температура газа увеличилась в 2 раза.
3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа уменьшилась в 1,5 раза.
4) Плотность газа минимальна в состоянии 1.
5) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в 3 раза.

Ответ: ☐☐

12 Температуру нагревателя тепловой машины Карно уменьшили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

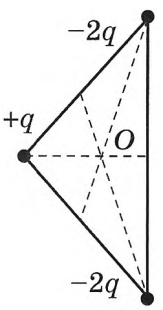
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

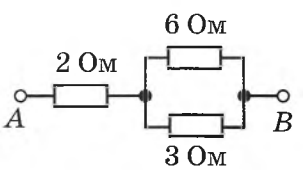
КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

13 В вершинах равнобедренного треугольника расположены точечные заряды $-2q$, $+q > 0$ и $-2q$ (см. рисунок). Куда направлен относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) вектор напряжённости результирующего электростатического поля в точке O — точке пересечения медиан треугольника? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

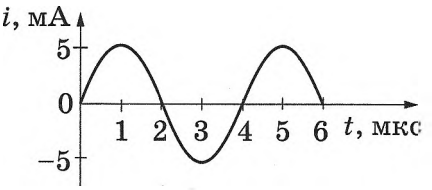
14 Определите сопротивление участка цепи, изображённого на схеме, между точками A и B.



Ответ: _____ Ом.

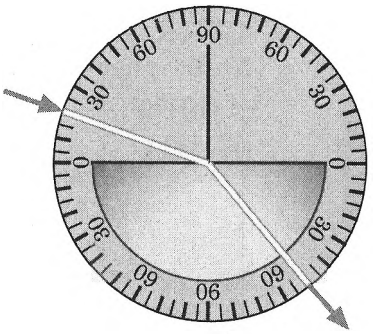
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

15 На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза меньше?



Ответ: _____ мкс.

16 Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.



Пользуясь таблицей, выберите из приведённого ниже списка ***два*** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin\alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

1) Угол падения равен 70°.
2) Показатель преломления стекла равен примерно 1,47.
3) Угол преломления равен 50°.
4) В стекле скорость света больше, чем в воздухе.
5) Угол отражения равен 20°.

Ответ: ☐☐

17 Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	ЭДС источника

18 Протон массой m и зарядом q движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности со скоростью v. Действием силы тяжести пренебречь.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) период обращения протона по окружности	1) $\frac{2\pi m}{qB}$
Б) модуль ускорения протона	2) qvB
	3) $\frac{mv}{qB}$
	4) $\frac{qvB}{m}$

Ответ:

А	Б

19 Радиоактивный изотоп висмута $^{212}_{83}Bi$ претерпевает α-распад. Укажите число протонов и число нейтронов в образовавшемся ядре.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Зелёный свет ($\lambda = 550$ нм) переходит из воздуха в стекло с показателем преломления 1,5. Определите отношение энергии фотона в воздухе к его энергии в стекле.

Ответ: _____.

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй — только фиолетовый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются длина световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

22 Ученик измерял температуру воздуха в классе. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воздуха в классе по результатам этих измерений?



Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) °C.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23 Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошных шариков разного объёма, сделанных из разного материала (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объёма тела?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика, см^3	Материал, из которого сделан шарик
1	керосин	30	сталь
2	вода	20	алюминий
3	керосин	20	алюминий
4	подсолнечное масло	30	сталь
5	вода	30	алюминий

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2400	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) Первая космическая скорость для Оберона составляет примерно 11 км/с.
2) Ускорение свободного падения на Луне примерно 1,6 м/с^2.
3) Объём Титана почти в 2 раза больше объёма Тритона.
4) Орбита Каллисто располагается дальше от поверхности Юпитера, чем орбита Ио.
5) Чем дальше от Солнца располагается спутник планеты, тем меньше его размеры.

Ответ: ☐☐

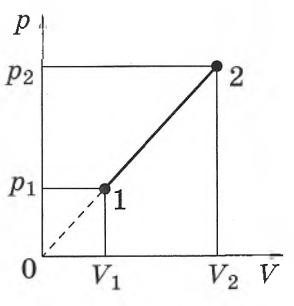
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт из состояния покоя равноускоренно опускается вниз на расстояние 5 м в течение 2 с. Какова масса груза, если удлинение пружины при неподвижном относительно лифта грузе равно 1,5 см?

Ответ: _____ кг.

26 На рисунке изображён процесс, происходящий с 1 моль гелия. Минимальное давление газа $p_1 = 100$ кПа, минимальный объём $V_1 = 10$ л, а максимальный $V_2 = 30$ л. Какую работу совершает гелий при переходе из состояния 1 в состояние 2?



Ответ: _____ кДж.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

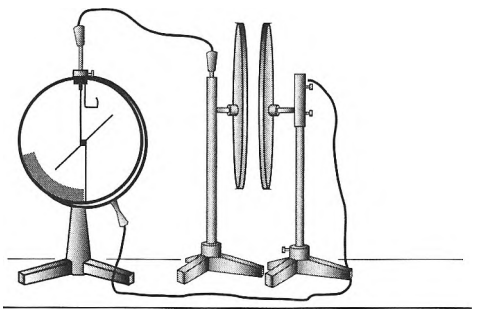
27 Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если уменьшить длину волны падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите энергию падающих фотонов в первом случае.

Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Две плоские металлические пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.

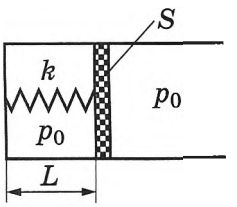


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

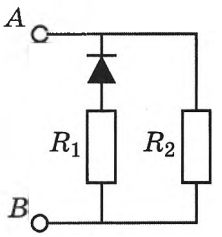
29 Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности земли с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени τ шарики упадут на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью S находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью k. В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно L, а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению p_0 (см. рисунок). Какое количество теплоты Q передано затем газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние b?



31 В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке A положительного полюса, а к точке B отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.



32 Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны $\lambda = 2000$ м. Индуктивность катушки контура $L = 6$ мкГн, максимальный ток в ней $I_{max} = 1{,}6$ мА. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 2$ мм. Чему равно максимальное значение напряжённости электрического поля в конденсаторе в процессе колебаний?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

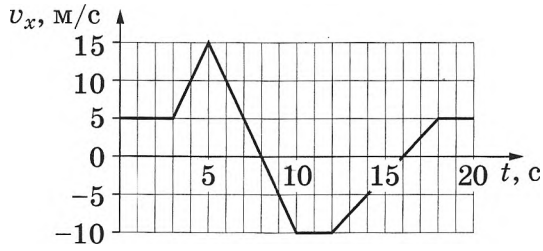
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 18

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

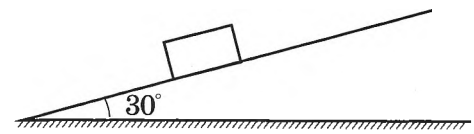
1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела υ_x от времени t.



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в момент времени 15 с.

Ответ: _____ м/с^2.

2 Брусок массой 1 кг покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Определите силу трения покоя, действующую на брусок.



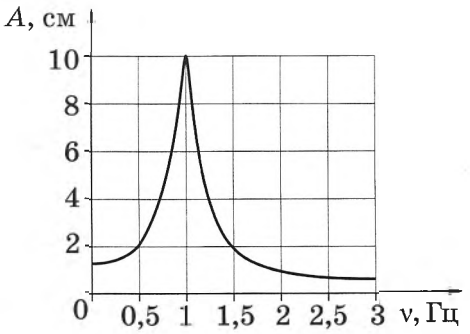
Ответ: _____ Н.

3 Отношение импульса самосвала к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 2$. Каково отношение их скоростей $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$, если отношение массы самосвала к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 12{,}5$?

Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

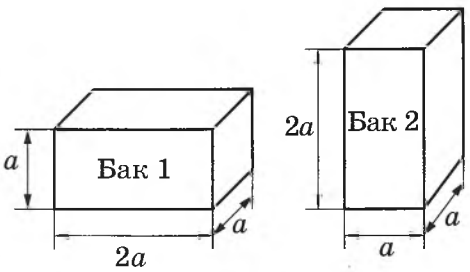
4 На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая).



Определите амплитуду установившихся вынужденных колебаний маятника при резонансе.

Ответ: _____ см.

5 На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которые доверху налита вода (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения и укажите их номера.

1) Давление воды на дно первого бака в 2 раза больше, чем у второго.
2) Первый бак давит на пол лифта с силой, в 2 раза большей, чем второй.
3) Силы давления воды на дно первого и второго баков одинаковы.
4) Первый бак оказывает на пол лифта в 2 раза меньшее давление, чем второй.
5) Если лифт начнёт движение вверх с ускорением 1 м/с^2, давление воды на дно баков уменьшится на 10 %.

Ответ: ☐☐

6 Мальчик бросил стальной шарик вверх под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к земле модуль ускорения шарика и горизонтальная составляющая его скорости.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения шарика	Горизонтальная составляющая скорости шарика

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплён к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A\sin\omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) потенциальная энергия пружины $E_{\text{П}}(t)$	1) $-kA\sin\omega t$
Б) проекция $F_x(t)$ равнодействующей силы на ось x	2) $-kA^2\sin^2\omega t$
	3) $kA^2\sin\omega t$
	4) $\frac{kA^2}{2}\sin^2\omega t$

Ответ:

А	Б

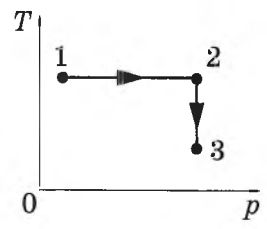
8 В сосуде содержится аргон под давлением 200 кПа. Концентрацию аргона уменьшили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию его молекул увеличили в 5 раз. Определите установившееся давление газа.

Ответ: _____ кПа.

9 Кусок алюминия массой 5 кг нагрели от 20 °С до 100 °С. Какое количество теплоты было затрачено на его нагрев?

Ответ: _____ кДж.

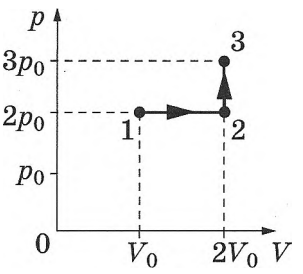
10 Идеальный одноатомный газ участвует в процессе 1–2–3, показанном на рисунке (T — абсолютная температура газа, p — давление газа). Масса газа в ходе процесса не меняется. В процессе 1–2 газ отдаёт количество теплоты, равное 20 кДж. Какую работу совершают над газом в процессе 1–2 внешние силы?



Ответ: _____ кДж.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V. Количество вещества газа при этом не менялось.



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) Абсолютная температура газа минимальна в состоянии 2.
2) В процессе 1–2 абсолютная температура газа уменьшилась в 2 раза.
3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа уменьшилась в 1,5 раза.
4) Плотность газа максимальна в состоянии 1.
5) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в $\sqrt{3}$ раза.

Ответ: ☐☐

12 Температуру нагревателя тепловой машины Карно увеличили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

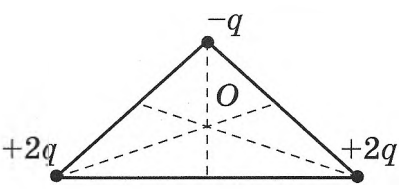
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

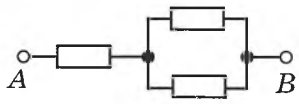
13 В вершинах равнобедренного треугольника расположены точечные заряды $+2q > 0$, $-q$ и $+2q$ (см. рисунок). Куда направлен относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) вектор напряжённости результирующего электростатического поля в точке O — точке пересечения медиан треугольника? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

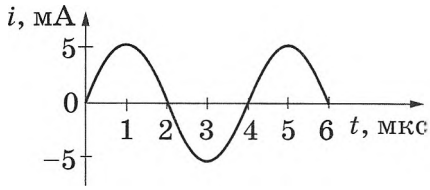
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

14 Определите сопротивление участка цепи, изображённого на схеме, между точками A и B, если сопротивление каждого резистора равно 10 Ом.



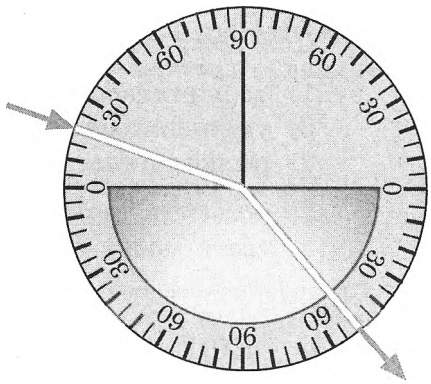
Ответ: _____ Ом.

15 На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если катушку индуктивности в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 9 раз больше?



Ответ: _____ мкс.

16 Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.



Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка ***два*** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin\alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

1) Угол падения равен 20°.
2) Показатель преломления стекла равен примерно 1,88.
3) Угол преломления равен 40°.
4) В стекле скорость света меньше, чем в воздухе.
5) Угол отражения равен 20°.

Ответ: ☐☐

17 Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при увеличении сопротивления резистора внутреннее сопротивление источника ЭДС и напряжение на клеммах источника?

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутреннее сопротивление источника ЭДС	Напряжение на клеммах источника

18 Протон массой m и зарядом q движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности со скоростью v. Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль силы Лоренца, действующей на протон

Б) радиус окружности, по которой движется протон

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{2\pi m}{qB}$
2) qvB
3) $\frac{mv}{qB}$
4) $\frac{qvB}{m}$

Ответ:

А	Б

19 Радиоактивный изотоп висмута $^{212}_{83}$Bi претерпевает электронный β-распад. Укажите число протонов и число нейтронов в образовавшемся ядре.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 Фиолетовый свет ($\lambda = 400$ нм) переходит из воздуха в воду с показателем преломления 1,33. Определите отношение энергии фотона в воздухе к его энергии в воде.

Ответ: _____.

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй — только красный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются длина световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

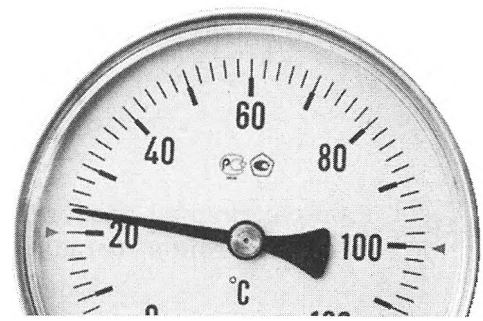
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

22 На производстве измеряли температуру воды. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воды по результатам этих измерений?



Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) °C.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошных шариков разного объёма, сделанных из разного материала (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от плотности жидкости, в которую погружено тело?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика, $см^3$	Материал, из которого сделан шарик
1	керосин	30	сталь
2	вода	20	сталь
3	керосин	20	алюминий
4	подсолнечное масло	30	сталь
5	вода	30	алюминий

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2400	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) Первая космическая скорость для спутника Каллисто составляет примерно 1,7 км/с.
2) Ускорение свободного падения на Европе примерно 20,25 $м/с^2$.
3) Орбита Ио располагается ближе к поверхности Юпитера, чем орбита Каллисто.
4) Первая космическая скорость для Тритона составляет примерно 2,0 км/с.
5) Объём Луны в 1,5 раза меньше объёма Титана.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

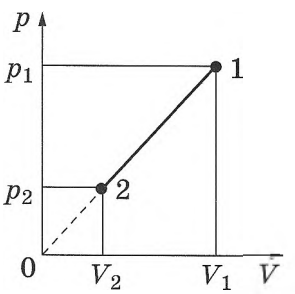
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Груз массой 0,4 кг подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт из состояния покоя равноускоренно поднимается вверх на расстояние 5 м в течение 2 с. Каково удлинение пружины при неподвижном относительно лифта грузе?

Ответ: _____ см.

26 На рисунке изображён процесс, происходящий с 1 моль гелия. Максимальное давление газа $p_1 = 450$ кПа, максимальный объём $V_1 = 30$ л, а минимальный $V_1 = 10$ л. Какую работу совершают внешние силы над гелием при переходе из состояния 1 в состояние 2?



Ответ: _____ кДж.

27 Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если увеличить частоту падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите работу выхода электронов с поверхности металла.

Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. 1, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. 2), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электрометра заземлил. Соединённая с корпусом электрометра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель сместил одну пластину относительно другой, не изменяя расстояния между ними (рис. 3). Как изменились при этом показания электрометра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электрометра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.

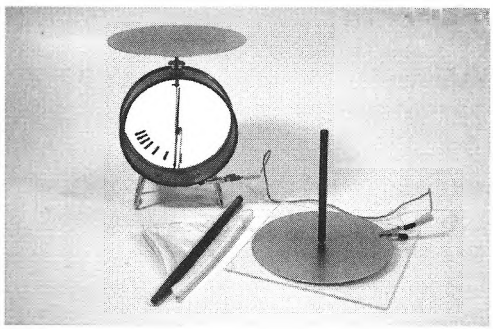


Рис. 1

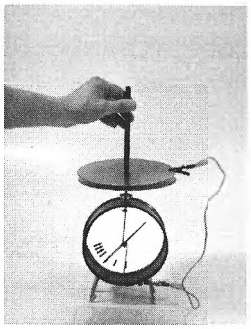


Рис. 2

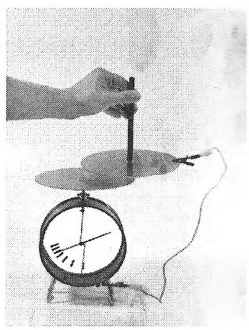


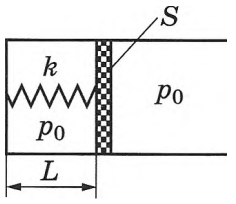
Рис. 3

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

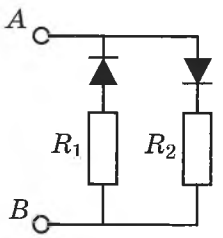
29 Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности земли с некоторой начальной скоростью под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В момент времени τ шарики падают на землю. Какова начальная скорость $\vec{v}_0$ шарика, брошенного под углом к горизонту? Сопротивлением воздуха пренебречь.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью S находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью k. В начальном состоянии давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению p_0 (см. рисунок). После того, как газу было передано количество теплоты Q, поршень медленно переместился вправо на расстояние b. Определите расстояние L между поршнем и основанием цилиндра в начальном состоянии.



31 В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке A положительного, а к точке B отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт. Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.



32 Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряжённость электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 19

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 4 + 3t - 5t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

Ответ: _____ м/с^2.

2 Камень массой 200 г брошен под углом 60° к горизонту с начальной скоростью $\upsilon = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в верхней точке траектории.

Ответ: _____ Н.

3 Шарик массой 100 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10 %. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

Ответ: _____ Дж.

4 Шар плотностью 2,5 г/см^3 и объёмом 400 см^3 целиком опущен в воду. Определите архимедову силу, действующую на шар.

Ответ: _____ Н.

5 В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося на пружине вдоль горизонтальной оси Ox, в различные моменты времени.

t, с	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
x, мм	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	−5	−9	−12	−14	−15	−14

Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

1) Потенциальная энергия пружины максимальна в момент времени 1 с.
2) Период колебаний шарика равен 4 с.
3) Кинетическая энергия шарика минимальна в момент времени 2 с.
4) Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм.
5) Полная механическая энергия шарика на пружине минимальна в момент времени 3 с.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

6 В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и период его обращения вокруг Земли?

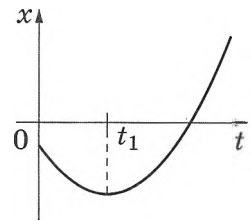
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

7 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox, от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t.

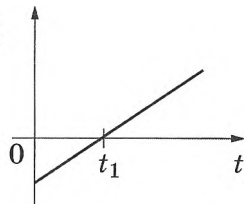


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

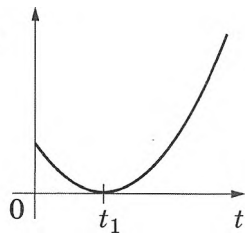
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль импульса тела
2) проекция скорости тела на ось Ox
3) кинетическая энергия тела
4) модуль ускорения тела

Ответ:

А	Б

8 Температура гелия увеличилась с 27 °С до 327 °С. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(-а).

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

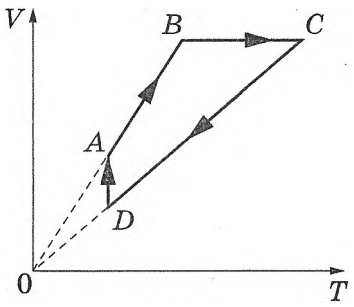
9 Относительная влажность воздуха при температуре 100 °С равна 60 %. Определите парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе.

Ответ: _____ кПа.

10 Тепловая машина с КПД 30 % за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 70 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

Ответ: _____ Дж.

11 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах V–T, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

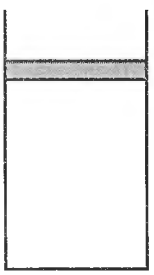


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) Газ за цикл не совершает работу.
2) Давление газа в процессе AB постоянно, при этом внешние силы над газом совершают положительную работу.
3) В процессе BC газ получает положительное количество теплоты.
4) В процессе CD внутренняя энергия газа уменьшается.
5) В процессе DA давление газа изотермически увеличивается.

Ответ: ☐☐

12 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускается половина массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объём газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

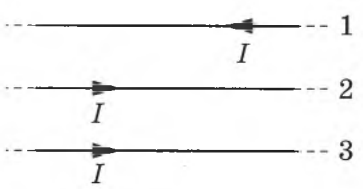
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа

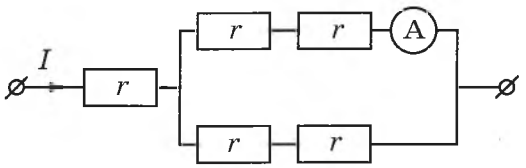
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Как направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) сила Ампера, действующая на проводник № 2 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока.) *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Через участок цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 6$ А. Чему равна сила тока, которую показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

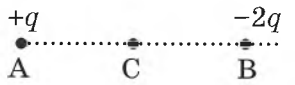


Ответ: _____ А.

15 Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 30°. Чему равен угол между падающим и отражённым лучами?

Ответ: _____ градусов.

16 Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках A и B, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения и укажите их номера.

1) На бусинку A со стороны бусинки B действует сила Кулона, направленная горизонтально влево.
2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке C направлена горизонтально вправо.
3) Модули сил Кулона, действующих на бусинки, одинаковы.
4) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут притягивать друг друга.
5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 α-частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

18 Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сила тока $i(t)$ в колебательном контуре

Б) энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

ФОРМУЛЫ

1) $1 \cdot \cos\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right)$
2) $20 \cdot \sin(5000t)$
3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

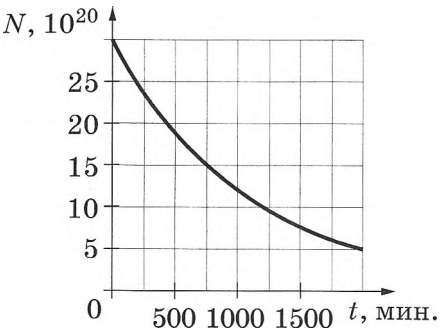
19 Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа фосфора $^{31}_{15}\mathrm{P}$.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута $^{203}_{83}Bi$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа висмута?



Ответ: _____ мин.

21 Ядро испытывает позитронный β-распад (среди продуктов распада есть позитрон $^{0}_{+1}e$). Как при этом изменяются массовое число ядра и число протонов в ядре?

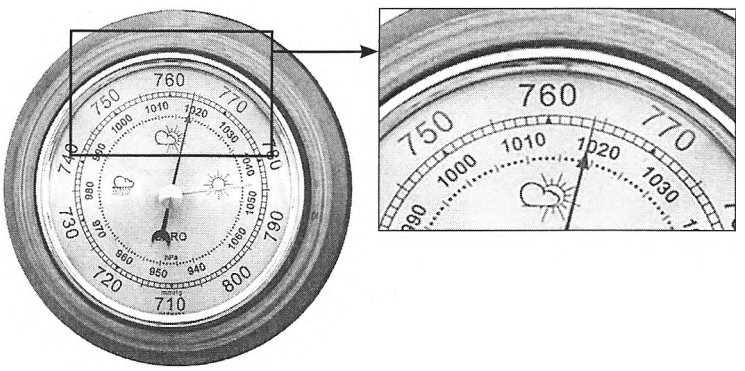
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Число протонов в ядре

22 С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст., а нижняя шкала — в гектопаскалях (гПа). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений (в кПа)?



Запишите в ответ показания барометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) кПа.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность алюминия. Для этого школьник взял стакан с водой и алюминиевый цилиндр с крючком.

Какие ***две*** позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) электронные весы
2) мензурка
3) секундомер
4) термометр
5) пружина

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e*	Масса, кг
Веста	265	2,36	3,63	0,089	$3{,}0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8{,}3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,079	$8{,}7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,77	4,62	0,230	$3{,}2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2{,}8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,78	0,202	$1{,}4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1{,}1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле: $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось, a — большая полуось орбиты. $e = 0$ — окружность, $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

1) Астероид Аквитания вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Церера.
2) Орбита астероида Паллада находится между орбитами Марса и Юпитера.
3) Большие полуоси орбит астероидов Эвномия и Юнона примерно одинаковы, следовательно, они движутся по одной орбите друг за другом.
4) Средняя плотность астероида Веста составляет примерно 300 кг/м^3.
5) Первая космическая скорость для спутника астероида Геба составляет более 8 км/с.

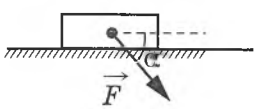
Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

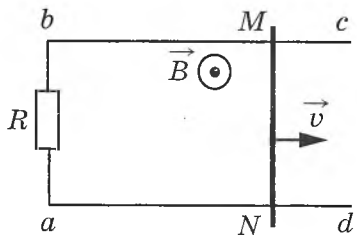
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Брусок движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением 1 м/с^2 под действием постоянной силы $\vec{F}$, направленной вниз под углом 30° к горизонту (см. рисунок). Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,2, а $F = 2{,}7$ Н? Ответ округлите до десятых.



Ответ: _____ кг.

26 По параллельным проводникам bc и ad, находящимся в магнитном поле с индукцией B = 0,4 Тл, скользит проводящий стержень MN, который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток I = 40 мА. С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор $\vec{B}$ перпендикулярен плоскости рисунка.



Ответ: _____ м/с.

27 В двух идеальных колебательных контурах с одинаковой индуктивностью происходят свободные электромагнитные колебания, причём период колебаний в первом контуре $9 \cdot 10^{-8}$ с, во втором $3 \cdot 10^{-8}$ с. Во сколько раз амплитудное значение силы тока во втором контуре больше, чем в первом, если максимальный заряд конденсаторов в обоих случаях одинаков?

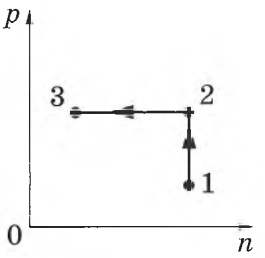
Ответ: в _____ раз(-а).

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах $p-n$, где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



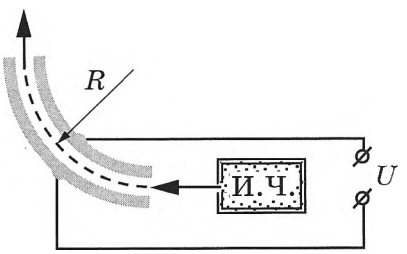
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жёсткостью $k = 400$ Н/м, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент. После этого при возникших колебаниях оставшаяся часть груза поднималась на максимальную высоту $h = 3$ см относительно первоначального положения. Какова масса m отделившегося от груза фрагмента?



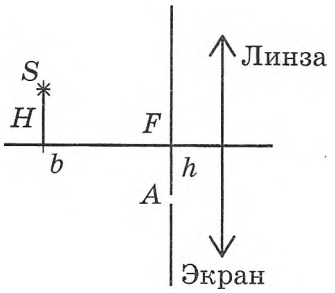
30 Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100$ °C равно $p_1 = 1{,}8 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

31 На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц из источника частиц (и. ч.) для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом R. Предположим, что в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы интересующего нас вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить напряжение на обкладках конденсатора, чтобы сквозь него могли пролетать такие же ионы, но имеющие в 2 раза бóльшую кинетическую энергию? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

32 Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 5$ см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы находится тонкий непрозрачный экран с малым отверстием A, находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии x от плоскости линзы луч SA от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечёт её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 20

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 15 - 5t + 3t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

Ответ: _____ м/с^2.

2 Мячик массой 500 г брошен под углом 45° к горизонту с начальной скоростью $\upsilon = 10$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на мячик в верхней точке траектории.

Ответ: _____ Н.

3 Мячик массой 200 г падает с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю его кинетическая энергия равна 24 Дж. С какой высоты падал мячик, если потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 20 %?

Ответ: _____ м.

4 Шар плотностью 3 г/см^3 и объёмом 250 см^3 целиком опущен в керосин. Определите архимедову силу, действующую на шар.

Ответ: _____ Н.

5 В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося на пружине вдоль горизонтальной оси Ox, в различные моменты времени.

t, с	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
x, мм	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	–5	–9	–12	–14	–15	–14

Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

1) Потенциальная энергия пружины минимальна в момент времени 3 с.
2) Период колебаний шарика равен 2 с.
3) Кинетическая энергия шарика максимальна в момент времени 1 с.
4) Амплитуда колебаний шарика равна 15 мм.
5) Полная механическая энергия шарика на пружине остаётся неизменной.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

6 В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его потенциальная энергия?

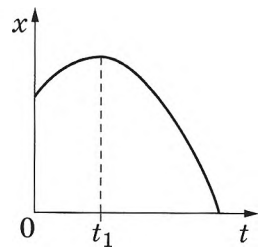
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Потенциальная энергия

7 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося равноускоренно вдоль оси Ox, от времени t. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих данное движение этого тела, от времени t.

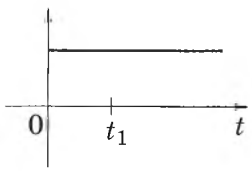


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

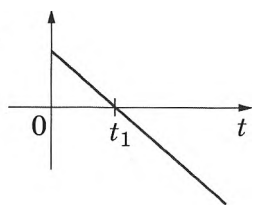
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия тела
2) модуль ускорения тела
3) модуль импульса тела
4) проекция скорости тела на ось x

Ответ:

А	Б

8 Температура неона уменьшилась с 127 °С до −23 °С. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(-а).

9 Парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе при температуре 100 °С, равно 65 кПа. Определите относительную влажность воздуха.

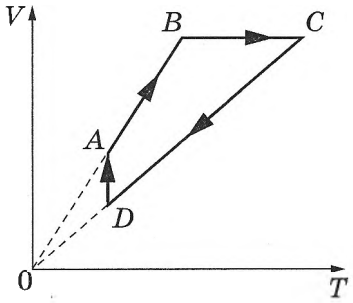
Ответ: _____%.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

10 Тепловая машина с КПД 20 % за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 15 кДж. Какое количество теплоты машина отдаёт за цикл холодильнику?

Ответ: _____ кДж.

11 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах V–T, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

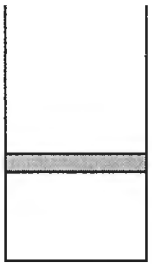


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

1) Газ за цикл не совершает работу.
2) Давление газа в процессе AB постоянно, при этом внешние силы над газом совершают положительную работу.
3) В процессе BC газ отдает положительное количество теплоты.
4) В процессе CD внутренняя энергия газа уменьшается.
5) В процессе DA давление газа изотермически уменьшается.

Ответ: ☐☐

12 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



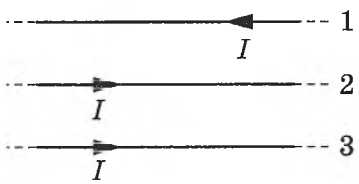
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Концентрация молекул газа

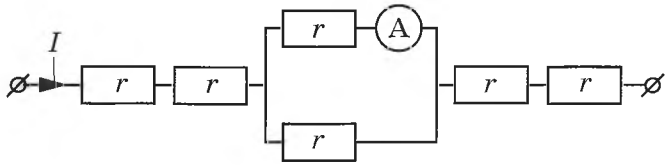
13 Как направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) сила Ампера, действующая на проводник № 1 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока.) *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

14 Через участок электрической цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 5$ А. Что показывает амперметр, если сопротивление $r = 1$ Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.

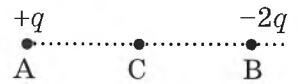


Ответ: _____ А.

15 Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 20°. Чему равен угол между отражённым лучом и плоскостью зеркала?

Ответ: _____ градусов.

16 Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках A и B, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения и укажите их номера.

1) На бусинку A со стороны бусинки B действует сила Кулона, направленная горизонтально влево.
2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке C направлена горизонтально влево.
3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку B, в 2 раза меньше, чем модуль силы Кулона, действующей на бусинку A.
4) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут отталкиваться друг от друга.
5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды не изменятся.

Ответ: | | |

17 α-частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же кинетической энергией. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение $u(t)$ на конденсаторе

Б) энергия $W_C(t)$ электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

1) $1 \cdot \cos\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right)$

2) $20 \cdot \cos(5000t)$

3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$

4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

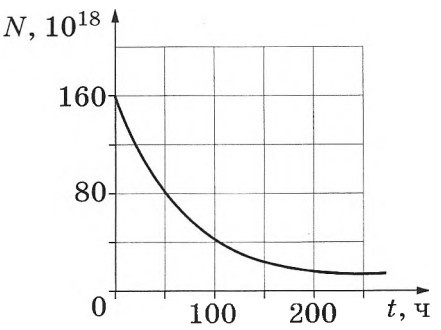
А	Б

19 Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа кремния $^{30}_{14}\mathrm{Si}$.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия $^{172}_{68}\mathrm{Er}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа эрбия?



Ответ: _____ ч.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 Ядро испытывает позитронный β-распад (среди продуктов распада есть позитрон ${}^{0}_{+1}e$). Как при этом изменяются заряд ядра и число нейтронов в ядре?

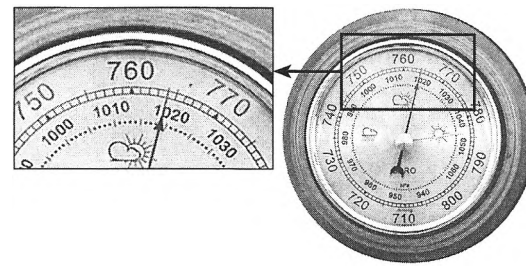
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

22 С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст., а нижняя шкала — в гектопаскалях (гПа). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений (в мм рт. ст.)?



Запишите в ответ показания барометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность меди. Для этого школьник взял стакан с водой и медный цилиндр с крючком.

Какие *две* позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) пружина
2) мензурка
3) динамометр
4) термометр
5) секундомер

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e*	Масса, кг
Веста	265	2,36	3,63	0,089	$3{,}0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8{,}3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,079	$8{,}7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,77	4,62	0,230	$3{,}2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2{,}8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,78	0,202	$1{,}4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1{,}1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле: $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось, a — большая полуось орбиты. $e = 0$ — окружность, $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

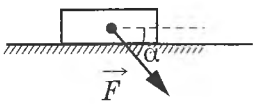
1) Чем дальше от Солнца располагается орбита астероида, тем большее его масса.
2) Астероид Геба движется по орбите Земли и представляет астероидную опасность.
3) Астероид Паллада вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Веста.
4) Орбита астероида Юнона находится между орбитами Марса и Юпитера.
5) Вторая космическая скорость для астероида Церера составляет более 11 км/с.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

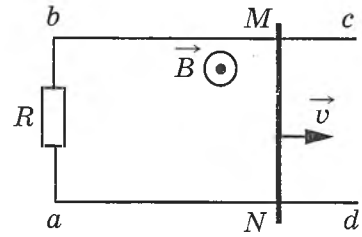
25 Брусок массой 0,5 кг движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением 1 м/с^2 под действием постоянной силы $\vec{F}$, равной по модулю 2 Н и направленной вниз под углом 30° к горизонту (см. рисунок). Определите коэффициент трения бруска о плоскость. Ответ округлите до десятых.



Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

26 По параллельным проводникам bc и ad, находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0{,}5$ Тл, скользит с постоянной скоростью $\upsilon = 2$ м/с проводящий стержень MN, который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало́. Какова сила тока через резистор R при движении стержня? Считать, что вектор $\vec{B}$ перпендикулярен плоскости рисунка.



Ответ: _____ А.

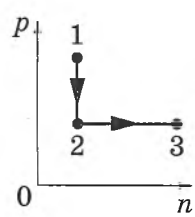
27 В двух идеальных колебательных контурах с одинаковыми конденсаторами происходят свободные электромагнитные колебания, причём период колебаний в первом контуре $8 \cdot 10^{-8}$ с, во втором $2 \cdot 10^{-8}$ с. Во сколько раз амплитудное значение напряжения на конденсаторе во втором контуре меньше, чем в первом, если максимальная сила тока в обоих случаях одинакова?

Ответ: в _____ раз(-а).

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах p–n, где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

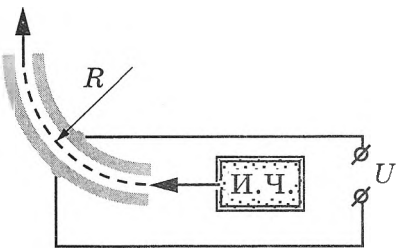
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жёсткостью k, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент массой $m = 0{,}6$ кг. После этого при возникших колебаниях оставшаяся часть груза поднималась на максимальную высоту $h = 3$ см относительно первоначального положения. Какова жесткость пружины?

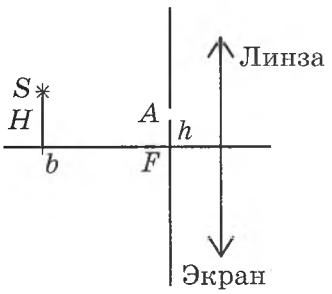


30 Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100$ °C равно $p_1 = 1{,}7 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 3$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 2$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

31 На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают ионы, как показано на рисунке. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 5 кВ/м. Скорость ионов равна 10^5 м/с. При каком значении отношения заряда к массе ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало́, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



32 Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 60$ см от плоскости линзы и на расстоянии H от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы находится тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием A, находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. Пройдя через отверстие в экране и линзу, луч SA от точечного источника пересекает её главную оптическую ось на расстоянии $x = 16$ см от плоскости линзы. Найдите величину H. Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

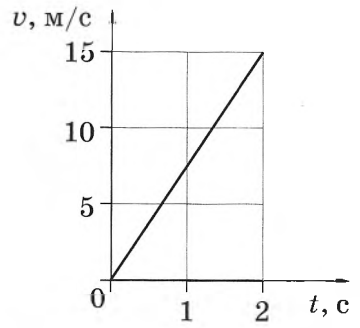
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 21

Часть 1

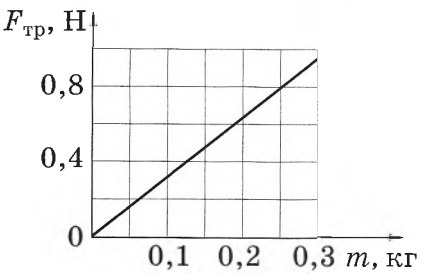
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Используя график зависимости модуля скорости тела от времени (см. рисунок), определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени $t = 1$ с.



Ответ: _____ м/с^2.

2 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему равен коэффициент трения бруска по поверхности стола?



Ответ: _____.

3 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

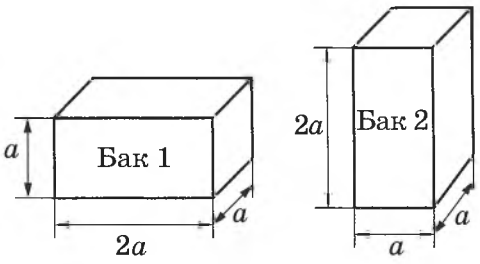
Ответ: _____ кг.

4 Груз массой 200 г, подвешенный на пружине, совершает свободные вертикальные колебания с частотой 4 Гц. С какой частотой будет совершать такие колебания груз 50 г, если его подвесить на ту же пружину?

Ответ: _____ Гц.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которых доверху налито подсолнечное масло (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения и укажите их номера.

1) Давление масла на дно первого бака в 2 раза больше, чем на дно второго.
2) Оба бака давят на пол лифта с одинаковой силой.
3) Силы давления масла на дно первого и второго баков одинаковы.
4) Оба бака оказывают на пол лифта одинаковое давление.
5) Если лифт начнёт движение вниз с ускорением 3 м/с^2, давление масла на дно баков увеличится на 30 %.

Ответ: | |

6 Высота полёта по круговой орбите искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого кинетическая энергия спутника и период его обращения?

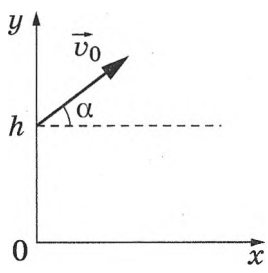
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Период обращения

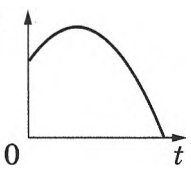
7 В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика, от времени t. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



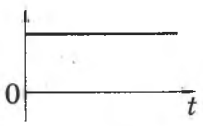
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) координата x мячика
2) проекция скорости мячика на ось x
3) проекция ускорения мячика на ось y
4) координата y мячика

Ответ:

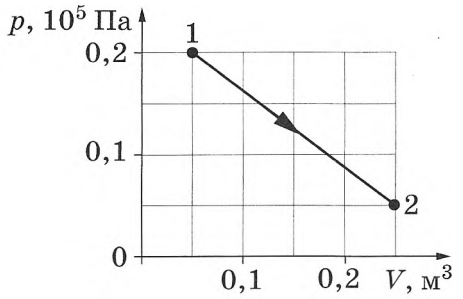
А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 При уменьшении абсолютной температуры на 600 К среднеквадратичная скорость теплового движения молекул неона уменьшилась в 2 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

9 Какую работу совершил газ в процессе, изображённом на pV-диаграмме (см. рисунок)?

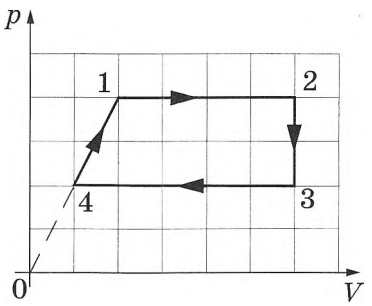


Ответ: _____ кДж.

10 Определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{Fe}}{m_{Al}}$ железного и алюминиевого тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____.

11 Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p–V.



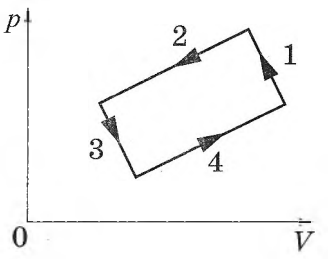
Из предложенного ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих этот процесс.

1) В процессе 1–2 газ совершает отрицательную работу.
2) В процессе 2–3 газу сообщают положительное количество теплоты.
3) В процессе 3–4 газ отдаёт положительное количество теплоты в окружающую среду.
4) В процессе 4–1 внутренняя энергия газа остаётся неизменной.
5) Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 1,6 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.

Ответ: | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

12 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшими положительными значениями работы газа и работы внешних сил?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А) работа газа положительна и минимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и минимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

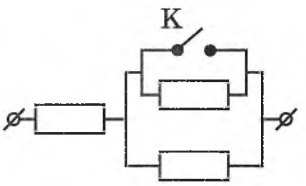
А	Б

13 На рисунке изображён длинный прямой цилиндрический проводник, по которому течёт электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен относительно рисунка ***(вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю)*** вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С? *Ответ запишите словом (словами).*



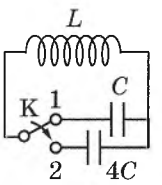
Ответ: _____.

14 Каждый из резисторов в схеме, изображённой на рисунке, имеет сопротивление 150 Ом. Каким будет сопротивление участка цепи, если ключ К замкнуть?



Ответ: _____ Ом.

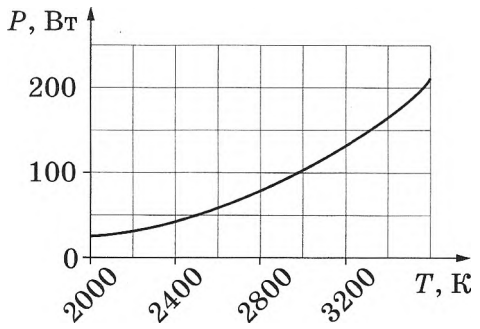
15 Если ключ К находится в положении 1, то период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок) равен 3 мс. Насколько увеличится период собственных электромагнитных колебаний в контуре, если ключ перевести из положения 1 в положение 2?

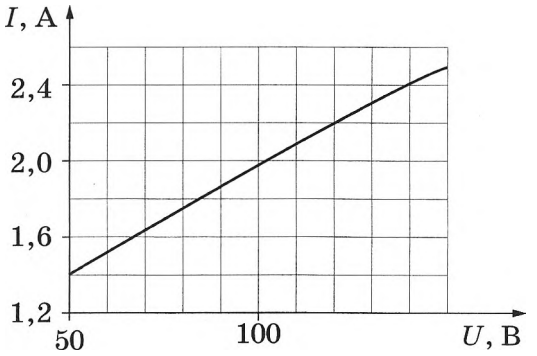


Ответ: на _____ мс.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

16 При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней электрическим током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы от температуры спирали $P = P(T)$ и силы тока от приложенного напряжения $I = I(U)$.





Выберите ***два*** верных утверждения о физических величинах, характеризующих этот процесс.

1) При напряжении на лампе 80 В тепловая мощность, выделяемая на лампе, равна 80 Вт.
2) При мощности тепловых потерь 150 Вт температура нити накала лампы менее 3000 К.
3) При силе тока через лампу 2 А температура нити накала составляет около 3600 К.
4) С увеличением силы тока через лампу температура её спирали увеличивается.
5) При мощности тепловых потерь 100 Вт напряжение на лампе составляет 100 В.

Ответ: ☐☐

17 Плоский конденсатор зарядили и отключили от гальванического элемента. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор скорости $\vec{v}_0$ перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор скорости $\vec{v}_0$ такой же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

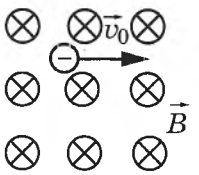


Рис. 1

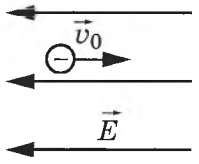


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальными установками и траекториями движения частиц в них.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ	ТРАЕКТОРИЯ
А) в первой установке	1) прямая линия
Б) во второй установке	2) окружность
	3) спираль
	4) парабола

Ответ:

А	Б

19 Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа криптона $^{88}_{36}$Kr.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором импульс фотонов равен $1 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с?

Ответ: _____ нм.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

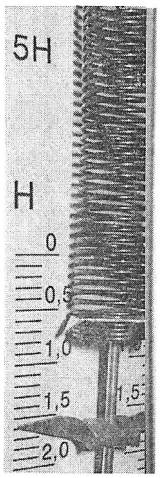
Как изменились частота световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

22 Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра.

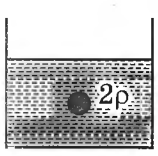


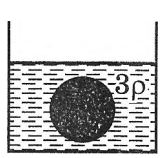
Запишите показания динамометра с учётом погрешности измерений.

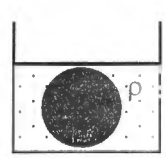
Ответ: (_____ ± _____) Н.

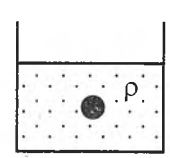
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

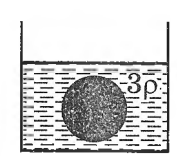
23 Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объём погружённого в жидкость тела и плотность жидкости. Какие ***два*** опыта он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от объёма погружённого тела? (На рисунках указана плотность жидкости.)

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эль-Нат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Звёзды Альдебаран и Эль-Нат имеют одинаковую массу, следовательно, относятся к одному спектральному классу.
2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
3) Температура поверхности звезды Менкалинан почти в 1,5 раза ниже, чем поверхности Солнца.
4) Звезда Бетельгейзе относится к красным звёздам спектрального класса M.
5) Звёзды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, следовательно, находятся на одинаковом расстоянии от Земли.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его масса 1 кг, а скорость 400 м/с?

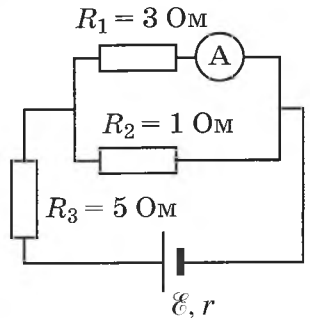
Ответ: _____ градусов.

26 При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

27 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на резисторе R_3.



Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

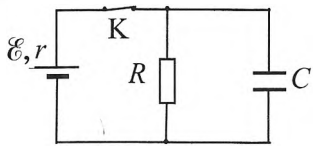
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Снаряд, движущийся со скоростью $\vec{v}_0$, разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая движется в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE. Скорость осколка, движущегося вперёд по направлению движения снаряда, равна v_1. Найдите массу m осколка.

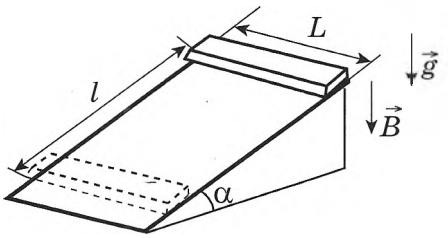
30 Газонепроницаемая оболочка воздушного шара имеет массу 400 кг. Шар заполнен гелием. Он может удерживать груз массой 225 кг в воздухе на высоте, где температура воздуха 17 °С, а давление 10^5 Па. Какова масса гелия в оболочке шара? Оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара, объём груза пренебрежимо мал по сравнению с объёмом шара.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathscr{E} = 12$ В, ёмкость конденсатора $C = 0{,}2$ мкФ. После размыкания ключа К в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 10$ мкДж. Найдите отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $\frac{r}{R}$.



32 Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0{,}5$ м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0{,}1$ Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30°$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдёт по наклонной плоскости расстояние $l = 1{,}6$ м.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

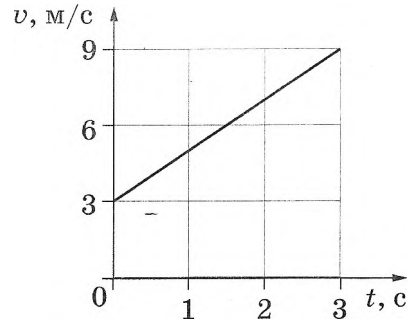
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 22

Часть 1

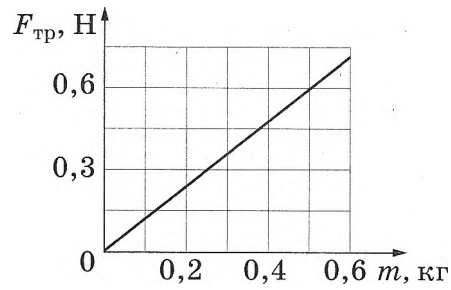
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 По графику зависимости модуля скорости тела от времени (см. рисунок) определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени 2 с.



Ответ: _____ м/с^2.

2 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему равен коэффициент трения бруска по поверхности стола?



Ответ: _____.

3 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Каково отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля, если отношение значений их потенциальной энергии относительно уровня воды равно 3?

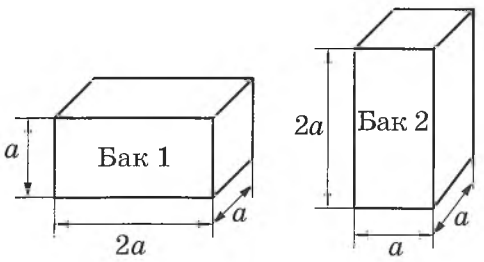
Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4 Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 50 Н/м, совершает свободные вертикальные колебания с частотой 4 Гц. С какой частотой будет совершать свободные вертикальные колебания этот же груз, если его подвесить на пружину жёсткостью 200 Н/м?

Ответ: _____ Гц.

5 На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которых доверху налита вода (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения и укажите их номера.

1) Давление воды на дно первого бака в 4 раза меньше, чем на дно второго.
2) Первый бак давит на пол лифта с силой, в 2 раза меньшей, чем второй.
3) Сила давления воды на дно первого бака в 2 раза меньше, чем на дно второго.
4) Первый бак оказывает на пол лифта в 2 раза меньшее давление, чем второй.
5) Если лифт начнёт движение вниз с ускорением 2 м/с^2, давление воды на дно баков уменьшится на 20 %.

Ответ: ☐☐

6 Высота полёта по круговой орбите искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и его центростремительное ускорение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

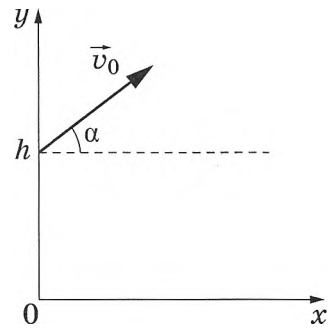
1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость спутника	Центростремительное ускорение спутника

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика, от времени t.

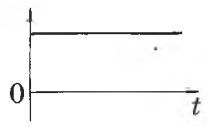


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.)

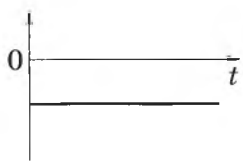
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) потенциальная энергия мячика
2) полная механическая энергия мячика
3) кинетическая энергия мячика
4) проекция ускорения мячика на ось y

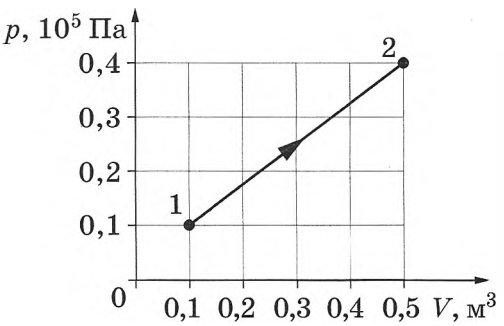
Ответ:

А	Б

8 При увеличении абсолютной температуры на 600 К среднеквадратичная скорость теплового движения молекул гелия увеличилась в 2 раза. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

9 Какую работу совершил газ в процессе, изображённом на pV-диаграмме?



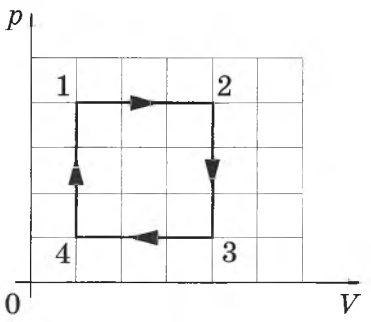
Ответ: _____ кДж.

10 Алюминиевому и железному цилиндрам одинаковой массы сообщили одинаковое количество теплоты. Определите примерное отношение изменения температур этих цилиндров $\frac{\Delta t_{Al}}{\Delta t_{Fe}}$. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p–V.

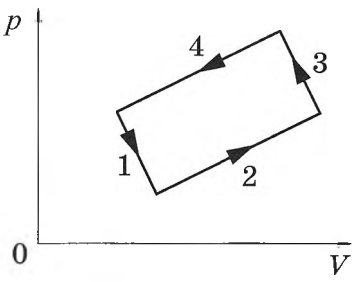


Из предложенного ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих этот процесс.

1) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
2) В процессе 2–3 газ совершает положительную работу.
3) В процессе 3–4 газу сообщают положительное количество теплоты.
4) В процессе 4–1 температура газа увеличивается в 4 раза.
5) Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 3 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.

Ответ: | | |

12 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшим положительным значением работы газа и наибольшим положительным значением работы внешних сил?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.

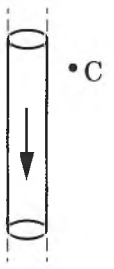
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А) работа газа положительна и минимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и максимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

13 На рисунке изображён длинный прямой цилиндрический проводник, по которому течёт электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С? *Ответ запишите словом (словами).*



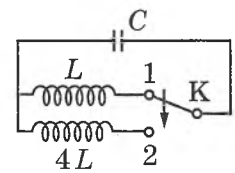
Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

14 Участок цепи состоит из четырёх последовательно соединённых резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом, 30 Ом и 40 Ом. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырём, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

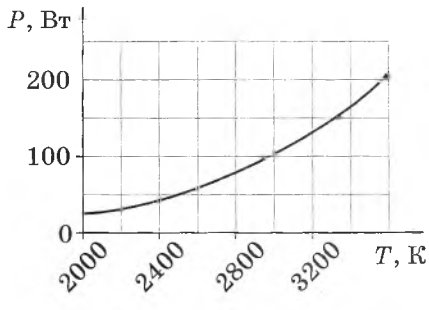
Ответ: _____ Ом.

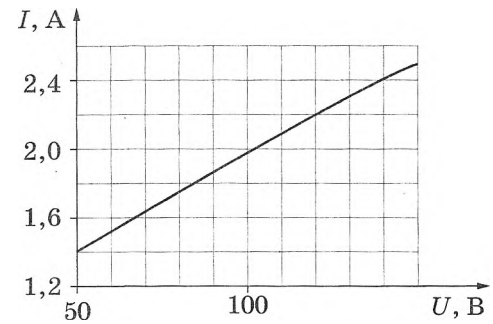
15 Если ключ К находится в положении 1, то частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок) равна 4 кГц. Насколько уменьшится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре, если ключ перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: на _____ кГц.

16 При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней электрическим током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунках изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы от температуры спирали $P = P(T)$ и силы тока от приложенного напряжения $I = I(U)$.





Выберите ***два*** верных утверждения о физических величинах, характеризующих этот процесс.

1) С увеличением напряжения на лампе температура её спирали увеличивается.
2) При мощности тепловых потерь 50 Вт температура нити накала лампы более 2800 К.
3) При силе тока через лампу 1,5 А температура нити накала составляет менее 3000 К.
4) При напряжении на лампе 100 В тепловая мощность, выделяемая на лампе, равна 80 Вт.
5) При мощности тепловых потерь 150 Вт напряжение на лампе составляет 100 В.

Ответ: | | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18 В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор $\vec{v}_0$ перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор $\vec{v}_0$ той же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

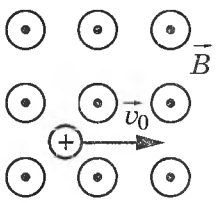


Рис. 1

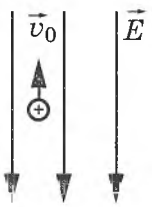


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

А) в первой установке
Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

1) спираль
2) прямая линия
3) окружность
4) парабола

Ответ:

А	Б

19 Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа циркония $^{92}_{40}\mathrm{Zn}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

20 Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором импульс фотонов равен $3 \cdot 10^{-26}$ кг·м/с?

Ответ: _____ нм.

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта.

Как изменились длина световой волны и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй?

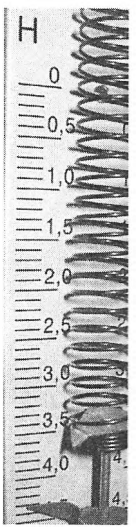
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Работа выхода

22 Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра.



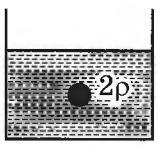
Запишите показания динамометра с учётом погрешности измерений.

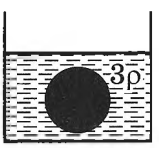
Ответ: (_____ ± _____) Н.

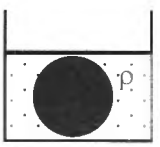
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

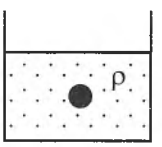
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

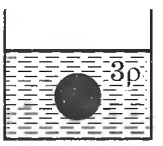
23 Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объём погружённого в жидкость тела и плотность жидкости. Какие ***два*** опыта он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от плотности жидкости? (На рисунках указана плотность жидкости.)

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эль-Нат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Звезда Садр относится к сверхгигантам.
2) Звёзды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
3) Звезда Бетельгейзе является сверхгигантом.
4) Звезда Менкалинан относится к тому же спектральному классу, что и Солнце.
5) Температура на поверхности Альдебарана примерно равна температуре на поверхности Солнца.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

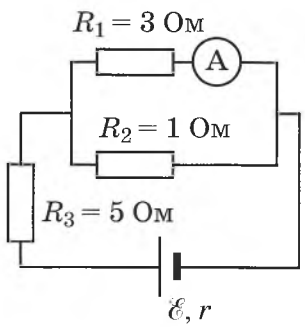
25 Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60°. Какова масса второго осколка, если его скорость равна 400 м/с?

Ответ: _____ кг.

26 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

27 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.



Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На площадку падает зелёный свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые Вы использовали при обосновании своего ответа.

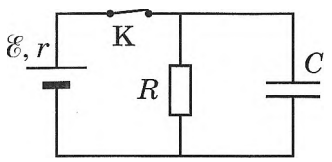
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE. Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1, а модуль скорости второго осколка равен v_2. Найдите ΔE.

30 Газонепроницаемая оболочка воздушного шара заполнена гелием массой 100 кг. Он может удерживать груз массой 225 кг в воздухе на высоте, где температура воздуха 17 °С, а давление 10^5 Па. Какова масса оболочки шара? Оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара, объём груза пренебрежимо мал по сравнению с объёмом шара.

31 В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathscr{E} = 12$ В, ёмкость конденсатора $C = 0{,}2$ мкФ. Отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \dfrac{r}{R} = 0{,}2$. Найдите количество теплоты, которое выделится на резисторе после размыкания ключа К в результате разряда конденсатора.



32 Плоская горизонтальная фигура площадью 0,1 м^2, ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1Z} до конечного значения $B_{2Z} = 4{,}7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0{,}08$ Кл. Найдите B_{1Z}.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

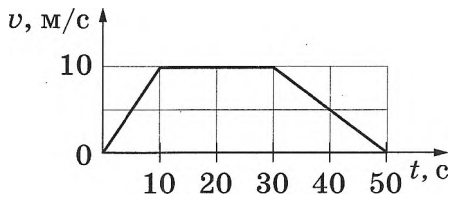
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 23

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости υ автомобиля от времени t. Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 30 с.



Ответ: _____ м.

2 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ от силы нормального давления $F_д$ были получены следующие данные:

$F_{тр}$, Н	1,0	2,0	3,0	4,0
$F_д$, Н	2,0	4,0	6,0	8,0

Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

3 Тело движется по прямой. Начальный импульс тела равен 60 кг·м/с. Под действием постоянной силы величиной 10 Н, направленной вдоль этой прямой, за 5 с импульс тела уменьшился. Определите импульс тела в конце указанного промежутка времени.

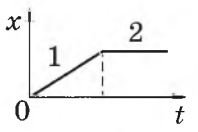
Ответ: _____ кг·м/с.

4 Подвешенный на нити алюминиевый кубик целиком погружён в воду и не касается дна сосуда. Длина ребра кубика равна 10 см. Чему равна выталкивающая (архимедова) сила, действующая на кубик?

Ответ: _____ Н.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

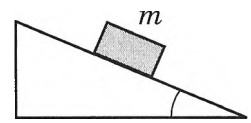
5 Бусинка может свободно скользить по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость её координаты от времени. Выберите ***два*** утверждения, которые можно сделать на основании графика.



1) Скорость бусинки на участке 1 постоянна, а на участке 2 равна нулю.
2) Проекция ускорения бусинки на участке 1 положительна, а на участке 2 — отрицательна.
3) Участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна.
4) Участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а участок 2 — равномерному.
5) Проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна, а на участке 2 — положительна.

Ответ: | |

6 С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой m (см. рисунок). Как изменится ускорение бруска и сила трения, действующая на брусок, если с той же наклонной плоскости будет скользить брусок из того же материала массой $3m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Сила трения

7 Тело, брошенное с горизонтальной поверхности Земли со скоростью v под углом α к горизонту, в течение времени t поднимается на максимальную высоту h над горизонтом. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало́.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) время подъёма t на максимальную высоту
Б) максимальная высота h над горизонтом

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

2) $\dfrac{v \cos \alpha}{g}$

3) $\dfrac{v^2 \sin 2\alpha}{2g}$

4) $\dfrac{v \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 Какова абсолютная температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении?

Ответ: _____ К.

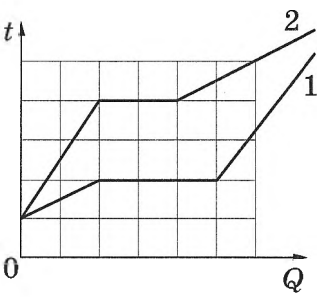
9 Находясь в цилиндре двигателя, газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 10 кДж. При этом он расширился, совершив работу 15 кДж. На сколько при этом уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ кДж.

10 Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 60 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11 На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q. Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня ***два*** верных утверждения и укажите их номера.

1) Температура кипения у первого тела в 2 раза меньше, чем у второго.
2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
3) Удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии первого тела в 3 раза больше, чем второго.
4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту парообразования.
5) Температура плавления второго тела больше, чем первого.

Ответ: | | |

12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1, а температура холодильника равна T_2. За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

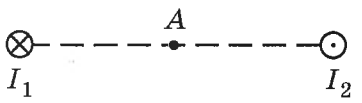
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) КПД двигателя	1) $1-\frac{T_2}{T_1}$
Б) работа, совершаемая двигателем за цикл	2) $\frac{Q_1(T_1-T_2)}{T_1}$
	3) $\frac{T_1-T_2}{T_2}$
	4) $\frac{Q_1T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке A двумя параллельными длинными прямыми проводниками с токами I_1 и I_2, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлен относительно рисунка ***(вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю)*** вектор $\vec{B}$ в точке A? *Ответ запишите словом (словами).*

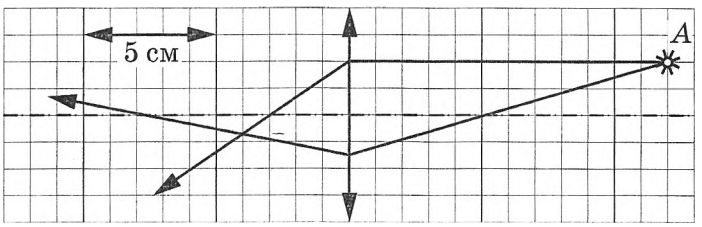


Ответ: _____.

14 Силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равны по модулю 20 мН. Каким станет модуль этих сил, если заряд каждого тела увеличить в 3 раза?

Ответ: _____ мН.

15 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Какова оптическая сила этой линзы? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ дптр.

16 В первом опыте по проволочному резистору течёт ток. Во втором опыте его заменили на другой резистор из проволоки того же сечения из того же металла, но вдвое большей длины. Через второй резистор пропустили вдвое меньший ток.

Выберите ***два*** верных утверждения о физических величинах, характеризующих эти опыты.

1) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте осталась прежней.
2) Сопротивление второго резистора в 2 раза больше, чем первого.
3) Сопротивление второго резистора в 2 раза меньше, чем первого.
4) Напряжение на резисторе во втором опыте в 2 раза уменьшилось.
5) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте уменьшилась в 2 раза.

Ответ: | | |

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается лучом света лазерной указки, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решётку, и угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум при удалении воды из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум

18 Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν, длина световой волны в воде — λ, показатель преломления воды относительно воздуха — n.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) скорость света в воздухе
Б) длина световой волны в воздухе

ФОРМУЛЫ

1) $\lambda \cdot \nu$
2) $\lambda \cdot n$
3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
4) $\frac{\lambda}{\nu} \cdot n$

Ответ:

А	Б

19 Укажите число электронов в электронной оболочке нейтрального атома бериллия $^{7}_{4}\mathrm{Be}$ и число нейтронов в его ядре.

Ответ:

Число электронов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором энергия фотонов равна $2{,}2 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Ответ: _____ нм.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона заряд ядра и число нуклонов в ядре?

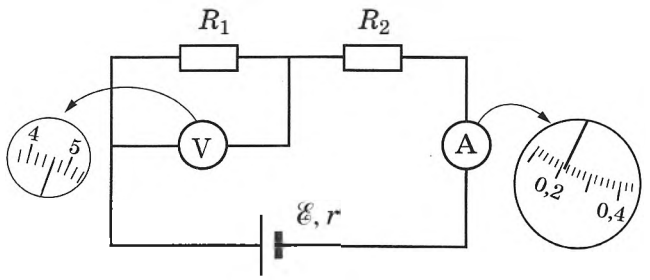
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

22 При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на резисторе равны цене деления амперметра и вольтметра.

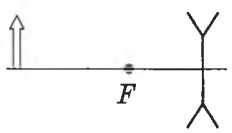


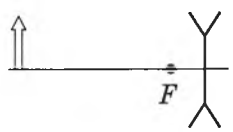
Определите показания вольтметра с учётом погрешности измерений.

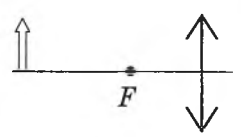
Ответ: (_____ ± _____) В.

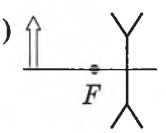
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

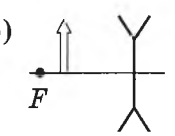
23 Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие ***два*** опыта можно провести для такого исследования?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера выбранных опытов.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e*	Масса, кг
Веста	265	2,36	3,63	0,089	$3{,}0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8{,}3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,079	$8{,}7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,77	4,62	0,230	$3{,}2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2{,}8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,78	0,202	$1{,}4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1{,}1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле: $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось, a — большая полуось орбиты. $e = 0$ — окружность, $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

1) Астероид Аквитания движется вокруг Солнца между орбитами Юпитера и Сатурна.
2) Чем меньше большая полуось орбиты астероида, тем больше его период обращения вокруг Солнца.
3) Орбита астероида Юнона находится между орбитами Марса и Юпитера.
4) Средняя плотность астероида Эвномия составляет 400 кг/м^3.
5) Астероид Аквитания вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Веста.

Ответ: ☐☐

Часть 2

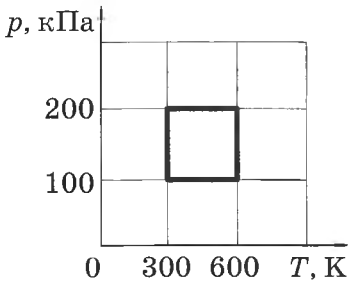
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Невесомая недеформированная пружина лежит на горизонтальном столе. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0{,}1$ кг, находящегося на том же столе. Брусок сдвигают вдоль оси пружины, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. При последующем движении брусок приобретает максимальную скорость, равную 1 м/с. Определите жёсткость пружины. Трение не учитывать.

Ответ: _____ Н/м.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

26 С идеальным газом происходит циклический процесс, pT-диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет 60 л. Определите количество вещества этого газа. Ответ округлите до целых.



Ответ: _____ моль.

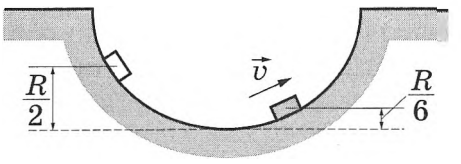
27 Предмет высотой 6 см расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от её оптического центра. Высота изображения предмета 12 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R. Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок).

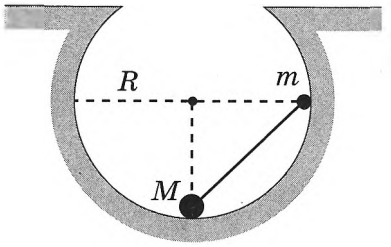


Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

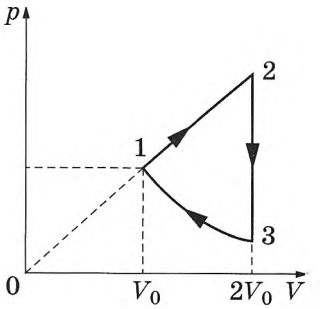
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

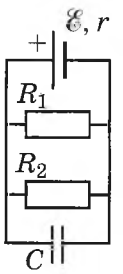
29 Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъёма шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R?



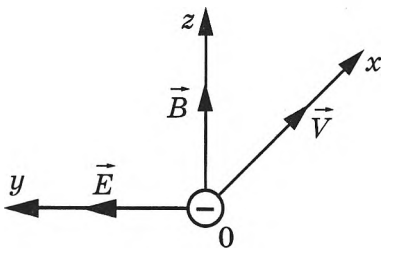
30 Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты $|Q_{хол}|$, отданное газом за цикл холодильнику.



31 Источник постоянного тока с ЭДС $\mathscr{E} = 10$ В и внутренним сопротивлением $r_1 = 0{,}4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора C, если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 60$ мкДж.



32 Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox под действием света с катода фотоэлемента, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть частота падающего света ν, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена против оси Oy? Работа выхода для вещества катода 2,39 эВ, напряжённость электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл. Оси Ox, Oy и Oz взаимно перпендикулярны.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

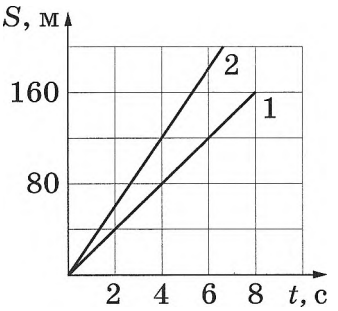
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 24

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Определите, во сколько раз скорость второго тела υ_2 больше скорости первого тела υ_1.



Ответ: в _____ раз(-а).

2 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ от силы нормального давления $F_д$ были получены следующие данные:

$F_{тр}$, Н	0,60	0,75	0,90	1,05
$F_д$, Н	2,0	2,5	3,0	3,5

Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

3 Тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 10 Н и направленной вдоль этой прямой. Сколько времени потребуется для того, чтобы под действием этой силы импульс тела изменился на 50 кг·м/с?

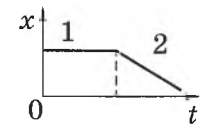
Ответ: _____ с.

4 Сосновый брус объёмом 0,06 м^3 плавает в воде, погрузившись на 0,4 своего объёма. Чему равна выталкивающая (архимедова) сила, действующая на брус?

Ответ: _____ Н.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 Бусинка может свободно скользить по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость её координаты от времени. Выберите ***два*** утверждения, которые можно сделать на основании графика.



1) Проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна, а на участке 2 — положительна.
2) Проекция ускорения бусинки на участке 1 равна нулю, а на участке 2 — отрицательна.
3) На участке 1 бусинка неподвижна, а участок 2 соответствует равномерному движению бусинки.
4) Участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а участок 2 — равноускоренному.
5) Скорость бусинки на участке 1 равна нулю, а на участке 2 постоянна.

Ответ: ☐☐

6 В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле силы тяжести Земли и скорость его движения по орбите?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия спутника в поле силы тяжести Земли	Скорость движения спутника по орбите

7 Тело, брошенное с горизонтальной поверхности Земли со скоростью υ под углом α к горизонту, поднимается над горизонтом на максимальную высоту h, а затем падает на расстоянии S от точки броска. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало́.
Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная высота h над горизонтом
Б) расстояние S от точки броска до точки падения

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{\upsilon^2 \sin^2\alpha}{2g}$
2) $\dfrac{\upsilon^2 \cos^2\alpha}{g}$
3) $\dfrac{\upsilon^2 \sin 2\alpha}{g}$
4) $\dfrac{\upsilon^2 \sin\alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 Температура газа в сосуде равна 2 °С. Какова абсолютная температура газа?

Ответ: _____ К.

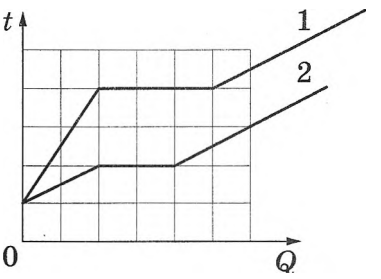
9 Находясь в цилиндре двигателя, газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 30 кДж, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 20 кДж. Какую работу при этом совершил газ?

Ответ: _____ кДж.

10 Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 50 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

11 На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q. Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня ***два*** верных утверждения и укажите их номера.

1) Температура плавления первого тела в 4 раза больше, чем у второго.
2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.
4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ: | | |

12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1, а температура холодильника равна T_2. За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику
Б) КПД двигателя

ФОРМУЛЫ

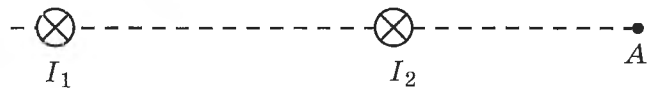
1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$
3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке A двумя параллельными длинными прямыми проводниками с токами I_1 и I_2, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлен относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) вектор $\vec{B}$ в точке A? *Ответ запишите словом (словами).*

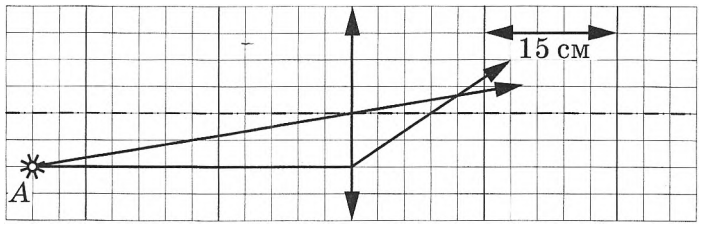


Ответ: _____.

14 Силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равны по модулю 80 мН. Каким станет модуль этих сил, если расстояние между телами увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ мН.

15 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Какова оптическая сила этой линзы? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ дптр.

16 По проволочному резистору течёт ток. Резистор заменили на другой, с проволокой из того же металла и той же длины, но имеющей вдвое меньшую площадь поперечного сечения, и пропустили через него вдвое меньший ток.

Выберите ***два*** верных утверждения о физических величинах, характеризующих эти опыты.

1) Сопротивление второго резистора в 2 раза больше, чем первого.
2) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте осталась прежней.
3) Сопротивление второго резистора в 2 раза меньше, чем первого.
4) Напряжение на резисторе во втором опыте не изменилось.
5) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте увеличилась в 2 раза.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина световой волны, падающей на решётку, и угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с бóльшим показателем преломления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум

18 Пучок монохроматического света переходит из воздуха в воду. Скорость света в воздухе — c, длина световой волны в воздухе — λ, показатель преломления воды относительно воздуха — n. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) длина световой волны в воде
Б) частота световой волны в воде

ФОРМУЛЫ

1) $\lambda \cdot c$
2) $\frac{c}{\lambda}$
3) $\lambda \cdot c \cdot n$
4) $\frac{\lambda}{n}$

Ответ:

А	Б

19 Укажите число электронов в электронной оболочке нейтрального атома кислорода ${}^{21}_{8}O$ и число нейтронов в его ядре.

Ответ:

Число электронов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором энергия фотонов равна $6 \cdot 10^{-18}$ Дж?

Ответ: _____ нм.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона.

Как изменятся при захвате нейтрона массовое число ядра и число протонов в ядре?

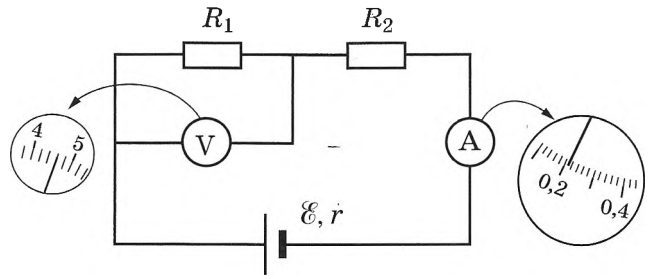
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Число протонов в ядре

22 При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на резисторе равны цене деления амперметра и вольтметра.

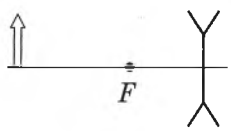


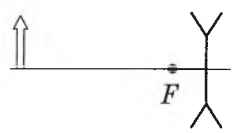
Определите показания амперметра с учётом погрешности измерений.

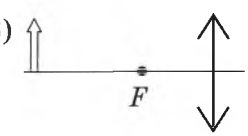
Ответ: (_____ ± _____) А.

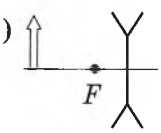
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

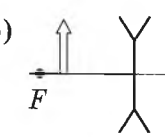
23 Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от расстояния между предметом и линзой. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие ***два*** опыта можно провести для такого исследования?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

Запишите в таблицу номера выбранных опытов.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e*	Масса, кг
Веста	265	2,36	3,63	0,089	$3{,}0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8{,}3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,079	$8{,}7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,77	4,62	0,230	$3{,}2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2{,}8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,78	0,202	$1{,}4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1{,}1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле: $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось, a — большая полуось орбиты. $e = 0$ — окружность, $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

1) Средняя плотность астероида Геба составляет 400 кг/м^3.
2) Орбита астероида Эвномия находится между орбитами Марса и Юпитера.
3) Астероид Веста движется вокруг Солнца между орбитами Земли и Венеры.
4) Астероид Паллада вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Церера.
5) Большие полуоси орбит астероидов Церера и Паллада одинаковы, следовательно, они движутся по одной орбите друг за другом.

Ответ: ☐☐

Часть 2

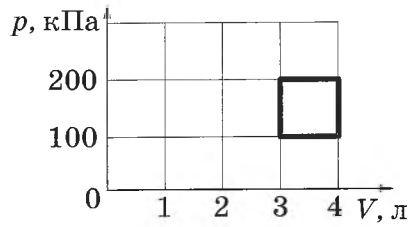
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Невесомая недеформированная пружина с жёсткостью $k = 1000$ Н/м лежит на горизонтальном столе. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0{,}1$ кг, находящегося на том же столе. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпускания бруска его скорость достигла величины $\upsilon = 1$ м/с? Трение не учитывать.

Ответ: _____ см.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

26 С идеальным газом происходит циклический процесс, диаграмма p–V которого представлена на рисунке. Наинизшая температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 360 К. Определите количество вещества этого газа. Ответ округлите до десятых.



Ответ: _____ моль.

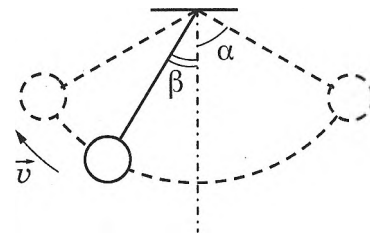
27 Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

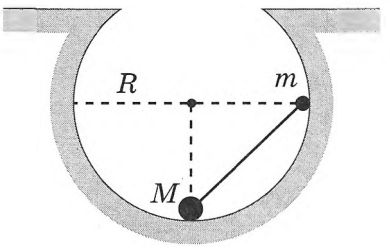
28 Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60°$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарику в тот момент, когда шарик движется влево вверх, а нить образует угол $\beta = 30°$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



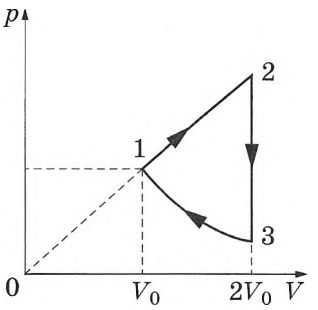
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

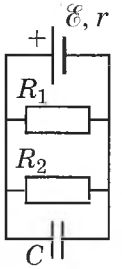
29 Небольшие шарики, массы которых m и M, соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m.



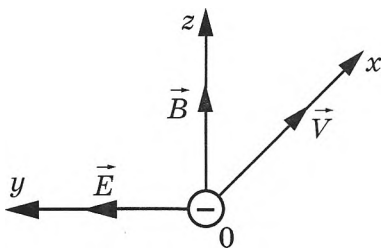
30 Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. Участок 3–1 — адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно $|Q_{хол}| = 3370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу $|A_{31}|$ внешних сил на адиабате.



31 Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0{,}4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору ёмкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника $\mathscr{E}$, если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



32 Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox с катода фотоэлемента под действием света, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть напряжённость электрического поля E, чтобы самые быстрые электроны отклонялись в положительном направлении оси Oy? Работа выхода для вещества катода 2,39 эВ, частота света $6{,}4 \cdot 10^{14}$ Гц, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл. Оси Ox, Oy и Oz взаимно перпендикулярны.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

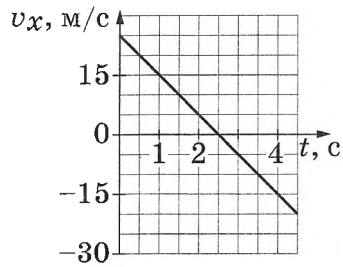
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 25

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x. Определите модуль ускорения тела.



Ответ: _____ м/с^2.

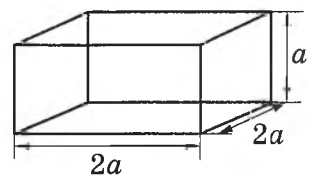
2 Две звезды одинаковой массы притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F. Во сколько раз увеличился бы модуль сил притяжения между звёздами, если расстояние между их центрами уменьшить в 2 раза, а массу каждой звезды увеличить в 3 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

3 Координата тела массой 8 кг, движущегося вдоль оси x, изменяется по закону $x = x_0 + v_x t$, где $x_0 = 6$ м; $v_x = 8$ м/с. Чему равна кинетическая энергия тела в момент времени $t = 2$ с?

Ответ: _____ Дж.

4 Аквариум, изображённый на рисунке, доверху наполнили водой. Найдите силу давления воды на дно аквариума, если величина a = 20 см. Атмосферное давление не учитывать.



Ответ: _____ Н.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жёсткостью прикрепили к штативу, поочерёдно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учётом погрешностей представлены в таблице.

№ опыта	№ пружины	Масса груза m, г	Удлинение пружины Δl, см
1	пружина № 1	100	1,9±0,1
2	пружина № 1	200	4,1±0,1
3	пружина № 1	300	6,0±0,1
4	пружина № 2	200	1,9±0,1
5	пружина № 2	300	2,9±0,1
6	пружина № 2	400	4,1±0,1

Выберите ***два*** утверждения, соответствующих результатам этих опытов.

1) Закон Гука выполняется только для пружины № 1.
2) Жёсткость пружины № 1 в 2 раза меньше, чем у пружины № 2.
3) Жёсткость пружины № 1 равна 500 Н/м.
4) Жёсткость пружины № 2 равна 10 Н/м.
5) Если к пружине № 2 подвесить груз 500 г, то её удлинение составит 5,0 ± 0,1 см.

Ответ: ☐☐

6 Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведёт себя кинетическая энергия груза и его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени и зависимостью проекции перемещения этого тела от времени для одного и того же движения (все величины выражены в СИ).
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

А) $v_x = 3 - 2t$

Б) $v_x = 5 + 4t$

ПРОЕКЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

1) $s_x = 5t + 2t^2$
2) $s_x = 5t + 4t^2$
3) $s_x = 3t - 2t^2$
4) $s_x = 3t - t^2$

Ответ:

А	Б

8 Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице.

Состояние	p, 10^5 Па	V, 10^{-3} м^3	T, К
А	1,0	4	
В	1,5	8	900

Какое число следует внести в свободную клетку таблицы?

Ответ: _____ К.

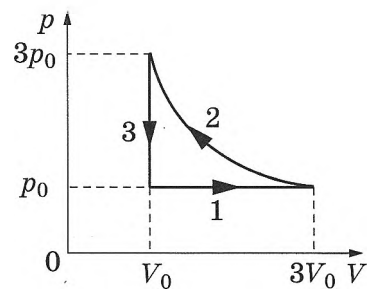
9 Газ в сосуде сжали, совершив работу, равную 30 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 25 Дж. Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде?

Ответ: _____ Дж.

10 Относительная влажность воздуха при температуре 12 °С равна 40 %. Чему равно парциальное давление водяного пара, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 1400 Па?

Ответ: _____ Па.

11 На pV-диаграмме отображена последовательность трёх процессов (1 → 2 → 3) изменения состояния 2 моль идеального газа. Выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих эти процессы.

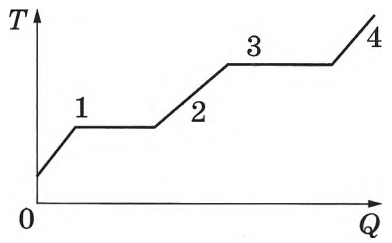


1) В процессе 1 газ нагревают.
2) Процесс 1 является изотермическим.
3) В процессе 3 газ совершает работу.
4) В процессе 2 происходит сжатие газа при постоянной температуре.
5) Процесс 3 является изобарным.

Ответ:

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

12 В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q. Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.



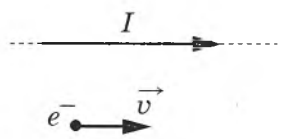
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	УЧАСТКИ ГРАФИКА
А) нагревание вещества в газообразном состоянии	1) 1
Б) кипение жидкости	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

13 Электрон e^- имеет горизонтальную скорость $\vec{v}$, направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) действующая на электрон сила Лоренца $\vec{F}$? *Ответ запишите словом (словами).*

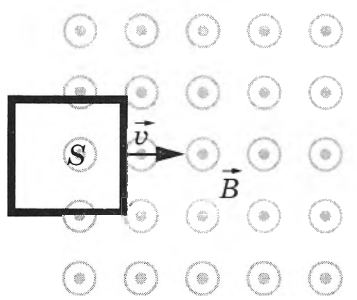


Ответ: _____.

14 По участку цепи, состоящему из резистора $R = 4$ кОм, течёт постоянный ток $I = 100$ мА. За какое время на этом участке выделится количество теплоты $Q = 2{,}4$ кДж?

Ответ: _____ с.

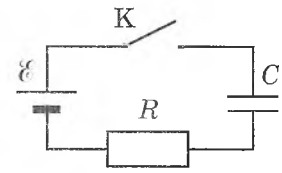
15 В некоторой области пространства создано вертикальное однородное магнитное поле с индукцией 40 мТл (см. рисунок). Горизонтальная квадратная металлическая рамка со стороной 20 см движется через границу этой области с постоянной скоростью $\vec{v}$. Определите ЭДС индукции, возникающую при этом в рамке, если скорость движения рамки равна 2 м/с.



Ответ: _____ мВ.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

16 Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с погрешностью ±1 мкА, представлены в таблице.



t, с	0	1	2	3	4	5	6
I, мкА	300	110	40	15	5	2	1

Выберите ***два*** утверждения, соответствующих результатам этого опыта. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

1) В течение первой секунды ток через резистор не течёт.
2) В момент времени $t = 2$ с напряжение на конденсаторе равно 5,2 В.
3) В течение всего времени наблюдения конденсатор заряжается.
4) ЭДС источника тока равна 12 В.
5) В момент времени $t = 4$ с напряжение на конденсаторе равно 4,9 В.

Ответ: ☐☐

17 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и резистора. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника сила тока в цепи и напряжение на резисторе?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе

18 Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L. При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{q^2}{2C}$
2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

19 Элемент менделевий был получен при бомбардировке α-частицами ядер элемента X в соответствии с реакцией $X + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{256}_{101}Md + {}^{1}_{0}n$.

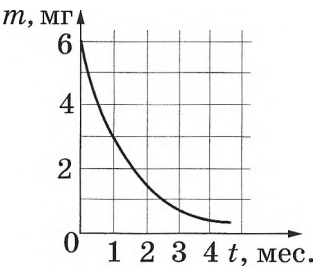
Укажите зарядовое число и массовое число элемента X.

Ответ:

Зарядовое число	Массовое число

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Ответ: _____ месяц(-а, -ев).

21 На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

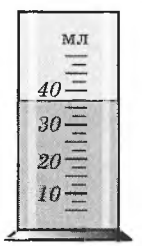
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22 Ученик измерял объём жидкости при помощи мензурки (см. рисунок). Погрешность измерения объёма равна цене деления мензурки. Запишите в ответ объём жидкости с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) $см^3$.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

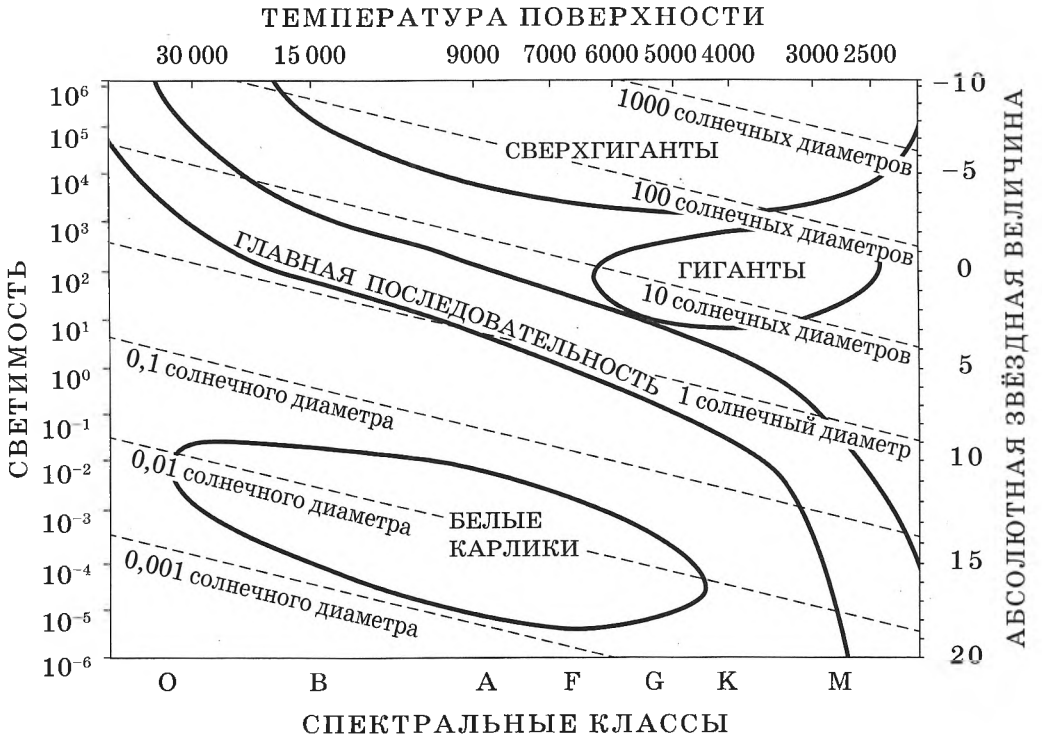
23 Для проведения опыта по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, параметры которых указаны в таблице. Какие ***два*** проводника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника, м	Диаметр проводника, мм	Материал
1	5	1,0	медь
2	10	0,5	медь
3	20	1,0	алюминий
4	10	0,5	алюминий
5	10	1,0	медь

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ: ☐☐

24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рессела.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Выберите ***два*** утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

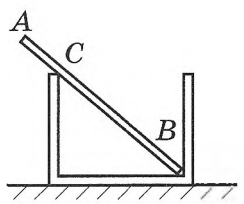
1) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса B главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса G главной последовательности.
2) Температура поверхности звёзд спектрального класса F ниже температуры звёзд спектрального класса A.
3) Звезда Арктур имеет температуру поверхности 4100 К, следовательно, она относится к звёздам спектрального класса B.
4) Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, следовательно, она относится к сверхгигантам.
5) Средняя плотность сверхгигантов существенно больше средней плотности белых карликов.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Однородный стержень AB массой 100 г покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C, равен 0,5 Н. Чему равен модуль горизонтальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B, если модуль вертикальной составляющей этой силы равен 0,6 Н? Трением пренебречь.



Ответ: _____ Н.

26 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0 °С, начальная температура воды 30 °С. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

27 Поток фотонов выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых 10 эВ. Энергия фотонов в 3 раза больше работы выхода фотоэлектронов. Какова энергия фотонов?

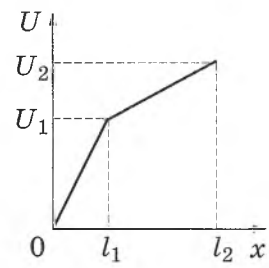
Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

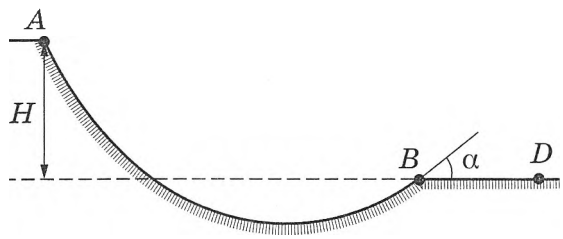
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x между клеммами. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

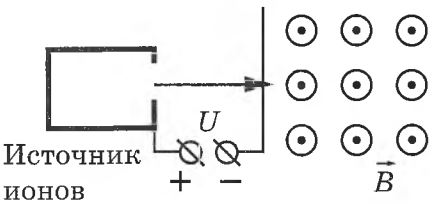
29 Шайба массой $m = 100$ г начинает движение по жёлобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по жёлобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на величину ΔE. В точке B шайба вылетает из жёлоба под углом $\alpha = 15°$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите величину ΔE. Сопротивлением воздуха пренебречь.



30 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции $\vec{B}$ (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0{,}2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



32 В открытый контейнер поместили 1,5 г изотопа полония-210 $^{210}_{84}$Po. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1{,}4 \cdot 10^5$ Па. Определите объём контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °C. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

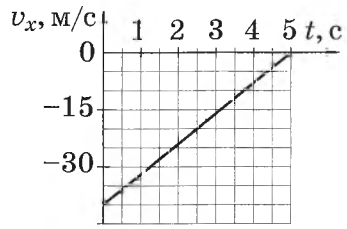
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 26

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x. Определите ускорение тела.



Ответ: _____ м/с^2.

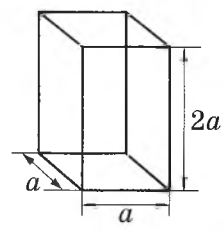
2 Две звезды одинаковой массы притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F. Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звёздами, если расстояние между их центрами увеличить в 1,5 раза, а массу каждой звезды уменьшить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

3 Координата тела массой 10 кг, движущегося вдоль оси Ox, изменяется по закону $x = x_0 + \upsilon_x t$, где $x_0 = -10$ м; $\upsilon_x = -6$ м/с. Чему равна кинетическая энергия тела в момент времени $t = 4$ с?

Ответ: _____ Дж.

4 Сосуд, изображённый на рисунке, доверху наполнили керосином. Найдите давление керосина на дно сосуда, если величина $a = 50$ см. Атмосферное давление не учитывать.



Ответ: _____ Па.

5 В лабораторных опытах по изучению закона Гука резиновый жгут прикрепили к штативу, затем стали подвешивать к нему грузы разной массы и измерять линейкой удлинение жгута. Результаты опытов с учётом погрешностей представлены в таблице.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

№ опыта	Масса груза m, г	Удлинение жгута Δl, см
1	40	2,0±0,1
2	80	3,9±0,1
3	120	6,1±0,1
4	160	8,5±0,1
5	200	11,0±0,1
6	240	13,5±0,1

Выберите ***два*** утверждения, соответствующих результатам этих опытов.

1) Закон Гука выполняется для всех шести опытов.
2) Жёсткость жгута увеличивается с увеличением массы груза.
3) Закон Гука выполняется только для первых трёх опытов.
4) Жёсткость жгута для первых трёх опытов равна 20 Н/м.
5) Жёсткость жгута равна 40 Н/м.

Ответ: ☐☐

6 Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведёт себя потенциальная энергия пружины и скорость груза, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Скорость груза

7 Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени (начальная координата тела равна 0).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СКОРОСТЬ

А) $v_x = -2$

Б) $v_x = 5 - t$

КООРДИНАТА

1) $x = -2t$

2) $x = -2t^2$

3) $x = 5t - 0{,}5t^2$

4) $x = 5t + 2t^2$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 Газ в цилиндре переводится из состояния A в состояние B, причём его масса не изменяется. Параметры, определяющие состояние идеального газа, приведены в таблице.

Состояние	p, 10^5 Па	V, 10^{-3} м^3	T, К
A	1,0	4	300
B		2	600

Какое число следует внести в свободную клетку таблицы?

Ответ: _____ 10^5 Па.

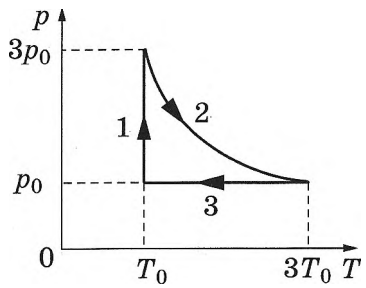
9 Внешние силы совершили работу над газом, равную 300 Дж, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 100 Дж. Какое количество теплоты отдал газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж.

10 Относительная влажность воздуха в помещении равна 30 %, температура воздуха 18 °C. Чему равно парциальное давление водяного пара в помещении, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 2000 Па?

Ответ: _____ Па.

11 На pT-диаграмме отображена последовательность трёх процессов (1 → 2 → 3) изменения состояния 2 моль идеального газа.



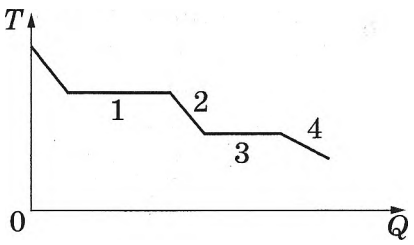
Выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих эти процессы.

1) В процессе 1 газ отдаёт положительное количество теплоты.
2) Процесс 2 является изотермическим.
3) В процессе 3 газ совершает работу.
4) В процессе 2 происходит расширение газа при постоянной температуре.
5) В процессе 1 происходит сжатие газа при постоянной температуре.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

12 На рисунке показан график изменения температуры T вещества в цилиндре под поршнем при постоянном давлении по мере выделения им количества теплоты Q. Какие участки графика соответствуют конденсации пара и остыванию вещества в твёрдом состоянии? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.



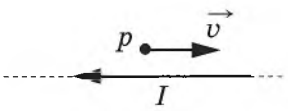
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	УЧАСТКИ ГРАФИКА
А) конденсация пара	1) 1
Б) остывание твёрдого вещества	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

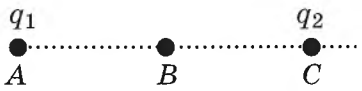
А	Б

13 Протон p имеет скорость $\vec{v}$, направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка ***(вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю)*** действующая на протон сила Лоренца? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 Точка B находится на середине отрезка AC. Неподвижные точечные заряды $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -20$ нКл расположены в точках A и C соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку A взамен заряда q_1, чтобы напряжённость электрического поля в точке B увеличилась в 2 раза, не меняя направления?



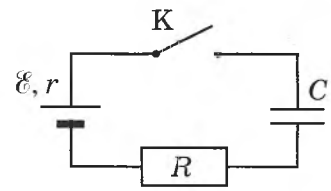
Ответ: _____ нКл.

15 Предмет находится перед плоским зеркалом на расстоянии 60 см от него. Каково будет расстояние между предметом и его изображением, если предмет приблизить к зеркалу на 25 см?

Ответ: _____ см.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

16 Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с погрешностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



t, с	0	1	2	3	4	5	6
I, мкА	300	110	40	15	5	2	1

Выберите ***два*** утверждения, соответствующих результатам этого опыта. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

1) ЭДС источника тока равна 6 В.
2) К моменту времени $t = 2$ с конденсатор полностью заряжен.
3) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 0,3 В.
4) Напряжение на резисторе с течением времени монотонно возрастает.
5) В момент времени $t = 4$ с напряжение на конденсаторе равно 5,9 В.

Ответ: ☐☐

17 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и резистора. Как изменятся при уменьшении внутреннего сопротивления источника мощность, выделяющаяся на резисторе, и электродвижущая сила источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Мощность, выделяющаяся на резисторе	Электродвижущая сила источника

18 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I — сила тока; U — напряжение; R — сопротивление резистора.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{U}{I}$

Б) $\frac{U^2}{R}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд, протёкший через резистор
2) сила тока через резистор
3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
4) сопротивление резистора

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

19 Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией ${}_0^1\mathrm{n} + {}_{92}^{235}\mathrm{U} \to$ $\to {}_Z^A\mathrm{X} + {}_{56}^{139}\mathrm{Ba} + 3{}_0^1\mathrm{n} + 7\gamma$. При этом образовалось ядро химического элемента ${}_Z^A\mathrm{X}$.

Укажите зарядовое число Z и массовое число A элемента X.

Ответ:

Зарядовое число	Массовое число

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 75 % большого количества первоначально имевшихся ядер радиоактивного изотопа распалось за 1 час. Каков период полураспада этого изотопа?

Ответ: _____ мин.

21 На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная скорость фотоэлектронов?

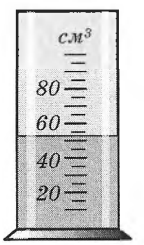
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная скорость фотоэлектронов

22 Ученик измерял объём жидкости при помощи мензурки (см. рисунок). Погрешность измерения объёма равна цене деления мензурки. Запишите в ответ объём жидкости с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) см^3.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

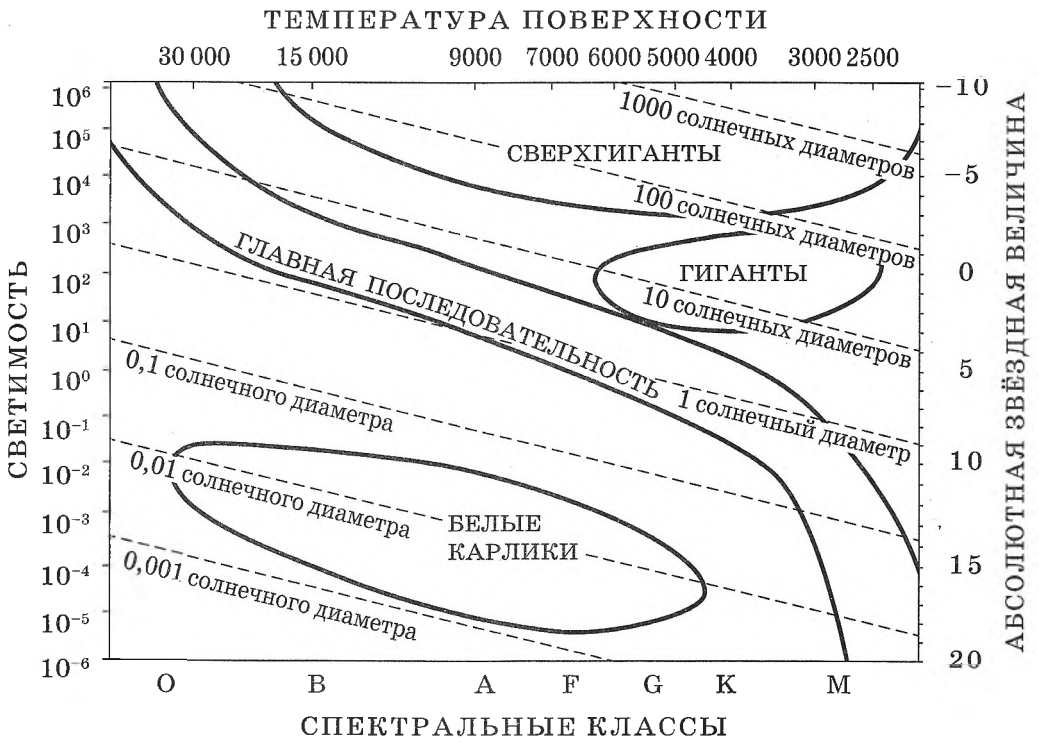
23 Для проведения опыта по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого сделан проводник, ученику выдали пять проводников, параметры которых указаны в таблице. Какие два проводника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника, м	Диаметр проводника, мм	Материал
1	5	1,0	медь
2	10	0,5	медь
3	20	1,0	алюминий
4	10	0,5	алюминий
5	10	1,0	медь

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ: ☐☐

24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рессела.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Выберите ***два*** утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

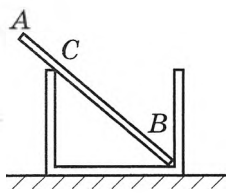
1) Средняя плотность гигантов существенно больше средней плотности белых карликов.
2) Температура звёзд спектрального класса *B* ниже температуры звёзд спектрального класса *F*.
3) Звезда Сириус B, имеющая радиус 0,02 $R_\odot$, относится к белым карликам.
4) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса *G* главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса *O* главной последовательности.
5) Звезда Капелла имеет температуру поверхности 5200 К и, следовательно, относится к звёздам спектрального класса *B*.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Однородный массивный стержень *AB* покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом *B* и опираясь на край банки в точке *C* (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке *C*, равен 0,5 Н. Вертикальная составляющая силы, с которой стержень давит на сосуд в точке *B*, равна по модулю 0,6 Н, а её горизонтальная составляющая равна по модулю 0,3 Н. Чему равна сила тяжести, действующая на стержень? Трением пренебречь.



Ответ: _____ Н.

26 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0 °С, начальная температура воды 15 °С. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

27 Поток фотонов выбивает из металла с работой выхода 5 эВ фотоэлектроны. Энергия фотонов в 1,5 раза больше максимальной кинетической энергии фотоэлектронов. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

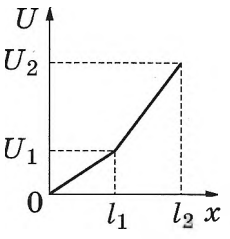
Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

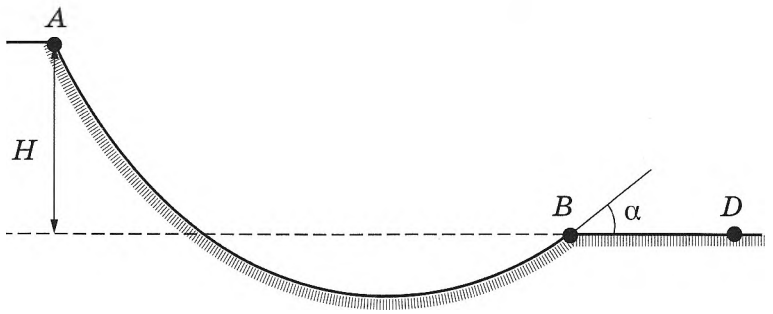
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x между клеммами. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

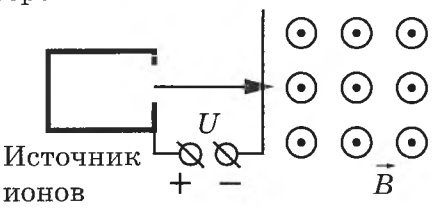
29 Массивная шайба начинает движение по жёлобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по жёлобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из жёлоба под углом $\alpha = 15°$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.



30 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600\,\text{K}$ и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции $\vec{B}$ (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0{,}2$ м, модуль индукции магнитного поля $B = 0{,}5$ Тл. Определите отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q}$. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



32 В открытый контейнер объёмом 80 мл поместили изотоп полония-210 $^{210}_{84}$Po. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1{,}3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °C. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

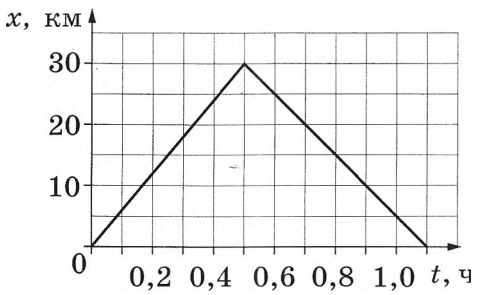
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 27

Часть 1

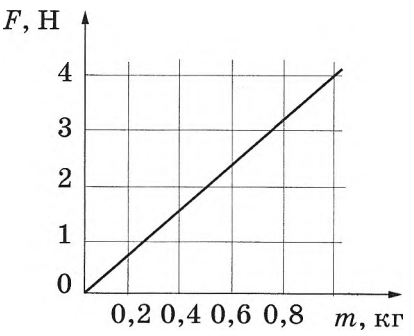
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б — в точке $x = 30$ км. Чему равна скорость автобуса на пути из Б в А?



Ответ: _____ км/ч.

2 На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Определите ускорение свободного падения на этой планете.



Ответ: _____ м/с^2.

3 Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. За 5 с импульс тела увеличивается на 15 кг·м/с. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу?

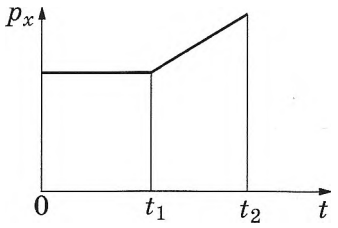
Ответ: _____ Н.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4 Какова скорость звуковых волн в среде, если при частоте 400 Гц длина волны $\lambda = 4$ м?

Ответ: _____ м/с.

5 На рисунке приведён график зависимости от времени для проекции на ось Ox импульса тела, движущегося по прямой. Как двигалось тело в интервалах времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2?



Выберите ***два*** утверждения, соответствующих графику.

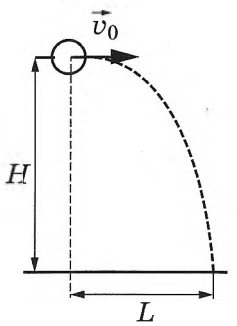
1) В интервале от 0 до t_1 не двигалось.
2) В интервале от 0 до t_1 двигалось равномерно.
3) В интервале от 0 до t_1 двигалось равноускоренно.
4) В интервале от t_1 до t_2 двигалось равномерно.
5) В интервале от t_1 до t_2 двигалось равноускоренно.

Ответ: ☐☐

6 Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью $\vec{v}_0$, за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдёт с временем и дальностью полёта, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полёта	Дальность полёта

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

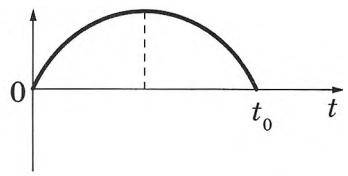
7 В момент $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью $\vec{v}$ (см. рисунок). Сопротивление воздуха пренебрежимо мало́. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полёта).



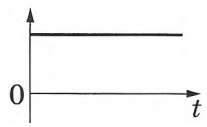
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости шарика v_y
2) проекция ускорения шарика a_y
3) координата y шарика
4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

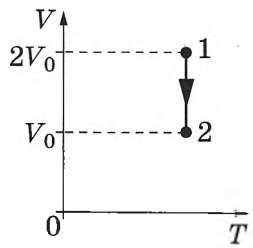
Ответ:

А	Б

8 Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен V_1. Объём 4 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$ равен V_2. Чему равно отношение V_2/V_1? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: _____.

9 На VT-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдаёт 30 кДж теплоты. Определите работу внешних сил.



Ответ: _____ кДж.

10 Парциальное давление водяного пара в воздухе при 20 °С равно 0,466 кПа, давление насыщенных водяных паров при этой температуре 2,33 кПа. Определите относительную влажность воздуха.

Ответ: _____ %.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается.

Выберите из предложенного перечня ***два*** верных утверждения, описывающих данный процесс.

1) Давление газа в ходе процесса увеличилось.
2) Объём газа в этом процессе остаётся неизменным.
3) Газ сжали, совершив над ним работу.
4) Температура газа в ходе процесса уменьшается.
5) Концентрация молекул газа в ходе процесса уменьшилась.

Ответ: ☐☐

12 В закрытом сосуде постоянного объёма при комнатной температуре находится воздух, содержащий ненасыщенный водяной пар. Температуру воздуха увеличили на 20 К. Как изменились при этом концентрация молекул воды и относительная влажность воздуха в сосуде?

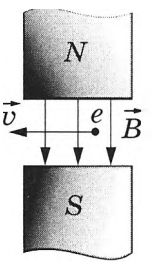
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация молекул воды в сосуде	Относительная влажность воздуха в сосуде

13 Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью $\vec{v}$, направленной горизонтально. Вектор индукции $\vec{B}$ магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Как направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) действующая на электрон сила Лоренца $\vec{F}$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14 При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U. При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно отношение v_2/v_1?

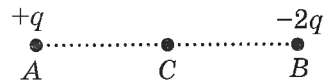
Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

15 Индуктивность витка проволоки равна $3 \cdot 10^{-3}$ Гн. Определите магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, если сила тока в витке равна 4 А.

Ответ: _____ мВб.

16 Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках A и B, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок). Точка C находится посередине между бусинками A и B.

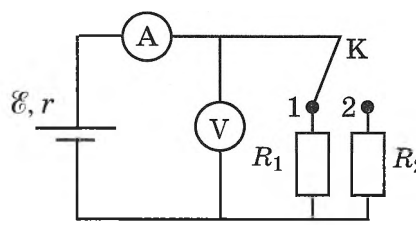


Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих эту ситуацию.

1) На бусинку B со стороны бусинки A действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке C направлена горизонтально влево.
3) Модули сил Кулона, действующих на бусинки, одинаковы.
4) Если бусинки соединить тонкой медной проволокой, они будут отталкиваться друг от друга.
5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

Ответ: | |

17 В схеме, показанной на рисунке, $R_1 > R_2$. Что произойдёт с показаниями амперметра и вольтметра после переключения ключа К из положения 1 в положение 2? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показания амперметра	Показания вольтметра

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
А) Ёмкость конденсатора	1) 1 Ф
Б) Сопротивление резистора	2) 1 Ом
	3) 1 Гн
	4) 1 Тл

Ответ:

А	Б

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	**Li** 3 литий 7_{93} $6_{7,4}$	**Be** 4 бериллий 9_{100}	**B** 5 бор 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 натрий 23_{100}	**Mg** 12 магний 24_{79} 26_{11} 25_{10}	**Al** 13 алюминий 27_{100}
4	IV	**K** 19 калий 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 кальций 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 скандий 45_{100}
	V	**Cu** 29 медь 63_{69} 65_{31}	**Zn** 30 цинк 64_{49} 66_{28} 68_{19}	**Ga** 31 галлий 69_{60} 71_{40}

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа калия.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Какая доля от исходного большого числа радиоактивных ядер распадается за интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменятся частота световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй?

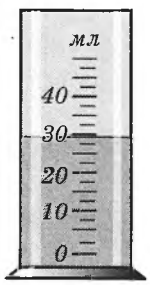
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22 Ученик измерял объём жидкости при помощи мензурки (см. рисунок). Погрешность измерения объёма равна цене деления мензурки. Запишите в ответ объём жидкости с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) см^3.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23 Для проведения опыта по обнаружению зависимости периода колебаний нитяного маятника от массы груза ученику выдали пять маятников, параметры которых указаны в таблице. Грузы — полые металлические шарики одинакового объёма. Какие ***два*** маятника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ маятника	Длина нити, см	Масса груза, г	Материал, из которого сделан груз
1	60	100	медь
2	100	200	сталь
3	80	300	алюминий
4	80	100	алюминий
5	150	120	сталь

В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7{,}7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего B	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус A	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус B	8200	1	0,01	$1{,}75 \cdot 10^{6}$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра A	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Звезда Альдебаран относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рессела.
2) Наше Солнце относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рессела.
3) Звезда Сириус B относится к сверхгигантам.
4) Звезда Капелла относится к гигантам.
5) Температура поверхности звезды α Центавра A соответствует температурам звёзд спектрального класса *O*.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Шайба массой m_1, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжёлую шайбу такого же размера массой m_2. В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 75 % её первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Чему равно отношение масс шайб m_2/m_1?

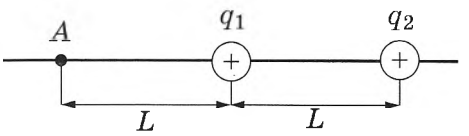
Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

26 Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $T = 240$ К, а давление — в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите конечную температуру газа.

Ответ: _____ К.

27 Два точечных положительных заряда: $q_1 = 85$ нКл и $q_2 = 140$ нКл — находятся в вакууме на расстоянии $L = 2$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электростатического поля этих зарядов в точке A, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого заряда (см. рисунок).

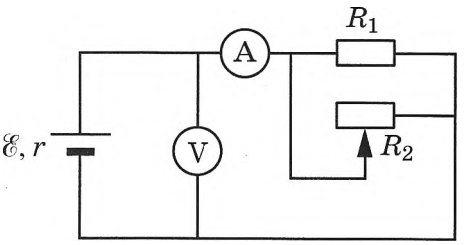


Ответ: _____ В/м.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

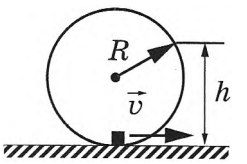
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов — идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *вправо*.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закреплённого кольца радиусом $R = 0{,}14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300$ К находится открытый цилиндрический сосуд (рис. 1). Высота сосуда $L = 50$ см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры T_1. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40$ см (рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0. Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46$ см (рис. 3). Чему равна температура T_1? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

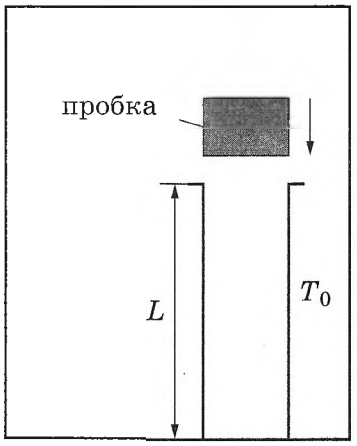


Рис. 1

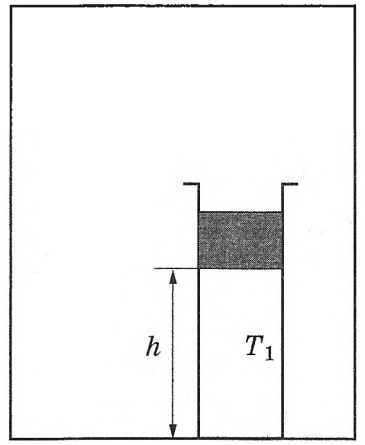


Рис. 2

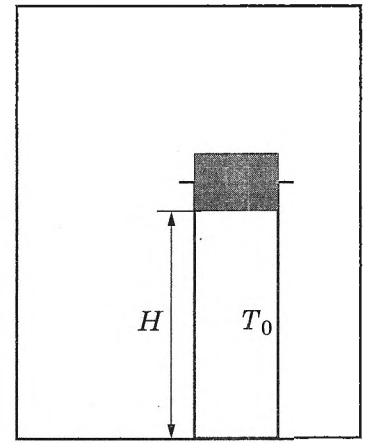


Рис. 3

31 Медное кольцо, диаметр которого 20 см, а диаметр провода кольца 2 мм, расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 10 А. Удельное сопротивление меди $\rho_{Cu} = 1{,}72 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.

32 Фотон с длиной волны, соответствующей «красной границе» фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), находящейся в сосуде, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

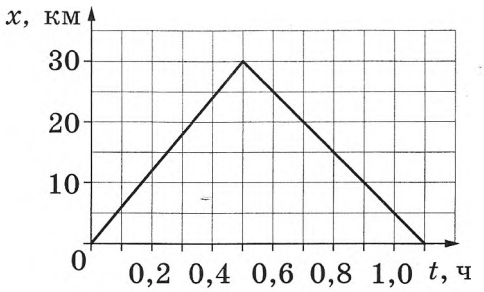
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 28

Часть 1

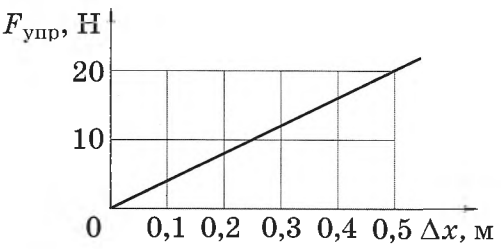
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б — в точке $x = 30$ км. Чему равна скорость автобуса на пути из А в Б?



Ответ: _____ км/ч.

2 На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости пружины от величины её деформации. Определите жёсткость этой пружины.



Ответ: _____ Н/м.

3 Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. За 3 с импульс тела увеличивается на 24 кг·м/с. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу?

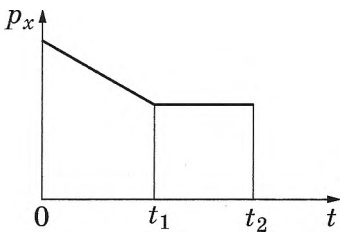
Ответ: _____ Н.

4 Какова частота звуковых волн, если в среде длина волны составляет 3 м, а скорость распространения 1800 м/с?

Ответ: _____ Гц.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

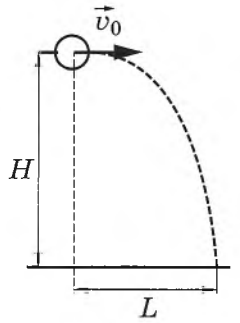
5 На рисунке приведён график зависимости от времени для проекции на ось Ox импульса тела, движущегося по прямой. Как двигалось тело в интервалах времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2? Выберите ***два*** утверждения, соответствующих графику.



1) В интервале от 0 до t_1 не двигалось.
2) В интервале от 0 до t_1 двигалось равномерно.
3) В интервале от 0 до t_1 двигалось равноускоренно.
4) В интервале от t_1 до t_2 двигалось равномерно.
5) В интервале от t_1 до t_2 двигалось равноускоренно.

Ответ: | | |

6 Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью $\vec{v}_0$, за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдёт со временем и дальностью полёта, если на этой же установке увеличить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полёта	Дальность полёта

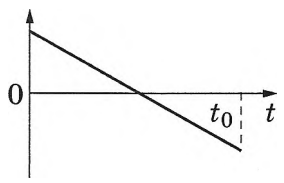
7 В момент $t=0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью $\vec{v}$ (см. рисунок). Сопротивление воздуха пренебрежимо мало́. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полёта).



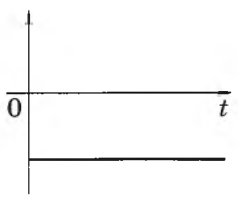
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости шарика v_y
2) проекция ускорения шарика a_y
3) координата y шарика
4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

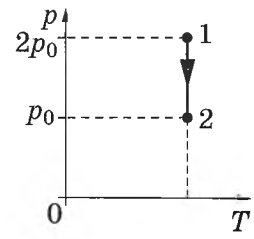
А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

8 Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен V_1. Объём 2 моль водорода при том же давлении и температуре $3T$ равен V_2. Чему равно отношение V_2/V_1? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: _____.

9 На pT-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Работа, совершённая газом, равна 40 кДж. Масса газа не меняется. Какое количество теплоты получает газ в ходе процесса 1–2?



Ответ: _____ кДж.

10 Парциальное давление водяного пара в комнате в 2 раза меньше давления насыщенного водяного пара при такой же температуре. Определите относительную влажность воздуха в комнате.

Ответ: _____ %.

11 В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного аргона уменьшилась.

Выберите из предложенного перечня ***два*** верных утверждения, описывающих данный процесс.

1) Температура газа в ходе процесса увеличилась.
2) В ходе процесса газ расширился, совершив работу.
3) Давление газа в течение всего процесса остаётся неизменным.
4) Концентрация молекул газа в ходе процесса уменьшилась.
5) Объём газа в ходе процесса уменьшается.

Ответ: | | |

12 В закрытом сосуде постоянного объёма при комнатной температуре долгое время находится влажный воздух. На стенках внутри сосуда видна обильная роса. Температуру воздуха медленно увеличили на 20 К. Роса на стенках сосуда при этом не пропала. Как изменились при этом концентрация молекул водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

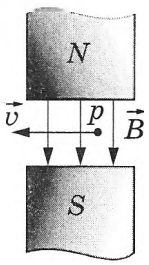
1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация молекул водяного пара в сосуде	Относительная влажность воздуха в сосуде

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Протон p влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью $\vec{v}$, направленной горизонтально. Вектор индукции $\vec{B}$ магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Как направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) действующая на протон сила Лоренца $\vec{F}$? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

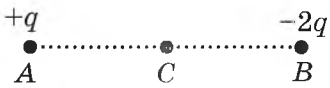
14 При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U. При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 2 раза. Чему равно отношение v_2/v_1?

Ответ: _____.

15 Индуктивность витка проволоки равна $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

Ответ: _____ А.

16 Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках A и B, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок). Точка C находится посередине между точками A и B.



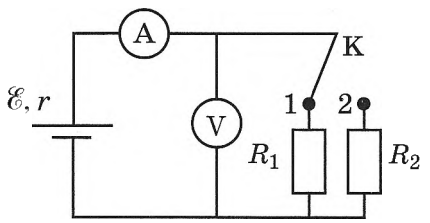
Из приведённого ниже списка выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих эту ситуацию.

1) На бусинку A со стороны бусинки B действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке C направлена горизонтально вправо.
3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку B, в 2 раза больше, чем модуль силы Кулона, действующей на бусинку A.
4) Если бусинки соединить тонкой медной проволокой, они будут притягивать друг друга.
5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 В схеме, показанной на рисунке, $R_1 < R_2$. Что произойдёт с показаниями амперметра и вольтметра после переключения ключа К из положения 1 в положение 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Показания амперметра	Показания вольтметра

18 Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
А) Магнитный поток	1) 1 Тл
Б) Потенциал электростатического поля	2) 1 В
	3) 1 В/м
	4) 1 Вб

Ответ:

А	Б

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	**Li** 3 ЛИТИЙ 7_{93} $6_{7,4}$	**Be** 4 БЕРИЛЛИЙ 9_{100}	**B** 5 БОР 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 НАТРИЙ 23_{100}	**Mg** 12 МАГНИЙ 24_{79} 26_{11} 25_{10}	**Al** 13 АЛЮМИНИЙ 27_{100}
4	IV	**K** 19 КАЛИЙ 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 КАЛЬЦИЙ 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 СКАНДИЙ 45_{100}
	V	**Cu** 29 МЕДЬ 63_{69} 65_{31}	**Zn** 30 ЦИНК 64_{49} 66_{28} 68_{19}	**Ga** 31 ГАЛЛИЙ 69_{60} 71_{40}

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа галлия.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Какая доля от исходного большого числа радиоактивных ядер остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменятся длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй?

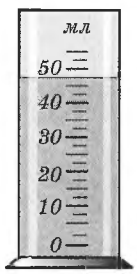
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22 Ученик измерял объём жидкости при помощи мензурки (см. рисунок). Погрешность измерения объёма равна цене деления мензурки. Запишите в ответ объём жидкости с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) $см^3$.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 Для проведения опыта по обнаружению зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити ученику выдали пять маятников, параметры которых указаны в таблице. Грузы — полые металлические шарики одинакового объёма. Какие ***два*** маятника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ маятника	Длина нити, см	Масса груза, г	Материал, из которого сделан груз
1	60	100	медь
2	100	200	сталь
3	80	300	алюминий
4	80	100	алюминий
5	150	200	сталь

В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7{,}7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего B	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус A	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус B	8200	1	0,01	$1{,}75 \cdot 10^{6}$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра A	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Звезда Ригель является сверхгигантом.
2) Звезда Сириус A относится к белым карликам.
3) Звезды Ригель и ε Возничего B имеют температуру, соответствующую звёздам спектрального класса *G*.
4) Наше Солнце относится к звёздам спектрального класса *B*.
5) Звезда α Центавра A относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рессела.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

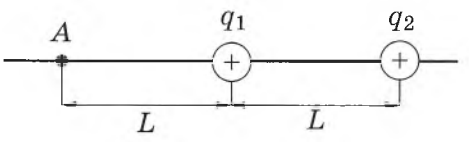
25 Шайба массой m_1, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжёлую шайбу такого же размера массой m_2. В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 50 % её первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Чему равно отношение масс шайб m_2/m_1?

Ответ: _____.

26 Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление — в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа.

Ответ: _____ К.

27 Два точечных положительных заряда: $q_1 = 50$ нКл и $q_2 = 80$ нКл — находятся в вакууме на расстоянии $L = 1$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электростатического поля этих зарядов в точке A, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого заряда (см. рисунок).

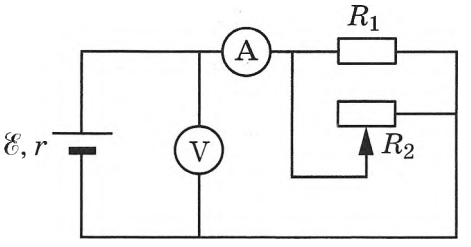


Ответ: _____ В/м.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

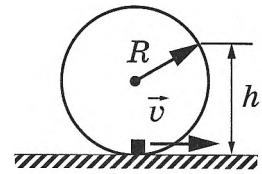
28 На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов — идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *влево*.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Небольшая шайба после толчка приобретает скорость v и скользит по внутренней поверхности гладкого закреплённого кольца радиусом $R = 0{,}14$ м. На высоте $h = 0{,}18$ м шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать. Определите скорость шайбы сразу после толчка.



30 В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300$ К находится открытый цилиндрический сосуд (рис. 1). Высота сосуда $L = 50$ см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 220$ К. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40$ см (рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0. Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным H (рис. 3). Чему равно H? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

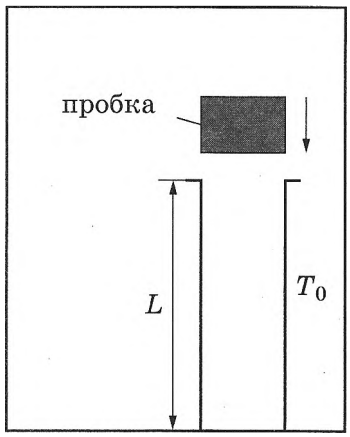


Рис. 1

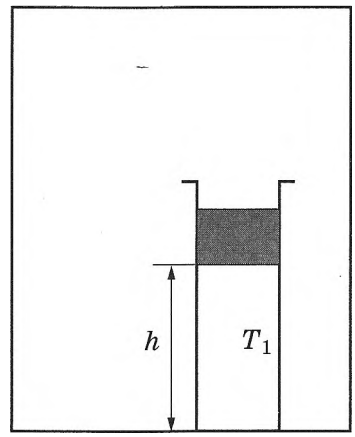


Рис. 2

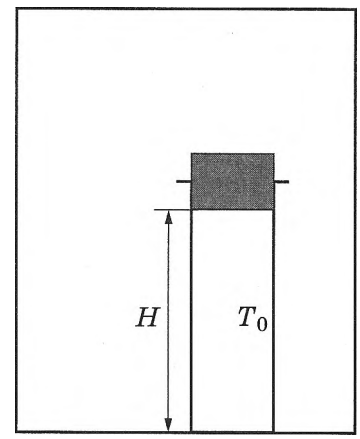


Рис. 3

31 Медное кольцо, диаметр которого D, а диаметр провода кольца 2 мм, расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Модуль скорости изменения магнитной индукции со временем равен 1 Тл/с, при этом в кольце возникает индукционный ток 10 А. Удельное сопротивление меди $\rho_{Cu} = 1{,}72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Определите диаметр кольца.

32 Фотон с длиной волны, соответствующей «красной границе» фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), находящейся в сосуде, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. Какой путь пролетит электрон, пока он разгонится в этом поле до скорости $v = 3 \cdot 10^6$ м/с? Релятивистские эффекты не учитывать.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

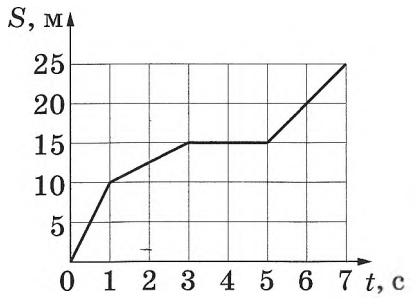
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 29

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график зависимости пути S, пройденного материальной точкой, от времени t. Определите скорость точки на интервале времени от 5 до 7 с.



Ответ: _____ м/с.

2 Сила гравитационного притяжения между двумя шарами равна 16 нН, если расстояние между их центрами равно 4 м. Какова будет сила притяжения между этими шарами, если расстояние между их центрами уменьшить до 2 м?

Ответ: _____ нН.

3 Из ствола пушки, закреплённой на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом 60° к горизонту вылетает снаряд массой 10 кг. Масса платформы с пушкой 10 т. До выстрела платформа с пушкой покоится. Чему равно отношение скоростей снаряда и пушки $\frac{v_{сн}}{v_{п}}$, с которыми они будут двигаться сразу после выстрела?

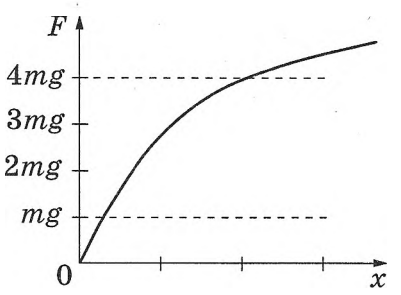
Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды $\frac{E_{гр}}{E_{легк.авт}}$ равно 4?

Ответ: _____ кг.

5 Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике.



Период малых вертикальных свободных колебаний груза массой m, подвешенного на резиновом жгуте, равен T_0.

Выберите ***два*** утверждения, соответствующих данному графику.

1) Для удлинения жгута закон Гука выполняется при всех используемых в опыте массах грузов.
2) Частота свободных колебаний груза сначала увеличивается, а затем уменьшается.
3) При увеличении массы груза период его вертикальных свободных колебаний на резиновом жгуте увеличивается.
4) Период T малых вертикальных свободных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T > 2T_0$.
5) Период T малых вертикальных свободных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T < 0{,}5T_0$.

Ответ: ☐☐

6 Стальной шарик висит на нитке, привязанной к штативу (рис. 1). Затем под шарик подставили стакан с водой, и шарик оказался целиком в воде (рис. 2). Как изменились при этом сила натяжения нити и сила тяжести, действующая на шарик?

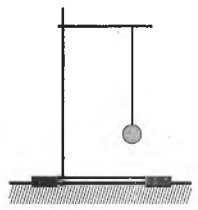


Рис. 1

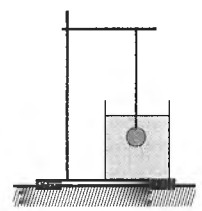


Рис. 2

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

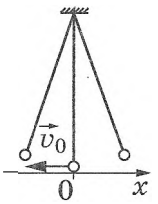
1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Сила тяжести, действующая на шарик

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

7 Груз, привязанный к нити, в момент $t = 0$ вышел с начальной скоростью $\vec{v}_0$ из состояния равновесия (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого.

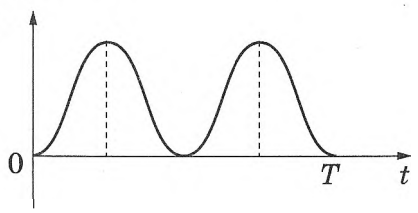


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

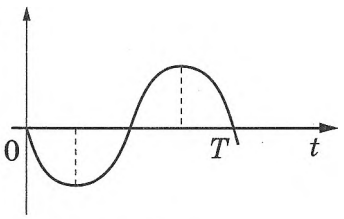
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



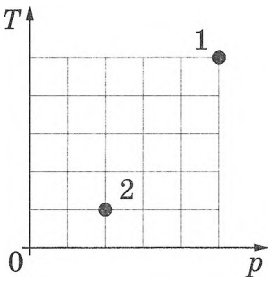
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) координата груза x
2) проекция скорости груза v_x
3) кинетическая энергия груза $E_к$
4) потенциальная энергия груза $E_п$

Ответ:

А	Б

8 В сосуде находится постоянное количество вещества идеального газа. Во сколько раз уменьшится объём газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: в _____ раз(-а).

9 Тепловая машина с КПД 40 % за цикл работы отдаёт холодильнику 60 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

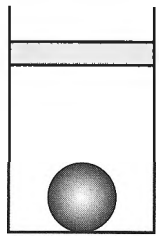
Ответ: _____ Дж.

10 Относительная влажность воздуха в комнате равна 60 %. Давление насыщенного водяного пара при той же температуре равно 2,5 кПа. Атмосферное давление равно 100 кПа. Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?

Ответ: _____ кПа.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

11 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит стальной шарик (см. рисунок). Из сосуда выпускается половина газа при неизменной температуре.



Выберите ***два*** верных утверждения, описывающих данный процесс.

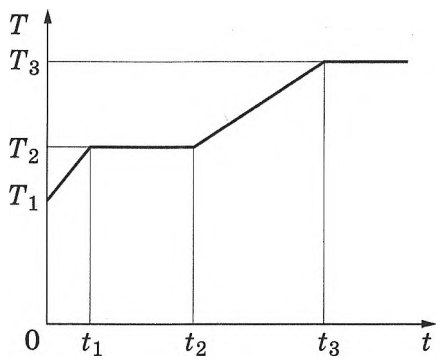
1) Давление газа в сосуде остаётся неизменным.
2) Объём газа в этом процессе остаётся неизменным.
3) Плотность газа в этом процессе увеличивается.
4) Сила Архимеда, действующая на шарик, не изменяется.
5) Концентрация молекул газа в сосуде увеличивается.

Ответ: | | |

12 Образец вещества массой m нагревают в калориметре. Тепловая мощность, подводимая от нагревателя к образцу, постоянна и равна P. Зависимость температуры T в калориметре от времени t представлена на графике. В момент $t = 0$ образец находился в твёрдом состоянии.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) удельная теплоёмкость жидкости $c_ж$
Б) количество теплоты, необходимое для полного расплавления твёрдого образца

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ

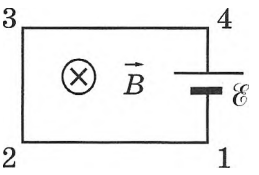
1) $P(t_2-t_1)$
2) $\dfrac{P(t_3-t_2)}{m(T_3-T_2)}$
3) $P(t_3-t_2)$
4) $\dfrac{P(T_3-T_2)}{m(t_3-t_2)}$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

13 Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого $\vec{B}$ направлен вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена относительно рисунка ***(вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю)*** вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 2–3? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

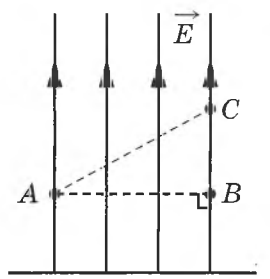
14 В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1, если к цепи подводится напряжение U. В цепи из пяти таких же резисторов, соединённых последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2, если к этой цепи подводится напряжение $3U$. Чему равно отношение $\frac{Q_2}{Q_1}$?

Ответ: _____.

15 Точечный источник света находится перед плоским зеркалом на расстоянии 1,2 м от него. На сколько уменьшится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, пододвинуть его ближе к источнику на 0,3 м?

Ответ: на _____ м.

16 На рисунке изображены линии напряжённости однородного электростатического поля, образованного равномерно заряженной протяжённой пластиной.



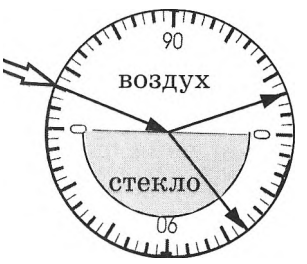
Выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих эту ситуацию.

1) Заряд пластины отрицательный.
2) Потенциал в точке B меньше, чем в точке C.
3) Работа сил электростатического поля по перемещению точечного отрицательного заряда из точки A в точку B равна нулю.
4) Если в точку A поместить точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вниз.
5) Напряжённость поля в точке A меньше, чем в точке C.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

17 Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на рисунке.



Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?

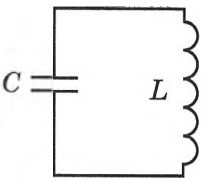
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления	Показатель преломления стекла

18 Зависимость силы тока от времени в идеальном колебательном контуре описывается выражением $I(t) = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$, где T — период колебаний. В момент τ_1 энергия катушки с током равна энергии конденсатора: $W_L = W_C$, — а напряжение на конденсаторе равно U. Каковы напряжение на конденсаторе в момент $\tau_2 = \frac{3}{8} T$ и амплитуда напряжения на конденсаторе?



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение на конденсаторе в момент $\tau_2 = \frac{3}{8} T$

Б) амплитуда напряжения на конденсаторе

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ

1) $2U$
2) $U\sqrt{2}$
3) U
4) $\frac{U}{\sqrt{2}}$

Ответ:

А	Б

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

19 В результате реакции синтеза ядра дейтерия с ядром ${}^{A}_{Z}X$ образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией: ${}^{2}_{1}H + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n$.

Укажите зарядовое число Z и массовое число A ядра X.

Ответ:

Зарядовое число	Массовое число

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Определите отношение частоты света первого пучка к частоте второго.

Ответ: _____.

21 Одним из примеров ядерных превращений является захват ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. Как меняются при этом число протонов и число нейтронов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

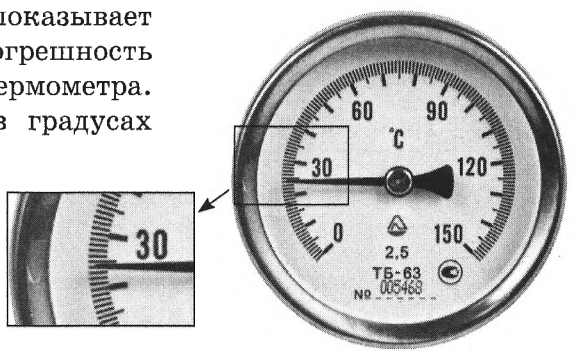
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число протонов	Число нейтронов

22 Термометр, изображённый на рисунке, показывает температуру воздуха в цехе завода. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ показания термометра в градусах Цельсия с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) °C.



В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

23 В процессе исследования силы трения, действующей между деревянным бруском с грузами и горизонтальной поверхностью, было проведено пять опытов, параметры установок которых приведены в таблице. В каждом опыте брусок с грузами равномерно передвигали по горизонтальной поверхности, измеряя горизонтальную силу тяги. На основании каких ***двух*** опытов можно сделать предположение о зависимости силы трения от силы нормального давления?

№ установки	Силы тяги, Н	Масса бруска с грузами, г	Материал поверхности, по которой движется брусок
1	3	600	дерево
2	2,8	800	бумага
3	2,6	800	пластмасса
4	2,2	700	сталь
5	3,5	700	дерево

В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ: ☐☐

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2074	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

1) Первая космическая скорость для Европы составляет примерно 1,44 км/с.
2) Радиус Титана примерно равен радиусу Земли.
3) Чем дальше спутник расположен от Солнца, тем меньшее его размеры.
4) Орбита Ио находится ближе к Юпитеру, чем орбита Каллисто.
5) Ускорение свободного падения на Тритоне равно 145 м/с^2.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Определите объём воздушного шара, висящего неподвижно на высоте, где плотность воздуха равна 0,9 кг/м^3. Шар заполнен газом плотностью 0,8 кг/м^3. Масса оболочки шара равна 60 кг.

Ответ: _____ м^3.

26 Воздух нагревали в сосуде постоянного объёма. При этом абсолютная температура воздуха в сосуде повысилась в 4 раза, а его давление увеличилось в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз уменьшилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(-а).

27 Поток фотонов выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых 10 эВ. Энергия фотонов в 3 раза больше работы выхода фотоэлектронов. Какова энергия фотонов?

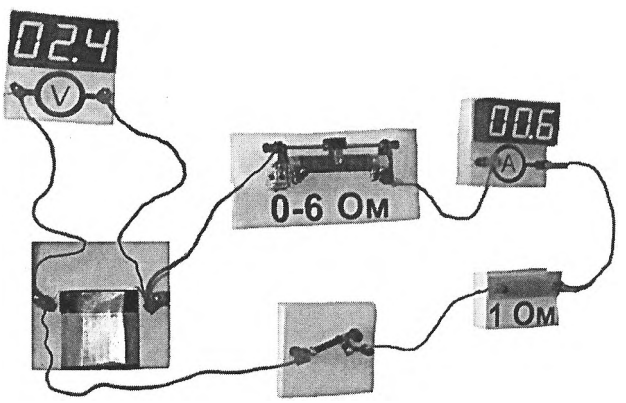
Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифрового вольтметра, подключённого к батарее, и цифрового амперметра.

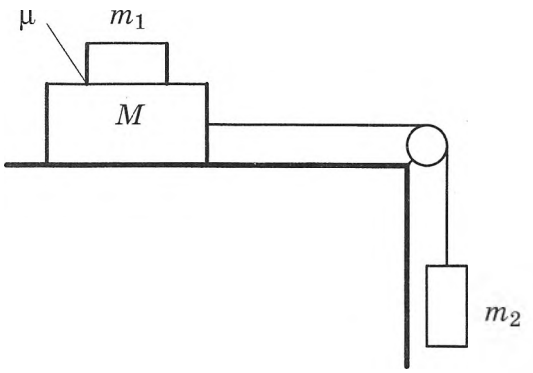
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

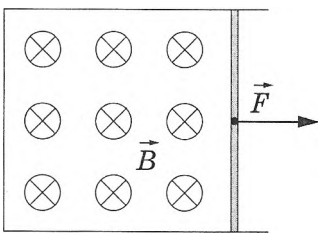
29 Система грузов M, m_1 и m_2, показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола — горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0{,}2$. Грузы M и m_2 связаны лёгкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 1{,}2$ кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое?



30 С разреженным газом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT. Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT. Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Количество вещества газа $\nu = 36$ моль.

31 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2{,}0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

32 Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу $F = 1{,}13$ Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

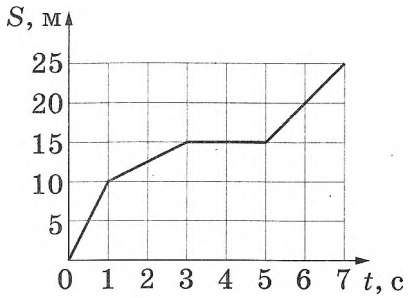
© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ВАРИАНТ 30

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график зависимости пути S, пройденного материальной точкой, от времени t. Определите максимальную скорость точки за время наблюдения.



Ответ: _____ м/с.

2 Сила гравитационного притяжения между двумя шарами равна 9 нН. Расстояние между их центрами равно 2 м. Какова будет сила притяжения между этими шарами, если расстояние между их центрами увеличить до 6 м?

Ответ: _____ нН.

3 Из ствола пушки, закреплённой на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом 60° к горизонту вылетает снаряд массой 10 кг со скоростью 1000 м/с. Масса платформы с пушкой 10 т. До выстрела платформа с пушкой покоится. Чему равна скорость платформы с пушкой после выстрела?

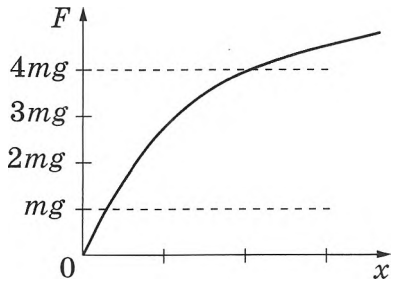
Ответ: _____ м/с.

4 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса грузовика $m = 4500$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды $\frac{E_{гр}}{E_{легк.авт}}$ равно 3?

Ответ: _____ кг.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5 Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Частота малых вертикальных свободных колебаний груза массой m, подвешенного на резиновом жгуте, равна ν_0.



Выберите ***два*** утверждения, соответствующих данному графику.

1) Для удлинения жгута закон Гука не выполняется.
2) Частота свободных колебаний груза сначала увеличивается, а затем уменьшается.
3) При увеличении массы груза частота его свободных колебаний на резиновом жгуте увеличивается.
4) Частота ν малых вертикальных свободных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu > 2\nu_0$.
5) Частота ν малых вертикальных свободных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu < 0{,}5\nu_0$.

Ответ: ☐☐

6 Стальной шарик висит на нитке, привязанной к штативу. Шарик целиком погружён в керосин (рис. 1). Затем стакан с керосином заменили на стакан с водой, и шарик оказался целиком в воде (рис. 2). Как изменились при этом сила натяжения нити и сила Архимеда, действующая на шарик?

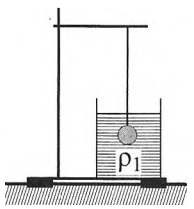


Рис. 1

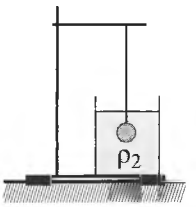


Рис. 2

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

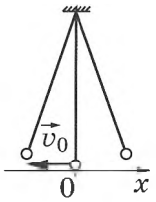
1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Сила Архимеда, действующая на шарик

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

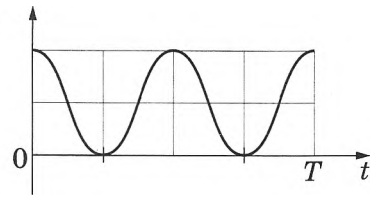
7 Груз, привязанный к нити, в момент $t = 0$ вышел с начальной скоростью $\vec{v}_0$ из состояния равновесия (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. (T — период колебаний груза.) Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



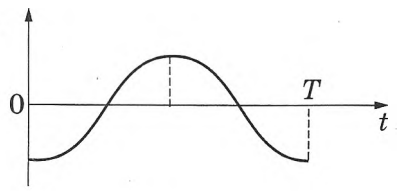
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



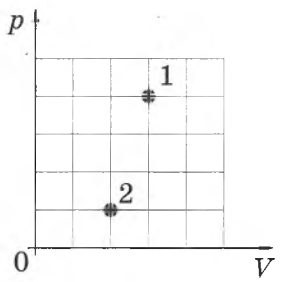
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) координата груза x
2) проекция скорости груза v_x
3) кинетическая энергия груза $E_к$
4) потенциальная энергия груза $E_п$

Ответ:

А	Б

8 В сосуде находится постоянное количество вещества идеального газа. Во сколько раз уменьшится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: в _____ раз(-а).

9 Тепловой двигатель получает за цикл от нагревателя количество теплоты, равное 200 Дж, и отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 150 Дж. Определите КПД двигателя.

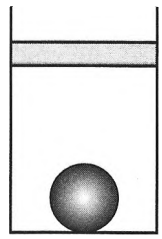
Ответ: _____ %.

10 Относительная влажность воздуха в комнате равна 40 %. Давление насыщенного водяного пара при той же температуре равно 2,0 кПа. Атмосферное давление равно 100 кПа. Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?

Ответ: _____ кПа.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

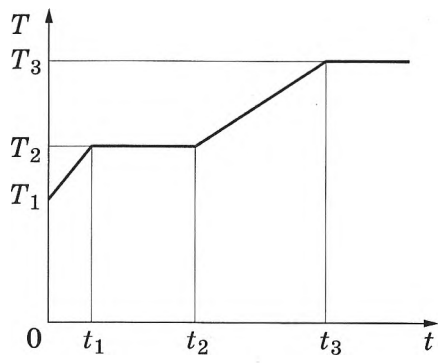
11 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит стальной шарик (см. рисунок). Газ нагревают. Выберите ***два*** верных утверждения, описывающих данный процесс.



1) Объём газа в этом процессе остаётся неизменным.
2) Давление газа в сосуде остаётся неизменным.
3) Плотность газа в этом процессе увеличивается.
4) Сила Архимеда, действующая на шарик, уменьшается.
5) Концентрация молекул газа в сосуде увеличивается.

Ответ: | | |

12 Образец вещества массой m нагревают в калориметре. Тепловая мощность, подводимая от нагревателя к образцу, постоянна и равна P. Зависимость температуры T в калориметре от времени t представлена на графике. В момент $t = 0$ образец находился в твёрдом состоянии.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости от температуры отвердевания до температуры кипения
Б) удельная теплота плавления λ

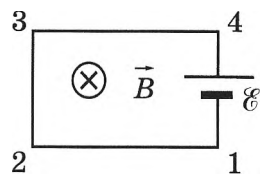
ФОРМУЛЫ ДЛЯ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ

1) $P(t_3-t_2)$
2) $mP(t_2-t_1)$
3) $\dfrac{P(t_2-t_1)}{mT_2}$
4) $\dfrac{P(t_2-t_1)}{m}$

Ответ:

А	Б

13 Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого $\vec{B}$ направлен вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена относительно рисунка (***вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3–4? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

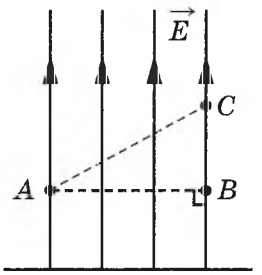
14 В цепи из трёх одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1, если к цепи подводится напряжение U. В цепи из двух таких же резисторов, соединённых последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2, если к этой цепи подводится напряжение $5U$. Чему равно отношение $\frac{Q_2}{Q_1}$?

Ответ: _____.

15 Точечный источник света находится перед плоским зеркалом на расстоянии 1,6 м от него. На сколько увеличится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, отодвинуть его от источника на 0,2 м?

Ответ: на _____ м.

16 На рисунке изображены линии напряжённости однородного электростатического поля, образованного равномерно заряженной протяжённой пластиной.

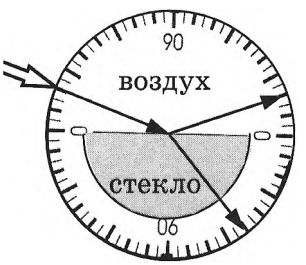


Выберите ***два*** правильных утверждения, описывающих данную ситуацию.

1) Заряд пластины положительный.
2) Потенциал в точке B больше, чем в точке C.
3) Работа сил электростатического поля по перемещению точечного положительного заряда из точки A в точку B положительна.
4) Если в точку B поместить точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вверх.
5) Напряжённость поля в точке A меньше, чем в точке C.

Ответ: | |

17 Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на рисунке.



Как изменятся при увеличении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

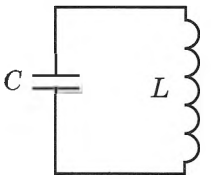
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления	Показатель преломления стекла

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

18 Зависимость силы тока от времени в идеальном колебательном контуре описывается выражением $I(t)=I_{\max}\sin\frac{2\pi}{T}t$, где T — период колебаний.



В момент τ_1 энергия катушки с током равна энергии конденсатора: $W_L=W_C$, — а сила тока в контуре равна I. Каковы заряд конденсатора в момент $\tau_2=\frac{5}{8}T$ и амплитуда заряда конденсатора?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ ДЛЯ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ
А) заряд конденсатора в момент $\tau_2=\frac{5}{8}T$	1) $\frac{IT\sqrt{2}}{2\pi}$
Б) амплитуда заряда конденсатора	2) $\frac{IT}{\sqrt{2}}$
	3) $\frac{IT}{2\pi\sqrt{2}}$
	4) $\frac{IT}{2\pi}$

Ответ:

А	Б

19 В результате столкновения ядра урана с частицей ${}^{A}_{Z}X$ произошло деление ядра урана, описываемое реакцией ${}^{A}_{Z}X+{}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{94}_{36}Kr+{}^{139}_{56}Ba+3{}^{1}_{0}n+7\gamma$.

Укажите зарядовое число Z и массовое число A частицы X.

Ответ:

Зарядовое число	Массовое число

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20 Отношение импульсов двух фотонов $\frac{p_1}{p_2}=2$. Определите отношение длин волн этих фотонов $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

Ответ: _____.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

21 Одним из примеров ядерных превращений является захват ядром свободного нейтрона. Как меняются при этом массовое число и заряд ядра?

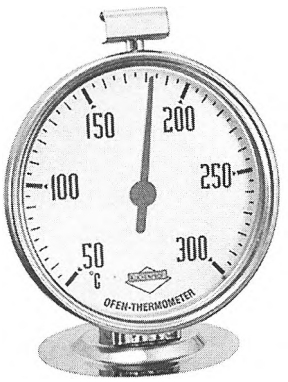
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

22 Термометр, изображённый на рисунке, показывает температуру горячего масла. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) °C.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23 В процессе исследования силы трения, действующей между деревянным бруском с грузами и горизонтальной поверхностью, было проведено пять опытов, параметры установок которых приведены в таблице. В каждом опыте брусок с грузами равномерно передвигали по горизонтальной поверхности, измеряя горизонтальную силу тяги. На основании каких ***двух*** опытов можно сделать предположение о зависимости силы трения от свойств поверхности, по которой движется брусок?

№ установки	Силы тяги, Н	Масса бруска с грузами, г	Материал поверхности, по которой движется брусок
1	3	600	дерево
2	2,8	800	бумага
3	3,2	900	пластмасса
4	2,2	700	сталь
5	3,5	700	дерево

В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ: ☐☐

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2074	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите ***два*** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

1) Ускорение свободного падения на Фобосе равно 11 м/с^2.
2) Вторая космическая скорость на Фобосе такая же, как и на Земле.
3) Каллисто находится дальше от Юпитера, чем Ио.
4) Чем ближе спутник расположен к Солнцу, тем больше его средняя плотность.
5) Первая космическая скорость для Луны составляет примерно 1,47 км/с.

Ответ: ☐☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Определите массу оболочки воздушного шара, висящего неподвижно на высоте, где плотность воздуха равна 0,9 кг/м^3. Шар заполнен газом плотностью 0,8 кг/м^3. Объём шара равен 600 м^3.

Ответ: _____ кг.

26 Воздух нагревали в сосуде постоянного объёма. При этом абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 4 раза, а его давление уменьшилось в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(-а).

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

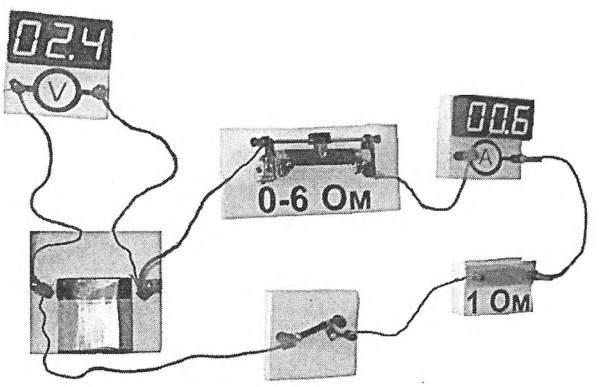
27 Поток фотонов выбивает из металла с работой выхода 5 эВ фотоэлектроны. Энергия фотонов в 1,5 раза больше максимальной кинетической энергии фотоэлектронов. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

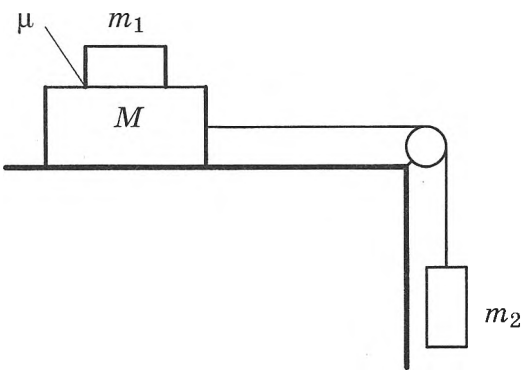
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифрового вольтметра, подключённого к батарее, и цифрового амперметра.
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Система грузов M, m_1 и m_2, показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола — горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0{,}2$. Грузы M и m_2 связаны лёгкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $m_1 = m_2 = 0{,}4$ кг. При каких значениях M грузы M и m_1 движутся как одно целое?



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 С разреженным газом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на $\Delta T = 1$ К. Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT. Определите количество вещества газа.

31 В идеальном колебательном контуре амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2{,}0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В, а сила тока в катушке в этот момент равна 4,0 мА. Найдите амплитуду колебаний силы тока в катушке индуктивности I_m.

32 Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0{,}1$ м^2, ограниченная проводящим контуром сопротивлением 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1Z} = 0{,}7$ Тл до конечного значения $B_{2Z} = 4{,}7$ Тл. Какой заряд за это время протекает по контуру?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Задания с кратким ответом

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, — 0 баллов.

№ вар. / № зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	−8	−4	4	16	−4	−16	15	40	8	−12
2	0,2	14	1,25	7,5	30	6	3	4	5	5
3	2	8	90	80	1500	8000	2	1,2	1,6	0,5
4	0,8	85	1	0,25	2000	320	500	0,34	0,3	0,4
5	23	15	34	12	34	15	14	35	25	34
6	21	12	13	31	22	11	23	13	33	22
7	32	13	34	42	14	32	14	23	13	34
8	300	200	3	2	10	1	300	200	2	2,5
9	40	75	2	4	50	80	40	450	1	2
10	75	200	4	2	25	300	25	2450	2	5
11	15	24	12	34	13	45	15	23	25	13
12	32	31	43	21	21	13	21	32	31	24
13	к наблюдателю	от наблюдателя	вниз	вверх	вверх	вниз	от наблюдателя	вверх	влево	вверх
14	1,6	0,4	40	25	4	81	3	4	6	7
15	8	75	60	20	75	70	500	12	8	4
16	45	12	13	25	13	24	14	35	24	14
17	21	12	11	22	21	12	11	22	31	11
18	23	42	14	32	34	12	13	13	41	32
19	612	1430	817	714	23	48	1314	2124	11	48
20	2	3	5	10	70	5	0,05	0,025	25	12,5
21	32	14	23	13	41	23	32	31	21	12
22	1,400,15	0,280,03	1,60,1	1,600,05	0,080,02	0,40,1	2,00,2	2,00,1	1,10,1	0,500,02
23	12	34	14	15	35	14	25	14	35	25
24	13	25	13	24	25	14	35	13	24	35
25	1	3	10	0,5	800	7	5	2	300	3
26	117	168	341	1160	690	84	0,4	27	0,37	2
27	0,6	45	660	3,3	2	2,4	960	450	2,7	2,8

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Продолжение таблицы

№ вар. / № зад.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	600	750	−3	1,875	−1,5	0,75	−5	2,5	−10	6
2	0,25	0,3	16,2	25	1,52	1,4	1	5	2	5
3	14	4	1500	15	11	3,6	6	0,16	9	15
4	150	0,75	9	12	1,8	0,6	5	10	4	2
5	13 или 31	24 или 42	25 или 52	34 или 43	45 или 54	14 или 41	12 или 21	34 или 43	12 или 21	45 или 54
6	32	23	32	31	12	12	31	33	21	22
7	34	12	21	43	14	12	23	41	23	24
8	225	300	16	81	2	0,5	100	500	2	1,6
9	0	30	80	40	500	450	4	360	60	65
10	90	20	62,5	25	60	15	15	20	100	12
11	45 или 54	12 или 21	12 или 21	35 или 53	23 или 32	45 или 54	12 или 21	45 или 54	34 или 43	45 или 54
12	41	23	11	21	43	31	22	11	23	33
13	вниз	вверх	влево	вправо	от наблюдателя	к наблюдателю	вправо	вверх	вниз	вверх
14	5	2,5	180	720	30	6	4	15	3	2,5
15	2	0,5	70	140	0,25	10	2	12	60	70
16	34 или 43	25 или 52	12 или 21	35 или 53	14 или 41	35 или 53	12 или 21	34 или 43	23 или 32	45 или 54
17	31	32	21	13	11	23	13	31	22	33
18	31	42	12	43	43	12	14	23	13	24
19	2020	3140	91234	84218	96151	93144	81127	84128	1516	1416
20	25	12,5	1,5	1,3	1,25	1,3	1	1	750	50
21	13	23	23	14	21	23	21	12	32	21
22	2,20,1	3,10,1	1,80,1	1,800,05	4,60,2	5,20,4	231	242	101,90,1	7641
23	35 или 53	15 или 51	13 или 31	24 или 42	14 или 41	13 или 31	25 или 52	14 или 41	12 или 21	23 или 32
24	23 или 32	13 или 31	23 или 32	35 или 53	23 или 32	15 или 51	24 или 42	13 или 31	12 или 21	34 или 43
25	0,05	1	37,5	160	4	5	0,2	5	0,7	0,2
26	15	10	4000	3000	10	0,75	4	6	1	0,1
27	3	6	12	5	15	100	2,75	1,55	3	4

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Окончание таблицы

№ вар. / № зад.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	7,5	2	250	1,5	10	8	50	60	5	10
2	0,32	0,12	0,5	0,3	36	9	4	40	64	1
3	4000	3	10	5	256	180	3	8	2000	0,5
4	8	8	10	240	320	8000	1600	600	4000	1500
5	23 или 32	45 или 54	13 или 31	35 или 53	25 или 52	34 или 43	25 или 52	34 или 43	34 или 43	15 или 51
6	12	11	31	12	22	12	32	31	23	21
7	42	24	41	13	41	13	34	12	41	32
8	800	800	373	275	300	4	8	6	2	6
9	2,5	10	5	10	5	200	30	40	100	25
10	2	0,5	100	100	560	600	20	50	1,5	0,8
11	35 или 53	14 или 41	13 или 31	35 или 53	14 или 41	15 или 51	13 или 31	24 или 42	14 или 41	24 или 42
12	31	14	12	41	43	14	32	13	21	14
13	к наблю-дателю	к наблю-дателю	вниз	вниз	вниз	вверх	от наблю-дателя	к наблю-дателю	вправо	вниз
14	150	200	180	20	60	40	0,25	0,5	3,6	37,5
15	3	2	33	11	16	70	12	6	0,6	0,4
16	34 или 43	13 или 31	25 или 52	14 или 41	23 или 32	15 или 51	34 или 43	12 или 21	34 или 43	12 или 21
17	13	23	31	22	22	13	12	21	23	13
18	21	32	32	42	13	43	12	42	32	41
19	3652	4052	43	813	99253	3694	1920	3138	49	01
20	660	22	900	33	1	30	75	25	2	0,5
21	22	13	31	13	13	23	22	21	21	13
22	1,60,1	4,30,1	4,60,2	0,200,02	37,52,5	555	30,02,5	47,52,5	241	1855
23	34 или 43	14 или 41	12 или 21	24 или 42	25 или 52	24 или 42	34 или 43	25 или 52	15 или 51	45 или 54
24	24 или 42	13 или 31	35 или 53	24 или 42	24 или 42	34 или 43	24 или 42	15 или 51	14 или 41	35 или 53
25	60	1	1000	1	0,3	1	4	2	600	60
26	800	800	5	0,1	550	1100	540	300	2	2
27	20	27	20	60	15	10	270	630	15	10

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

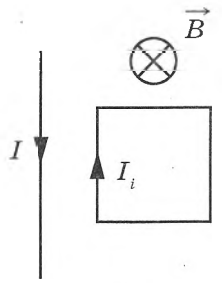
Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

Вариант 1[1]

28 **Возможное решение**

1. При изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную проводящим контуром, в контуре возникает индукционный ток I_i, направление которого определяется правилом Ленца (см. рис.).



2. В однородном магнитном поле на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Её направление находится по правилу левой руки, а величина — по формуле $F_A = I_i Bl\sin\alpha$, где α — угол между направлением проводника и вектором $\vec{B}$. Так как рамка прямоугольная, а угол во всех случаях равен 90°, то силы, приложенные к противолежащим сторонам рамки, равны по модулю и направлены взаимно противоположно. Результирующая сил, действующих на рамку со стороны однородного магнитного поля, равна нулю.

3. Прямолинейный проводник с током создаёт неоднородное магнитное поле, которое вблизи проводника сильнее, чем на отдалении от него. Направление линий индукции этого поля в каждой точке рамки одинаково, оно определяется по правилу буравчика. В проводнике протекает постоянный ток, поэтому поле проводника постоянно и не влияет на индукционный ток в рамке.

4. В магнитном поле проводника на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Стороны рамки, перпендикулярные проводнику, расположены на одинаковом расстоянии от проводника. На них действуют силы, равные по модулю и направленные противоположно друг другу. Их сумма равна нулю. Силы, действующие на параллельные проводнику стороны рамки, направлены тоже противоположно друг другу. Из-за неоднородности поля проводник с током отталкивает ближнюю сторону рамки сильнее, чем притягивает более удалённую от него сторону. Результирующая этих сил отталкивает рамку от проводника.

5. Согласно принципу суперпозиции, однородное магнитное поле и поле проводника с током действуют на рамку независимо друг от друга. Поэтому результирующая сил, приложенных к рамке, направлена вправо от проводника с током.

[1] Подробные указания по оцениванию заданий 27–31 приводятся только в варианте 1. В остальных вариантах применяются аналогичные указания.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *правильно указано направление силы, действующей на рамку*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *правило Ленца, правило левой руки, формула для расчёта силы Ампера, правило буравчика, принцип суперпозиции; указано, что проводник с током создаёт неоднородное магнитное поле*)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	2
Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*3*

29 **Возможное решение**

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Тогда при равномерном движении тележки сила сопротивления равна по модулю силе тяжести груза: $F_{\text{сопр}} = mg$. Согласно второму закону Ньютона ускорение груза

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

и тележки после толчка влево соответственно: $a_г = \frac{mg - T}{m}$, $a_т = \frac{T + F_{сопр}}{M}$, где T — сила натяжения нити.

Нить нерастяжима, следовательно, $a_г = a_т$ и $\frac{T + F_{сопр}}{M} = \frac{mg - T}{m}$, откуда:

$$T = \frac{mMg - mF_{сопр}}{m + M}.$$

Учитывая, что $F_{сопр} = mg$, получаем: $T = \frac{M - m}{M + m} \cdot mg = 0{,}8mg$.

Тогда $a_т = \frac{2mg}{m + M} = \frac{2mg}{10m} = 0{,}2g = 2$ м/с^2.

Ответ: $a_т = 2$ м/с^2.

Критерии оценивания выполнения задания	**Баллы**
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *второй закон Ньютона для двух случаев движения тел*); II) сделан правильный рисунок, поясняющий решение; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка	2

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Окончание таблицы

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*3*

30

Возможное решение

1. Запишем первый закон термодинамики $Q = \Delta U + A$ для изохорного нагревания 2–3: $Q_{23} = \Delta U_{23}$, учитывая, что $A_{23} = 0$.

Поскольку $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$, то $Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$.

2. Закон Шарля для состояний 2 и 3: $\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_2}{T_2}$, $\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2}$, откуда $T_3 = 3T_2$.

3. Так как по условию $T_2 = T_1$, то $Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R(3T_2 - T_2) = \frac{3}{2}\nu R \cdot 2T_2 = 3\nu RT_1$;

$Q_{23} = 3 \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 300 = 7479$ Дж.

Ответ: $Q_{23} \approx 7{,}5$ кДж.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *первый закон термодинамики, формула для расчёта внутренней энергии идеального газа и закон Шарля);* II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);* III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Окончание таблицы

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*3*

31 **Возможное решение**

В батарее конденсаторы C_1 и C_3, C_2 и C_4 соединены в пары параллельно, а образовавшиеся пары — последовательно. Значит, общая электроёмкость системы равна

$$C_0 = \frac{C_{13} \cdot C_{24}}{C_{13} + C_{24}} = \frac{(C_1 + C_3) \cdot (C_2 + C_4)}{C_1 + C_3 + C_2 + C_4} = \frac{(2C + 4C) \cdot (C + 2C)}{2C + 4C + C + 2C} = 2C.$$

Общий заряд батареи, а также заряд на парах C_1 и C_3, C_2 и C_4 равен $q_0 = q_{13} = q_{24} = C_0\mathscr{E} = 2C\mathscr{E}$, т. к. пары соединены последовательно.

Следовательно, напряжение на паре C_2 и C_4 равно $U_{24} = \frac{q_0}{C_{24}} = \frac{2C\mathscr{E}}{3C} = \frac{2\mathscr{E}}{3}$.

Таким образом, энергия конденсатора C_2 равна $W_2 = \frac{C_2 U_{24}^2}{2} = \frac{C \cdot 4\mathscr{E}^2}{2 \cdot 9} = \frac{2C\mathscr{E}^2}{9}$.

Ответ: $W_2 = \frac{2C\mathscr{E}^2}{9}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

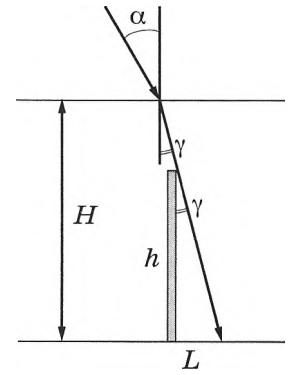
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *формулы расчёта электроёмкости, заряда и напряжения для последовательно и параллельно соединённых конденсаторов, определение электроёмкости, формула для энергии заряженного конденсатора);* II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);* III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

32

Возможное решение

Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по её вершине лучом света: $L = h \cdot \mathrm{tg}\gamma$. Этот угол γ является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды.



Согласно закону преломления $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n$, $\sin\gamma = \dfrac{\sin\alpha}{n} = \dfrac{1}{2n}$,

$$\mathrm{tg}\gamma = \frac{\sin\gamma}{\sqrt{1-\sin^2\gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2-1}}.$$

Следовательно, $h = L\sqrt{4n^2-1} = 0{,}75\sqrt{4\dfrac{16}{9}-1} \approx 1{,}85$ м.

Ответ: $h \approx 1{,}85$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *закон преломления света и тригонометрические формулы);* II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);* III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

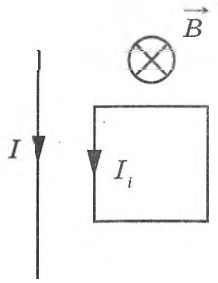
Окончание таблицы

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*3*

Вариант 2

28 **Возможное решение**

1. При изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную проводящим контуром, в контуре возникает индукционный ток I_i, направление которого определяется правилом Ленца (см. рис.).



2. В однородном магнитном поле на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Её направление находится по правилу левой руки, а величина — по формуле $F_A = I_i Bl\sin\alpha$, где α — угол между направлением проводника и вектором $\vec{B}$. Так как рамка прямоугольная, а угол во всех случаях равен 90°, то силы, приложенные к противолежащим сторонам рамки, равны по модулю и направлены взаимно противоположно. Результирующая сил, действующих на рамку со стороны однородного магнитного поля, равна нулю.

3. Прямолинейный проводник с током создаёт неоднородное магнитное поле, которое вблизи проводника сильнее, чем на отдалении от него. Направление линий индукции этого поля в каждой точке рамки одинаково, оно определяется по правилу буравчика. В проводнике протекает постоянный ток, поэтому поле проводника постоянно и не влияет на индукционный ток в рамке.

4. В магнитном поле проводника на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Стороны рамки, перпендикулярные проводнику, расположены на одинаковом расстоянии от проводника. На них действуют силы, равные по модулю

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

и направленные противоположно друг другу. Их сумма равна нулю. Силы, действующие на параллельные проводнику стороны рамки, направлены тоже противоположно друг другу. Из-за неоднородности поля проводник с током притягивает ближнюю сторону рамки сильнее, чем отталкивает более удалённую от него сторону. Результирующая этих сил притягивает рамку к проводнику.

5. Согласно принципу суперпозиции, однородное магнитное поле и поле проводника с током действуют на рамку независимо друг от друга. Поэтому результирующая сил, приложенных к рамке, направлена влево к проводнику с током.

29 **Возможное решение**

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Тогда при равномерном движении тележки сила сопротивления равна по модулю силе тяжести груза: $F_{\text{сопр}} = mg$. Согласно второму закону Ньютона ускорение груза и тележки после толчка влево соответственно: $a_{\text{г}} = \dfrac{mg - T}{m}$, $a_{\text{т}} = \dfrac{T + F_{\text{сопр}}}{M}$, где T — сила натяжения нити.

Нить нерастяжима, следовательно, $a_{\text{г}} = a_{\text{т}}$ и $\dfrac{T + F_{\text{сопр}}}{M} = \dfrac{mg - T}{m}$, откуда:

$$T = \frac{mMg - mF_{\text{сопр}}}{m + M}.$$

Учитывая, что $F_{\text{сопр}} = mg$, получаем: $T = \dfrac{M - m}{M + m} \cdot mg = 0{,}8mg$.

Тогда $Ma_m = 1{,}8mg$; а отношение масс грузика и тележки $\dfrac{m}{M} = \dfrac{a}{1{,}8g} = \dfrac{2}{1{,}8 \cdot 10} = \dfrac{1}{9}$.

Ответ: $\dfrac{m}{M} = \dfrac{1}{9}$.

30 **Возможное решение**

1. Запишем первый закон термодинамики $Q = \Delta U + A$ для изобарного нагревания 2–3. Работа газа в этом процессе (с учётом уравнения Менделеева — Клапейрона $pV = \nu RT$) $A_{23} = p_2(V_3 - V_2) = \nu R(T_3 - T_2)$.

Поскольку $\Delta U_{23} = \dfrac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} = \dfrac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$, то $Q_{23} = \dfrac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)$.

2. Закон Гей-Люссака для состояний 2 и 3: $\dfrac{V_3}{T_3} = \dfrac{V_2}{T_2}$, $\dfrac{V_3}{V_2} = \dfrac{T_3}{T_2} = 3$, откуда $T_3 = 3T_2$.

3. Так как по условию $T_2 = T_1$, то $Q_{23} = \dfrac{5}{2}\nu R(3T_2 - T_2) = \dfrac{5}{2}\nu R \cdot 2T_2 = 5\nu RT_1$;

$$Q_{23} = 5 \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 300 = 12465 \text{ Дж} \approx 12{,}5 \text{ кДж}.$$

Ответ: $Q_{23} \approx 12{,}5$ кДж.

31 **Возможное решение**

В батарее конденсаторы C_1 и C_3, C_2 и C_4 соединены в пары параллельно, образовавшиеся пары — последовательно. Значит, общая электроёмкость системы равна $C_0 = \dfrac{C_{13} \cdot C_{24}}{C_{13} + C_{24}} = \dfrac{(C_1 + C_3) \cdot (C_2 + C_4)}{C_1 + C_3 + C_2 + C_4} = \dfrac{(2C + 4C) \cdot (C + 2C)}{2C + 4C + C + 2C} = 2C$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Общий заряд батареи, а также заряд на парах C_1 и C_3, C_2 и C_4 равен $q_0 = q_{13} = q_{24} = C_0\mathscr{E} = 2C\mathscr{E}$, т. к. пары соединены последовательно.

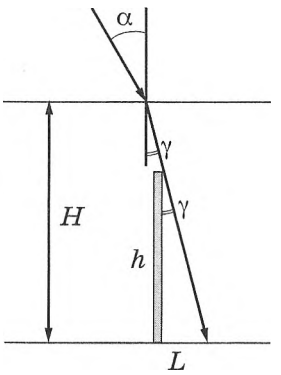
Следовательно, напряжение на паре C_1 и C_3 равно $U_{13} = \dfrac{q_0}{C_{13}} = \dfrac{2C\mathscr{E}}{6C} = \dfrac{\mathscr{E}}{3}$.

Таким образом, энергия конденсатора C_1 равна $W_1 = \dfrac{C_1U_{13}^2}{2} = \dfrac{2C\mathscr{E}^2}{2\cdot 9} = \dfrac{C\mathscr{E}^2}{9}$.

Ответ: $W_1 = \dfrac{C\mathscr{E}^2}{9}$.

32 **Возможное решение**

Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по её вершине лучом света: $L = h\cdot\mathrm{tg}\gamma$. Этот угол γ является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды.



Согласно закону преломления $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n$, $\sin\gamma = \dfrac{\sin\alpha}{n} = \dfrac{1}{2n}$,

$$\mathrm{tg}\gamma = \frac{\sin\gamma}{\sqrt{1-\sin^2\gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2-1}}.$$

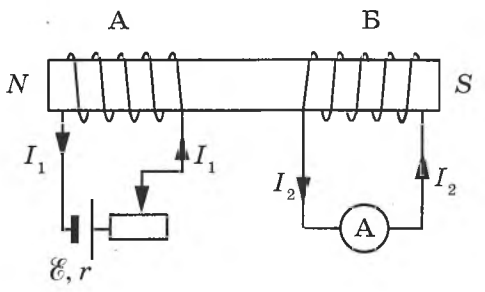
Следовательно, $L = \dfrac{h}{\sqrt{4n^2-1}} = \dfrac{2{,}5}{\sqrt{4\cdot\left(\frac{4}{3}\right)^2-1}} \approx 1$ м.

Ответ: $L \approx 1$ м.

Вариант 3

28 **Возможное решение**

1. При протекании электрического тока по катушке А в пространстве возникает магнитное поле, которое пронизывает сердечник из железа, создавая в нём магнитный поток Φ_1. Сердечник с намотанной на него катушкой А образует электромагнит. При этом, исходя из обозначений полюсов источника и правила буравчика, у левого торца катушки А находится северный полюс этого магнита (см. рисунок).



2. При движении ползунка влево число витков реостата, включённых в цепь, уменьшается, следовательно $\left(R_0 = \rho\dfrac{l}{S}\right)$ уменьшается сопротивление внешнего участка цепи источника R, а сила тока в катушке А по закону Ома $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r+R}$ — возрастает.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

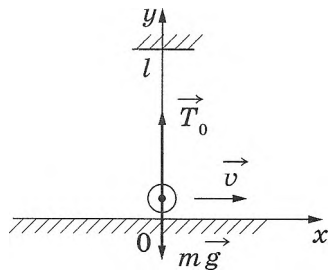
3. Возрастание силы тока в катушке А приводит к возрастанию создаваемого им магнитного потока, который также пронизывает и катушку Б.

4. Возрастание магнитного потока сквозь катушку Б, замкнутую на амперметр, приводит по закону электромагнитной индукции $\left(\mathscr{E}_{\text{инд}} = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$ к возбуждению в ней индукционного тока, который, по правилу Ленца, возникает такого направления (через амперметр — слева направо), чтобы своим магнитным потоком компенсировать увеличение магнитного потока сквозь катушку Б.

Ответ: при перемещении ползунка реостата влево через амперметр протекает ток, направленный вправо.

29 **Возможное решение**

1. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью $\vec{v}$. В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}_0$ направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчёта Oxy, связанной с Землёй:



$$\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg, \text{ откуда: } T_0 = mg + \frac{mv^2}{l}.$$

2. При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью $\vec{v}$, абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы «шарик + брусок». В проекциях на ось Ox получаем:

$$mv = (M+m)u,$$

где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на ось Ox. Отсюда:

$$v = \frac{(M+m)u}{m}$$

$$\text{и } T_0 = mg + \frac{(M+m)^2u^2}{ml} = 0{,}25 \cdot 10 + \frac{(2{,}75+0{,}25)^2 \cdot 0{,}4^2}{0{,}25 \cdot 0{,}8} = 9{,}7 \text{ Н}.$$

Ответ: $T_0 = 9{,}7$ Н.

30 **Возможное решение**

Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры t: $Q = c_1m_1(t - t_1)$. (1)

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды до $t_0 = 0$ °С:

$$Q_1 = c_2m_2(t_2 - t_0). \quad (2)$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при 0 °С:

$$Q_2 = \lambda m_2. \qquad (3)$$

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t: $Q_3 = c_1 m_2 (t_0 - t)$. (4)

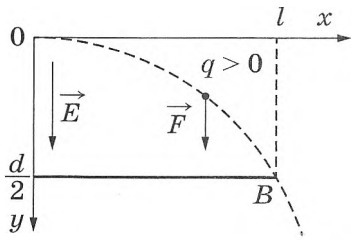
Уравнение теплового баланса: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$. (5)

Объединяя (1)–(5), получаем: $m_2 = \dfrac{c_1 m_1 (t - t_1)}{c_2 (t_2 - t_0) + \lambda + c_1 (t_0 - t)} \approx 15$ г.

Ответ: $m_2 \approx 15$ г.

31 **Возможное решение**

1. На заряженную частицу в однородном поле конденсатора действует сила $\vec{F} = q\vec{E}$, пропорциональная напряжённости поля и заряду частицы q.



2. В инерциальной системе отсчёта Oxy, связанной с Землёй, ось которой Ox направлена по начальной скорости частицы (см. рисунок), под действием поля частица приобретает постоянное ускорение, определяемое вторым законом Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F} = q\vec{E}$. Отсюда: $a = \dfrac{q}{m}E$ ускорение частицы вдоль оси Oy $a = \dfrac{q}{m}E$ получается постоянным, а движение — равноускоренным.

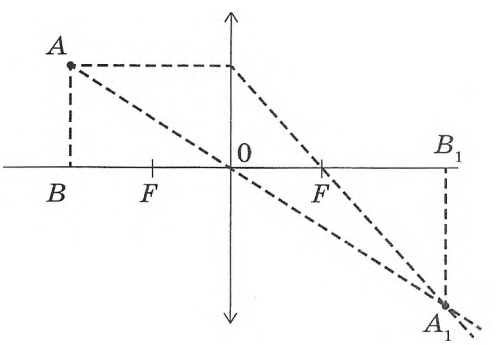
3. Закон движения частицы в поле конденсатора: $x = vt$; $y = \dfrac{at^2}{2}$. При минимальной скорости траектория проходит через точку B с координатами $\left(l, \dfrac{d}{2}\right)$, удовлетворяющими уравнениям $l = vt$, $d = at^2$. В итоге получаем:

$$d \cdot m = qE\left(\frac{l}{v}\right)^2 \Rightarrow E = \frac{md}{q}\left(\frac{v}{l}\right)^2 = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}01 \cdot 5^2}{10^{-9} \cdot 0{,}05^2} = 200 \text{ кВ/м}.$$

Ответ: $E = 200$ кВ/м.

32 **Возможное решение**

1. Построим изображение источника света в линзе. Изображением светящейся точки A в некоторый момент времени будет точка A_1. Введём обозначения: радиус окружности, по которой движется источник света, $r = AB$; радиус окружности, по которой движется изображение источника света, $R = A_1B_1$; расстояние $OB = d$; расстояние $OB_1 = f$; фокусное расстояние линзы $OF = F$.



2. Из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

при $d = \dfrac{3F}{2}$ получим: $f = 3F$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

3. Из подобия треугольников AOB и A_1OB_1 следует, что:

$$\frac{d}{f} = \frac{r}{R} = \frac{1}{2}.$$

4. Угловая скорость источника света равна угловой скорости его изображения:

$$\omega = \frac{v}{r},$$

т. к. в любой момент времени источник света и его изображение лежат в одной плоскости с главной оптической осью линзы.

5. Тогда скорость движения изображения точечного источника света:

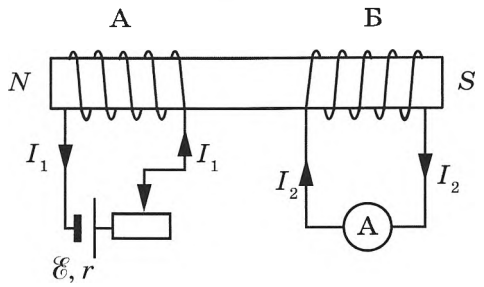
$$v' = \omega R = \frac{vR}{r} = 2v = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v' = 10$ м/с.

Вариант 4

28 **Возможное решение**

1. При протекании электрического тока по катушке А в пространстве возникает магнитное поле, которое пронизывает сердечник из железа, создавая в нём магнитный поток Φ_1. Сердечник с намотанной на него катушкой А образует электромагнит. При этом, исходя из обозначений полюсов источника и правила буравчика, у левого торца катушки А находится северный полюс этого магнита (см. рисунок).



2. При движении ползунка вправо число витков реостата, включённых в цепь, увеличивается, следовательно $\left(R_0 = \rho\frac{l}{S}\right)$ увеличивается сопротивление внешнего участка цепи источника R, а сила тока по закону Ома $I = \frac{\mathscr{E}}{r+R}$ — уменьшается.

3. Уменьшение силы тока в катушке А приводит к убыванию создаваемого им магнитного потока, который также пронизывает и катушку Б.

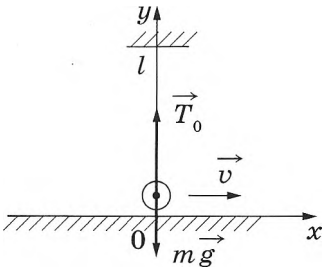
4. Убывание магнитного потока сквозь катушку Б, замкнутую на амперметр, приводит по закону электромагнитной индукции $\left(\mathscr{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$ к возбуждению в ней индукционного тока, который, по правилу Ленца, возникает такого направления (через амперметр — справо налево), чтобы своим магнитным потоком компенсировать уменьшение магнитного потока сквозь катушку Б.

Ответ: при перемещении ползунка реостата влево через амперметр протекает ток, направленный влево.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29 **Возможное решение**

1. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью $\vec{v}$. В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}_0$ направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчёта Oxy, связанной с Землёй:



$$\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg, \text{ откуда: } v = \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}.$$

2. При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью $\vec{v}$, абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы «шарик + брусок». В проекциях на ось Ox получаем:

$$mv = (M + m)u,$$

где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на ось Ox. Отсюда:

$$u = \frac{m}{M+m}v = \frac{m}{M+m}\sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}$$

и $M = \dfrac{\sqrt{ml(T_0 - mg)}}{u} - m = \dfrac{\sqrt{0{,}5 \cdot 0{,}8(8{,}6 - 0{,}5 \cdot 10)}}{0{,}4} - 0{,}5 = \dfrac{1{,}2}{0{,}4} - 0{,}5 = 2{,}5$ кг.

Ответ: $M = 2{,}5$ кг.

30 **Возможное решение**

Определим конечное состояние смеси лёд-вода, для чего сравним количество теплоты Q_1, необходимое для нагревания льда до температуры плавления, и количество теплоты Q_2, которое может отдать вода при остывании до начала процесса кристаллизации:

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) = 2100 \cdot 1 \cdot (0 - (-20)) = 42\,000 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = c_2 m_2 t_2 = 4200 \cdot 0{,}2 \cdot 10 = 8400 \text{ Дж}.$$

$Q_1 > Q_2$, следовательно, вода остынет до 0 °C и начнёт кристаллизоваться.

Для того чтобы полностью превратиться в лёд, воде при 0 °C необходимо отдать количество теплоты $Q_3 = \lambda m_2 = 330\,000 \cdot 0{,}2 = 66\,000$ Дж.

Так как $Q_1 < Q_2 + Q_3$, $42\,000 < 8400 + 66\,000 = 74\,400$, можно сделать вывод, что только часть воды массой m_3 превратится в лёд и в сосуде установится конечная температура $t_к = 0$ °C.

Запишем уравнение теплового баланса: $c_1 m_1 (0 - t_1) + c_2 m_2 (0 - t_2) - \lambda m_3 = 0$.

Таким образом, масса кристаллизовавшейся воды:

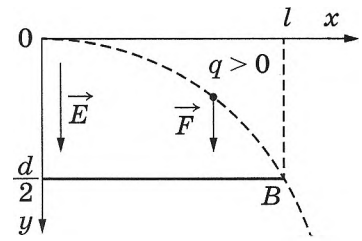
$$m_3 = -\frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{\lambda} = -\frac{2100 \cdot 1 \cdot (-20) + 4200 \cdot 0{,}2 \cdot 10}{330\,000} \approx 0{,}1 \text{ кг}.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

В итоге получаем, что после установления теплового равновесия в сосуде будет находиться $M = m_1 + m_3 \approx 1 + 0{,}1 = 1{,}1$ кг льда.

Ответ: $M \approx 1{,}1$ кг.

31 **Возможное решение**



1. На заряженную частицу в однородном поле конденсатора действует сила $\vec{F} = q\vec{E}$, пропорциональная напряжённости поля $\vec{E}$ и заряду частицы q.

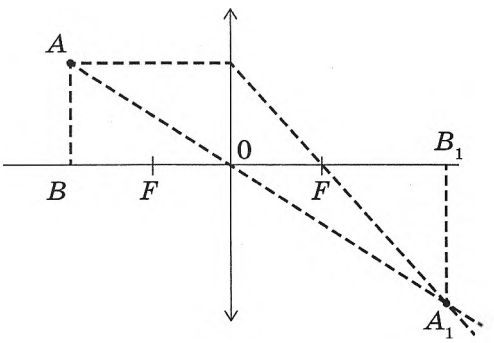
2. В инерциальной системе отсчёта Oxy, связанной с Землёй, ось которой Ox направлена по начальной скорости частицы (см. рисунок), под действием поля частица приобретает постоянное ускорение, определяемое вторым законом Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F} = q\vec{E}$. Отсюда: ускорение частицы вдоль оси Oy $a = \frac{q}{m}E_y$ получается постоянным, а движение — равноускоренным.

3. Закон движения частицы в поле конденсатора: $x = vt$; $y = \frac{at^2}{2}$. При минимальной скорости траектория проходит через точку B с координатами $\left(l, \frac{d}{2}\right)$, удовлетворяющими уравнениям $l = vt$, $d = at^2$. Эти условия определяют массу частицы.

$$d \cdot m = qE_y\left(\frac{l}{v}\right)^2 \Rightarrow m = \frac{qE_y}{d}\left(\frac{l}{v}\right)^2 = \frac{5 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 0{,}05^2}{0{,}01 \cdot 25^2} = 10^{-6} \text{ кг}.$$

Ответ: $m = 10^{-6}$ кг.

32 **Возможное решение**



1. Построим изображение источника света в линзе. Изображением светящейся точки A в некоторый момент времени будет точка A_1. Введём обозначения: радиус окружности, по которой движется источник света, $r = AB$; радиус окружности, по которой движется изображение источника света, $R = A_1B_1$; расстояние $OB = d$; расстояние $OB_1 = f$, фокусное расстояние линзы $OF = F$.

2. Из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

при $d = \frac{3F}{2}$ получим: $f = 3F$.

3. Из подобия треугольников AOB и A_1OB_1 следует, что:

$$\frac{d}{f} = \frac{r}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = 2r.$$

4. Угловая скорость источника света равна угловой скорости его изображения:

$$\omega = 2\pi\nu,$$

т. к. в любой момент времени источник света и его изображение лежат в одной плоскости с главной оптической осью линзы.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5. Тогда скорость движения изображения точечного источника света:

$$v' = \omega R = 2\pi\nu \cdot 2r = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0{,}08 \approx 2 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v' = 2$ м/с.

Вариант 5

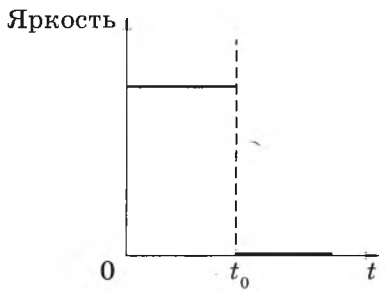
28 **Возможное решение**

1. Катушка и лампочка соединены параллельно, поэтому напряжение на лампочке равно напряжению на катушке.

2. При $t < t_0$ сила тока в катушке изменяется по линейному закону. ЭДС самоиндукции катушки $\mathscr{E}_{si} = -L\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = \text{const}$. Напряжение на лампочке равно ЭДС самоиндукции катушки, а значит постоянно, и яркость свечения лампочки на этом интервале времени также постоянна.

3. При $t > t_0$ сила тока в катушке постоянна, $\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ и, следовательно, ЭДС самоиндукции катушки и напряжение на лампочке равны нулю. На этом интервале времени лампочка не светит.

4. График зависимости яркости свечения лампочки от времени приведён на рисунке.



29 **Возможное решение**

Закон сохранения импульса связывает скорость пули v_0 перед ударом со скоростью v_1 составного тела массой $m + M$ сразу после удара:

$$mv_0 = (m + M)v_1,$$

а закон сохранения механической энергии — скорость составного тела сразу после удара с его скоростью v_2 в верхней точке:

$$\frac{(m + M)v_1^2}{2} = \frac{(m + M)v_2^2}{2} + (m + M)g \cdot 2l.$$

Условие максимальности M означает, что шар совершает полный оборот по окружности в вертикальной плоскости, но при этом натяжение нити в верхней точке (и только в ней!) обращается в нуль. Второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление x в этот момент принимает вид:

$$(m + M)a_{\text{ц}} = (m + M)g = \frac{(m + M)v_2^2}{l}.$$

Выразив отсюда v_2^2 и подставив этот результат в закон сохранения энергии, получим:

$$v_1 = \sqrt{5gl}.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Подставив выражение для v_1 в закон сохранения импульса, получим:

$$M = m\left(\frac{v_0}{\sqrt{5gl}} - 1\right) = 0{,}01\left(\frac{300}{\sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0{,}5}} - 1\right) = 0{,}59 \text{ кг} = 590 \text{ г}.$$

Ответ: $M = 590$ г.

30 **Возможное решение**

Для определения количества теплоты Q_{123} необходимо сложить количества теплоты, сообщённые газу на участках 1–2 и 2–3: $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$.

Исходя из приведённого графика, можно сделать вывод, что процесс 1–2 является изотермическим с температурой $T_1 = T_2 = \text{const}$. Согласно первому закону термодинамики, получаем: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$, где $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = 0$ — изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа. Таким образом, $Q_{12} = A_{12} = 2{,}5$ кДж.

Из уравнения Клапейрона — Менделеева $pV = \nu RT$ следует, во-первых, что процесс 2–3 является изобарным: $p = \text{const}$. Во-вторых, на изобаре 2–3 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$, откуда $\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} = 3$.

Следовательно, $T_3 = T_2\frac{V_3}{V_2} = 3T_2 = 3T_1 = 3 \cdot 300 = 900$ К.

В-третьих,

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p(V_3 - V_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(3T_1 - T_1) = \frac{5}{2}\nu R \cdot 2T_1 = 5\nu RT_1 = 5 \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 300 \approx 12{,}5 \text{ кДж}.$$

В результате $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} = 2{,}5 + 12{,}5 = 15$ кДж.

Ответ: $Q_{123} = 15$ кДж.

31 **Возможное решение**

До размыкания ключа электрический ток протекает через параллельно соединённые лампу и резистор. Общее сопротивление внешней цепи равно $R_0 = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6$ Ом, где R_1 — сопротивление лампы, R_2 — сопротивление резистора. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathscr{E}}{R_0 + r} = \frac{40}{6 + 2} = 5$ А. При этом напряжение на конденсаторе равно $U = IR_0 = 5 \cdot 6 = 30$ В. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot 900}{2} = 90 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 90 \text{ мДж}.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

После размыкания ключа вся энергия, накопленная в конденсаторе, будет выделяться на параллельно включённых лампе и резисторе. Согласно закону Джоуля — Ленца, количество теплоты, выделяющееся в промежуток времени Δt, обратно пропорционально сопротивлению, поскольку напряжение u на лампе и резисторе в любой момент времени одно и то же: $Q_1 = \frac{u^2}{R_1}\Delta t$, $Q_2 = \frac{u^2}{R_2}t \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R_1}{R_2}$ и $W = Q_1 + Q_2$.

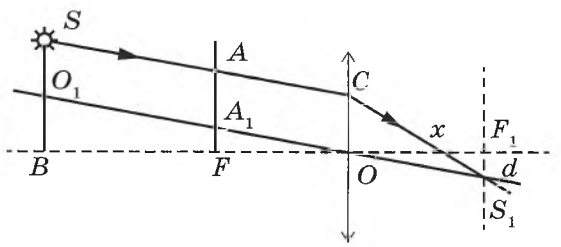
Окончательно получим для количества теплоты, выделившегося на резисторе:

$$Q_2 = \frac{WR_1}{R_1 + R_2} = \frac{90 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{10 + 15} = 36 \cdot 10^{-3} = 36 \text{ мДж}.$$

Ответ: $Q_2 = 36$ мДж.

32 **Возможное решение**

1. Построим ход луча $SACS_1$, прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в её фокальной плоскости; луч O_1OS_1, прошедший через оптический центр линзы (точку O), не преломляется.



2. Луч SAC, принадлежащий параллельному пучку лучей SA и O_1A_1, после преломления пересечёт луч O_1OS_1 в фокальной плоскости линзы в точке $S1$ на расстоянии d от главной оптической оси BO. Так как расстояние от фокальных плоскостей AF и S_1F_1 до плоскости линзы одинаково, то $A_1F = F_1S_1 = d$, $OC = AA_1 = O_1S = h - d$, $O_1B = H - (h - d)$.

3. Луч CS_1 пересечёт главную оптическую ось на расстоянии x от линзы, которое определяется из подобия треугольников ΔOCx и ΔxF_1S_1. Из пропорции $\frac{x}{h-d} = \frac{F-x}{d}$ получаем: $x = F\left(1 - \frac{d}{h}\right)$.

Для определения d воспользуемся подобием треугольников ΔO_1BO и ΔA_1FO и составим пропорцию $\frac{H-(h-d)}{b} = \frac{d}{F}$, откуда: $d = \frac{H-h}{b-F}F$. После подстановки получаем:

$$x = \frac{F}{h}\frac{bh - FH}{b - F} = \frac{20}{4} \cdot 3{,}6 = 18 \text{ см}.$$

Ответ: $x = 18$ см.

Вариант 6

28 **Возможное решение**

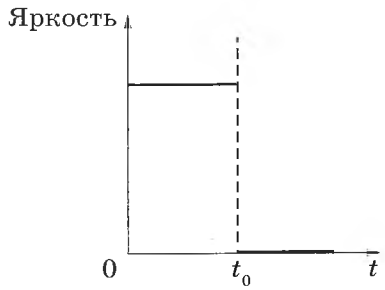
1. Катушка и лампочка соединены параллельно, поэтому напряжение на лампочке равно напряжению на катушке.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. При $t < t_0$ сила тока в катушке изменяется по линейному закону. ЭДС самоиндукции катушки $\mathcal{E}_{si} = -L\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = \text{const}$. Напряжение на лампочке равно по модулю ЭДС самоиндукции катушки, а значит, постоянно, и яркость свечения лампочки на этом интервале времени также постоянна.

3. При $t > t_0$ сила тока в катушке постоянна, $\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ и, следовательно, ЭДС самоиндукции катушки и напряжение на лампочке равны нулю. На этом интервале времени лампочка не светит.

4. График зависимости яркости свечения лампочки от времени приведён на рисунке.



29 **Возможное решение**

Закон сохранения импульса связывает скорость пули v_0 перед ударом со скоростью v_1 составного тела массой $m + M$ сразу после удара:

$$mv_0 = (m + M)v_1,$$

а закон сохранения механической энергии — скорость составного тела сразу после удара с его скоростью v_2 в верхней точке:

$$\frac{(m + M)v_1^2}{2} = \frac{(m + M)v_2^2}{2} + (m + M)g \cdot 2l.$$

Условие минимальности v_0 означает, что шар совершает полный оборот по окружности в вертикальной плоскости, но при этом натяжение нити в верхней точке (и только в ней!) обращается в нуль. Второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление x в этот момент принимает вид:

$$(m + M)a_{\text{ц}} = (m + M)g = \frac{(m + M)v_2^2}{l}.$$

Выразив отсюда v_2^2 и подставив этот результат в закон сохранения энергии, получим:

$$v_1 = \sqrt{5gl}.$$

Подставив выражение для v_1 в закон сохранения импульса, получим:

$$v_0 = \left(1 + \frac{M}{m}\right)\sqrt{5gl} = \left(1 + \frac{0{,}25}{0{,}01}\right)\sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0{,}5} = 130 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v_0 = 130$ м/с.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 **Возможное решение**

Для определения количества теплоты Q_{123} необходимо сложить количества теплоты, сообщённые газу на участках 1–2 и 2–3: $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$.

Исходя из приведённого графика, можно сделать вывод, что процесс 1–2 является изотермическим с температурой $T_1 = T_2 = \text{const}$. Согласно первому закону термодинамики, получаем: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$, где $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = 0$ — изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа. Таким образом, $Q_{12} = A_{12} = 3$ кДж.

Из уравнения Клапейрона — Менделеева $pV = \nu RT$ следует, во-первых, что процесс 2–3 является изобарным: $p = \text{const}$. Во-вторых, на изобаре 2–3 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$, откуда $\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} = 2$.

Следовательно, $T_2 = T_3\frac{V_2}{V_3} = \frac{T_3}{2} = \frac{600}{2} = 300$ К.

В-третьих,

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p(V_3 - V_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2) =$$
$$= \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot (600 - 300) \approx 6{,}23 \text{ кДж}.$$

В результате $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} = 3 + 6{,}23 = 9{,}23$ кДж.

Ответ: $Q_{123} = 9{,}23$ кДж.

31 **Возможное решение**

До размыкания ключа электрический ток протекает через параллельно соединённые лампу и резистор. Общее сопротивление внешней цепи равно $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6$ Ом, где R_1 — сопротивление лампы, R_2 — сопротивление резистора. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{50}{6 + 4} = 5$ А. При этом напряжение на конденсаторе равно $U = IR_0 = 5 \cdot 6 = 30$ В. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{10^{-4} \cdot 900}{2} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 45 \text{ мДж}.$$

После размыкания ключа вся энергия, накопленная в конденсаторе, будет выделяться на параллельно включённых лампе и резисторе. Согласно закону Джоуля — Ленца, количество теплоты, выделяющееся в промежуток времени Δt, обратно пропорционально сопротивлению, поскольку напряжение u на лампе и резисторе в любой момент времени одно и то же: $Q_1 = \frac{u^2}{R_1}\Delta t$, $Q_2 = \frac{u^2}{R_2}t \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R_1}{R_2}$ и $W = Q_1 + Q_2$.

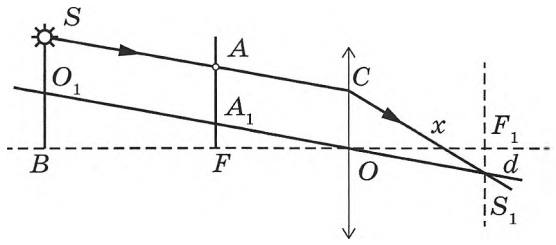
Окончательно получим для количества теплоты, выделившегося на лампе:

$$Q_1 = \frac{WR_2}{R_1 + R_2} = \frac{45 \cdot 10^{-3} \cdot 15}{10 + 15} = 27 \cdot 10^{-3} = 27 \text{ мДж}.$$

Ответ: $Q_1 = 27$ мДж.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

32 **Возможное решение**



1. Известно, что оптическая сила линзы D связана с её фокусным расстоянием F: $F = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0{,}2$ м $= 20$ см.

2. Построим ход луча $SACS_1$, прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в её фокальной плоскости; луч O_1OS_1, прошедший через оптический центр линзы (точку O), не преломляется.

3. Луч SAC, принадлежащий параллельному пучку лучей SA и O_1A_1, после преломления пересечёт луч O_1OS_1 в фокальной плоскости линзы в точке S_1 на расстоянии d от главной оптической оси BO. Так как расстояние от фокальных плоскостей AF и S_1F_1 до плоскости линзы одинаково, то $A_1F = F_1S_1 = d$, $OC = AA_1 = O_1S = h - d$, $O_1B = H - (h - d)$.

4. Луч CS_1 пересечёт главную оптическую ось на расстоянии x от линзы, которое определяется из подобия треугольников ΔOCx и ΔxF_1S_1. Из пропорции $\frac{x}{h-d} = \frac{F-x}{d}$ получаем: $x = F\left(1 - \frac{d}{h}\right)$.

Для определения d воспользуемся подобием треугольников ΔO_1BO и ΔA_1FO и составим пропорцию $\frac{H-(h-d)}{b} = \frac{d}{F}$, откуда: $d = \frac{H-h}{b-F}F$. После подстановки получаем:

$$h = \frac{F^2H}{F(b+x) - bx} = \frac{20^2 \cdot 10}{20 \cdot (70+18) - 70 \cdot 18} = 8 \text{ см}.$$

Ответ: $h = 8$ см.

Вариант 7

28 **Возможное решение**

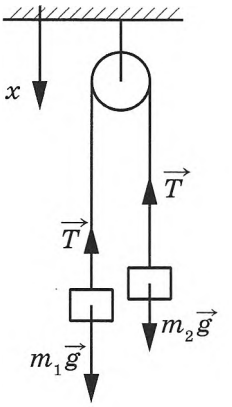
1. Количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

2. Для описания изобарного сжатия идеального газа используем уравнение Менделеева — Клапейрона: $V = \frac{\nu RT}{p}$, где ν — число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых температуре и давлении $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

3. Как следует из рисунка, $V_1 > V_2$ (при одинаковых температуре и давлении). Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29 **Возможное решение**



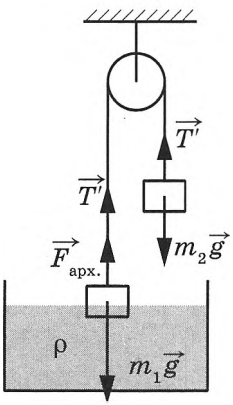
1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Направим ось x декартовой системы координат, как показано на рисунке.

2. Запишем в первом случае второй закон Ньютона для грузов в проекциях на ось x, а также уравнение кинематической связи:

$$\begin{cases} m_1 a_1 = m_1 g - T \\ m_2 a_2 = m_2 g - T \\ a_1 = -a_2 \end{cases} \quad (1)$$

Решая полученную систему уравнений с учётом того, что по условию задачи, определим массу второго тела:

$$m_2 = \frac{m_1 (g - a)}{g + a}. \quad (2)$$



3. Во втором случае система находится в равновесии за счёт появления силы Архимеда, следовательно:

$$\begin{cases} m_2 g - T' = 0 \\ m_1 g - T' - F_{\text{арх}} = 0, \end{cases} \quad (3)$$

где

$$F_{\text{арх}} = \rho g V. \quad (4)$$

Решая систему уравнений (3) с учётом (2) и (4), получим:

$$a = \frac{\rho g V}{2m_1 - \rho V} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 0{,}5 - 1000 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-4}} \approx 1{,}8 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a \approx 1{,}8$ м/с^2.

30 **Возможное решение**

1. Работа внешних сил над газом при переходе из состояния 2 в состояние 3 определяется как площадь фигуры в pV-координатах.

$$A_{23\ \text{внеш}} = 0{,}5(p_0 + 2p_0) \cdot 2V_0 = 3p_0V_0.$$

2. Количество теплоты, переданное за цикл холодильнику, согласно первому закону термодинамики равно:

$$|Q_x| = |Q_{23}| = (U_2 - U_3) + A_{32} = \frac{3}{2}(\nu R T_2 - \nu R T_3) + 3p_0V_0.$$

3. Согласно уравнению Менделеева — Клапейрона $\nu R T_2 = p_2 V_2 = 2p_0 \cdot 3V_0$, $\nu R T_3 = p_3 V_3 = p_0 V_0$.

4. Тогда $|Q_x| = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 3p_0V_0 = \frac{21}{2} p_0V_0 = \frac{7}{2} A_{23\ \text{внеш}}$.

Ответ: $|Q_x| = 8{,}4$ кДж.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 **Возможное решение**

Пока ключ замкнут, через катушку L течёт ток I, определяемый внутренним сопротивлением источника и сопротивлением лампочки: $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r+R}$, конденсатор заряжен до напряжения $U = IR = \dfrac{\mathscr{E}R}{r+R}$.

Энергия электромагнитного поля в катушке L: $\dfrac{LI^2}{2} = \dfrac{LE^2}{2(r+R)^2}$.

Энергия электрического поля в конденсаторе: $\dfrac{C\left(\dfrac{\mathscr{E}R}{r+R}\right)^2}{2}$.

После размыкания ключа начинаются затухающие электромагнитные колебания, и вся энергия, запасённая в конденсаторе и катушке, выделится на лампе:

$$E = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C(\mathscr{E}R)^2}{2(r+R)^2} + \frac{\mathscr{E}^2}{2(R+r)^2}L = 0{,}172 \text{ Дж}.$$

Ответ: $E = 0{,}172$ Дж.

32 **Возможное решение**

При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью $S = l^2$ изменяется, что создаёт в ней ЭДС индукции $\mathscr{E}$. В соответствии с законом индукции Фарадея

$$\mathscr{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t}S.$$

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t}\frac{S}{R}.$$

Согласно закону Джоуля — Ленца за время Δt в рамке выделится количество теплоты:

$$Q = I^2R\Delta t = \frac{S^2}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t} = \frac{l^4}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на первом участке графика $\Delta t_1 = t_1 = 4$ Тл, а на втором участке $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 6$ с и $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = 0{,}6$ Тл, поэтому суммарное количество выделившейся теплоты

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{l^4}{R}\left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2}\right].$$

Отсюда сопротивление рамки:

$$R = \frac{l^4}{Q}\left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2}\right].$$

Подставив значения величин, получим $R \approx 0{,}2$ Ом.

Ответ: $R \approx 0{,}2$ Ом.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант 8

28 **Возможное решение**

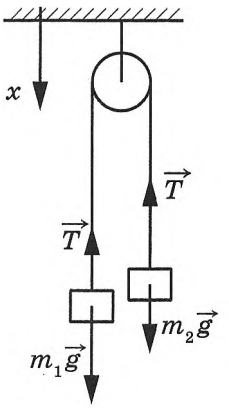
1. Количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

2. Для описания изохорного нагревания идеального газа используем уравнение Менделеева — Клапейрона: $V = \frac{\nu RT}{p}$, где ν — число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых температуре и объёме $\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

3. Как следует из рисунка, $p_1 > p_2$ (при одинаковых температуре и объёме). Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

29 **Возможное решение**

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Направим ось x декартовой системы координат, как показано на рисунке.



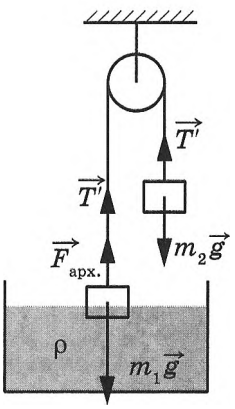
2. Запишем в первом случае второй закон Ньютона для грузов в проекциях на ось x, а также уравнение кинематической связи:

$$\begin{cases} m_1 a_1 = m_1 g - T \\ m_2 a_2 = m_2 g - T \\ a_1 = -a_2 \end{cases} \quad (1)$$

Решая полученную систему уравнений с учётом того, что по условию задачи $a_1 = a$, определим массу второго тела:

$$m_2 = \frac{m_1(g-a)}{g+a}. \quad (2)$$

3. Во втором случае система находится в равновесии за счёт появления силы Архимеда, следовательно:



$$\begin{cases} m_2 g - T' = 0 \\ m_1 g - T' - F_{\text{арх}} = 0, \end{cases} \quad (3)$$

где

$$F_{\text{арх}} = \rho g V. \quad (4)$$

Решая систему уравнений (3) с учётом (2) и (4), получим:

$$m_1 = \frac{\rho V(g+a)}{2a} = 450 \text{ г}.$$

Ответ: $m_1 = 450$ г.

30 **Возможное решение**

1. Работа внешних сил над газом при переходе из состояния 2 в состояние 3 определяется как площадь фигуры в pV-координатах.

$$A_{23\ \text{внеш}} = 0{,}5(p_0 + 2p_0) \cdot 2V_0 = 3p_0V_0.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. Количество теплоты, переданное за цикл холодильнику, согласно первому закону термодинамики равно:

$$|Q_x| = |Q_{23}| = (U_2 - U_3) + A_{32} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 3p_0V_0.$$

3. Согласно уравнению Менделеева — Клапейрона $\nu RT_2 = p_2V_2 = 2p_0 \cdot 3V_0$, $\nu RT_3 = p_3V_3 = p_0V_0$.

4. Тогда $|Q_x| = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 3p_0V_0 = \frac{21}{2}p_0V_0 = \frac{7}{2}A_{23\ \text{внеш}}$.

5. $A_{23\ \text{внеш}} = \frac{2}{7}|Q_x| = \frac{2}{7} \cdot 8 \approx 2{,}3$ кДж.

Ответ: $A_{23\ \text{внеш}} \approx 2{,}3$ кДж.

31 **Возможное решение**

Пока ключ замкнут, через катушку L течёт ток I, определяемый внутренним сопротивлением источника и сопротивлением лампочки: $I = \frac{\mathscr{E}}{r+R}$, конденсатор заряжен до напряжения $U = IR = \frac{\mathscr{E}R}{r+R}$.

Энергия электромагнитного поля в катушке L: $\frac{LI^2}{2} = \frac{LE^2}{2(r+R)^2}$.

Энергия электрического поля в конденсаторе: $\frac{C\left(\frac{\mathscr{E}R}{r+R}\right)^2}{2}$.

После размыкания ключа начинаются затухающие электромагнитные колебания, и вся энергия, запасённая в конденсаторе и катушке, выделится на лампе:

$$W = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{E^2}{2(r+R)^2}\left(CR^2 + L\right),$$

откуда $E = (r+R)\sqrt{\frac{2W}{CR^2+L}} = 12$ В.

Ответ: $E = 12$ В.

32 **Возможное решение**

При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью $S = l^2$ изменяется, что создаёт в ней ЭДС индукции $\mathscr{E}$. В соответствии с законом индукции Фарадея

$$\mathscr{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t}S.$$

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t}\frac{S}{R}.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Согласно закону Джоуля — Ленца за время Δt в рамке выделится количество теплоты:

$$Q = I^2 R\Delta t = \frac{S^2}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t} = \frac{l^4}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на первом участке графика $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = -1$ Тл, а на втором участке $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 6$ с и $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = 0{,}6$ Тл, поэтому суммарное количество выделившейся теплоты

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{l^4}{R}\left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2}\right].$$

Подставляя сюда значения физических величин, получим:

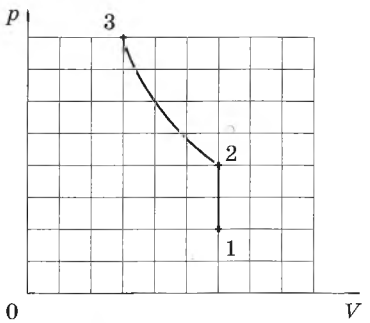
$$Q = \frac{(0{,}1)^4}{0{,}2}\left[\frac{1}{4} + \frac{0{,}36}{6}\right] = \frac{10^{-3}}{2}(0{,}25 + 0{,}06) = 0{,}155 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}.$$

Ответ: $Q = 0{,}155$ мДж.

Вариант 9

28 **Возможное решение**

1.



2. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа пропорциональна его абсолютной температуре: $U = \frac{3}{2}\nu RT$. Значит, на участке 1–2 температура пропорциональна давлению, процесс при постоянном количестве вещества, согласно уравнению Клапейрона — Менделеева ($pV = \nu RT$), является изохорным нагреванием, объём газа не изменяется, а давление увеличивается в 2 раза. В координатах p–V график является отрезком вертикальной прямой.

3. На участке 2–3 $U = \text{const}$, температура газа не меняется, происходит изотермическое сжатие, давление в этом процессе также возрастает в 2 раза. При этом $pV = \text{const}$, поэтому объём газа уменьшился в 2 раза. В координатах p–V график является гиперболой.

29 **Возможное решение**

1. Найдём скорость v_1, которую брусок приобрёл, пройдя путь x. Используем закон сохранения энергии:

$$Mgx\sin\alpha = \frac{Mv_1^2}{2},\ v_1 = \sqrt{2gx\sin\alpha}. \quad (1)$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. Учитывая абсолютно неупругий удар пули и бруска, запишем закон сохранения импульса для этих тел:

$$mv - Mv_1 = (M+m)v_2, \qquad (2)$$

где v — скорость пули, v_2 — скорость, которую приобретут тела после неупругого удара. Подставляя (1) в (2) получим:

$$v_2 = \frac{mv - M\sqrt{2gx\sin\alpha}}{M+m}.$$

3. По закону сохранения энергии бруска, поднявшегося по наклонной плоскости на расстояние S:

$$\frac{(M+m)v_2^2}{2} = (M+m)gS\sin\alpha. \qquad (3)$$

4. Тогда

$$S = \frac{\left(mv - M\sqrt{2gx\sin\alpha}\right)^2}{2(M+m)^2 g\sin\alpha}$$

$$S = \frac{\left(0{,}005\cdot 500 - 0{,}3\sqrt{2\cdot 10\cdot 3{,}6\cdot 0{,}5}\right)^2}{2\cdot 0{,}305^2\cdot 10\cdot 0{,}5} \approx 0{,}53 \text{ м}.$$

Ответ: $S \approx 0{,}53$ м.

30 **Возможное решение**

1. Количество теплоты Q_{12}, полученное газом в изобарном процессе 1–2 от нагревателя, согласно первому началу термодинамики

$$Q_{12} = A_{12} + (U_2 - U_1) = p_1(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) =$$

$$= p_1(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}p_1(V_2 - V_1) = \frac{5}{2}p_1(V_2 - V_1) = \frac{5}{2}A_{12}.$$

(С учётом уравнения Менделеева — Клапейрона $pV = \nu RT$.)

2. В адиабатном процессе $Q_{13} = 0$. Тогда модуль изменения внутренней энергии газа в процессе 1–3 $|U_3 - U_1| = A_{13}$.

3. В результате $x = \dfrac{Q_{12}}{|U_3 - U_1|} = \dfrac{5}{2}\dfrac{A_{12}}{A_{13}} = \dfrac{5}{2}k = 5.$

Ответ: $x = 5$.

31 **Возможное решение**

До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединённые резисторы R_1, R_2 и катушку L. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_1 + R_2 + r} = \dfrac{12}{7+4+1} = 1$ А. При этом напряжение на конденсаторе равно

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

$U = IR_2 = 1 \cdot 4 = 4$ В. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе было накоплена энергия

$$W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 16}{2} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 24 \text{ мкДж},$$

а в катушке индуктивности —

$$W_L = \frac{LI^2}{2}.$$

После размыкания ключа вся накопленная в элементах цепи энергия выделится в виде тепла на резисторе R_2: $Q = W_C + W_L = 40$ мкДж.

Следовательно, $L = \dfrac{2(Q - W_c)}{I^2} = \dfrac{2(40 - 24) \cdot 10^{-6}}{1} = 32$ мкГн.

Ответ: $L = 32$ мкГн.

32 **Возможное решение**

Согласно закону сохранения энергии в колебательном контуре: $\dfrac{q^2}{2C} + \dfrac{LI^2}{2} = \dfrac{LI_m^2}{2}$.

Период свободных электромагнитных колебаний в контуре определяется формулой Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Из закона сохранения энергии определяем: $q^2 = LC\left(I_m^2 - I^2\right)$, откуда получаем:

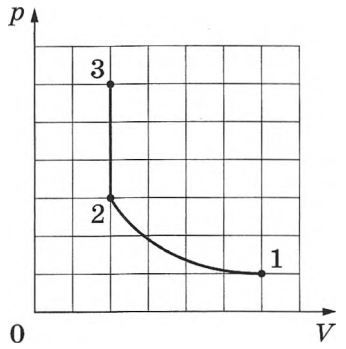
$$q = \frac{T}{2\pi}\sqrt{I_m^2 - I^2} = \frac{6{,}3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3{,}14} \cdot \sqrt{\left(5 \cdot 10^{-3}\right)^2 - \left(3 \cdot 10^{-3}\right)^2} \approx 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 4 \text{ нКл}.$$

Ответ: $q \approx 4$ нКл.

Вариант 10

28 **Возможное решение**

1.



2. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа пропорциональна его абсолютной температуре: $U = \dfrac{3}{2}\nu RT$. На участке 1–2 $U = \text{const}$, температура газа не меняется, происходит изотермическое сжатие, давление в этом процессе также возрастает в 3 раза. При этом $pV = \text{const}$, поэтому объём газа уменьшился в 3 раза. В координатах p–V график является гиперболой.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

3. На участке 2–3 температура пропорциональна давлению, процесс при постоянном количестве вещества, согласно уравнению Клапейрона — Менделеева $(pV = \nu RT)$, является изохорным нагреванием, объём газа не изменяется, а давление увеличивается в 2 раза. В координатах p–V график является отрезком вертикальной прямой.

29 **Возможное решение**

1. Найдём скорость v_1, которую брусок приобрёл, пройдя путь x. Используем закон сохранения энергии:

$$Mgx\sin\alpha = \frac{Mv_1^2}{2},\ v_1 = \sqrt{2gx\sin\alpha}. \quad (1)$$

2. Учитывая абсолютно неупругий удар пули и бруска, запишем закон сохранения импульса для этих тел:

$$mv - Mv_1 = (M+m)v_2, \quad (2)$$

где v — скорость пули, v_2 — скорость, которую приобретут тела после неупругого удара.

3. По закону сохранения энергии бруска, поднявшегося по наклонной плоскости на расстояние S:

$$\frac{(M+m)v_2^2}{2} = (M+m)gS\sin\alpha,\ v_2 = \sqrt{2gS\sin\alpha}. \quad (3)$$

4. Тогда

$$v = \frac{M}{m}\sqrt{2gx\sin\alpha} + \left(\frac{M}{m}+1\right)\sqrt{2gS\sin\alpha},$$

$$v = 50\sqrt{2\cdot 10\cdot 3{,}6\cdot 0{,}5} + 51\cdot\sqrt{2\cdot 10\cdot 2{,}5\cdot 0{,}5} = 555 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 555$ м/с.

30 **Возможное решение**

1. Количество теплоты Q_{12}, полученное газом в изобарном процессе 1–2 от нагревателя, согласно первому началу термодинамики

$$Q_{12} = A_{12} + (U_2 - U_1) = p_1(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) =$$

$$= p_1(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}p_1(V_2 - V_1) = \frac{5}{2}p_1(V_2 - V_1) = \frac{5}{2}A_{12}.$$

(С учётом уравнения Менделеева — Клапейрона $pV = \nu RT$.)

2. В адиабатном процессе $Q_{13} = 0$. Тогда модуль изменения внутренней энергии газа в процессе 1–3 $|U_3 - U_1| = A_{13}$.

3. В результате $\frac{A_{12}}{A_{13}} = \frac{2}{5}\cdot\frac{Q_{12}}{|U_3 - U_1|} = 2$.

Ответ: $\frac{A_{12}}{A_{13}} = 2$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31

Возможное решение

До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединённые резисторы R_1, R_2 и катушку L. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_1 + R_2 + r} = \dfrac{12}{7 + 4 + 1} = 1$ А. При этом напряжение на конденсаторе равно $U = IR_2 = 1 \cdot 4 = 4$ В. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия

$$W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 16}{2} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 24 \text{ мкДж},$$

а в катушке индуктивности —

$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{32 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 16 \text{ мкДж}.$$

После размыкания ключа вся накопленная в элементах цепи энергия выделится в виде тепла на резисторе R_2: $Q = W_C + W_L = 24 + 16 = 40$ мкДж.

Ответ: $Q = 40$ мкДж.

32

Возможное решение

Согласно закону сохранения энергии в колебательном контуре: $\dfrac{q^2}{2C} + \dfrac{LI^2}{2} = \dfrac{LI_m^2}{2}$.

Период свободных электромагнитных колебаний в контуре определяется формулой Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Из закона сохранения энергии определяем: $I^2 = I_m^2 - \dfrac{q^2}{LC}$, откуда получаем:

$$I^2 = I_m^2 - \frac{4\pi^2 q^2}{T^2}.$$

Ответ: $I \approx 4$ мА.

Вариант 11

28

Возможное решение

1. Электрометр 1 имеет положительный заряд, а электрометр 2 — отрицательный.

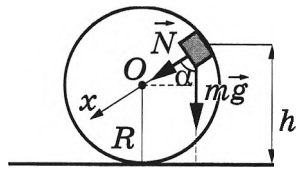
2. Отрицательно заряженная палочка, поднесённая к шару электрометра 1, создаёт электрическое поле. В этом поле электроны с шара, стержня и стрелки электрометра 1 перемещаются по медному стержню на электрометр 2.

3. Поскольку два соединённых медным стержнем электрометра образуют изолированную систему, то согласно закону сохранения заряда положительный заряд электрометра 1 в точности равен по модулю отрицательному заряду электрометра 2.

4. После того как убрали стержень, показания электрометров не изменились.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29 **Возможное решение**



1. Пусть скорость кубика на высоте h равна v, а в нижней точке петли потенциальная энергия кубика равна нулю.

Тогда по закону сохранения механической энергии $mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh$.

2. Когда кубик находится на высоте h, на него действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции опоры $\vec{N}$. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление (Ox на рисунке):

$$mg\cos\alpha + N = \frac{mv^2}{R},$$

где $\frac{v^2}{R} = a_n$ — центростремительное ускорение кубика в этой точке.
По третьему закону Ньютона $N = F$. Из рисунка видно, что $\cos\alpha = \frac{h-R}{R}$.

3. Из выражений п. 2 получим скорость кубика на высоте h:

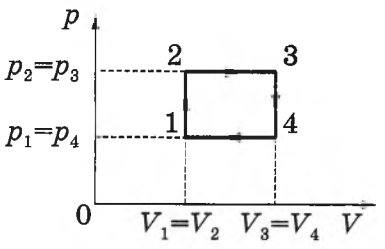
$$v^2 = g(h-R) + R\frac{F}{m}.$$

4. Подставив полученное значение 2 в формулу п. 1, найдём искомую высоту:

$$H = \frac{v^2}{2g} + h = \frac{3h-R}{2} + \frac{RF}{2mg} = \frac{3\cdot 2 - 1{,}5}{2} + \frac{1{,}5\cdot 4}{2\cdot 1{,}5\cdot 10} = 2{,}45 \text{ м}.$$

Ответ: $H = 2{,}45$ м.

30 **Возможное решение**



1. Коэффициент полезного действия теплового двигателя определяется формулой $\eta = \frac{A}{Q_1}$, где A — работа, совершённая газом за цикл, Q_1 — количество теплоты, полученное за цикл газом от нагревателя.

2. Анализируя график цикла, можно прийти к выводу, что цикл состоит из двух изохор, 1–2 и 3–4, и двух изобар, 2–3 и 4–1 (см. рисунок цикла в координатах p–V).

Согласно закону Шарля $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; так как $T_2 = 2T_1$, то $p_2 = p_3 = 2p_1$.

3. Согласно закону Гей-Люссака $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4}$; так как $T_4 = T_2 = 2T_1$, то $V_3 = V_4 = 2V_1$.

Работа, совершённая газом за цикл, численно равна площади фигуры, ограниченной графиком цикла: $A = (p_2 - p_1)(V_3 - V_4) = p_1V_1$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Газ получает положительное количество теплоты на изохоре 1–2 и изобаре 2–3; таким образом, $Q_1 = Q_{1-2} + Q_{2-3}$.

4. Согласно первому закону термодинамики для изохорного процесса 1–2 ($V = \text{const}$; $A = 0$) $Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu RT_1$. Для изобарного процесса 2–3:

$$Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p_2(V_3 - V_2).$$

С учётом уравнения Менделеева — Клапейрона, $pV = RT$, получаем: $Q_{1-2} = \frac{3}{2}p_1V_1$ и $Q_{2-3} = \frac{5}{2}p_2(V_3 - V_2) = 5p_1V_1$.

Таким образом,

$$\eta = \frac{A}{Q_{1-2} + Q_{2-3}} = \frac{p_1V_1}{\frac{3}{2}p_1V_1 + 5p_1V_1} = \frac{p_1V_1}{\frac{13}{2}p_1V_1} = \frac{2}{13} \approx 0{,}154 = 15{,}4\ \%.$$

Ответ: $\eta \approx 15{,}4\ \%$.

31 **Возможное решение**

1. Потребляемая лампой мощность пропорциональна напряжению на ней и силе тока через нить накала в соответствии с законом Джоуля — Ленца: $P = I \cdot U$.

2. Как следует из графика, при напряжении $U_1 = 12$ В сила тока, протекающего через лампу, $I_1 = 2$ А.

3. Сопротивление лампы при этих параметрах определяется законом Ома для участка цепи: $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 6$ Ом.

4. Как следует из графика, лампа потребляет мощность $P = 8{,}4$ Вт при напряжении $U_2 = 6$ В и силе тока $I_2 = 1{,}4$ А, а сопротивление нити накала при этом напряжении $R_2 = \frac{U_2}{I_2} \approx 4{,}3$ Ом.

5. Так как сопротивление нити пропорционально температуре: $R = \beta T$, то $\frac{T_2}{T_1} = \frac{R_2}{R_1}$, откуда $T_2 = T_1\frac{R_2}{R_1} = 3500\frac{6}{6 \cdot 1{,}4} = 2500$ К.

Ответ: $T_2 = 2500$ К.

32 **Возможное решение**

1. По определению сила тока $I = \frac{q}{t}$, где q — заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за время t.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. Когда ток в цепи достигает насыщения, все фотоэлектроны, выбитые из катода, достигают анода. Тогда за время t через поперечное сечение проводника проходит заряд $q = N_e et$, где e — модуль заряда электрона, N_e — количество фотоэлектронов, выбитых из катода за 1 с.

Так как $N_e = \frac{1}{30} N_\Phi$ (где N_Φ — количество фотонов, падающих на катод за 1 с), то $I_{max} = \frac{1}{30} N_\Phi e$.

3. Так как энергия фотона $E_\Phi = h\nu$, то мощность света $P = \frac{W}{t} = N_\Phi h\nu$.

4. Окончательно получим: $P = N_\Phi h\nu = \frac{30 I_{max} h\nu}{e}$. Согласно приведённому графику сила тока насыщения $I_{max} = 2$ мА, тогда:

$$P = \frac{30 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 5{,}2 \cdot 10^{14}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} \approx 0{,}13 \text{ Вт}.$$

Ответ: $P \approx 0{,}13$ Вт.

Вариант 12

28 **Возможное решение**

1. Электрометр 1 имеет отрицательный заряд, а электрометр 2 — положительный.

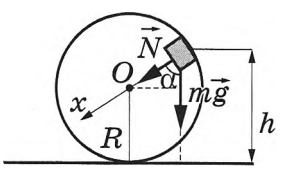
2. Положительно заряженная палочка, поднесённая к шару электрометра 1, создаёт электрическое поле. В этом поле электроны с шара, стержня и стрелки электрометра 2 перемещаются по алюминиевому стержню на электрометр 1.

3. Поскольку два соединённых алюминиевым стержнем электрометра образуют изолированную систему, то согласно закону сохранения заряда отрицательный заряд электрометра 1 в точности равен по модулю положительному заряду электрометра 2.

4. После того как убрали стержень, показания электрометров не изменились.

29 **Возможное решение**

1. Пусть скорость кубика на высоте h равна v, а в нижней точке петли потенциальная энергия кубика равна нулю. Тогда по закону сохранения механической энергии



$$mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. Когда кубик находится на высоте h, на него действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции опоры $\vec{N}$. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление (Ox на рисунке):

$$mg\cos\alpha + N = \frac{mv^2}{R},$$

где $\frac{v^2}{R} = a_n$ — центростремительное ускорение кубика в этой точке.

По третьему закону Ньютона $N = F$.

Из рисунка видно, что $\cos\alpha = \frac{h-R}{R}$.

3. Из выражений п. 2 получим скорость кубика на высоте h:

$$v^2 = g(h-R) + R\frac{F}{m}.$$

4. Подставив полученное значение v^2 в формулу п. 1, найдём искомую высоту:

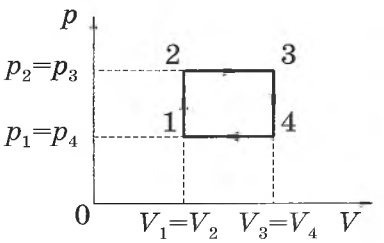
$$h = \frac{1}{3}\left(2H + R - \frac{RF}{mg}\right) = \frac{1}{3}\left(2\cdot 2{,}45 + 1{,}5 - \frac{1{,}5\cdot 4}{1{,}5\cdot 10}\right) = 2 \text{ м}.$$

Ответ: $h = 2$ м.

30 **Возможное решение**

1. Коэффициент полезного действия теплового двигателя определяется формулой $\eta = \frac{A}{Q_1}$, где A — работа, совершённая газом за цикл, Q_1 — количество теплоты, полученное за цикл газом от нагревателя.

2. Анализируя график цикла, можно прийти к выводу, что цикл состоит из двух изохор, 1–2 и 3–4, и двух изобар, 2–3 и 4–1 (см. рисунок цикла в координатах p–V).



Согласно закону Шарля для двух изохор 1–2 и 3–4 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ и $\frac{p_1}{T_4} = \frac{p_2}{T_3}$. Следовательно, $\frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2}$. Так как $T_3 = 4T_1$, то $T_4T_2 = T_1T_3 = 4T_1^2 \Rightarrow T_2 = 2T_1$ и $p_2 = p_3 = 2p_1$.

3. Согласно закону Гей-Люссака $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4}$; так как $T_4 = T_2 = 2T_1$, то $V_3 = V_4 = 2V_1$.

Работа, совершённая газом за цикл, численно равна площади фигуры, ограниченной графиком цикла: $A = (p_2 - p_1)(V_3 - V_4) = p_1V_1$.

Газ получает положительное количество теплоты на изохоре 1–2 и изобаре 2–3; таким образом, $Q_1 = Q_{1\text{–}2} + Q_{2\text{–}3}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4. Согласно первому закону термодинамики для изохорного процесса 1–2 ($V = \text{const}$; $A = 0$) $Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu RT_1$. Для изобарного процесса 2–3:

$$Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p_2(V_3 - V_2).$$

С учётом уравнения Менделеева — Клапейрона, $pV = RT$, получаем: $Q_{1-2} = \frac{3}{2}p_1V_1$ и $Q_{2-3} = \frac{5}{2}p_2(V_3 - V_2) = 5p_1V_1$.

Таким образом,

$$\eta = \frac{A}{Q_{1-2} + Q_{2-3}} = \frac{p_1V_1}{\frac{3}{2}p_1V_1 + 5p_1V_1} = \frac{p_1V_1}{\frac{13}{2}p_1V_1} = \frac{2}{13} \approx 0{,}154 = 15{,}4\ \%.$$

Ответ: $\eta \approx 15{,}4\ \%$.

31 **Возможное решение**

1. Потребляемая лампой мощность пропорциональна напряжению на ней и силе тока через нить накала в соответствии с законом Джоуля — Ленца: $P = I \cdot U$.

2. Как следует из графика, при напряжении $U_1 = 12$. В силе тока, протекающая через лампу $I_1 = 2$ А.

3. Сопротивление лампы при этих параметрах определяется законом Ома для участка цепи: $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 6$ Ом.

4. Как следует из графика, при напряжении $U_2 = 6$ Вт через лампу будет протекать ток силой $I_2 = 1{,}4$ А, а сопротивление нити накала при этом напряжении $R_2 = \frac{U_2}{I_2} \approx 4{,}3$ Ом.

5. Так как сопротивление нити пропорционально температуре: $R = \beta T$, то $\frac{T_2}{T_1} = \frac{R_2}{R_1}$, откуда $T_2 = T_1\frac{R_2}{R_1} = 4200\frac{6}{6 \cdot 1{,}4} = 3000$ К.

Ответ: $T_2 = 3000$ К.

32 **Возможное решение**

1. По определению сила тока $I = \frac{q}{t}$, где q — заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за время t.

2. Когда ток в цепи достигает насыщения, все фотоэлектроны, выбитые из катода, достигают анода. Тогда за время t через поперечное сечение проводника проходит заряд $q = N_e et$, где e — модуль заряда электрона, N_e — количество фотоэлектронов, выбитых из катода за 1 с.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Так как $N_e = \frac{1}{30} N_\Phi$ (где N_Φ — количество фотонов, падающих на катод за 1 с), то $I_{max} = \frac{1}{30} N_\Phi e$.

3. Так как энергия фотона $E_\Phi = \frac{hc}{\lambda}$, то мощность света $P = \frac{W}{t} = N_\Phi \frac{hc}{\lambda}$.

4. Окончательно получим: $P = N_\Phi \frac{hc}{\lambda} = \frac{30 I_{max} hc}{e\lambda}$. Согласно приведённому графику сила тока насыщения $I_{max} = 2$ мА, тогда:

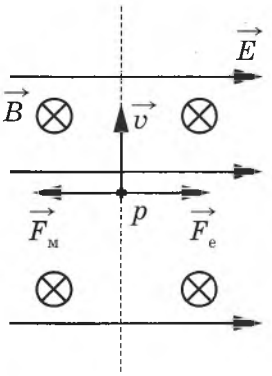
$$P = \frac{30 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 500 \cdot 10^{-9}} \approx 0{,}15 \text{ Вт}.$$

Ответ: $P \approx 0{,}15$ Вт.

Вариант 13

28 **Возможное решение**

1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

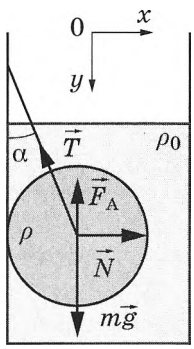


2. На протон действуют магнитное поле силой $F_м = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, $\vec{F}_e$ сонаправлена с $\vec{E}$, а по правилу левой руки $\vec{F}_м$ направлена противоположно силе $\vec{F}_e$. Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

3. Сила действия электрического поля с уменьшением напряжённости электрического поля уменьшится. Поскольку из-за этого равнодействующая сил $\vec{F}_м$ и $\vec{F}_e$, а также вызываемое ею в этом случае ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

29 **Возможное решение**

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной.
Запишем второй закон Ньютона: $\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = 0$.



Поскольку трение шара о стенку отсутствует, линия действия силы натяжения нити будет проходить через центр шара.
В проекциях на оси Ox и Oy второй закон Ньютона запишем в виде:

$$Ox: N - T\sin\alpha = 0; \quad (1)$$

$$Oy: mg - T\cos\alpha - F_A = 0. \quad (2)$$

Объём шара $V = \frac{m}{\rho}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Величина выталкивающей силы F_A определяется по закону Архимеда:

$$F_A = \rho_0 g V = mg\frac{\rho_0}{\rho}, \qquad (3)$$

где ρ_0 — плотность воды.

Выполняя математические преобразования с формулами (2) и (3), получим:

$$T = \frac{mg(\rho - \rho_0)}{\rho\cos\alpha} = \frac{4 \cdot 10 \cdot (11\,300 - 1000)}{11\,300 \cdot 0{,}866} \approx 42\,\text{Н}.$$

Ответ: $T \approx 42$ Н.

30 **Возможное решение**

Относительная влажность определяется парциальным давлением водяного пара p и давлением $p_{\text{нас}}$ насыщенного пара при той же температуре: $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}}$.

За время τ работы увлажнителя с производительностью I испаряется масса воды $m = \rho I\tau$ плотностью ρ.

В результате исходная влажность в комнате, $\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}}$, возрастает до значения

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{\text{нас}}} = \frac{p_1 + \Delta p}{p_{\text{нас}}} = \varphi_1 + \frac{\Delta p}{p_{\text{нас}}}.$$

Водяной пар в комнате объёмом V является разрежённым газом, который подчиняется уравнению Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \frac{M}{\mu}RT,$$

где M — масса водяного пара, p — его парциальное давление, μ — его молярная масса. Увеличение массы пара в комнате на m (от m_1 до $m_2 = m_1 + m$) приводит к увеличению парциального давления на величину, пропорциональную испарившейся массе: $\Delta p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{V} = \frac{\rho I\tau}{\mu}\frac{RT}{V}$.

Отсюда: $\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\Delta p}{p_{\text{нас}}} = \varphi_1 + \frac{\rho I\tau}{\mu} \cdot \frac{RT}{p_{\text{нас}}V}$.

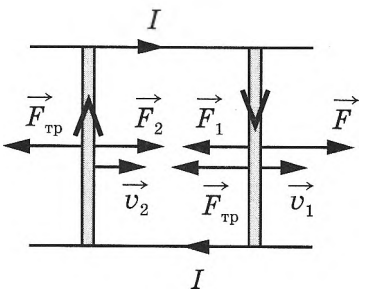
Окончательно получим:

$$\tau = \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)\mu p_{\text{нас}} V}{\rho I R T} = \frac{(0{,}65 - 0{,}3) \cdot 0{,}018 \cdot 2330 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3}{1000 \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 293} \approx 1{,}8\ \text{ч}.$$

Ответ: $\tau = 1{,}8$ ч.

31 **Возможное решение**

При движении стержней с разными скоростями изменение потока вектора магнитной индукции, пронизывающего контур, за промежуток времени Δt определяется по формуле $\Delta\Phi = Bl(v_1 - v_2)\Delta t = Blv_{\text{отн}}\Delta t$, что приводит к возникновению в контуре ЭДС индукции. Согласно закону Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -Blv_{\text{отн}}$.



Здесь мы пренебрегли самоиндукцией контура.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

В соответствии с законом Ома для замкнутой цепи в контуре появился ток

$$I = \frac{|\mathcal{E}|}{2R} = \frac{Blv_{\text{отн}}}{2R}.$$

На проводники с током в магнитном поле действуют силы Ампера $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, $F_1 = F_2 = IBl$, как показано на рисунке. Кроме этих сил, на каждый стержень действует тормозящая сила трения, $F_{\text{тр}} = \mu mg$.

Так как стержни движутся равномерно, сумма сил, приложенных к каждому стержню, равна нулю. На второй стержень действуют только сила Ампера F_2 и сила трения, поэтому $\frac{(Bl)^2 v_{\text{отн}}}{2R} = \mu mg$. Отсюда относительная скорость:

$$v_{\text{отн}} = \frac{2\mu mgR}{(Bl)^2} = \frac{2 \cdot 0{,}15 \cdot 0{,}05 \cdot 10 \cdot 0{,}3}{(1 \cdot 0{,}15)^2} = 2 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v_{\text{отн}} = 2$ м/с.

32 **Возможное решение**

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетевших из пластинки, $E_{\max}$ определяется уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\max}.$$

Максимальное удаление от пластинки d для электрона с зарядом e в однородном электрическом поле E можно найти из закона сохранения энергии:

$$E_{\max} = eEd.$$

Из приведённых уравнений

$$d = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}}}{eE}.$$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$d = \frac{\frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0{,}2 \cdot 10^{-6}} - 4{,}7 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^2} \approx 0{,}015 \text{ м}.$$

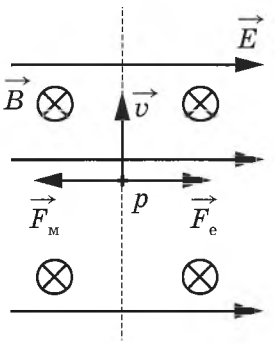
Ответ: $d \approx 1{,}5$ см.

Вариант 14

28 **Возможное решение**

1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

2. На протон действуют магнитное поле силой $F_{\text{м}} = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, $\vec{F}_e$ сонаправлена с $\vec{E}$, а по правилу левой руки $\vec{F}_{\text{м}}$ направлена противоположно силе $\vec{F}_e$. Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

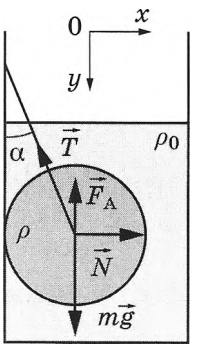


© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

3. Сила действия магнитного поля с увеличением индукции магнитного поля увеличится. Поскольку из-за этого равнодействующая сил $\vec{F}_м$ и $\vec{F}_e$, а также вызываемое ею в этом случае ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

29 **Возможное решение**

Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной.
Запишем второй закон Ньютона: $\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = 0$.
Поскольку трение шара о стенку отсутствует, линия действия силы натяжения нити будет проходить через центр шара.
В проекциях на оси Ox и Oy второй закон Ньютона запишем в виде:



$$Ox: N - T\sin\alpha = 0; \quad (1)$$

$$Oy: mg - T\cos\alpha - F_A = 0. \quad (2)$$

Объём шара $V = \frac{m}{\rho}$.

Величина выталкивающей силы F_A определяется по закону Архимеда:

$$F_A = \rho_0 g V = mg\frac{\rho_0}{\rho}, \quad (3)$$

где ρ_0 — плотность воды.
Выполняя математические преобразования с формулами (2) и (3), получим:

$$m = \frac{\rho T\cos\alpha}{g(\rho - \rho_0)} \approx \frac{11300 \cdot 30 \cdot 0{,}866}{10 \cdot (11300 - 1000)} \approx 2{,}85\,\text{кг}.$$

Ответ: $m \approx 2{,}85$ кг.

30 **Возможное решение**

Относительная влажность определяется парциальным давлением водяного пара p и давлением $p_{нас}$ насыщенного пара при той же температуре: $\varphi = \frac{p}{p_{нас}}$.

За время τ работы увлажнителя с производительностью I испаряется масса воды $m = \rho I\tau$ плотностью ρ.
В результате исходная влажность в комнате, $\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{нас}}$, возрастает до значения

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{нас}} = \frac{p_1 + \Delta p}{p_{нас}} = \varphi_1 + \frac{\Delta p}{p_{нас}}.$$

Водяной пар в комнате объёмом V является разрежённым газом, который подчиняется уравнению Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \frac{M}{\mu}RT,$$

где M — масса водяного пара, p — его парциальное давление, μ — его молярная масса. Увеличение массы пара в комнате на m (от m_1 до $m_2 = m_1 + m$) приводит к увеличению парциального давления на величину, пропорциональную испарившейся массе: $\Delta p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{V} = \frac{\rho I\tau}{\mu}\frac{RT}{V}$.

Отсюда: $\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\Delta p}{p_{нас}} = \varphi_1 + \frac{\rho I\tau}{\mu} \cdot \frac{RT}{p_{нас}V}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

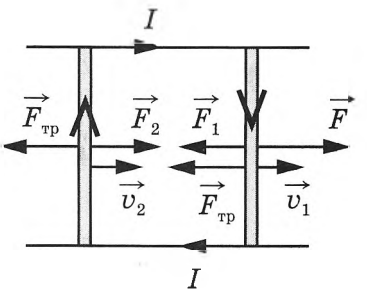
Окончательно получим:

$$\varphi_2 = 0{,}2 + \frac{10^3 \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{8{,}31 \cdot 298}{3{,}17 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 3} \approx 0{,}44 = 44\%.$$

Ответ: $\varphi_2 \approx 44\ \%$.

31 **Возможное решение**

При движении стержней с разными скоростями изменение потока вектора магнитной индукции, пронизывающего контур, за промежуток времени Δt определяется по формуле $\Delta\Phi = Bl(v_1 - v_2)\Delta t = Blv_{\text{отн}}\Delta t$, что приводит к возникновению в контуре ЭДС индукции. Согласно закону Фарадея $\mathscr{E} = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -Blv_{\text{отн}}$.



Здесь мы пренебрегли самоиндукцией контура.

В соответствии с законом Ома для замкнутой цепи в контуре появился ток

$$I = \frac{|\mathscr{E}|}{2R} = \frac{Blv_{\text{отн}}}{2R}.$$

На проводники с током в магнитном поле действуют силы Ампера $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, $F_1 = F_2 = IBl$, как показано на рисунке. Кроме этих сил, на каждый стержень действует тормозящая сила трения, $F_{\text{тр}} = \mu mg$.

Так как стержни движутся равномерно, сумма сил, приложенных к каждому стержню, равна нулю. На второй стержень действуют только сила Ампера F_2 и сила трения, поэтому $\dfrac{(Bl)^2 v_{\text{отн}}}{2R} = \mu mg$. Отсюда сопротивление проводников:

$$R = \frac{v_{\text{отн}}(Bl)^2}{2\mu mg} = \frac{1{,}5 \cdot (1 \cdot 0{,}2)^2}{2 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}05 \cdot 10} = 0{,}3 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R = 0{,}3$ Ом.

32 **Возможное решение**

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетевших из пластинки, $E_{\max}$ определяется уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\max}.$$

Максимальное удаление от пластинки d для электрона с зарядом e в однородном электрическом поле E можно найти из закона сохранения энергии:

$$E_{\max} = eEd.$$

Из приведённых уравнений

$$\lambda = \frac{hc}{A_{\text{вых}} + eEd} = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4{,}2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} + 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 75 \cdot 0{,}01} = 2{,}5 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

Ответ: $\lambda = 2{,}5 \cdot 10^{-7}$ м.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант 15

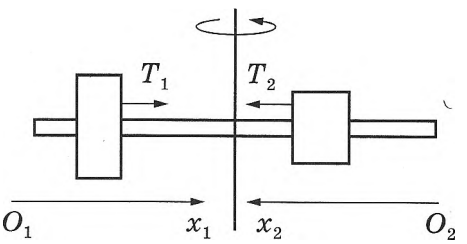
28 **Возможное решение**

1. Плотность газа $\rho = \frac{m}{V}$, где m — масса газа, V — его объём. В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона $p = \frac{m}{\mu V}RT = \frac{\rho}{\mu}RT$. На участке 12 плотность газа уменьшается, что означает увеличение его объёма. Давление газа при этом не изменяется, следовательно, согласно уравнению Менделеева — Клапейрона температура газа увеличивается.

2. В процессе 23 давление изменяется пропорционально плотности газа: $p \sim \rho$. Следовательно, в этом процессе температура газа не изменяется. Поскольку плотность газа на этом участке уменьшается, объём газа увеличивается.

29 **Возможное решение**

Для каждого груза выберем инерциальную систему отсчёта, ось которой направлена вдоль штанги к оси вращения (см. рисунок), и запишем в проекциях второй закон Ньютона для грузов:



$$\begin{cases} m_1 a_1 = T_1; \\ m_2 a_2 = T_2, \end{cases}$$

где $a_1 = \omega^2 R_1$, $a_2 = \omega^2 R_2$ — центростремительные ускорения грузов, $\omega = 2\pi\nu$ — угловая скорость вращения, R_1 и R_2 — радиусы окружностей.
Учитывая, что $T_1 = T_2 = T$ и $R_1 + R_2 = l$, из записи второго закона Ньютона получим:

$$R_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} l, \quad T_1 = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (2\pi\nu)^2 l = T.$$

Подставляя значения физических величин, найдём длину нити:

$$l = \frac{T \cdot (m_1 + m_2)}{m_1 m_2 (2\pi\nu)^2} = \frac{150 \cdot (0{,}1 + 0{,}4)}{0{,}1 \cdot 0{,}4 \cdot (2 \cdot 3{,}14 \cdot 15)^2} \approx 0{,}21 \text{ м}.$$

Ответ: $l \approx 0{,}21$ м.

30 **Возможное решение**

1. Когда трубка расположена горизонтально, объём воздуха и его давление равны, соответственно: $V_1 = l_1 S$, где S — площадь сечения трубки; $p_1 = p_{\text{атм}}$, что вытекает из условия равновесия столбика ртути.

2. Когда трубка расположена вертикально отверстием вверх, объём закрытой части трубки и давление воздуха в ней равны, соответственно:

$$V_2 = l_2 S; \quad p_2 = p_{\text{атм}} + pgl,$$

где ρ — плотность ртути.

3. Так как $T = \text{const}$, получаем: $p_1 V_1 = p_2 V_2$.
$p_{\text{атм}} l_1 S = (p_{\text{атм}} + pgl) l_2 S$, откуда

$$l = \frac{p_{\text{атм}} (l_1 - l_2)}{\rho g l_2} = \frac{750 \cdot (30 - 25)}{250} = 15 \text{ см}.$$

Ответ: $l = 15$ см.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 **Возможное решение**

1. Согласно закону электромагнитной индукции ЭДС в контуре $AEDC$ пропорциональна скорости изменения потока вектора магнитной индукции:

$$\left|\mathscr{E}_{\text{инд}}\right| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|B\frac{\Delta S}{\Delta t}\right| = Bl(v_1 + v_2). \quad (1)$$

2. По закону Ома для полной цепи сила тока в этом контуре

$$I = \frac{\left|\mathscr{E}_{\text{инд}}\right|}{2R}. \quad (2)$$

3. Объединяя (1) и (2), получим:

$$R = \frac{Bl(v_1 + v_2)}{2I}.$$

Ответ: $R = \dfrac{Bl(v_1 + v_2)}{2I}$.

32 **Возможное решение**

1. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из пластины, $W_{\max}$ определяется уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых.}} + W_{\max}. \quad (1)$$

2. Максимальное удаление от пластины d для электрона с зарядом e в электрическом поле E определяется законом сохранения энергии:

$$E_{\max} = Eed. \quad (2)$$

3. Отсюда $A_{\text{вых}} = \dfrac{hc}{\lambda} - eEd.$

4. Подставляя значения физических величин, получим:

$$A_{\text{вых}} = \frac{6{,}6\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{150\cdot10^{-9}} - 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot120\cdot4\cdot10^{-2} = 5{,}52\cdot10^{-19}\ \text{Дж} = 3{,}45\ \text{эВ}.$$

Ответ: $A_{\text{вых}} = 5{,}52\cdot10^{-19}$ Дж $= 3{,}45$ эВ.

Вариант 16

28 **Возможное решение**

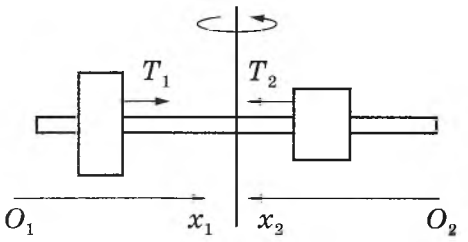
1. Плотность газа $\rho = \dfrac{m}{V}$, где m — масса газа, V — его объём. В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона $p = \dfrac{m}{\mu V}RT = \dfrac{\rho}{\mu}RT$. На участке 1–2 давление изменяется пропорционально плотности газа: $p \sim \rho$. Следовательно, в этом процессе температура газа не изменяется. Поскольку плотность газа на этом участке возрастает, объём газа уменьшается.

2. В процессе 23 плотность газа постоянна, следовательно, объём газа не меняется. Давление газа при этом уменьшается, следовательно, согласно уравнению Менделеева — Клапейрона температура газа также уменьшается.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29 **Возможное решение**

Для каждого груза выберем инерциальную систему отсчёта, ось которой направлена вдоль штанги к оси вращения (см. рисунок), и запишем в проекциях второй закон Ньютона для грузов:



$$\begin{cases} m_1 a_1 = T_1; \\ m_2 a_2 = T_2, \end{cases}$$

где $a_1 = \omega^2 R_1$, $a_2 = \omega^2 R_2$ — центростремительные ускорения грузов, $\omega = 2\pi\nu$ — угловая скорость вращения, R_1 и R_2 — радиусы окружностей.

Учитывая, что $T_1 = T_2 = T$ и $R_1 + R_2 = l$, из записи второго закона Ньютона получим:

$$R_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} l, \quad T_1 = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (2\pi\nu)^2 l = T.$$

Подставляя значения физических величин, найдём частоту вращения штанги:

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{T(m_1 + m_2)}{m_1 m_2 l}} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14} \cdot \sqrt{\frac{95 \cdot (0{,}1 + 0{,}4)}{0{,}1 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}3}} \approx 10 \text{ об/с}.$$

Ответ: $\nu \approx 10$ об/с.

30 **Возможное решение**

1. Когда трубка расположена горизонтально, объём воздуха и его давление равны, соответственно: $V_1 = l_1 S$, где S — площадь сечения трубки; $p_1 = p_{\text{атм}}$, что вытекает из условия равновесия столбика ртути.

2. Когда трубка расположена вертикально отверстием вверх, объём закрытой части трубки и давление воздуха в ней равны, соответственно:

$$V_2 = l_2 S; \quad p_2 = p_{\text{атм}} + pgl, \text{ где } \rho \text{ — плотность ртути.}$$

3. Так как $T = \text{const}$, получаем: $p_1 V_1 = p_2 V_2$.

$p_{\text{атм}} l_1 S = (p_{\text{атм}} + pgl) l_2 S$, откуда

$$l_2 = \frac{p_{\text{атм}} l_1}{p_{\text{атм}} + \rho g l} = \frac{750 \cdot 36}{750 + 150} = 30 \text{ см}.$$

Ответ: $l_2 = 30$ см.

31 **Возможное решение**

1. Согласно закону электромагнитной индукции ЭДС в контуре $AEDC$ пропорциональна скорости изменения потока вектора магнитной индукции:

$$\left|\mathscr{E}_{\text{инд}}\right| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|B\frac{\Delta S}{\Delta t}\right| = Bl(v_1 + v_2). \qquad (1)$$

2. По закону Ома для полной цепи сила тока в этом контуре

$$I = \frac{\left|\mathscr{E}_{\text{инд}}\right|}{2R}. \qquad (2)$$

3. Объединяя (1) и (2), получим:

$$R = \frac{Bl(v_1 + v_2)}{2I}.$$

Ответ: $R = \dfrac{Bl(v_1 + v_2)}{2I}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

32 **Возможное решение**

1. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из пластины, W_{max} определяется уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\frac{c}{\lambda} = A_{вых.} + W_{max}. \quad (1)$$

2. Максимальное удаление от пластины d для электрона с зарядом e в электрическом поле E определяется законом сохранения энергии:

$$W_{max} = Eed. \quad (2)$$

3. Отсюда $\lambda = \dfrac{hc}{A_{вых} + eEd}$.

4. Подставляя значения физических величин, получим:

$$\lambda = \frac{6{,}6\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{4{,}2\cdot1{,}6\cdot10^{-19} + 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot120\cdot2\cdot10^{-2}} \approx 188 \text{ нм}.$$

Ответ: $\lambda \approx 188$ нм.

Вариант 17

28 **Возможное решение**

1. Заряд Q, сообщённый пластине, соединённой со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд Q оказывается на пластине.
2. На заземлённом корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен Q по модулю.
3. Разность потенциалов между пластинами $U = \dfrac{Q}{C}$.
4. Внесение пластины из диэлектрика увеличивает ёмкость конденсатора, так как $C = \dfrac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$.
5. Суммарный заряд стержня электрометра и соединённой с ним пластины не изменяется, так как эта система тел электроизолирована. При этом заряд пластины остаётся практически равным Q. Поэтому разность потенциалов между пластинами после внесения диэлектрика уменьшается: $U = \dfrac{Q}{C'}$, что приведёт к уменьшению угла отклонения стрелки.

Ответ: угол отклонения стрелки уменьшится.

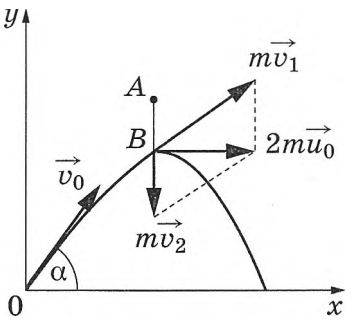
29 **Возможное решение**

1. Первый шарик начинает движение из начала координат, а второй из точки A. До и после столкновения (в точке B) шарики свободно падают. Поэтому до столкновения для первого шарика

$$y_1(t) = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = v_0\sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2},$$

$$v_{1y}(t) = v_0\sin\alpha - gt,$$

а для второго шарика $v_{2y}(t) = -gt$.



© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. Шарики сталкиваются в момент t_1, при этом импульс системы двух шариков сохраняется: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{u}_0$, а скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара, согласно условию, горизонтальна. Поэтому $v_{1y}(t_1) + v_{2y}(t_1) = 0$, или $(v_0\sin\alpha - gt_1) + (-gt_1) = 0$, откуда $t_1 = \dfrac{v_0\sin\alpha}{2g}$.

3. Столкновение шариков происходит на высоте

$$h = y_1(t_1) = v_0\sin\alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{8g} = \frac{3}{8}\cdot\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g}.$$

4. Поскольку скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара горизонтальна, интервал времени t_2 от столкновения шариков до их падения на землю находится из условия $h = \dfrac{gt_2^2}{2}$, откуда $t_2 = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = \sqrt{3}\cdot\dfrac{v_0\sin\alpha}{2g}$.

5. Шарики упадут на землю в момент $\tau = t_1 + t_2 = \dfrac{v_0\sin\alpha}{2g}\cdot\left(1+\sqrt{3}\right)$.

Ответ: $\tau = \dfrac{v_0\sin\alpha}{2g}\left(1+\sqrt{3}\right)$.

30 Возможное решение

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на горизонтальную ось x получаем:

$$F_1 - F_0 - F_{\text{упр}} = 0,$$

где F_0 – сила давления атмосферы на поршень, F_1 – сила давления газа в цилиндре на поршень, $F_{\text{упр}}$ – упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины (рис. 1).

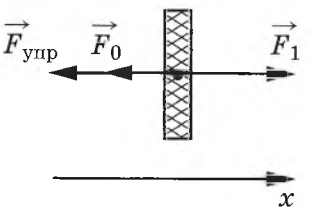


Рис. 1

2. Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина не деформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину x модуль упругой силы $F_{\text{упр}} = kx$. Тогда

$$F_1 = p(x)S = F_0 + F_{\text{упр}} = p_0S + kx$$

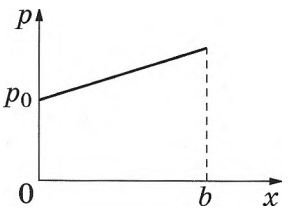


Рис. 2

и давление в цилиндре при смещении поршня вправо от начального положения на величину x равно $p(x) = p_0 + \dfrac{kx}{S}$ (см. рис. 2).

3. Из модели одноатомного идеального газа $\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \dfrac{3}{2}\nu RT \end{cases}$ следует: $U = \dfrac{3}{2}pV$.

Внутренняя энергия газа в исходном состоянии равна $U_1 = \dfrac{3}{2}p_0SL$, а в конечном состоянии $U_2 = \dfrac{3}{2}p(b)\cdot S(L+b) = \dfrac{3}{2}\left(p_0 + \dfrac{kb}{S}\right)S(L+b)$.

4. Из первого начала термодинамики получаем: $Q = U_2 - U_1 + A_{12}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Работа газа A_{12} при сдвиге поршня из начального в конечное состояние равна произведению величины S и площади трапеции под графиком $p(x)$ на рис. 2: $A_{12} = \frac{1}{2}\big[p(0) + p(b)\big]Sb = \left(p_0 S + \frac{kb}{2}\right)b$. Подставляя в выражение для Q значения U_1, U_2 и A_{12}, получим:

$$Q = \frac{3}{2}(p_0 S + kb)(L + b) - \frac{3}{2}p_0 SL + \left(p_0 S + \frac{kb}{2}\right)b = \frac{3}{2}kbL + \frac{5}{2}p_0 Sb + 2kb^2.$$

Ответ: $Q = \frac{3}{2}kbL + \frac{5}{2}p_0 Sb + 2kb^2$.

31 **Возможное решение**

1. Если при подключении батареи потенциал точки A оказывается выше, чем потенциал точки B, $\varphi_A > \varphi_B$, то ток через диод не течёт, и эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. 1.

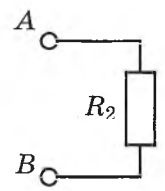


Рис. 1

Потребляемая мощность $P_1 = \frac{\mathscr{E}^2}{R_2}$.

2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$, диод открывается и подключает резистор R_1 параллельно резистору R_2. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. При этом потребляемая мощность увеличивается:

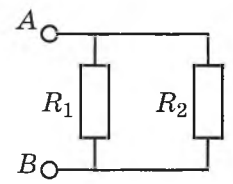


Рис. 2

$$P_2 = \frac{\mathscr{E}^2}{R_1} + \frac{\mathscr{E}^2}{R_2} > P_1.$$

3. Из этих уравнений: $R_2 = \frac{\mathscr{E}^2}{P_1}$, $R_1 = \frac{\mathscr{E}^2}{P_2 - P_1}$.

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом.

Ответ: $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом.

32 **Возможное решение**

Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} \qquad (1)$$

(C – ёмкость конденсатора, $U_{\max}$ — максимальное напряжение на конденсаторе).
Формула Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \qquad (2)$$

Формула, связывающая длину волны с периодом колебаний:

$$\lambda = cT \qquad (3)$$

(c – скорость света).
Решив систему уравнений (1)–(3), находим величину $U_{\max}$, откуда получаем для искомой напряжённости поля конденсатора:

$$E_{\max} = \frac{U_{\max}}{d} = \frac{2\pi cL}{\lambda d} I_{\max} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} 1{,}6 \cdot 10^{-3} \approx 4{,}5 \text{ В/м}.$$

Ответ: $E_{\max} \approx 4{,}5$ В/м.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант 18

28 **Возможное решение**

1. Стрелка и стержень электрометра, соединённые с нижней пластиной, но изолированные от корпуса, заряжаются положительно, и стрелка отклоняется на некоторый угол.

В верхней пластине и металлическом корпусе электрометра происходит перераспределение свободных электронов таким образом, что верхняя пластина заряжается отрицательно.

2. Заряды пластин одинаковы по модулю и противоположны по знаку, пластины образуют конденсатор с ёмкостью $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$, где S — площадь перекрытия пластин, d — расстояние между ними, ε — диэлектрическая проницаемость диэлектрика между пластинами.

Характер изменения угла отклонения стрелки совпадает с изменением разности потенциалов между пластинами: при увеличении разности потенциалов увеличивается угол отклонения, при уменьшении разности потенциалов угол уменьшается.

3. При уменьшении площади перекрытия пластин ёмкость конденсатора уменьшается, заряд конденсатора практически не меняется, так как его ёмкость много больше ёмкости системы «корпус + стрелки электрометра», а нижняя пластина вместе со стрелкой и стержнем электрометра образуют изолированную систему заряженных тел. Поэтому разность потенциалов $\Delta\varphi = q/C$ увеличивается, и угол отклонения стрелки электрометра увеличивается.

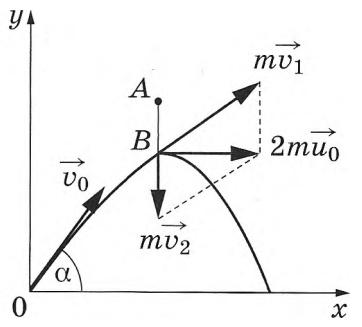
29 **Возможное решение**

1. Первый шарик начинает движение из начала координат, а второй — из точки A. До и после столкновения (в точке B) шарики свободно падают. Поэтому до столкновения для первого шарика

$$y_1(t) = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = v_0\sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2},$$
$$v_{1y}(t) = v_0\sin\alpha - gt,$$

а для второго шарика $v_{2y}(t) = -gt$.

2. Шарики сталкиваются в момент t_1, при этом импульс системы двух шариков сохраняется: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{u}_0$, а скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара, согласно условию, горизонтальна. Поэтому $v_{1y}(t_1) + v_{2y}(t_1) = 0$, или $(v_0\sin\alpha - gt_1) + (-gt_1) = 0$, откуда $t_1 = \frac{v_0\sin\alpha}{2g}$.



3. Столкновение шариков происходит на высоте

$$h = y_1(t_1) = v_0\sin\alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{8g} = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g}.$$

4. Поскольку скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара горизонтальна, интервал времени t_2 от столкновения шариков до их падения на землю находится из условия $h = \frac{gt_2^2}{2}$, откуда $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{3} \cdot \frac{v_0\sin\alpha}{2g}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

5. Шарики упадут на землю в момент $\tau = t_1 + t_2 = \frac{v_0 \sin\alpha}{2g} \cdot \left(1 + \sqrt{3}\right)$.

Отсюда $v_0 = \frac{2g\tau}{\sin\alpha\left(1+\sqrt{3}\right)}$.

Ответ: $v_0 = \frac{2g\tau}{\sin\alpha\left(1+\sqrt{3}\right)}$.

30 **Возможное решение**

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на горизонтальную ось x получаем:

$$F_1 - F_0 - F_{\text{упр}} = 0,$$

где F_0 — сила давления атмосферы на поршень, F_1 — сила давления газа в цилиндре на поршень, $F_{\text{упр}}$ — упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины (рис. 1).

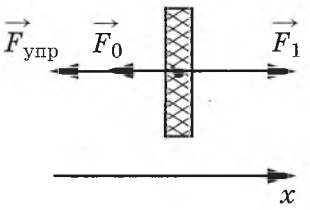


Рис. 1

2. Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина не деформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину x модуль упругой силы $F_{\text{упр}} = kx$. Тогда $F_1 = p(x)S = F_0 + F_{\text{упр}} = p_0 S + kx$ и давление в цилиндре при смещении поршня вправо от начального положения на величину x равно $p(x) = p_0 + \frac{kx}{S}$ (см. рис. 2).

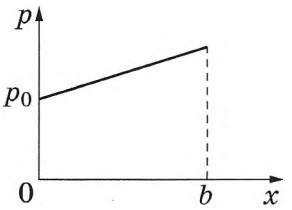


Рис. 2

3. Из модели одноатомного идеального газа $\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2}\nu RT \end{cases}$ следует: $U = \frac{3}{2}pV$.

Внутренняя энергия газа в исходном состоянии равна $U_1 = \frac{3}{2}p_0 SL$, а в конечном состоянии $U_2 = \frac{3}{2}p(b) \cdot S(L+b) = \frac{3}{2}\left(p_0 + \frac{kb}{S}\right)S(L+b)$.

4. Из первого начала термодинамики получаем: $Q = U_2 - U_1 + A_{12}$.

Работа газа A_{12} при сдвиге поршня из начального в конечное состояние равна произведению величины S и площади трапеции под графиком $p(x)$ на рис. 2: $A_{12} = \frac{1}{2}\left[p(0) + p(b)\right]Sb = \left(p_0 S + \frac{kb}{2}\right)b$. Подставляя в выражение для Q значения U_1, U_2 и A_{12}, получим:

$$Q = \frac{3}{2}\left(p_0 S + kb\right)(L+b) - \frac{3}{2}p_0 SL + \left(p_0 S + \frac{kb}{2}\right)b = \frac{3}{2}kbL + \frac{5}{2}p_0 Sb + 2kb^2.$$

Следовательно, первоначальное расстояние $L = \frac{Q - \frac{5}{2}p_0 Sb}{\frac{3}{2}kb} - \frac{4}{3}b$.

Ответ: $L = \frac{Q - \frac{5}{2}p_0 Sb}{\frac{3}{2}kb} - \frac{4}{3}b$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 **Возможное решение**

1. При подключении положительного полюса батареи к точке A потенциал точки A выше потенциала точки B ($\varphi_A > \varphi_B$), поэтому ток через резистор R_1 не течёт, а течёт через резистор R_2. Эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рисунке 1. Потребляемая мощность $P_1 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{R_2}$.

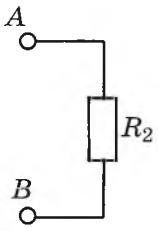


Рис. 1

2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$, ток через резистор R_2 не течёт, но течёт через резистор R_1. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рисунке 2. При этом потребляемая мощность $P_2 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{R_1}$.

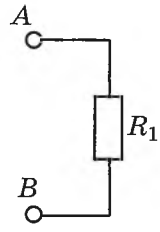


Рис. 2

3. Из этих уравнений: $R_2 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{P_1}$, $R_1 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{P_2}$.

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом.

Ответ: $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом.

32 **Возможное решение**

Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{NU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} \qquad (1)$$

(C — ёмкость конденсатора, $U_{\max}$ — максимальное напряжение на конденсаторе). Формула Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \qquad (2)$$

Формула, связывающая длину волны с периодом колебаний:

$$\lambda = cT \qquad (3)$$

(c — скорость света).

Максимальная напряжённость поля конденсатора:

$$E_{\max} = \frac{U_{\max}}{d}. \qquad (4)$$

Решив систему уравнений (1)–(4), получим:

$$I_{\max} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\max} = \frac{5 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 10^{-6}} \cdot 3 \approx 0{,}27 \text{ мА}.$$

Ответ: $I_{\max} = 0{,}27$ мА.

Вариант 19

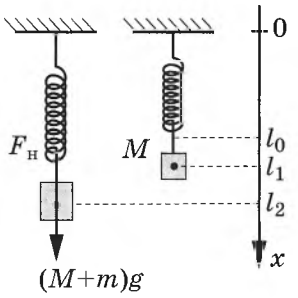
28 **Возможное решение**

1. По первому закону термодинамики количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A: $Q = \Delta U + A$. Концентрация газа $n = \dfrac{N}{V}$, где N — число молекул газа, V — его объём. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \dfrac{3}{2}\nu RT$ (где ν — количество моль газа). По условию задачи $N = \text{const}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. Так как на участке 1–2 концентрация газа не изменяется, его объём постоянен (изохорный процесс), значит, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа растёт, согласно закону Шарля температура газа также растёт, т. е. его внутренняя энергия увеличивается: $\Delta U > 0$. Значит, $Q > 0$, и газ получает тепло.
3. На участке 2–3 концентрация газа уменьшается, значит, его объём увеличивается и работа газа положительна: $A > 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака температура газа также увеличивается. Поэтому $\Delta U > 0$. По первому закону термодинамики $Q > 0$. В этом процессе газ получает тепло.

29 **Возможное решение**



1. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю, и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжести выбираем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.
2. В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии

$$\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1),$$

где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъёма оставшейся части груза.
3. В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.
4. Из 2) и 3) с учётом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_1 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим: $m = \frac{hk}{2g} = \frac{0{,}03 \cdot 400}{2 \cdot 10} = 0{,}6$ кг.

Ответ: $m = 0{,}6$ кг.

30 **Возможное решение**

1. При $t = 100$ °C давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению: $p_0 = 10^5$ Па.
2. При изотермическом сжатии произведение pV для влажного воздуха под поршнем уменьшилось, так как $n < k$. Значит, количество вещества влажного воздуха в сосуде уменьшилось за счёт конденсации части водяного пара в воду. При этом водяной пар стал насыщенным.
3. Пусть p_2 — давление влажного воздуха в сосуде в конечном состоянии, $p_{1\,сух}$ — давление сухого воздуха в сосуде в начальном состоянии.
Пользуясь законом Дальтона, запишем выражения для давления влажного воздуха в сосуде в начальном и конечном состояниях:

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

$$\begin{cases} p_1 = p_{1\text{сух}} + \varphi p_0, \\ p_2 = np_1 = kp_{1\text{сух}} + p_0. \end{cases}$$

Исключая из этих уравнений величину $p_{1\,\text{сух}}$, получим уравнение

$$np_1 = k(p_1 - \varphi p_0) + p_0,$$

откуда:

$$\varphi = \frac{(k-n)p_1 + p_0}{kp_0} = \frac{(4-3)\cdot 1{,}8\cdot 10^5 + 10^5}{4\cdot 10^5} = \frac{2{,}8}{4} = 0{,}7.$$

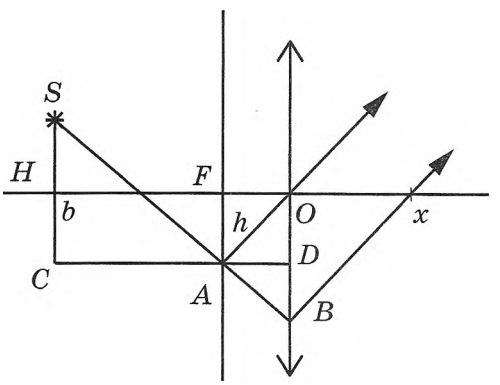
Ответ: $\varphi = 70\,\%$.

31 **Возможное решение**

Центростремительное ускорение иона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ определяется силой Кулона $F = qE$, действующей со стороны электрического поля. По второму закону Ньютона $qE = m\frac{v^2}{R}$, где q, m и v — соответственно заряд, масса и скорость иона, E — напряжённость электрического поля. С другой стороны, кинетическая энергия тела определяется соотношением $E_к = \frac{mv^2}{2}$. Отсюда: $R = \frac{2E_к}{qE}$. Если $E_к$ увеличивается в 2 раза, то для сохранения прежнего значения радиуса траектории иона напряжённость поля нужно тоже увеличить в 2 раза. Поскольку напряжённость электрического поля E прямо пропорциональна напряжению между обкладками конденсатора U, следовательно, его нужно увеличить в 2 раза.

Ответ: увеличить в 2 раза.

32 **Возможное решение**



1. Проведём луч SA до пересечения с плоскостью линзы (точка B на расстоянии $y = OB$ от центра линзы O). Проведём через точку A отрезок $CD \parallel OF$.

2. Из подобия ΔACS и ΔABD следует: $\frac{H+h}{b-F} = \frac{y-h}{F}$, откуда:

$$y = h + F\frac{H+h}{b-F} = \frac{hb+FH}{b-F} = \frac{4\cdot 70 + 20\cdot 5}{50} = 7{,}6 \text{ см}.$$

3. Из точки A проведём луч AO, который проходит линзу, не преломляясь. Точка A является побочным фокусом линзы, поэтому лучи AO и AB, пройдя линзу, идут параллельно друг другу.

4. Из подобия ΔAFO и ΔBOx следует: $\frac{h}{F} = \frac{y}{x}$, откуда:

$$x = y\frac{F}{h} = \frac{F}{h}\cdot\frac{hb+FH}{b-F} = \frac{20}{4}\cdot\frac{4\cdot 70 + 20\cdot 5}{70-20} = 38 \text{ см}.$$

Ответ: $x = 38$ см.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

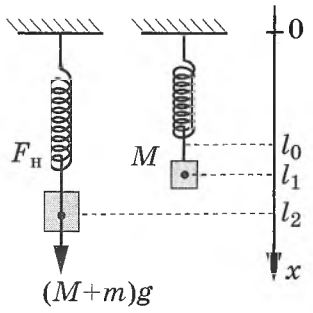
Вариант 20

28 **Возможное решение**

1. По первому закону термодинамики количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A: $Q = \Delta U + A$. Концентрация газа $n = \frac{N}{V}$, где N — число молекул газа, V — его объём. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \frac{3}{2}\nu RT$ (где ν — количество моль газа). По условию задачи $N = \text{const}$.
2. Так как на участке 1–2 концентрация газа не изменяется, его объём постоянен (изохорный процесс), значит, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа уменьшается, согласно закону Шарля температура газа также уменьшается, т. е. его внутренняя энергия уменьшается: $\Delta U < 0$. Значит, $Q < 0$, и газ отдаёт тепло.
3. На участке 2–3 концентрация газа увеличивается, значит, его объём уменьшается и работа газа отрицательна: $A < 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака температура газа также уменьшается. Поэтому $\Delta U < 0$. По первому закону термодинамики $Q < 0$. В этом процессе газ отдаёт тепло.

29 **Возможное решение**

1. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю, и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжести выбираем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.



2. В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии

$$\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1),$$

где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъёма оставшейся части груза.
3. В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.
4. Из 2) и 3) с учётом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_1 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим:

$$k = \frac{2mg}{h} = \frac{2 \cdot 0{,}6 \cdot 10}{0{,}03} = 400 \text{ Н/м}.$$

Ответ: $k = 400$ Н/м.

30 **Возможное решение**

1. При $t = 100$ °C давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению: $p_0 = 10^5$ Па.
2. При изотермическом сжатии произведение pV для влажного воздуха под поршнем уменьшилось, так как $n < k$. Значит, количество вещества влажного воздуха в сосуде уменьшилось за счёт конденсации части водяного пара в воду. При этом водяной пар стал насыщенным.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

3. Пусть p_2 — давление влажного воздуха в сосуде в конечном состоянии, $p_{1сух}$ — давление сухого воздуха в сосуде в начальном состоянии.
Пользуясь законом Дальтона, запишем выражения для давления влажного воздуха в сосуде в начальном и конечном состояниях:

$$\begin{cases} p_1 = p_{1сух} + \varphi p_0, \\ p_2 = np_1 = kp_{1сух} + p_0. \end{cases}$$

Исключая из этих уравнений величину $p_{1сух}$, получим уравнение

$$np_1 = k(p_1 - \varphi p_0) + p_0,$$

откуда:

$$\varphi = \frac{(k-n)p_1 + p_0}{kp_0} = \frac{(3-2)\cdot 1{,}7\cdot 10^5 + 10^5}{3\cdot 10^5} = 0{,}9.$$

Ответ: $\varphi = 90\,\%$.

31 **Возможное решение**

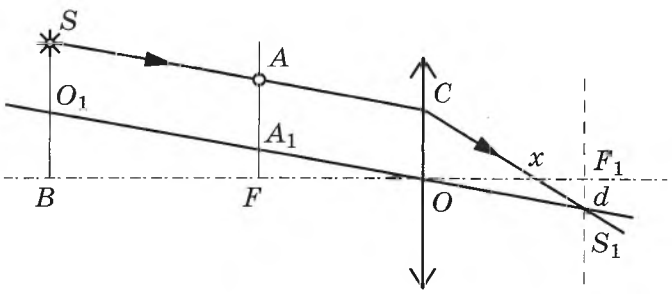
Центростремительное ускорение иона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ задаётся силой $F = qE$ действия электрического поля, так что $qE = m\frac{v^2}{R}$. (Здесь q, m и v — соответственно заряд, масса и скорость иона; E — напряжённость электрического поля.)

Отсюда $\frac{q}{m} = \frac{v^2}{RE} = \frac{10^{10}}{0{,}5\cdot 5\cdot 10^3} = 4\cdot 10^6$ Кл/кг.

Ответ: $\frac{q}{m} = 4\cdot 10^6$ Кл/кг.

32 **Возможное решение**

1. Построим ход луча $SACS_1$, прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в её фокальной плоскости; луч O_1OS_1, прошедший через оптический центр линзы (точку O), не преломляется.



2. Луч SAC, принадлежащий параллельному пучку лучей SA и O_1A_1, после преломления пересечёт луч O_1OS_1 в фокальной плоскости линзы в точке S_1 на расстоянии d от главной оптической оси BO. Так как расстояние от фокальных плоскостей AF и S_1F_1 до плоскости линзы одинаково, то $A_1F = F_1S_1 = d$, $OC = AA_1 = O_1S = h - d$, $O_1B = H - (h - d)$.

3. Луч CS_1 пересечёт главную оптическую ось на расстоянии x от линзы, которое определяется из подобия треугольников ΔOCx и ΔxF_1S_1. Из пропорции $\frac{x}{h-d} = \frac{F-x}{d}$ получаем: $x = F\left(1 - \frac{d}{h}\right)$.

Для определения d воспользуемся подобием треугольников ΔO_1BO и ΔA_1FO и составим пропорцию $\frac{H-(h-d)}{b} = \frac{d}{F}$, откуда: $d = \frac{H-h}{b-F}F$. После подстановки получаем:

$$H = \frac{h}{F^2}\left[Fb - x(b-F)\right] = \frac{4}{400}\cdot\left[20\cdot 60 - 16\cdot 40\right] = 5{,}6 \text{ см}.$$

Ответ: $H = 5{,}6$ см.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант 21

28 **Возможное решение**

1. Сила давления света во втором опыте больше, чем в первом.

2. В обоих опытах происходит поглощение световой волны. Этот процесс можно рассматривать как поглощение за время t большого числа $N>>1$ квантов света — фотонов. Каждый фотон при поглощении передаёт пластинке импульс $p_ф = \frac{h\nu}{c}$, поэтому пластинка получает импульс, равный сумме импульсов поглощённых фотонов: $p_\Sigma = Np_ф = N\frac{h\nu}{c}$.

3. В результате поглощения света пластинкой, покрытой сажей, она приобретает за время t импульс p_Σ в направлении распространения света от лазера. В соответствии с законом изменения импульса тела в инерциальной системе отсчёта скорость изменения импульса тела равна силе, действующей на него со стороны других тел или полей: $F_1 = \frac{p_\Sigma}{t} = \frac{N}{t}\cdot\frac{h\nu}{c}$.

4. В результате отражения света от зеркальной пластины отражённый квант имеет импульс, противоположный импульсу кванта падающей волны: $\vec{p}'_ф = -\vec{p}_ф$, поэтому отражённая волна имеет импульс $p'_\Sigma = -N'p_ф = -N'\frac{h\nu}{c}$. В итоге за время t импульс волны под действием зеркальной пластинки изменился. Это изменение: $\Delta p_\Sigma = p'_\Sigma - p_\Sigma = -(N+N')p_ф$.

Импульс системы световая волна + зеркальная пластинка сохраняется: $\Delta(p_\Sigma + p_{пл}) = 0$, поэтому $\Delta p_{пл} = -\Delta p_\Sigma$. Но изменение импульса тела в инерциальной системе отсчёта происходит только под действием других тел или полей и характеризуется силой $F_2 = \frac{p_{пл}}{t} = \frac{N+N'}{t}\cdot\frac{h\nu}{c}$. Для хорошего зеркала $N \approx N'$, поэтому $F_2 \approx 2F_1$.

5. Сравнивая выражения для силы F_1, действующей на пластинку, покрытую сажей, и силы F_2, действующей на зеркало, приходим к выводу, что $F_1 < F_2$.

29 **Возможное решение**

Введём обозначение: v_2 — модуль скорости летящего назад осколка снаряда.
Система уравнений для решения задачи:

$$\begin{cases} 2mv_0 = mv_1 - mv_2; \\ mv_0^2 + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}. \end{cases}$$

Выразим v_2 из первого уравнения: $v_2 = v_1 - 2v_0$ — и подставим во второе уравнение. Получим: $v_1^2 - 2v_0v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0$. Отсюда следует: $m = \frac{\Delta E}{(v_1 - v_0)^2}$.

Ответ: $m = \frac{\Delta E}{(v_1 - v_0)^2}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30

Возможное решение

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M+m)g + m_г g - m_в g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, $m_г$ — масса гелия, а $F = m_в g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_в - m_г$.

Давление гелия p и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона — Менделеева $pV = \frac{m_г}{\mu_г}RT = \frac{m_в}{\mu_в}RT$, где $\mu_г$ — молярная масса гелия, $\mu_в$ — средняя молярная масса воздуха, V — объём шара.

Отсюда: $m_в = m_г\frac{\mu_в}{\mu_г}$; $m_в - m_г = m_г\left(\frac{\mu_в}{\mu_г} - 1\right)$. $M + m = m_г\left(\frac{29}{4} - 1\right) = 6{,}25m_г$.

Следовательно, $m_г = \frac{M+m}{6{,}25}$.

Ответ: $m_г = 100$ кг.

31

Возможное решение

Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе. Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа

$$Q = \frac{CU^2}{2}, \qquad (1)$$

где U — напряжение на резисторе.

Напряжение $U = IR = \mathscr{E}\cdot\frac{R}{r+R} = \frac{\mathscr{E}}{1+k}$, (2)

где $k = \frac{r}{R}$.

$$k = \mathscr{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2Q}} - 1 = 0{,}2.$$

Ответ: $k = 0{,}2$.

32

Возможное решение

Пользуемся общей формулой для ЭДС индукции в движущемся проводнике:

$|\mathscr{E}| = vBL\sin(90^\circ - \alpha) = vBL\cos\alpha$, (1)

где α — угол между направлением вектора индукции и нормалью к поверхности наклонной плоскости.

Скорость проводника в конечном положении находится из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgh = mgl\sin\alpha$, (2)

откуда $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl\sin\alpha}$.

Из (1) и (2) находим $|\mathscr{E}| = BL\cos\alpha\sqrt{2gl\sin\alpha} \approx 0{,}17$ В.

Ответ: $|\mathscr{E}| \approx 0{,}17$ В.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант 22

28 **Возможное решение**

1. Увеличивается.

2. Свет, падающий на предмет, можно представить как поток фотонов с энергией $E_ф = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Известно, что длина волны зелёного света меньше длины волны красного света; следовательно, частота зелёного света больше, чем красного.

Так как энергия фотона $E = h\nu$, то энергия фотонов зелёного света больше, чем красного.

3. Мощность светового излучения, падающего на площадку, $P = E_ф \cdot \frac{\Delta N}{\Delta t}$, где Δt — интервал времени измерения (например, $\Delta t = 1$ с); ΔN — число фотонов, упавших на площадку за это время. В данном случае $P_1 = P_2$, $E_{ф1} > E_{ф2}$,

откуда $\frac{\Delta N_2}{\Delta N_1} = \frac{E_{фот.зел.}}{E_{фот.кр.}} > 1$. Следовательно, число фотонов увеличится.

29 **Возможное решение**

Введём обозначение: v_0 — модуль скорости снаряда до разрыва.

Система уравнений для решения задачи:

$$\begin{cases} 2mv_0 = mv_1 - mv_2; \\ mv_0^2 + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}. \end{cases}$$

Выразим v_0 из первого уравнения: $v_0 = \frac{v_1 - v_2}{2}$ — и подставим во второе уравнение.

Получим: $\frac{4\Delta E}{m} = (v_1 + v_2)^2$. Отсюда следует: $\Delta E = \frac{m}{4}(v_1 + v_2)^2$.

Ответ: $\Delta E = \frac{m}{4}(v_1 + v_2)^2$.

30 **Возможное решение**

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_г g - m_в g = 0$, где M и $m_г$ — массы оболочки шара и груза, $m_г$ — масса гелия, а $F = m_в g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_в - m_г$.

Давление гелия p и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона — Менделеева $pV = \frac{m_г}{\mu_г}RT = \frac{m_в}{\mu_в}RT$, где $\mu_г$ — молярная масса гелия, $\mu_в$ — средняя молярная масса воздуха, V — объём шара.

Отсюда:

$$m_в = m_г\frac{\mu_в}{\mu_г};\ m_в - m_г = m_г\left(\frac{\mu_в}{\mu_г} - 1\right).\ M + m = m_г\left(\frac{29}{4} - 1\right) = 6{,}25m_г.$$

Ответ: $M = 400$ кг.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 **Возможное решение**

Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе.

Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа

$$Q = \frac{CU^2}{2}, \quad (1)$$

где U — напряжение на резисторе.

Напряжение $U = IR = \mathscr{E}\dfrac{R}{r+R} = \dfrac{\mathscr{E}}{1+k}$. (2)

Комбинируя эти формулы, находим: $Q = \dfrac{C\mathscr{E}^2}{2(1+k)^2} = 10$ мкДж.

Ответ: $Q = 10$ мкДж.

32 **Возможное решение**

Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного поля: $\mathscr{E} = \left|\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \dfrac{S\Delta B_Z}{\Delta t}$, где S — площадь фигуры; $\Delta B_Z = B_{2Z} - B_{1Z}$.

Закон Ома: $\mathscr{E} = IR$, где R — сопротивление контура; $I = \dfrac{\Delta q}{\Delta t}$ — ток в контуре за время Δt изменения магнитного поля.

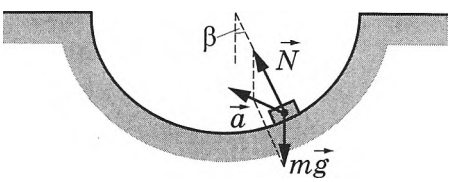
Выражение для заряда, протекающего по цепи: $\Delta q = I\Delta t = \dfrac{S}{R}(B_{2Z} - B_{1Z})$.

$$B_{1Z} = B_{2Z} - \frac{R\Delta q}{S} = 4{,}7 - \frac{5 \cdot 0{,}08}{0{,}1} = 0{,}7 \text{ Тл}.$$

Ответ: $B_{1Z} = 0{,}7$ Тл.

Вариант 23

28 **Возможное решение**



1. К шайбе приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила реакции поверхности $\vec{N}$, направленная по радиусу вверх. Ускорение шайбы $\vec{a}$ направлено внутрь траектории левее направления силы $\vec{N}$ (см. рисунок).

2. В промежуточной точке скорость шайбы $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шайбы есть центростремительное ускорение $\vec{a}_{\text{ц}} \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шайба.

3. Проекция ускорения шайбы на касательную к окружности равна по модулю $g\sin\beta$. Поэтому у шайбы есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_{\tau} \neq 0$, направленная в сторону нижней точки сферы.

4. Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_{\text{ц}} + \vec{a}_{\tau}$ направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы $\vec{N}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29 **Возможное решение**

Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const}.$$

В начальный момент и момент подъёма на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому её потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:

$$E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = E_{\text{пот}}^{\text{конечн}}.$$

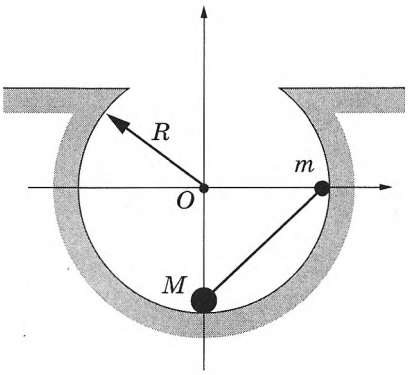


Рис. 1

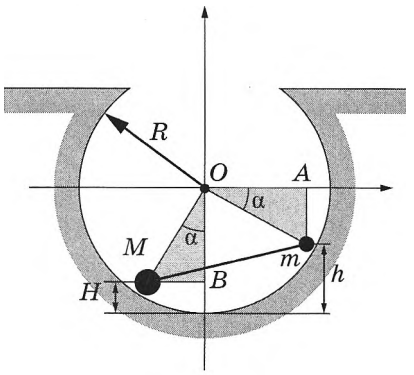


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2. Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgR$, а её конечная потенциальная энергия $E_{\text{пот}}^{\text{конечн}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению

$$mgR = mgh + MgH,$$

из которого следует, что $(R - h) = \dfrac{M}{m}H$.

При движении гантели по поверхности выемки высоты подъёма большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OmA и OMB $MB = mA = R - h$, $OA = OB = R - H$, $OM = Om = R$, и воспользуемся теоремой Пифагора: $(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2$.

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$.

Подставим сюда выражение $(R - h) = \dfrac{M}{m}H$, полученное из закона сохранения энергии, и получим: $\left(\dfrac{M}{m}\right)^2 H = 2R - H$; $R = \dfrac{H}{2}\left[1 + \left(\dfrac{M}{m}\right)^2\right]$.

Подставляя сюда значения физических величин, получим: $R = 6(1 + 4) = 30$ см.

Ответ: $R = 30$ см.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 **Возможное решение**

1. В данном цикле рабочее тело на участке 1–2 получает положительное количество теплоты от нагревателя: $Q_{нагр} = Q_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$.

На участке 2–3 (изохора) рабочее тело отдаёт холодильнику количество теплоты

$$|Q_{хол}| = U_2 - U_3.$$

Наконец, на участке 3–1 (адиабата) внешние силы сжимают газ, совершая работу

$$|A_{31}| = U_1 - U_3.$$

Поэтому количество теплоты $|Q_{хол}|$, отданное газом за цикл холодильнику, можно представить в виде: $|Q_{хол}| = (U_2 - U_1) + (U_1 - U_3) = (U_2 - U_1) + |A_{31}|$.

2. Модель одноатомного идеального газа: $\begin{cases} pV = \nu RT; \\ U = \dfrac{3}{2}\nu RT. \end{cases}$

3. Судя по рисунку в условии, $\dfrac{p_2}{p_1} = \dfrac{V_2}{V_1}$, откуда $p_2 = p_1\dfrac{V_2}{V_1} = 2p_0$. Поэтому

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 2V_0 - p_0V_0) = \frac{9}{2}p_0V_0,$$

$$A_{12} = \frac{1}{2}p_2V_2 - \frac{1}{2}p_1V_1 = \frac{1}{2}(2p_0 \cdot 2V_0 - p_0V_0) = \frac{3}{2}p_0V_0,$$

откуда получаем: $U_2 - U_1 = 3A_{12}$.

4. В результате $|Q_{хол}| = (U_2 - U_1) + |A_{31}| = 3A_{12} + |A_{31}| = 3370$ Дж.

Ответ: $|Q_{хол}| = 3A_{12} + |A_{31}| = 3370$ Дж.

31 **Возможное решение**

1. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течёт. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течёт ток $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2).

2. Так как конденсатор подключён параллельно резисторам R_1 и R_2, то напряжение на конденсаторе

$$U = IR_0 = \frac{\mathscr{E}R_0}{r + R_0} = \frac{\mathscr{E}R_1R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}.$$

3. Определим энергию электрического поля конденсатора:

$W = \dfrac{CU^2}{2} = \dfrac{C}{2}\left(\dfrac{\mathscr{E}R_1R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}\right)^2$, откуда найдём ёмкость конденсатора C:

$$C = 2W\left(\frac{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}{\mathscr{E}R_1R_2}\right)^2 = 120 \cdot 10^{-6}\left(\frac{0{,}4 \cdot 10 + 24}{240}\right)^2 \approx 1{,}6 \cdot 10^{-6}\ \text{Ф}.$$

Ответ: $C \approx 1{,}6$ мкФ.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

32

Возможное решение

Модуль силы, действующей на электрон со стороны электрического поля $\vec{E}$, не зависит от скорости:

$$|F_э| = |e| \cdot E, \quad (1)$$

а модуль силы Лоренца прямо пропорционален скорости электрона:

$$|F_л| = |e| \cdot \upsilon B. \quad (2)$$

Для того чтобы электроны отклонялись в сторону, противоположную оси OY, должно быть

$$F_э > F_л \text{ или } E > \upsilon B. \quad (3)$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта определяет максимальную скорость фотоэлектрона:

$$h\nu = A_{вых} + \frac{m\upsilon^2}{2}. \quad (4)$$

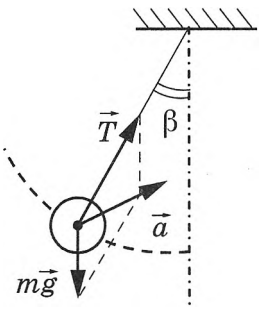
Из (1)–(4) получаем: $\nu < \frac{1}{h}\left(\frac{mE^2}{2B^2} + A_{вых}\right) \approx 6{,}4 \cdot 10^{14}$ Гц.

Ответ: $\nu < 6{,}4 \cdot 10^{14}$ Гц.

Вариант 24

28

Возможное решение



1. К шарику приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила натяжения нити $\vec{T}$, направленная по нити вверх. Ускорение шарика $\vec{a}$ направлено внутрь траектории правее направления силы $\vec{T}$ (см. рисунок).

2. В промежуточной точке скорость шарика $\vec{\upsilon} \neq 0$, поэтому у шарика есть центростремительное ускорение $\vec{a}_ц \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шарик.

3. Проекция ускорения шарика на касательную к окружности равна по модулю $g\sin\beta$. Поэтому у шарика есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_τ \neq 0$, направленная в сторону положения равновесия.

4. Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_ц + \vec{a}_τ$ направлено внутрь траектории правее направления силы $\vec{T}$.

29

Возможное решение

Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{кин} + E_{пот} = \text{const}.$$

В начальный момент и момент подъёма на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому её потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:

$$E_{пот}^{нач} = E_{пот}^{конечн}.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

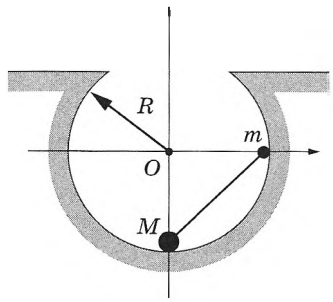


Рис. 1

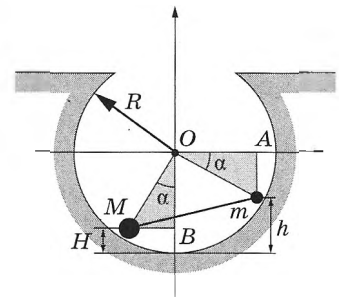


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2. Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgR$, а её конечная потенциальная энергия $E_{\text{пот}}^{\text{конечн}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению

$$mgR = mgh + MgH,$$

из которого следует, что $(R - h) = \dfrac{M}{m}H.$ (1)

При движении гантели по поверхности выемки высоты подъёма большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OmA и OMB $MB = mA = R - h$, $OA = OB = R - H$, $OM = Om = R$, и воспользуемся теоремой Пифагора: $(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2$.

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$. Из этого уравнения находим, что

$$H = R - \sqrt{h(2R - h)} = 20 - \sqrt{4 \cdot 36} = 8\,\text{см}.$$

Из соотношения (1) можно определить, что отношение масс M и m равно 2.

Ответ: $\dfrac{M}{m} = 2$.

30 **Возможное решение**

1. В данном цикле рабочее тело на участке 1–2 получает положительное количество теплоты от нагревателя: $Q_{\text{нагр}} = Q_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$.

На участке 2–3 (изохора) рабочее тело отдаёт холодильнику количество теплоты $|Q_{\text{хол}}| = U_2 - U_3$.

Наконец, на участке 3–1 (адиабата) внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = U_1 - U_3$.

Поэтому работу внешних сил на адиабате $|A_{31}|$ можно представить в виде:

$$|A_{31}| = U_1 - U_3 = (U_2 - U_3) - (U_2 - U_1) = |Q_{\text{хол}}| - (U_2 - U_1).$$

2. Модель одноатомного идеального газа: $\begin{cases} pV = \nu RT; \\ U = \dfrac{3}{2}\nu RT. \end{cases}$

3. Судя по рисунку в условии, $\dfrac{p_2}{p_1} = \dfrac{V_2}{V_1}$, откуда $p_2 = p_1\dfrac{V_2}{V_1} = 2p_0$.

Поэтому

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 2V_0 - p_0V_0) = \frac{9}{2}p_0V_0,$$

$$A_{12} = \frac{1}{2}p_2V_2 - \frac{1}{2}p_1V_1 = \frac{1}{2}(2p_0 \cdot 2V_0 - p_0V_0) = \frac{3}{2}p_0V_0,$$

откуда получаем: $U_2 - U_1 = 3A_{12}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4. В результате $|A_{31}| = |Q_{хол}| - (U_2 - U_1) = |Q_{хол}| - 3A_{12} = 370$ Дж.

Ответ: $|A_{31}| = 370$ Дж.

31 **Возможное решение**

1. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течёт. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течёт ток $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2).

2. Так как конденсатор подключён параллельно резисторам R_1 и R_2, то напряжение на конденсаторе

$$U = IR_0 = \frac{\mathscr{E}R_0}{r + R_0} = \frac{\mathscr{E}R_1R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}.$$

3. Определим энергию электрического поля конденсатора:

$W = \dfrac{CU^2}{2} = \dfrac{C}{2}\left(\dfrac{\mathscr{E}R_1R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}\right)^2$, откуда найдём ЭДС источника:

$$\mathscr{E} = \sqrt{\frac{2W}{C}} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}{R_1R_2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-6}}} \cdot \frac{0{,}4 \cdot 12 + 20}{20} = 2{,}48 \text{ В}.$$

Ответ: $\mathscr{E} = 2{,}48$ В.

32 **Возможное решение**

Модуль силы, действующей со стороны электрического поля $\vec{E}$, не зависит от скорости:

$$|F_э| = |e| \cdot E, \quad (1)$$

а модуль силы Лоренца пропорционален скорости электрона:

$$|F_л| = |e| \cdot \upsilon B. \quad (2)$$

Для того чтобы электроны отклонялись в положительном направлении оси OY, должно быть

$$F_л > F_э \text{ или } \upsilon B > E. \quad (3)$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{m\upsilon^2}{2}. \quad (4)$$

Из (1)–(4) получаем: $E < B\sqrt{\dfrac{2(h\nu - A)}{m}} \approx 300$ В/м.

Ответ: $E < 300$ В/м.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант 25

28 **Возможное решение**

1. По проводнику течёт постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho\frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

2. При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна.

3. При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, площадь поперечного сечения проводника на этом участке тоже постоянна. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, поэтому площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

29 **Возможное решение**

1. Скорость шайбы v в точке B найдём из баланса энергии шайбы в точках A и B с учётом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$. Отсюда: $v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}$.

2. Определим время полёта t шайбы из точки B в точку D из соотношения $y = v\sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчёта с началом координат в точке B. Отсюда: $t = \frac{2v\sin\alpha}{g}$.

3. Дальность полёта BD определим, подставляя это значение t в выражение для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчёта:

$$BD = v\cos\alpha \cdot t = \frac{v^2}{g}\sin 2\alpha.$$

4. Подставляя в выражение для BD значение v^2, получаем:

$$BD = 2\left(H - \frac{\Delta E}{mg}\right)\sin 2\alpha. \text{ Отсюда: } \Delta E = mg\left(H - \frac{BD}{2\sin 2\alpha}\right).$$

Ответ: $\Delta E = 2$ Дж.

Допускается ответ $\Delta E = -2$ Дж, если из текста решения следует, что речь идёт об изменении механической энергии.

30 **Возможное решение**

1. Аргон является одноатомным газом, подчиняющимся уравнению Клапейрона — Менделеева: $pV = \nu RT$, внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре:

$$U = \frac{3}{2}\nu RT, \text{ так что } U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_1, \quad U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_2.$$

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

2. С помощью уравнения Клапейрона — Менделеева и условия расширения $V_1T_1 = V_2T_2$ определим конечную температуру $T_2 = T_1\sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$ и внутреннюю энергию $U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_1\sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

3. Уменьшение внутренней энергии при расширении

$$\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{3}{4}\nu RT_1 \approx 3740\,\text{Дж}.$$

4. В соответствии с первым началом термодинамики уменьшение внутренней энергии равно сумме совершённой работы и количества теплоты, отданного газом: $\Delta U = Q + A$, поэтому $Q = \Delta U - A \approx 1247$ Дж.

Ответ: $Q \approx 1247$ Дж.

31 **Возможное решение**

Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле $\frac{mv^2}{2} = qU$, (1)

где m, v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции $F_л = qvB$, придающая иону центростремительное ускорение $a_ц = \frac{v^2}{R}$. Получаем: $qvB = m\frac{v^2}{R}$. (2)

Решая систему уравнений (1) и (2), находим:

$$B = \frac{1}{R}\sqrt{2U\frac{m}{q}} = \frac{1}{0{,}2}\sqrt{2\cdot 10^4\cdot 5\cdot 10^{-7}} = 0{,}5 \text{ Тл}.$$

Ответ: B = 0,5 Тл.

32 **Возможное решение**

1. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1, т. е. $p = p_0 + p_1$.

2. Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона — Менделеева: $p_1V = \frac{m_1}{\mu_1}RT_0$, где V — объём контейнера; T_0 — абсолютная температура в нём; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

3. К определённому моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада: $N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0\cdot 2^{-\frac{t}{\tau}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu}N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ — соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; τ — период полураспада полония.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

4. Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$; следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A}\left(1 - 2^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{m}{\mu}\left(1 - 2^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

$$V = \frac{mRT_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{\tau}}\right)}{(p - p_0)\mu} = \frac{1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7 \cdot 5}{140}}\right)}{(1{,}4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0{,}21} =$$

$$= \frac{1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)}{(1{,}4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0{,}21} \approx 75 \cdot 10^{-6}\ \text{м}^3 \approx 75\ \text{см}^3.$$

Ответ: $V \approx 75$ см^3.

Вариант 26

28 **Возможное решение**

1. По проводнику течёт постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho\frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

2. При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

3. При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются быстрее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

29 **Возможное решение**

1. Скорость шайбы v в точке B найдём из баланса энергии шайбы в точках A и B с учётом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$. Отсюда: $v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}$.

2. Время t полёта шайбы из точки B в точку D определим из зависимости:

$y = v\sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчёта с началом координат в точке B. Отсюда: $t = \frac{2v\sin\alpha}{g}$.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

3. Дальность полёта BD определяется из выражения для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчёта:

$$BD = v\cos\alpha \cdot t = \frac{v^2}{g}\sin 2\alpha.$$

4. Подставляя в выражение для BD значение v^2, получаем: $BD = 2\left(H - \frac{\Delta E}{mg}\right)\sin 2\alpha$.

5. Отсюда находим массу шайбы: $m = \frac{2\Delta E \sin 2\alpha}{g(2H\sin 2\alpha - BD)} = 0{,}05$ кг.

Ответ: $m = 0{,}05$ кг.

30 **Возможное решение**

1. Аргон является одноатомным газом, подчиняющимся уравнению Клапейрона — Менделеева: $pV = \nu RT$, внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре: $U = \frac{3}{2}\nu RT$, так что $U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_2$.

2. С помощью уравнения Клапейрона — Менделеева и условия расширения $V_1T_1 = V_2T_2$ определим конечную температуру $T_2 = T_1\sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$ и внутреннюю энергию $U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_1\sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

3. Уменьшение внутренней энергии при расширении

$$\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_1\left(1 - \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}\right) \approx 3740 \text{ Дж}.$$

Ответ: $\Delta U \approx 3740$ Дж.

31 **Возможное решение**

Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле $\frac{mv^2}{2} = qU$, (1)

где m, v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции: $F_л = qvB$, придающая иону центростремительное ускорение $a_ц = \frac{v^2}{R}$. Получаем: $qvB = m\frac{v^2}{R}$. (2)

Решая систему уравнений (1) и (2), находим:

$$\frac{m}{q} = \frac{R^2B^2}{2U} = \frac{4\cdot 10^{-2}\cdot 25\cdot 10^{-2}}{2\cdot 10^4} = 5\cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}.$$

Ответ: $\frac{m}{q} = 5\cdot 10^{-7}$ кг/Кл.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

32 **Возможное решение**

1. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1, т. е. $p = p_0 + p_1$.

2. Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона — Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V – объём контейнера; T_0 — абсолютная температура в нём; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

3. К определённому моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада: $N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{\tau}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ — соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; τ — период полураспада полония.

4. Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$; следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A}\left(1 - 2^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{m}{\mu}\left(1 - 2^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

$$m = \frac{(p - p_0)V\mu}{RT_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{\tau}}\right)} = \frac{(1{,}3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}21}{8{,}31 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7 \cdot 5}{140}}\right)} =$$

$$= \frac{(1{,}3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}21}{8{,}31 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)} \approx 1{,}2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 1{,}2 \text{ г}.$$

Ответ: $m \approx 1{,}2$ г.

Вариант 27

28 **Возможное решение**

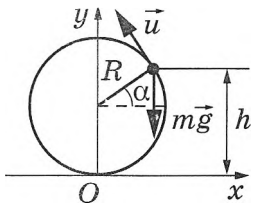
По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, а сопротивление вольтметра бесконечно велико. При перемещении движка реостата вправо его сопротивление R_2 уменьшается, что ведёт к уменьшению сопротивления всей внешней цепи $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока через амперметр $I = \frac{\mathscr{E}}{r + R}$ увеличивается (знаменатель дроби уменьшается, а числитель остаётся неизменным), напряжение на батарее, измеряемое вольтметром, уменьшается: $U = \mathscr{E} - Ir$.

Ответ: напряжение, измеренное вольтметром, уменьшается, а ток через амперметр растёт.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29

Возможное решение



В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u, определяемую из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh$. При этой скорости её центростремительное ускорение $a_{цс} = \frac{u^2}{R}$ в инерциальной системе отсчёта Oxy, связанной с Землёй, в соответствии со вторым законом Ньютона обеспечивалось составляющей силы тяжести, действующей на шайбу и направленной к центру кольца: $ma_{цс} = mg\sin\alpha$.

Учитывая, что $\sin\alpha = \frac{h-R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{цс}$ и u:

$v^2 = g(h-R) + 2gh$. Отсюда $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0{,}18$ м.

Ответ: $h \approx 0{,}18$ м.

30

Возможное решение

1. Пусть p_0 — давление азота в камере;
p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;
p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;
S — площадь горизонтального сечения сосуда.

2. Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:

$$\frac{p_1 hS}{T_1} = \frac{p_0 LS}{T_0}, \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1:

$$p_0 S - F_{тр} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{тр} = (p_0 - p_1)S.$$

3. Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:

$$\frac{p_2 HS}{T_0} = \frac{p_0 LS}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии:

$$p_2 S - F_{тр} - p_0 S = 0,$$

откуда

$$p_2 = p_0 + \frac{F_{тр}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

4. Приравнивая друг другу два выражения для p_2, получаем равенство:

$$\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Отсюда: $T_1 = T_0 \cdot \frac{h}{L} \cdot \left(2 - \frac{L}{H}\right) \approx 219$ К.

Ответ: $T_1 \approx 219$ К.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 **Возможное решение**

ЭДС индукции в кольце $\mathscr{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Изменение магнитного потока за время Δt равно $\Delta\Phi = \Delta(BS)$, где S (площадь кольца) постоянна и равна $S = \frac{\pi D^2}{4}$. Следовательно, $|\mathscr{E}| = S\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|$, откуда $\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{\mathscr{E}}{S}$. С другой стороны, по закону Ома $\mathscr{E} = IR = I\frac{\rho l}{S_{пр}}$, где $S_{пр}$ — площадь поперечного сечения медного провода $S_{пр} = \frac{\pi d^2}{4}$, длина кольца $l = \pi D$.

Отсюда $\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{16I\rho}{\pi d^2 D} \approx 1$ Тл/с.

Ответ: $\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| \approx 1$ Тл/с.

32 **Возможное решение**

Начальная скорость вылетевшего электрона $v_0 = 0$. Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: $A = \frac{mv^2}{2}$.

Работа силы связана с напряжённостью поля и пройденным путём: $A = FS = eES$.

Отсюда $v^2 = \frac{2eES}{m}$, $v = \sqrt{\frac{2eES}{m}}$.

Ответ: $v \approx 3 \cdot 10^6$ м/с.

Вариант 28

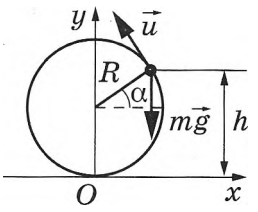
28 **Возможное решение**

По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, а сопротивление вольтметра бесконечно велико. При перемещении движка реостата влево его сопротивление R_2 увеличивается, что ведёт к увеличению сопротивления всей внешней цепи $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока через амперметр $I = \frac{\mathscr{E}}{r + R}$ уменьшается, напряжение на батарее, измеряемое вольтметром, увеличивается: $U = \mathscr{E} - Ir$.

Ответ: напряжение, измеренное вольтметром, увеличивается, а ток через амперметр уменьшается.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29 **Возможное решение**



В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u, определяемую из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh$.

При этой скорости её центростремительное ускорение $a_{цс} = \frac{u^2}{R}$ в инерциальной системе отсчёта Oxy, связанной с Землёй, в соответствии со вторым законом Ньютона обеспечивалось составляющей силы тяжести, действующей на шайбу и направленной к центру кольца: $ma_{цс} = mg\sin\alpha$.

Учитывая, что $\sin\alpha = \frac{h-R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{цс}$ и u:

$$v^2 = g(h-R) + 2gh.$$

Ответ: $v = 2$ м/с.

30 **Возможное решение**

1. Пусть p_0 — давление азота в камере;
p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;
p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;
S — площадь горизонтального сечения сосуда.

2. Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:

$$\frac{p_1 hS}{T_1} = \frac{p_0 LS}{T_0}, \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1:

$$p_0 S - F_{тр} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{тр} = (p_0 - p_1)S.$$

3. Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:

$$\frac{p_2 HS}{T_0} = \frac{p_0 LS}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии:

$$p_2 S - F_{тр} - p_0 S = 0,$$

откуда

$$p_2 = p_0 + \frac{F}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

4. Приравнивая друг другу два выражения для p_2, получаем равенство:

$$\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Отсюда: $H = \frac{L}{2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}} \approx 46$ см.

Ответ: $H \approx 46$ см.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 **Возможное решение**

ЭДС индукции в кольце $\mathscr{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Изменение магнитного потока за время Δt равно $\Delta\Phi = \Delta(BS)$, где S (площадь кольца) постоянна и равна $S = \frac{\pi D^2}{4}$. Следовательно, $|\mathscr{E}| = S\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|$, откуда $\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{\mathscr{E}}{S}$. С другой стороны, по закону Ома $\mathscr{E} = IR = I\frac{\rho l}{S_{пр}}$, где $S_{пр}$ — площадь поперечного сечения медного провода $S_{пр} = \frac{\pi d^2}{4}$, длина кольца $l = \pi D$.

Отсюда $\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{16I\rho}{\pi d^2 D}$ и $D = \frac{16I\rho}{\pi d^2\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|} \approx 0{,}22$ м.

Ответ: D = 22 см.

32 **Возможное решение**

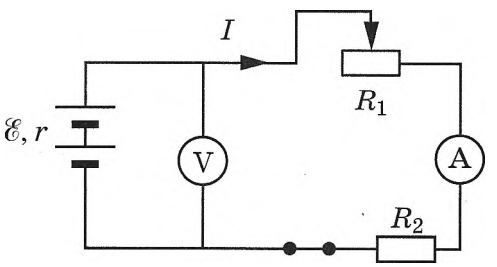
Начальная скорость вылетевшего электрона $v_0 = 0$. Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: $A = \frac{mv^2}{2}$. Работа силы связана с напряжённостью поля и пройденным путём: $A = FS = eES$. Отсюда $v^2 = \frac{2eES}{m}$, $S = \frac{mv^2}{2eE} \approx 5 \cdot 10^{-4}$ м.

Ответ: $S \approx 5 \cdot 10^{-4}$ м.

Вариант 29

28 **Возможное решение**

1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.



Ток через вольтметр практически не течёт, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало́.

2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

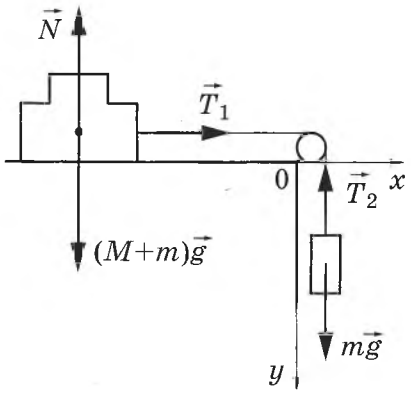
$$I = \frac{\mathscr{E}}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \mathscr{E} - Ir$.

3. При перемещении движка реостата вправо его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом растёт, а напряжение на батарее уменьшается.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

29 **Возможное решение**



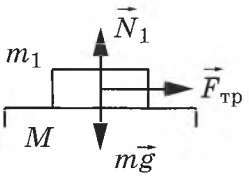
1. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M + m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2.

2. Будем считать систему отсчёта, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введённой системы координат:

$$\left.\begin{aligned} Ox:\ & (M+m)a_1 = T_1 \\ Oy:\ & ma_2 = mg - T_2 \end{aligned}\right\}$$

Учтём, что $T_1 = T_2 = T$ (нить лёгкая, скользит по блоку без трения), $a_1 = a_2 = a$ (нить нерастяжима), и сложим уравнения.

Получим: $(M+2m)a = mg$, откуда $a = g\dfrac{m}{M+2m}$.



3. Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтём, что груз m_1 покоится относительно груза M:

$$\left.\begin{aligned} Ox:\ & ma = F_{тр} \\ Oy:\ & mg - N_1 = 0 \\ & F_{тр} \le \mu N_1 \end{aligned}\right\}$$

Получим: $ma \le \mu N_1 = \mu mg$, откуда $a = g\dfrac{m}{M+2m} \le \mu g$.

Решая неравенство $\dfrac{m}{M+2m} \le \mu$ относительно m, получим: $m \le \dfrac{\mu M}{1-2\mu} = 0{,}4$ кг.

Ответ: $m \le 0{,}4$ кг.

30 **Возможное решение**

Согласно первому началу термодинамики

$$Q_1 = \Delta U, \qquad (1)$$
$$Q_2 = \Delta U + A, \qquad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что

$$A = p\Delta V, \qquad (3)$$

(ΔV — изменение объёма газа).

С помощью уравнения Клапейрона — Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа:

$$p\Delta V = \nu R\Delta T. \qquad (4)$$

Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь: $\Delta T = \dfrac{(Q_2 - Q_1)}{\nu R}$.

Ответ: $\Delta T \approx 1$ К.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

31 **Возможное решение**

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

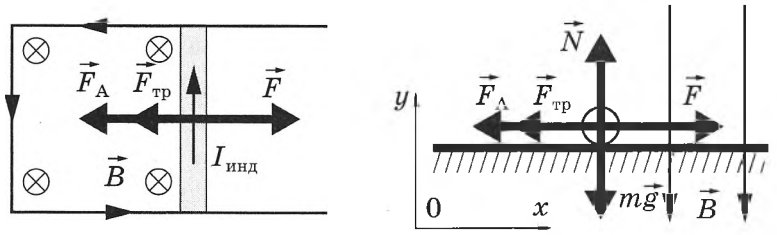
$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad \text{или} \quad \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$$

Из равенств следует: $I^2 = I_m^2 - \frac{C}{L}U^2$ и $\frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}$.

В результате получаем: $I = I_m\sqrt{1 - \frac{U^2}{U_m^2}}$.

Ответ: I = 4,0 мА.

32 **Возможное решение**



При движении перемычки в однородном магнитном поле на её концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = BVl$, где B — индукция магнитного поля; V и l – соответственно скорость и длина перемычки.

Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{инд} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BVl}{R}$, где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против часовой стрелки (см. рисунок). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнёт действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = I_{инд}Bl = \frac{B^2l^2V}{R}$.

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, нормальная составляющая силы реакции опоры $\vec{N}$, сила трения $\vec{F}_{тр}$, сила Ампера $\vec{F}_A$ и сила $\vec{F}$, приложенная к перемычке (см. рисунок). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому её ускорение равно нулю.

Второй закон Ньютона в проекциях на оси системы координат, показанной на рисунке, имеет вид: Ox: $0 = F - F_{тр} - F_A$; Oy: $0 = N - mg$.

Сила трения скольжения $F_{тр} = \mu N = \mu mg$. В итоге получаем:

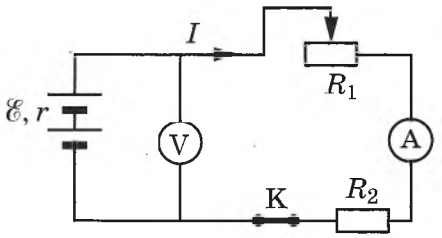
$$V = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = \frac{(1{,}13 - 0{,}25 \cdot 0{,}092 \cdot 10) \cdot 0{,}1}{(0{,}15 \cdot 1)^2} = 4 \text{ м/с}.$$

Ответ: V = 4 м/с.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

Вариант 30

28 **Возможное решение**



1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи. Ток через вольтметр практически не течёт, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

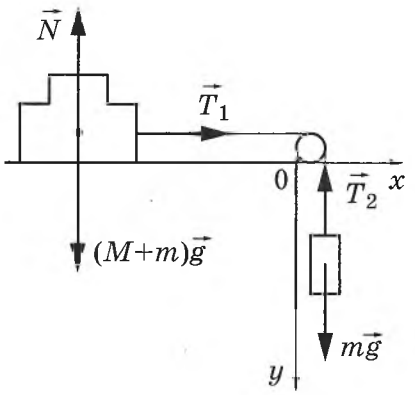
2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \mathscr{E} - Ir$.

3. При перемещении движка реостата влево его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом уменьшается, а напряжение на батарее растёт.

29 **Возможное решение:**



1. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M + m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2.

2. Будем считать систему отсчёта, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введённой системы координат:

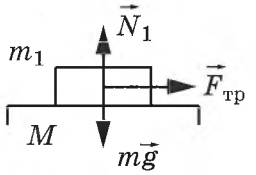
$$\left.\begin{array}{ll} Ox: & (M+m)a_1 = T_1 \\ Oy: & ma_2 = mg - T_2 \end{array}\right\}$$

Учтём, что $T_1 = T_2 = T$ (нить лёгкая, скользит по блоку без трения), $a_1 = a_2 = a$ (нить нерастяжима), и сложим уравнения.

Получим: $(M + 2m)a = mg$, откуда $a = g\dfrac{m}{M + 2m}$.

3. Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтём, что груз m_1 покоится относительно груза M:

$$\left.\begin{array}{l} Ox:\ ma = F_{\text{тр}} \\ Oy:\ mg - N_1 = 0 \\ F_{\text{тр}} \le \mu N_1 \end{array}\right\}$$



Получим: $ma \le \mu N_1 = \mu mg$, откуда $a = g\dfrac{m}{M + 2m} \le \mu g$.

Решая неравенство $\dfrac{m}{M + 2m} \le \mu$ относительно M, получим: $M \ge m \cdot \dfrac{1 - 2\mu}{\mu} = 1{,}2$ кг.

Ответ: $M \ge 1{,}2$ кг.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

30 **Возможное решение**

Согласно первому началу термодинамики $Q_1 = \Delta U$ (1), $Q_2 = \Delta U + A$ (2), где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$ (3) (ΔV — изменение объёма газа).

С помощью уравнения Клапейрона — Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \nu R\Delta T$ (4). Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь: $\nu = \dfrac{(Q_2 - Q_1)}{R\Delta T} = 36$ моль.

Ответ: $\nu = 36$ моль.

31 **Возможное решение**

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad \text{или} \quad \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$$

Из равенств следует: $I^2 = I_m^2 - \dfrac{C}{L}U^2$ и $\dfrac{C}{L} = \dfrac{I_m^2}{U_m^2}$, откуда $I_m = \dfrac{IU_m}{\sqrt{U_m^2 - U^2}} = 5{,}0$ мА.

Ответ: $I_m = 5{,}0$ мА.

32 **Возможное решение**

Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного поля: $|\mathscr{E}| = \left|\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \dfrac{S\Delta B_Z}{\Delta t}$, где S — площадь фигуры; $\Delta B_Z = B_{2Z} - B_{1Z}$.

Закон Ома: $\mathscr{E} = IR$, где R — сопротивление контура; $I = \dfrac{\Delta q}{\Delta t}$ — ток в контуре за время Δt изменения магнитного поля. Выражение для заряда, протекающего по цепи: $\Delta q = I\Delta t = \dfrac{S}{R}(B_{2Z} - B_{1Z}) = \dfrac{0{,}1(4{,}7 - 0{,}7)}{5} = 0{,}08$ Кл.

Ответ: $\Delta q = 0{,}08$ Кл.

© 2019. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается