Курс профессиональной переподготовки: Физика: теория и методика преподавания в образовательной организации

Модуль 3. Предметный

Лекция 3.1 Теория и методика преподавания физики в школе

План лекции:

1. Методика обучения физике, ее предмет и задачи 2
История развития методики преподавания физики 3
2. Цели и задачи обучения физике в школе 6
3. Методы и приемы обучения физике 9
Словесные методы обучения 11
Практические методы 15
Наглядные методы 22
4. Формирование физических понятий 23
Способы определения понятий 25
Формирование понятий: методические подходы 29
5. Модели в школьном курсе физики 42
Способы конструирования моделей 45
6. Изучение научных теорий 47
Самостоятельная работа 54
Литература 56

Применяемые сокращения:

Закон об образовании — Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»

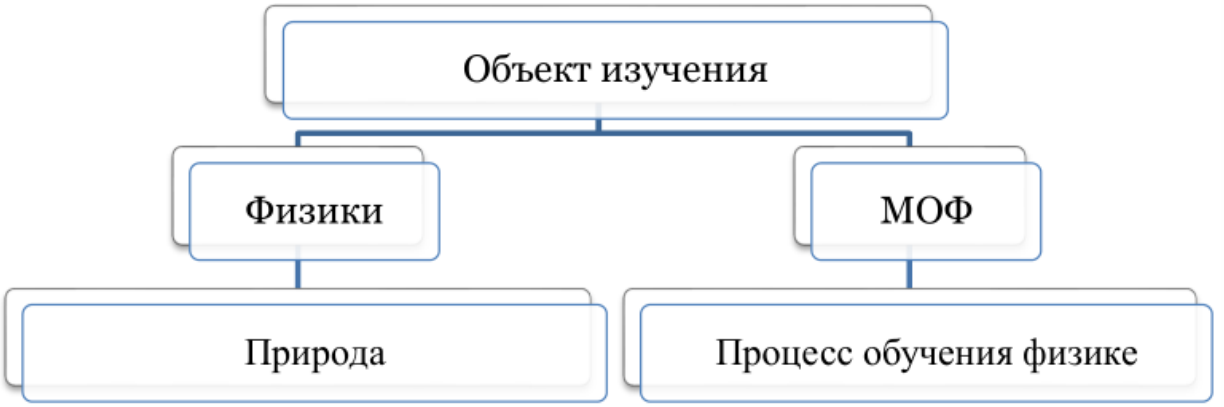
МОФ – методика обучения физике

МПФ – методика преподавания физики

1. Методика обучения физике, ее предмет и задачи

Исторически методика обучения физике (МОФ) возникла как ответ на возрастающее влияние физики в развитии общества. Термину МОФ предшествовал термин «методика преподавания физике» (МПФ), поскольку в начале зарождения науки основную роль в процессе передачи физических знаний играл учитель. МПФ как наука зародилась в XVIII веке, хотя известные физики и философы и ранее обращали внимание на процесс передачи физических знаний. Методика преподавания физики – это наука о том, для чего учить физике, чему учить в физике, как учить физике.

Академик А.В. Усова считает, что предметом МОФ является процесс обучения физике в единстве компонентов – преподавание и учение, деятельность учителя и деятельность учащихся.



Таким образом, объектом и предметом исследования МОФ является учебный процесс по физике, включающий совместную деятельность учителя и учащихся, цели, содержание, методы, средства обучения, формы его организации.

Важной ***задачей МОФ*** является отбор физического содержания для изучения его в школе.

Содержание школьного физического образования меняется в зависимости от факторов: уровень развития науки физики; запросы обществом физических знаний, определяемые уровнем развития техники; уровень развития самой МПФ; состояние материально-технической базы обучения физике.

Например, в XX веке в курс физики школы были включены такие вопросы как фотоэффект, ток в полупроводниках, теория относительности, атомная физика, сведения об элементарных частицах. Изучение этих вопросов требовало разработки новых методик. Материал должен быть определенным образом структурирован, включен в общую структуру таким образом, чтобы обеспечить последовательность и систематичность изучения. При включении новых вопросов для изучения в курсе физики необходимо учитывать возрастные особенности учащихся.

Все это требует апробации и корректировки, отбора методов преподавания, разработки новых методик. Если в течение длительного времени преобладающим методом изложения материала учителем физики был объяснительно-иллюстративный, то в последнее время все большее распространение получают методы – проектный, исследовательский, технология критического мышления, технология дебаты.

Важной составляющей МПФ является модернизация и разработка нового оборудования для демонстрационного эксперимента, физического практикума.

История развития методики преподавания физики

С XVIII–XIX веков физика в России начала преподаваться не только в высших учебных заведениях, но и в гимназиях и лицеях. Первые методические рекомендации к преподаванию физики высказывались физиками Э. Ленцем,

М.В. Ломоносовым. Последний обращал внимание на большую роль опыта в изучении физики.

В начале XX века курс физики настолько усложнился, что в 1911 году было сделано предложение о делении его на две ступени, введении в процесс обучения лабораторных работ. Большое влияние на процесс преподавания физики оказали идеи ученых А.Г. Столетова, Н.Е. Жуковского, Д.И. Менделеева, А.С. Попова. Усложнение курса потребовало разработки методов преподавания физики.

По общепринятому мнению, зарождение методики преподавания физике связано с выходом в свет книги Ф. Н. Шведова «Методика физики» (1894 г.). В этом обобщающем труде Ф. Н. Шведовым обстоятельно и подробно разбирались основные вопросы методики обучения физике: содержание курса физики того времени, методы его преподавания.

Начало XX века ознаменовано появлением методики преподавания физики как науки. К этому времени выкристаллизовались основные положения теории преподавания физики:

- основная задача курса – развитие физического мышления;
- курс физики в средних учебных заведениях – необходимый компонент образования. Он имеет две ступени, учитывающие возрастные особенности учащихся. Методы преподавания должны соответствовать методам науки;
- основу содержания курса физики составляют ведущие идеи физики, главный метод преподавания – демонстрационный эксперимент и опыты учащихся на уроках;
- объем изучаемого материала по физике требует согласования с силами среднего ученика;

- преподавание физики должно сопровождаться экскурсиями для установления связи между теоретическим материалом курса и его использованием в жизни и технике.

История развития методики преподавания физики (МПФ) делится на три периода:

– дореволюционный (до 1917 г.);

– советский (1917–1991);

– перестроечный (1991 – по настоящее время).

Советский период развития методики физики делится на два подпериода. С 1917 по 1931 года шли поиски наиболее оптимальных путей преподавания физики. Это был период экспериментирования в преподавании школьных предметов. В это время внедрялся метод проектов, бригадный метод обучения и ряд других. С 1931 года создается единая школа с одинаковыми учебниками, методами обучения и контроля для всех. В это же время разработками в области методики обучения физике начинают заниматься не отдельные ученые, а целые коллективы. Происходит большая работа по совершенствованию содержания курса физики и процесса его преподавания.

Перестроечный период развития МПФ начался на фоне демократизации средней и высшей школы. Вследствие этого произошли большие изменения в процессе обучения школьников. Физика перестала быть обязательным предметом в старшей школе. Введение профильного обучения потребовало изменения в содержании, методах обучения, оснащении кабинета и пр.

Видными методистами настоящего периода являются В.Г. Разумовский, Н.С. Пурышева, С.Е. Каменецкий, Т.Н. Шамало, Л.С. Хижнякова, А.В. Усова.

Широко известен курс «Теория и методика обучения физике в школе» общие и частные вопросы под редакцией С.Е. Каменецкого.

2. Цели и задачи обучения физике в школе

Цели обучения предмету зависят от общих целей образования. Эти цели не остаются неизменными, они связаны с социальным заказом. В соответствии с изменениями общих целей периодически меняются и цели обучения физике.

В настоящее время используется принятая в дидактике и хорошо себя зарекомендовавшая классификация, в которой цели делятся на образовательные, воспитательные и цели развития:

- ✓ Образовательные цели – формирование знаний по основам физики, знаний о методах познания, формирование экспериментальных умений, умений решать задачи и др.
- ✓ Воспитательные цели – формирование научного мировоззрения, политехническое образование, формирование личностных качеств (ответственности и пр.).
- ✓ Развивающие цели – развитие мышления, самостоятельности и пр. Сейчас, сюда можно отнести формирование компетенций.

Цели изучения физики на уровне основного общего образования определены в Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях РФ, реализующих основные общеобразовательные программы, утверждённой решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации (протокол от 3 декабря 2019 г. № ПК-4вн), и отражены в федеральных рабочих программах по физике.

Основными целями изучения физики в общем образовании являются:

- формирование интереса и стремления обучающихся к научному изучению природы, развитие их интеллектуальных и творческих способностей;
- развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям;
- формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;
- формирование умений объяснять явления с использованием физических знаний и научных доказательств;
- формирование представлений о роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий;
- развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанной с физикой, подготовка к дальнейшему обучению в этом направлении.

Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения учебного предмета «Физика»:

<table>
<tr><th colspan="2">На уровне НОО:</th></tr>
<tr><td colspan="2">• формирование представлений о физических явлениях, о видах энергии и ее превращениях, агрегатных состояниях вещества;
• знакомство с простейшими способами изучения физических явлений;
• приобретение базовых умений работы с доступной информацией о физических явлениях и процессах.</td></tr>
<tr><th>На уровне ООО</th><th>На уровне СОО</th></tr>
<tr><td>• приобретение знаний о дискретном строении вещества, о механических, тепловых, электрических, магнитных и квантовых явлениях;</td><td>• приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая механику, молекулярную физику, электродинамику,</td></tr>
</table>

• приобретение умений описывать и объяснять физические явления с использованием полученных знаний; • освоение методов решения простейших расчётных задач с использованием физических моделей, творческих и практико-ориентированных задач; • развитие умений наблюдать природные явления и выполнять опыты, лабораторные работы и экспериментальные исследования с использованием измерительных приборов; • освоение приёмов работы с информацией физического содержания, включая информацию о современных достижениях физики, анализ и критическое оценивание информации; • знакомство со сферами профессиональной деятельности, связанными с физикой, и современными технологиями, основанными на достижениях физической науки.	квантовую физику и элементы астрофизики; • формирование умений применять теоретические знания для объяснения физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни; • освоение способов решения различных задач с явно заданной физической моделью, задач, подразумевающих самостоятельное создание физической модели, адекватной условиям задачи; • понимание физических основ и принципов действия технических устройств и технологических процессов, их влияния на окружающую среду; • овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата; • создание условий для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности.

Наиболее употребительной в обучении физике является таксономия целей по П. Карпинчику, которая подразумевает 2 уровня усвоения материала:

Уровень	Категория	Подкатегория
Знания	Запоминание	Распознавать физические факты, явления. Пользоваться физическим языком, символикой. Воспроизводить физические формулы, давать определение понятий.
	Понимание	Различать понятия, законы, положения теории. Выполнять сравнение, классификацию. Объяснять, описывать, интерпретировать.
Умения	Применение знаний в типичных ситуациях.	Наблюдать явления. Измерять величины. Применять понятия, законы для решения проблем. Пользоваться таблицами, графиками.
	Применение знаний в проблемных ситуациях.	Замечать проблемы. Находить способы их решения. Интерпретировать данные и формулировать обобщения. Строить и применять теоретические модели.

Таксономия целей, приведенная в таблице, удобна в употреблении при обучении физике, так как позволяет оценивать усвоение знаний, приобретение умений на конкретном физическом материале. На основе данной таблицы можно отслеживать развитие не только одного ученика, но и группы учащихся, выстраивать деятельность по формированию умений.

3. Методы и приемы обучения физике

До недавнего времени под методом обучения понималась система целенаправленных действий учителя, организующих познавательную и практическую деятельность учащегося, обеспечивающую усвоение им содержания образования. Это определение подчеркивало ведущую роль учителя в процессе достижения учащимися целей обучения.

На современном этапе развития образования, наряду с формированием знаний, умений и навыков учащихся, т. е. решением образовательных задач, перед школой стоит комплекс задач, связанных с развитием и воспитанием личности обучающихся. Задачи развития мышления школьников, их познавательной активности и самостоятельности, формирование

современного миропонимания следует считать на сегодняшний день приоритетными. Соответственно изменилась трактовка понятия метода обучения:

> ***Метод обучения*** – это система взаимосвязанной деятельности учителя и учащихся в их взаимосвязанной, совместной работе, направленной на достижение целей обучения.

Под методическим приемом понимается некая деталь метода, то есть, прием входит в метод.

Систематизированные данные по классификациям методов приведены С.Е. Каменецким:

Основание классификации	Группы методов
Целостный подход к учебно-педагогической деятельности (Ю.К. Бабанский).	Организация учебно-познавательной деятельности. Стимулирование учебно-познавательной деятельности. Контроль учебно-познавательной деятельности.
Методология науки	Теоретические Эмпирические
Источник знаний	Словесные Наглядные Практические
Характер познавательной деятельности (И.Я. Лернер)	Объяснительно-иллюстративные Репродуктивные Проблемное изложение Эвристические Исследовательские

В практике обучения физике наиболее употребительны группы методов – третья и четвертая, поэтому остановимся на рассмотрении именно этих методов. Необходимо подчеркнуть, что в чистом виде ни один метод в процессе обучения не применяется, однако, для освоения метода необходимо рассмотреть его модель.

Группа словесных, практических и наглядных методов относится к частно-методической системе методов.

Словесные методы обучения

Основу метода, то есть основу получения знаний, составляет устное слово учителя и печатное слово, применяемые для изложения материала. Устные методы изложения материала существуют в форме рассказа, объяснения, беседы, лекции, печатные подразумевают работу учащихся с учебником, справочными, дидактическими материалами.

Рассказ – это живое, образное эмоциональное изложение событий, содержащее, преимущественно, фактический материал.

Применяется для того, чтобы привлечь внимание учащихся к научному факту, явлению, деятельности ученого, характеристике ученого, дать яркое освещение какого-либо события, процесса. Кроме того, на уроке необходимо чередовать познавательную деятельность учащихся, особенно учащихся основной школы. В этом плане рассказ учителя разнообразит познавательную деятельность, является источником дополнительных знаний, а также активизирует учащихся.

При составлении рассказа лучше придерживаться определенных требований – лаконичность, эмоциональность, образность, доступность, сочетание рассказа с наглядными методами. Например, при изучении условия плавания тел необходимо познакомить учащихся с историей воздухоплавания. При изучении атомной энергетики интерес представляют биографии таких ученых как Курчатов, Оппенгеймер, Ферми. Полезным для учащихся является зачитывание фрагмента описания события.

Учитель может иметь в виду, что рассказ может быть не только подробным, но и очень кратким. Например, при изучении одного из открытий Резерфорда, можно сказать ученикам, что в научных кругах он имел прозвище

«Крокодил» и обсудить, почему, по их мнению, таково прозвище. Правильное мнение – потому, что он вцеплялся в проблему, как крокодил в добычу, и не отпускал проблему до полного ее разрешения.

Лекция применяется в школе либо на вводном занятии к разделу, теме, либо в качестве обобщения, когда учитель либо заинтересовывает учащихся, либо систематизирует материал.

Лекция сопровождается демонстрациями, слайдами, фрагментами учебных фильмов. В качестве вводной можно подготовить для учащихся 11 класса лекцию «История и характеристика открытий, предшествующих созданию атомной энергетики», а в качестве обобщающей – лекцию на тему «Дуализм света».

Перед началом лекции можно использовать элемент технологии критического мышления, который называется «Вызов». То есть учащимся можно задать вопросы по тематике лекции, на основании ответов на которые можно выяснить, что учащиеся знают по тематике, какие вопросы у них возникают по данной тематике, что им непонятно в самом названии лекции. Это привлечет внимание к материалу и вызовет активность учащихся на лекции.

Для лучшего усвоения лекции необходимо дать учащимся план и рекомендовать им вести краткую запись по плану. Для поддержания внимания учащихся в течение длительного времени необходимо разнообразить деятельность учащихся, используя приведенные выше наглядные средства, сопровождающие лекцию. В процессе лекции следует задавать учащимся вопросы, организовать беседу, вставить рассказ. В конце лекции необходимо сделать обобщение и вместе с учащимися ответить на те вопросы, которые были проявлены до лекции и в процессе ее.

Объяснение сопровождает изложение материала анализом, обоснованием, доказательством.

Характерным признаком объяснения является доказательность, то есть установление истинности какого-либо суждения посредством приведения других суждений, истинность которых является несомненной.

Примером объяснения является доказательство связи давления – макропараметра идеального газа с микропараметрами газа – среднеквадратичной скоростью частиц, средней кинетической энергией поступательного движения частиц. Объяснение принципа действия тепловой машины происходит через обоснование ее конструкции известной ученикам теорией и сопровождается демонстрацией ее модели.

Разновидности объяснения – дедуктивное, индуктивное и по аналогии.

Беседа – метод обучения, при котором учитель, опираясь на имеющиеся у учащихся знания и практический опыт и пользуясь вопросами, подводит учащихся к пониманию и усвоению знаний.

Характерной особенностью беседы является диалог между учителем и учениками. Беседа с учениками возникает как согласно плану учителя, так и спонтанно. В процессе беседы учитель побуждает учеников высказывать свое мнение, спорить друг с другом, но, всегда, корректно и грамотно.

Требования к вопросам, задаваемым учителем: а) четкость, б) ясность, в) краткость, г) стимуляция учащихся к анализу изучаемого материала, доказательству и самостоятельной формулировке выводов, д) должны учить выделять главное, устанавливать причинно-следственные связи.

В методике обучения физике выделяются четыре типовых вопроса, которые учитель задает ученикам на уроке:

1. Что такое …

- ✓ Что такое падение напряжения?
- ✓ Что такое материальная точка?
- ✓ Что такое точечный заряд?

2. Приведите пример …

- ✓ Приведите пример материальной константы.
- ✓ Приведите пример кинематического уравнения.
- ✓ Приведите пример задачи, в которой Землю можно считать материальной точкой.
- ✓ Приведите пример задачи с недостающими данными.

3. Как соотносится …

- ✓ Как соотносятся уравнение теплового баланса и первое начало термодинамики? (Уравнение теплового баланса является частным случаем первого начала термодинамики в том случае, когда работа системы равна нулю.)
- ✓ Как соотносятся законы динамики и законы Ньютона? (Законы Ньютона входят в законы динамики.)
- ✓ Как соотносятся переносная сила инерции и центробежная сила инерции? (Центробежная сила инерции является частным случаем переносной силы инерции.)
- ✓ Как соотносится механика Ньютона и общая теория относительности?

4. Сколько …

- ✓ Сколько начал термодинамики вы знаете? (4)
- ✓ Сколько законов Ньютона вы знаете? (3)
- ✓ Сколько видов моделей в физике вы знаете? (5)
- ✓ Сколько разновидностей трения вы знаете? (4)

Часто используется беседа, направленная на организацию воспроизведения материала учащимися для использования его как базы при изучении нового материала.

Практические методы

Практические методы позволяют ученикам получать новые знания присваивать новые умения через выполнение заданий. Учитель, организует практическую деятельность, направляет ее и корректирует, оценивает вместе с учащимися результаты деятельности, подчеркивая их самостоятельность в получении новых знаний и умений.

Практические методы при обучении физике:	демонстрационные опыты (эксперименты)
	решение задач
	внеклассные (домашние) опыты и наблюдения
	фронтальные лабораторные работы и опыты
	физический практикум

В процессе практической деятельности у школьников формируются ***экспериментальные умения***:

- наблюдать,
- измерять,
- выполнять эксперимент,
- описывать эксперимент.

Для того, чтобы все ученики овладели данными умениями, необходимо организовать разноуровневую практическую деятельность, постепенно наращивая самостоятельность учеников в выполнении заданий. Желательно, чтобы ученики разрабатывали ход практической деятельности совместно с учителем, а не использовали готовые предписания. При выполнении работы учитель оценивает степень самостоятельности учащихся. Если ученики делают работу по алгоритму, учитель отмечает для себя, насколько активны ученики в парах. Если ученики делают работу в группе по собственному плану, учитель может предложить им заполнить карту работы.

Виды деятельности	**Фамилия, имя**
Планировал выполнение работы	
Собирал установку	
Делал измерения	
Обсуждал результаты, делал выводы	
Узнал:	
Научился:	

В конце карты ученики могут указать, что они получили в результате выполнения работы. Это важно в плане того, что практический метод обучения направлен на то, чтобы ученики в результате выполнения практической деятельности получили нужную информацию и новые умения.

Окончательная оценка ученикам за выполнение работы ставится с учетом оформления отчета.

Демонстрационный эксперимент.

Демонстрация – это показ учителем физических явлений и связи между ними. Демонстрационные опыты преследуют различные цели: наблюдение

того или иного явления; проверка выдвинутой гипотезы; выявление физических закономерностей и проверка вытекающих из них следствий; формирование важнейших физических понятий; раскрытие сущности законов, гипотез, теории; подготовка учащихся к восприятию нового материала – проблемные опыты; пояснение принципа действия технических установок, приборов, сущности технологических процессов.

Требования к проведению демонстрационных опытов:

1. Темп изложения учителя должен совпадать с темпом демонстрации.

2. Демонстрационный эксперимент должен присутствовать на каждом уроке.

3. Демонстрационные опыты должны быть логически соединены.

4. Демонстрации не должны загромождать урок.

5. Установка должна быть простой, на столе не должно быть лишних предметов, для лучшей наглядности нужно использовать подсветки или индикаторы.

6. Эксперимент готовить заранее, он должен быть убедительным.

При проведении демонстрационных опытов учителю необходимо соблюдать требования техники безопасности, правила пожарной безопасности, запрещается работать с ртутью и радиоактивными элементами.

Показу демонстрационного эксперимента на уроке предшествует большая подготовительная работа, проводимая до урока. Эта работа состоит из следующих этапов:

1) определить содержание урока;

2) продумать логику построения урока;

3) определить методы обучения;

4) продумать метод изложения нового материала;

5) подобрать вид эксперимента;

6) подобрать возможные эффективные варианты демонстрационных опытов;

7) подобрать необходимые приборы и проверить их исправность;

8) при необходимости подобрать другой вариант опыта;

9) продумать, в какой последовательности проводить опыты, как выделить существенное в опыте, на что обратить внимание учащихся, в каком темпе проводить каждую часть опыта, сколько раз воспроизвести опыт, какой сделать паузу;

10) отработать опыты до автоматизма.

Демонстрационные опыты не исчерпывают всей возможности активного восприятия изучаемых явлений, не всегда обеспечивают приобретение действенных знаний, поскольку их только наблюдают.

К тому же демонстрационные опыты не дают школьникам возможность сформировать необходимые практические умения и навыки, поэтому их нужно дополнять самостоятельной работой по выполнению учебного эксперимента – фронтальными лабораторными работами, фронтальными опытами, домашними опытами, физическими практикумами.

Фронтальные лабораторные работы. Выделяют качественные лабораторные работы (наблюдение физического явления) и количественные лабораторные работы (измерение какой-либо величины, творческие экспериментальные задания.

Лабораторные работы могут быть кратковременными или рассчитанными на урок. Все работы выполняются на однотипном оборудовании и всеми учащимися, они непродолжительные (10-45 мин). В конце урока – обязательное коллективное обсуждение результатов работы.

Фронтальные лабораторные работы и опыты дают возможность включать одновременно весь класс в поиски решения проблемы.

Фронтальные лабораторные занятия классифицируются по дидактической цели:

1) наблюдение и изучение физических явлений;

2) ознакомление с измерительными приборами и измерение физических величин;

3) ознакомление с устройством и принципом действия некоторых физических приборов и технических установок;

4) обнаружение или проверка количественных закономерностей;

5) определение сущности физических понятий, физических характеристик веществ и процессов.

В зависимости от поставленной цели подбирают необходимое оборудование, наиболее рациональный и соответствующий возрастным особенностям учащихся метод выполнения работы, форму отчетности, способ обсуждения результатов.

Фронтальные опыты отличаются от фронтальных лабораторных работ кратковременностью (3-10 мин). Они выполняются на простом оборудовании, подразумевают одно практическое действие (наблюдение или измерение). Вывод должен быть тесно связан с изложением учебного материала. Фронтальный опыт представляет собой какое-либо одно практическое действие, выполняемое учащимися без письменной инструкции под непосредственным руководством учителя, завершается он выводом, сразу же входящим в содержание изучаемого материала. Фронтальные опыты также можно проводить при закреплении материала, повторении пройденного, формировании умений и навыков, при изучении новых приборов.

Физический практикум. Лабораторный практикум по физике, по сравнению с другими видами работы, представляет собой более высокую форму организации лабораторно-практических занятий. Его отличает, прежде всего, большая самостоятельность учащихся, более совершенная и сложная экспериментальная база.

Отличие работ физического практикума от фронтальных лабораторных работ заключается в большей самостоятельности выполнения на более сложном оборудовании; работы практикума по длительности рассчитаны на 1-2 урока; обработка полученных экспериментальных результатов более объемная.

Экспериментальные задачи. К экспериментальным задачам относятся такие задачи, решение которых связано с различными измерениями, воспроизведением физических явлений, наблюдением за физическими процессами, сборкой различных установок.

Экспериментальные задачи можно разделить на качественные и количественные. В качественных экспериментальных задачах требуется предвидеть явление, которое должно совершиться в результате опыта, или самому воспроизвести физическое явление с помощью данных приборов. При решении количественных экспериментальных задач сначала производят необходимые измерения, а затем производят расчеты.

Постановка опытов при решении экспериментальной задачи должна удовлетворять всем требованиям школьного физического эксперимента. Чаще всего решение экспериментальной задачи связано с решением такой проблемы, которая требует творческого применения знаний из различных разделов школьного курса физики. Учитывая сложность этих задач, учителю необходимо правильно организовать беседу с учащимися, точно

сформулировать наводящие вопросы, полнее использовать имеющиеся у учащихся знания, четко выделить этапы решения задачи.

Решение экспериментальной задачи состоит из четырех этапов:

1 этап – осознание, восприятие задачи;

2 этап – составление плана решения;

3 этап – осуществление плана решения;

4 этап – проверка результата решения.

Первый этап предусматривает знакомство с условием задачи, которое содержит утверждения и требования, а также перечень (полный или частичный) приборов и материалов, необходимых для эксперимента, оценку физической ситуации по условию задачи.

На втором этапе теоретически разрабатывается путь поиска от данных к искомому, намечается порядок проведения опыта, в случае необходимости добавляются приборы и материалы.

Третий этап – выполнение опыта, в результате которого получают недостающие экспериментальные данные. Эти данные применяют для нахождения ответа.

На четвертом этапе проверяют правдоподобность ответа, анализируют результаты эксперимента, ведут поиск других способов решения задач.

Домашние экспериментальные работы – один из видов домашних заданий, при выполнении которых учащиеся, пользуясь предметами домашнего обихода или самостоятельно изготовив простейшие приборы, должны производить дома опыты и наблюдения. Эти работы учащиеся выполняют полностью самостоятельно, а правильность выполнения устанавливает учитель при обсуждении результатов.

Домашние экспериментальные работы должны выдаваться на определенный срок в строгом соответствии с программой и с обязательной постановкой перед учащимися вопросов, на которые они должны получить ответ в результате выполнения домашнего опыта. Подбирая задания для домашних опытов, учитель должен продумать и обсудить с учащимися все меры безопасности при их выполнении.

Наглядные методы

Наглядные методы позволяют ученикам получать новые знания через наблюдение, направляемое учителем. Эти методы позволяют задействовать разные органы чувств, поэтому необходимы к использованию совместно со словесными методами.

Наглядность на уроках физики достигается за счет демонстрационного эксперимента, применения видеофильмов, слайдов, плакатов и таблиц, компьютерных демонстраций и фильмов. В качестве наглядных пособий желательно использовать на уроках схемы, которые создаются вместе с учащимися. В этом случае происходит воздействие не только на эмоциональную сферу ученика, но и стимулируется мышление.

В настоящее время наиболее распространенное средство наглядности – презентация к уроку. Презентации учитель может взять готовые или создать самостоятельно. Следует сказать, что презентации не должны занимать значительное время урока, не стоит увлекаться динамическими процессами , включаемыми в презентации, так как иногда ученики не успевают осмыслить «движущиеся картинки».

Применение наглядности всегда следует сопровождать комментариями, пояснениями, вопросами к учащимся. Только тогда

активизируется познавательная деятельность учащихся, материал усваивается на основе эмоционального воздействия, а, значит, дольше сохраняется в памяти.

4. Формирование физических понятий

Система физических знаний включает в себя:

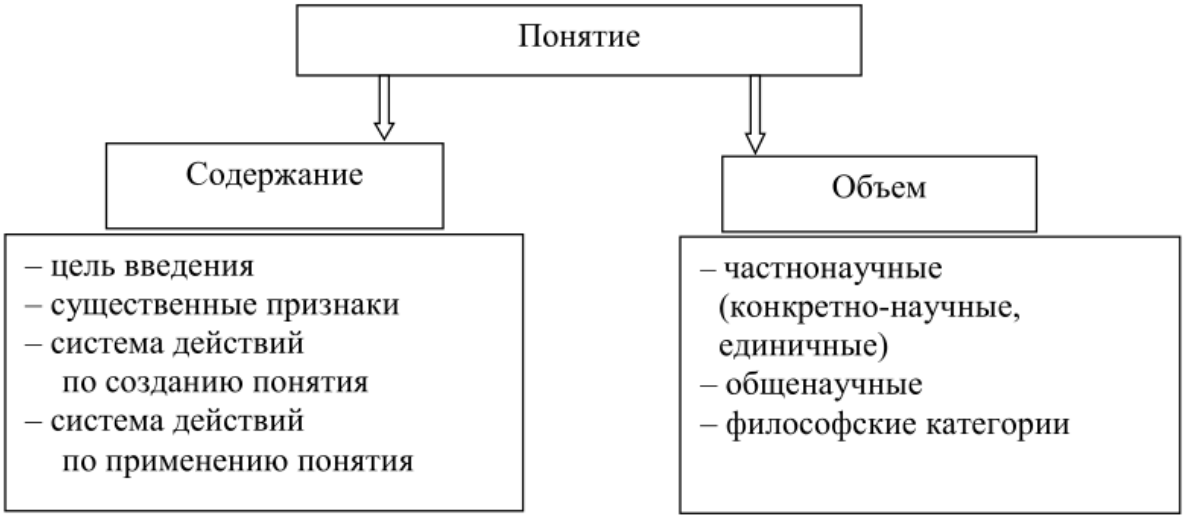
- научные факты;
- научные понятия;
- физические законы;
- физические теории;
- принципы;
- физические картины мира.

В то же время все компоненты системы физических знаний, кроме научных фактов и принципов, включают в себя физические понятия.

Понятие можно определить как форму мышления, отражающую и фиксирующую существенные признаки вещей и явлений объективной действительности.

В понятии фиксируется знание только существенных свойств (сторон) предметов и явлений окружающей действительности. Существенными называются те свойства класса объектов, по которым данный класс объектов (явлений) отличается от других объектов (явлений).

В научном понятии выделяют его содержание и объем.



Содержание понятия – совокупность существенных свойств (сторон) класса предметов или явлений, отражаемых в сознании с помощью данного понятия.

Однако в содержание понятия входят и другие компоненты, обычно не затрагиваемые при их изучении. Именно поэтому с изучением содержания физических понятий и связаны многочисленные проблемы при их усвоении школьниками. Наибольшие сложности связаны с таким элементом, как система действий по созданию понятия.

Под ***объемом понятия*** понимается количество объектов, охватываемых данным понятием.

По объему понятия подразделяются на единичные (частнонаучные), общенаучные и философские категории. В физике используются и изучаются все виды научных понятий.

Например, единичный объем имеет понятие синхрофазотрон. Если понятие отражает совокупность однородных объектов, его называют общим. Например – ускорители элементарных частиц. К категориям относятся понятия широкой степени общности. Например – материя, движение.

Объемные понятия могут делиться. Однако деление должно производиться не произвольно, а на основе одного какого-либо признака. Например, понятие тепловые двигатели делится – по принципу действия на поршневые, турбинные, реактивные тепловые двигатели.

Понятия взаимосвязаны. По степени взаимной связи различают родовые и видовые понятия. Понятия, отражающие существенные общие признаки класса предметов, называются родовыми или общими. Понятия меньшей степени общности, отражающие свойства отдельных предметов, называются видовыми. Например, родовое понятие двигатель включает видовые понятия – механические, тепловые, электрические двигатели. А.В. Усова отмечает, что невозможно дать ни одного определения понятия, не подчинив видовое понятие родовому.

Способы определения понятий

Первый способ определения понятия начинается с **указания рода**, в который в качестве вида входит определяемое понятие. Далее указывается **видовое отличие** понятия по специфическому существенному признаку отличия от других видов.

Рассмотрим, как это происходит на примере двигателей. Один вид двигателя отличается от другого видом энергии, которая преобразуется в механическую. Для электрического двигателя – это энергия электрического тока. Для теплового двигателя – внутренняя энергия, получаемая при сгорании топлива. Так, электрическим называется двигатель, в котором энергия электрического тока преобразуется в механическую энергию. В данном случае электрический двигатель – определяемое понятие, то есть

понятие – существенные признаки которого отыскиваются. Определяющее понятие имеет родовые и видовые признаки, в данном случае – это двигатель.

Родовой признак должен указывать ближайшее высшее понятие, не перескакивая через него. Например, определение «Паровая турбина есть двигатель, преобразующий энергию пара в механическую» – неверно, так как ближайшим по роду к паровой турбине, является не просто двигатель, а тепловой двигатель.

Достаточно широкие понятия (категории) нельзя подвести под названный способ определения.

Если понятия достаточно широкие (категории), прибегают к следующим приемам:

указание, объяснение, описание, характеристика, сравнение, различение.

К указанию прибегают в том случае, когда к пониманию смысла определения учащиеся не готовы. Так, в основной школе при введении понятия энергия указывают на то, что энергией обладают все тела, способные совершать работу.

Объяснить можно понятие физика, как науку о природе, переведя его значение с греческого языка.

Описание дают единичному понятию, приведя его признаки наиболее точно. Можно описать понятие материя « Материя – объективная реальность, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них».

При определении через ***характеристики,*** можно сказать, что металлы обладают хорошей электропроводностью и теплопроводностью.

Определяя через ***сравнение или различие***, выбирают признаки, по которым возможно сравнивать или различать. Например, по способности проводить электрический ток (лучше или хуже) дается определение проводникам, полупроводникам, диэлектрикам.

Формирование у учеников системы научных понятий является важнейшей задачей каждого учителя. Такая задача наиболее важна для учителя физики, так как в физике сформировались не только общие понятия, но и категории. Поэтому формирование понятий на уроках физики имеет мировоззренческое значение.

В физике различают следующие основные группы понятий:

- структурные виды материи – вещество и поле;
- свойства тел, вещества и полей;
- физические величины, количественно характеризующие свойства тел и явлений;
- физические явления;
- приборы, машины, установки.

При изучении понятий полезно использовать известные планы обобщенного характера, представленные в работах А. В. Усовой, создавшей челябинскую методическую школу по методике обучения физике. Обобщенными они называются потому, что в них отражена общая, одинаковая структура существенных признаков понятий конкретного класса из любой области естествознания. Педагогическая практика показала большую эффективность данных планов как при подготовке учителя к уроку, так и при контроле усвоения знаний школьников.

План изучения явления.

1. Признаки, по которым обнаруживается явление.

2. Условия, при которых протекает явление.
3. Сущность явления, механизм его протекания (объяснение на основе теории).
4. Определение явления.
5. Связь данного явления с другими (или факторы, от которых зависит протекание явления).
6. Количественные характеристики явления.
7. Использование явления на практике.
8. Способы предупреждения вредного действия явления на человека и окружающую среду.

План изучения величин.

1. Какое явление или свойство тел характеризует данная величина.
2. Определение величины.
3. Определительная формула.
4. Какая это величина – скалярная или векторная.
5. Единицы величины в СИ.
6. Способы измерения величины.

План изучения законов.

1. Связь между какими явлениями или величинами выражает данный закон.
2. Формулировка закона.
3. Когда и кто впервые сформулировал данный закон.
4. Математическое выражение закона.
5. Опыты, подтверждающие справедливость закона.
6. Учет и использование закона на практике.
7. Границы применимости закона.

План изучения теории.

1. Научные факты, послужившие основанием для разработки теории.
2. Понятийный аппарат теории.
3. Основные положения (постулаты, принципы или законы) теории.

4. Математический аппарат
5. Экспериментальные факты, подтверждающие справедливость основных положений теории.
6. Круг явлений, объясняемых теорией.
7. Явления и свойства тел, предсказываемые теорией.

При изучении научной теории можно пользоваться приведенным планом, но лучше пользоваться адаптированным для учебного процесса В.Г. Разумовским циклом научного познания: основание теории (научные факты) – ядро теории (постулаты, законы, константы) – следствия (логические и в виде частных законов) – экспериментальные факты, подтверждающие теорию. Если в результате эксперимента выявляются новые факты, не укладывающиеся в теорию, познание идет по следующему кругу.

План изучения приборов.

1. Назначение прибора.
2. Принцип действия прибора.
3. Схема устройства прибора (основные части, их назначение).
4. Правила пользования прибором.
5. Область применения прибора.

Формирование понятий: методические подходы

Существуют различные методические подходы при формировании физических понятий. Наиболее значимыми можно признать три подхода:

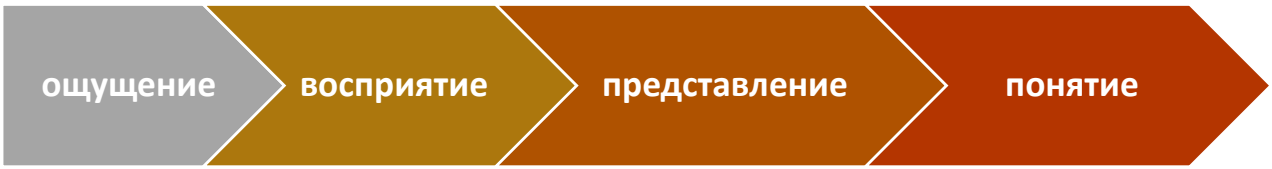
- традиционный подход,
- теория поэтапного формирования умственных действий,
- теория формирования понятий на теоретическом уровне обобщения.

В кратком виде содержание и структура данных методических подходов отражены в таблице:

Традиционный подход	Теория поэтапного формирования умственных действий	Формирование понятий на теоретическом уровне обобщения
Разработчики: М. Н. Шардаков, А. В. Усова **Идея:** понятие есть результат цепочки: ощущение – восприятие – представление – понятие **Этапы деятельности:** Наблюдение единичных объектов или явлений Обогащение наблюдений Выделение существенных признаков Уточнение понятия Определение понятия Практическое применение и проверка его усвоения Расширение и углубление понятия	Разработчики: П. Я. Гальперин, Н. Ф. Талызина **Идея:** понятие есть результат преобразования внешних материализованных действий во внутренний умственный план **Этапы деятельности** Мотивационный этап Материализованные действия с объектами (моделями) Определение в громкой речи Формирование действия во внутреннем плане (умственное оперирование понятием)	Разработчики: В. В. Давыдов, Д. Б. Эльконин **Идея:** логика формирования понятия должна идти «от абстрактного к конкретному» (от общего к частному) **Этапы деятельности** Знакомство с генетически исходной клеточкой определенного класса понятий (принципом образования) Введение понятия Конкретизация понятия Расширение содержания понятия Проверка усвоения содержания понятия

Традиционный подход

Традиционный подход связан с исследованиями психолога М. Н. Шардакова и методиста (и психолога) А. В. Усовой. Они исходят из положения о том, что наше познание проходит через последовательный ряд таких этапов, как ощущение – восприятие – представление – понятие.



Наше познание действительности начинается с ощущений. Ощущения, затем восприятия, на основе которых возникают образы, в сочетании со словом, вызывающие представления. Это первая ступень познания. На второй ступени происходит переход к абстрактному мышлению, то есть мышлению в понятиях.

Ощущение – первоначальная форма отражения действительности. Это отражение в сознании отдельных свойств предметов при их непосредственном воздействии на органы чувств. Ощущение входит в состав восприятия. Вместе с ощущением в состав восприятия входит прежний опыт и имеющиеся знания. Представление есть воспроизведенные образы ранее воспринятых предметов. Представления возникают на основе предшествующих восприятий как результат их обобщения. Представления, также как и восприятия выражаются в суждениях и предложениях, выраженных вслух и про себя. Наконец, в результате работы мышления над воспринимаемыми и представляемыми предметами, создаются понятия.

Этапы формирования понятия

Этап 1-й. Организация наблюдений единичных объектов или явлений

Этот этап связан с чувственно-конкретным восприятием, которое может осуществляться в различных условиях (домашние наблюдения, наблюдения за объектами, демонстрируемыми учителем или в процессе фронтального эксперимента, просмотре видеороликов и т. п.). К числу воспринимаемых

объектов относятся и знаковые изображения объектов (на схемах, графиках, в формулах и т. д.).

Вначале учащиеся наблюдают за единичными объектами. Например, ведут наблюдение за изменением объема воды, налитой в пробирку со вставленной в нее узкой трубкой, при ее нагревании. Учащимся предлагается зафиксировать начальный уровень жидкости до нагревания, затем – после нагревания. Обнаруженное при этом повышение уровня жидкости в трубке объясняют следствием увеличения ее объема. Однако на этом чувственное восприятие учащихся не должно заканчиваться. Учитель целенаправленно обращает внимание, что наука не может ограничиться наблюдением лишь одного объекта, поскольку не исключено, что наблюдаемая особенность может быть присуща только для случайно выбранного объекта.

Этап 2-й. Обогащение наблюдения

После наблюдения за единичными объектами должно быть организовано «обогащение наблюдений» (по терминологии М. Н. Шардакова). Так, при изучении теплового расширения учитель предлагает ученикам понаблюдать за изменением объема при нагревании других жидкостей. Для этого используется набор пробирок или колб с различными жидкостями. Вначале резиновыми колечками фиксируют уровни жидкостей в трубках при комнатной температуре (до нагревания). Они одинаковы. Затем в ванночки наливают заранее подогретую воду и предлагают учащимся наблюдать изменение уровня жидкости в различных пробирках (разных жидкостей). Вновь подтверждается факт изменения объема и уровней жидкостей.

Этап 3-й. Выделение общих существенных признаков изучаемых объектов (предметов, явлений, свойств тел)

Проводимое ранее наблюдение сопровождается сравнением, сопоставлением, что позволяет выделить общие существенные признаки (свойства), связи и отношения и тем самым подготовить учащихся к обобщению. В приведенном примере таким общим существенным признаком для всех наблюдаемых жидкостей следует назвать увеличение объема при нагревании. Учащиеся приходят к выводу о том, что при нагревании расширяются все жидкости.

Далее учитель задает вопрос, может быть, эта особенность присуща только жидкостям? Учащихся побуждают прийти к выводу о проведении аналогичных опытов с другими агрегатными состояниями вещества. С этой целью организуется наблюдение за изменением при нагревании объема газов твердых тел. Только после проведенной серии опытов с твердыми, жидкими и газообразными телами учащиеся приходят к более общему выводу: при нагревании увеличиваются объемы всех тел: твердых, жидких и газообразных.

Данный этап сопровождается абстрагированием. В рассмотренном примере для обозначения общего, существенного для всех тел свойства вводится термин «тепловое расширение». Теперь, пользуясь данным термином, говорят о тепловом расширении как о чем-то существенном, что присуще всем веществам, независимо от того, в каком состоянии они находятся – в твердом, жидком или газообразном.

Этап 4-й. Уточнение и закрепление в памяти существенных признаков понятия

Уточнение понятия происходит на основе отграничения существенных признаков от несущественных (варьирование несущественных). Суть их заключается в том, что в объектах, предлагаемых вниманию учащихся, при

наличии общих существенных признаков имеются свои индивидуальные различия, индивидуальные (несущественные) признаки. Наблюдая за разнообразными признаками, учащиеся должны выделить из них существенные.

В разобранном примере уточнение связано также с выделением общего существенного признака, который должен быть далее отделен от несущественного. Жидкости могут быть налиты в сосуды различной формы и взяты в разном объеме. Но во всех случаях их объем при нагревании увеличивается. То же самое устанавливается и относительно твердых тел. Здесь возможны наблюдения с шаром Гравезанда или монетой, расположенной между двумя вбитыми в деревянный брусочек гвоздями, или металлической пластинкой. Все они независимо от формы и вещества, из которого сделаны, при нагревании расширяются и изменяют свой объем.

Данный этап чрезвычайно важен. Например, при изучении явления отражения и решении задач на закон отражения учащиеся допускают ошибки из-за недопонимания того, что такое угол падения и угол отражения. За угол отражения они часто принимают угол между отраженным лучом и поверхностью. Многие испытывают затруднения при определении направления отраженного луча. На этом этапе должен варьироваться такой несущественный признак, как ориентация в пространстве отражающей поверхности. Обычно в задачах, предлагаемых по геометрической оптике, отражающая поверхность располагается горизонтально. В этом случае учащиеся сравнительно легко находят угол отражения и определяют направление отраженного луча, используя механическую память. Но стоит только изменить в задаче ориентацию отражающей поверхности, как у учеников возникают затруднения. Если же до начала решения задач

предлагаются 1 – 2 упражнения рассмотренного выше типа, трудности в решении задач на закон отражения снимаются.

Другой прием уточнения понятия – отграничение данного понятия от других, сходных с заданным понятием по каким-либо признакам, очень важно при изучении различных сил. Педагогическая практика показывает, что ученики часто связывают силу давления с силой тяжести и считают, что она направлена вертикально вниз, перпендикулярно к горизонтальной поверхности. Происходит это потому, что при изучении давления опираются только на такие примеры, когда сила давления направлена вертикально вниз: брусок давит на поверхность стола, лыжник производит давление на снег, поезд давит на рельсы. Чтобы исключить ошибку, нужно приводить примеры, когда сила давления направлена горизонтально, под углом к горизонту и т.д. Например, необходимо указать направление силы, действующей в следующих случаях: на доску кнопкой прикалывают объявление; кровельщик на крыше прибивает гвоздями лист железа; кусачками перекусывают проволоку и др. Варьирование несущественными признаками особенно эффективно осуществляется с помощью решения графических задач.

Варьирование несущественными признаками понятий обеспечивает правильное и прочное усвоение учащимися существенных признаков понятий, учит легко находить данное понятие в любой ситуации по его существенным признакам.

Этап 5-й. Определение понятия

Способы определения понятий. Наиболее эффективным подходом для формирования у учащихся умения давать определение понятия является определение нового понятия путем указания ближайшего рода и видовых отличий. При таком подходе определение понятия начинается с указания

рода, в который в качестве вида входит определяемое понятие. Далее указывается видовое отличие понятия по специфическому существенному признаку отличия от других видов.

В рассматриваемом примере ближайшим родовым понятием служит «явление» (точнее, физическое явление), видовым отличием – увеличение объема тела при его нагревании. В итоге можно дать следующее определение понятия: тепловым расширением называется явление увеличения объема тел при их нагревании.

Этап 6-й. Практическое применение и проверка его усвоения

На данном этапе учитель организует деятельность школьников по применению понятия в решении элементарных задач учебного характера. Задачи могут быть как качественными, так и количественными с использованием тех законов, куда входит изучаемое понятие.

Этап 7-й. Расширение и углубление понятия

Данный этап предполагает установление связи этого понятия с другими (ранее усвоенными) понятиями, что осуществляется различными методами в зависимости от типа понятия. При формировании понятия о явлениях организуются опыты и наблюдения, на основе которых устанавливается зависимость явления от условий, в которых оно протекает, например, зависимость интенсивности испарения жидкости от величины свободной поверхности и ее температуры. При формировании понятия о температуре кипения учащиеся могут самостоятельно выполнить опыты, на основе которых устанавливают факт постоянства температуры жидкости при кипении, а на опытах, демонстрируемых учителем, убеждаются в зависимости температуры кипения от давления. Выявлению (уточнению) связей между величинами способствуют построение графиков зависимости между

величинами и их анализ, а также анализ формул, полученных на основе опытов или теоретических рассуждений.

Иначе говоря, суть данного этапа заключается в том, что изучаемое включается в новые связи с понятиями, формируемыми в процессе изучения новых тем или разделов курса, а также с понятиями, формируемыми при изучении других учебных дисциплин. В силу этого данный этап может быть распределенным и рассредоточенным по времени.

Для учителя физики чрезвычайно важно выделить такой факт: проведенные исследования показали, что исключение из процесса формирования сложных понятий хотя бы одного из описанных этапов приводит к определенным недостаткам в усвоении понятия учащимися, вызывает у них определенные трудности по оперированию понятием при решении различного рода задач и, прежде всего, задач творческого характера.

Рассмотренный традиционный подход при формировании физических понятий используется в педагогической практике наиболее широко, но не лишен и недостатков. Проблемы связаны со следующими моментами:

- недостаток времени (для проведения многочисленных опытов при обогащении понятия и установления его связи с другими понятиями требуется достаточно большое время, которым учитель просто не располагает);
- отсутствие у учащихся критериев разграничения существенных признаков от несущественных.

Например, существенный признак силы давления (перпендикулярность направления силы по отношению к поверхности) был выявлен в течение всей человеческой практики, когда было установлено, что наиболее сильные разрушения и деформации происходят в этом направлении. Именно

социальная практика предопределила необходимость выделения перпендикулярной составляющей силы и обозначения ее термином. Установить этот момент, лишь наблюдая за двумя или тремя демонстрационными опытами учителя, школьники не в состоянии. Да и сами исследователи признают, что ученики оперируют понятиями, но указать их существенные признаки не могут. Это касается практически всех понятий.

Именно поэтому в методике обучения физике происходил активный поиск других методических подходов в осуществлении процесса формирования физических понятий.

Теория поэтапного формирования умственных действий

Данный подход разработан психологами П. Я. Гальпериным и Н. Ф. Талызиной. Главная идея подхода заключается в утверждении первичности внешней человеческой деятельности по отношению к процедуре формирования интеллектуальных конструктов (понятий). Лишь после опыта этой деятельности должно происходить преобразование внешних материализованных действий во внутренний умственный план (интериоризация). Отсюда следует вывод, что в учебной деятельности при формировании научных понятий генетически исходной признается внешняя предметно-чувственная деятельность школьников, от которой будут произведены дальнейшие психические и интеллектуальные действия.

Одной из особенностей данной модели, используемой для формирования физических понятий, является введение мотивационного этапа, цель которого направлена на создание условий для возникновения у школьников интереса и потребности в дальнейшей деятельности. Только после осуществления мотивационного этапа можно переходить к

материализованным действиям с объектами или их моделями. При этом все действия школьников должны сопровождаться внешним проговариванием своей деятельности (определение в громкой речи, внешнее проговаривание). И лишь после успешного выполнения этого этапа возможен переход к формированию действия во внутреннем плане (внутренней речи, умственным оперированием понятием).

Данный подход в экспериментальном обучении показал значительную эффективность и обеспечил хорошее качество знаний школьников. Однако и здесь были выявлены методические сложности. Первая из них связана, как и в традиционном подходе, с большим недостатком времени. К примеру, изучение понятия «давление» в экспериментальном обучении 7-го класса потребовало проведения 7 – 10 двадцатиминутных занятий. В условиях массового школьного обучения это вряд ли возможно. Вторая, более существенная причина сложности использования этого подхода, связана с необходимостью знания основы ориентировочных действий (ООД) по созданию конкретного понятия и действий материализованного плана, которые должны быть осуществлены школьниками. Следующая проблема касается необходимости пооперационной отработки каждого необходимого действия, поскольку непременным условием перехода к следующей операции становится отработка предыдущей. Поэтому рассмотренный подход широкого распространения в педагогической практике не получил.

Теория формирования понятий на теоретическом уровне обобщения

Еще один подход разработан В. В. Давыдовым и Д. Б. Элькониным – методика формирования понятий на теоретическом уровне обобщения. Фундаментальная основа подхода связана с идеей о том, что у каждого класса

научных понятий есть генетически исходная «клеточка», или принцип образования всех понятий данного класса. Генетически исходная клеточка связана с целью создания того или иного класса научных понятий. Эта цель тождественна у понятий, которые относятся к этому классу, поэтому принцип конструирования каждого единичного понятия конкретного класса один и тот же, отличаются лишь приемы реализации общего принципа. Отсюда вытекает особенность данного подхода:

- выявление и знакомство с генетически исходной клеточкой класса понятий (принципом образования);
- усвоение генетически исходной клеточки прежде изучения конкретного понятия;
- понятия должны усваиваться путем рассмотрения предметно-материальных путей их происхождения;
- знание приемов реализации общего принципа;
- действия в основном в умственном плане.

Данный подход применим к любым научным понятиям. Если говорить о физических понятиях, то усвоение физического понятия школьником идет в логике от абстрактного (первоначального усвоения принципа образования физических понятий одного класса) к конкретному (усвоению содержания отдельного единичного понятия), т. е. от общего к частному.

Этапы деятельности	Действия учителя
1. Предъявление учащимся генетической основы изучаемой группы понятий	1. Раскрыть перед школьниками причины, цели введения в физику изучаемой группы понятий 2. Ознакомление с принципом и приемами конструирования понятий данного типа
2. Введение изучаемого понятия	1. Введение термина понятия 2. Подведение термина под соответствующую группу понятий 3. Актуализация принципа конструирования понятий данного типа 4. Показ становления понятия как нахождения конкретного приема реализации общего принципа
3. Конкретизация понятия	1. Уточнение признаков понятия (вариативность несущественных признаков) 2. Применение понятия
4. Расширение содержания понятия	1. Определение места понятия в системе понятий 2. Установление связей данного понятия с другими внутри теории 3. Определение места и значения понятия в соответствующей физической картине мира
5. Проверка усвоения содержания понятия	Проведение различного рода проверочных работ

Главная сложность данного подхода связана с незнанием генетически исходной клеточки (принципа) образования различных классов физических понятий. Это требует специальных научных методологических и методических исследований.

Таким образом, для успешного формирования у учащихся физических понятий необходимо соблюдение учителем целого ряда условий:

- знание учителем современного содержания формируемого понятия на основе работы с научной литературой, анализа определения понятия, его интерпретации в вузовских и школьных учебниках;
- знание возможных источников образования понятия и их влияния на качество усвоения формируемых понятий;
- соблюдение этапов формирования понятий в рамках того или иного методического подхода;
- организация активной познавательной деятельности учащихся на всех этапах формирования понятия.

5. Модели в школьном курсе физики

В процессе изучения физики реальные объекты и явления заменяются их моделями. При этом бесконечное их многообразие превращается в конечное, сложное строение – в простое. Это делается по той причине, что с помощью существующих научных методов невозможно охватить все многообразие свойств, связей объектов. Поэтому необходимо выделить существенные свойства из всего многообразия.

Таким образом, при замене изучаемого объекта в процессе его исследования другим, более простым, но имеющем сходство с оригиналом, получается модель исходного объекта. Модель должна замещать реальный объект так, чтобы ее изучение давало новую информацию об этом объекте. В словаре иностранных слов имеется несколько пояснений понятия модель.

Модель от латинского modulus – мера, образец. 1) образец какого-либо изделия для серийного производства; 2) тип, марка, образец конструкции чего-либо; 3) воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном

виде; 4) схема, изображение или описание какого-либо явления или процесса в природе и обществе.

Большое значение в процессе обучения физике играет моделирование.

Моделирование – исследование объектов познания на их моделях, построение моделей реально существующих предметов и явлений.

Построенные модели изучаются, на основе их изучения получают закономерности, которые можно переносить на реальные объекты.

При построении или конструировании модели выделяются следующие этапы.

1. Выбор физического объекта. Выделение связей объекта (явления, процесса) на основе наблюдения.

2. Воспроизведение связей, существенных характеристик объекта на основе эксперимента (если эксперимент возможен).

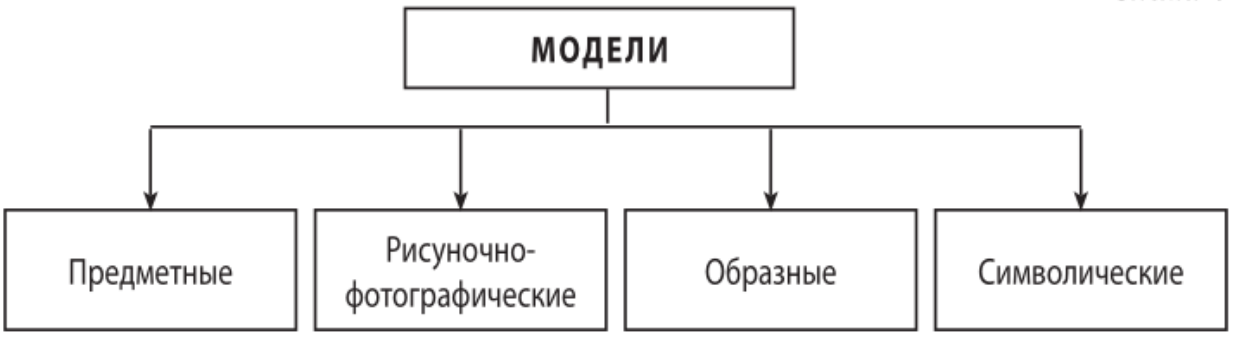
3. Выделение существенных связей, характеристик объекта. Конструирование модели.

4. Выполнение непосредственных экспериментов или мысленных с моделью, получение нового знания об объекте.

5. Перенос новых знаний с модели на физический объект.

6. Эксперимент с оригиналом по проверке степени достоверности новых знаний, полученных на модели.

Модели можно классифицировать следующим образом:



Предметные модели делятся на физически-подобные и аналогии. Примером физически-подобных моделей являются модель ракеты, теплового двигателя, электродвигателя, гидравлического пресса. Примером аналогии может служить модель броуновского движения.

Рисуночно-фотографические модели представлены рисунками, фотографиями, учебными фильмами. Рисунки и фотографии используются для отражения геометрического сходства исследуемого объекта и модели. Например, рисунок, отражающий модель движения тела по наклонной плоскости, позволяет выделить основные силы, влияющие на характер движения тела. Фотография падения капель, сделанная с помощью стробоскопа, моделирует ускоренное движение тела. Модель реактивного движения хорошо просматривается в учебном фильме.

Образные модели – идеализированные объекты, возникающие на основе перехода от чувственных восприятий к представлениям об этих объектах, возникших на основе пренебрежения несущественными в условиях данной задачи свойствами объекта. Это модели материальной точки, абсолютно твердого тела, идеального газа.

Символические модели бывают описательные, математические, графические. Например, модель гармонического колебания можно представить всеми тремя способами. Символические модели позволяют получить информацию об исследуемом объекте. Разные модели одного объекта дополняют друг друга, делают информацию более полной. Названные модели вводятся одновременно. В ряде случаев модель объекта усложняется по мере получения школьниками большего количества знаний. Например, модель атома изменяется по мере появления новых знаний об

этом объекте. Модель Демокрита сильно отличается от энергетической модели атома.

При использовании моделей необходимо каждый раз подчеркивать, что это – не реальные объекты, которые существуют в природе. Чтобы избежать идентификации модели и реального объекта полезно конструировать модели вместе с учащимися в тех случаях, когда это возможно.

Способы конструирования моделей

Модели непосредственно воспринимаемых объектов и явлений могут быть получены с помощью предельного перехода. При этом делается вывод, что рассматриваемый объект либо лишен какого-либо свойства, либо обладает им в наибольшей степени. Это модели – материальной точки (не имеет размера, может двигаться и взаимодействовать, обладая массой), математического маятника (материальная точка подвешена на бесконечно длинной, нерастяжимой нити). Данные модели вводятся через серию наблюдений учащихся, в результате которых некоторое свойство убывает или нарастает. Например, таким образом вводится явление инерции.

Модели микрообъектов и явлений, не оказывающих непосредственного воздействия на наши органы чувств, получаются путем приписывания им некоторых свойств. Это модели идеального и электронного газа. Изучение данных моделей основывается на абстрагировании. Те свойства, которые остались в результате абстрагирования, приписываются данной модели.

При введении модели идеального газа мы абстрагируемся от формы атомов и молекул, от их размеров. В итоге рассуждений приходим к выводу, что частицы идеального газа можно считать материальными точками. Далее

частицам приписывается упругий характер столкновений. Если эти частицы имеют одинаковую массу, а они материальные точки, можно не учитывать их столкновений между собой. Необходим учет лишь их столкновений со стенками сосуда. Так как частицы могут занимать весь предоставленный объем, они могут находиться достаточно далеко друг от друга, можно пренебречь их взаимодействием. Этим частицам приписывается подчинение законам Ньютона при движении отдельной частицы. В результате появляется модель идеального газа.

Условия идеальности газа.

1. Диаметр молекул много меньше среднего расстояния между ними.

2. Средняя кинетическая энергия молекул много больше средней потенциальной энергии их взаимодействия на расстоянии, большем диаметра молекул.

3. Столкновения молекул газа между собой и со стенками сосуда – абсолютно упругие.

Вывод. Идеальный газ – совокупность материальных, не взаимодействующих между собой точек, движущихся по законам Ньютона. Взаимодействие этих точек со стенками сосуда происходит по законам упругого удара.

Однако, динамическая модель идеального газа не полностью отражает его существенные свойства. Необходимо учесть и статистические характеристики газа. Как система, состоящая из множества составляющих, идеальный газ описывается характеристиками, имеющими средние значения. Это средняя сила ударов частиц газа о стенки сосуда, среднеквадратичная скорость их движения, температура, давление. Скорости движения частиц

газа по трем пространственным направлениям равновероятны. Плотность распределения частиц газа в объеме одинакова.

Данная модель позволяет получить математическое описание поведения идеального газа. Модель позволяет в дальнейшем изучать и реальные газы.

Существует третья группа моделей – теоретические конструкты. Это модель электрона, кванта. Эти модели изучаются через использование исторического материала, показывающего их появление в науке.

Моделирование очень важно для процесса теоретических обобщений. При осуществлении учителем вместе с учащимися моделирования, ученики включаются в процесс научного познания, на основе которого строятся теории.

6. Изучение научных теорий

Современный курс физики средней школы построен на уровне теоретических обобщений с использованием принципа генерализации материала вокруг научных теорий. Рассмотрим последовательность развертывания теоретических обобщений.

1 этап. В процессе обучения это изучение и анализ специально отобранных фактов и их связей, наблюдение, эксперимент, подводящие учащихся к новому понятию, закону.

2 этап. Абстрагирование – отвлечение от конкретных явлений и формулировка обобщения с использованием той или иной модельной его формы: понятия, закона, постулата.

3 этап. Получение и обсуждение всевозможных конкретных выводов и следствий из главной закономерности. Развертывание выводного знания,

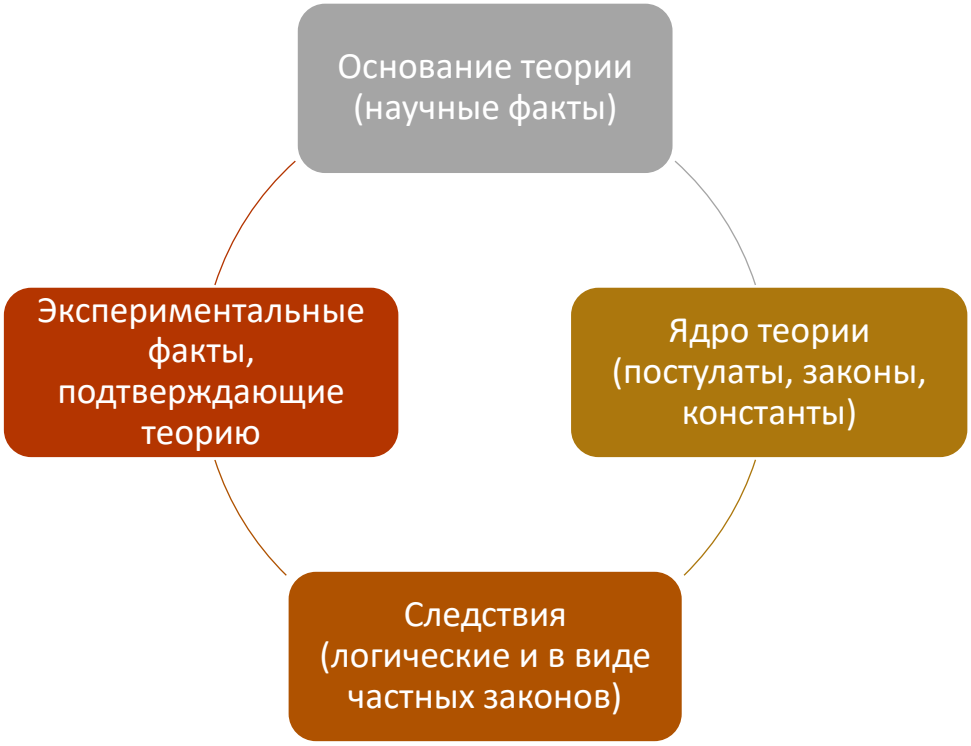
осуществляется методами логических рассуждений и математических выводов. В физике на этом этапе часто прибегают к эксперименту для получения числовых значений констант, а также эмпирических частных закономерностей.

4 этап. Применение полученных знаний к конкретным физическим объектам и явлениям.

Таким образом, в процесс обучения вводится цикл научного познания: факты – модель – следствия – эксперимент.

При изучении научных теорий в соответствии с циклом научного познания необходимо подчеркивать, что каждый этап становления теории повторялся не единожды и процесс становления теории занимает значительное время, включая неоднократную проверку новых знаний.

В науке построение теории следующее. Основой теории является базис, содержащий определенное число фактов, полученных через наблюдение или эксперимент, которые предстоит объяснить. На основе анализа фактов в модельной теории строится модель. Базис и модель позволяют сформировать ядро теории. В ядро входят константы, основные положения, законы. Из ядра вытекают следствия или выводы теории, то есть те закономерности, которые можно проверить экспериментально. И завершает построение теории, ее экспериментальная проверка. Если следствия теории выдерживают экспериментальную проверку, теория считается состоявшейся. По мере того, как появляются новые факты, не укладывающиеся в рамки теории, происходит ее пересмотр и построение новой теории. В этом проявляется цикличность познания.



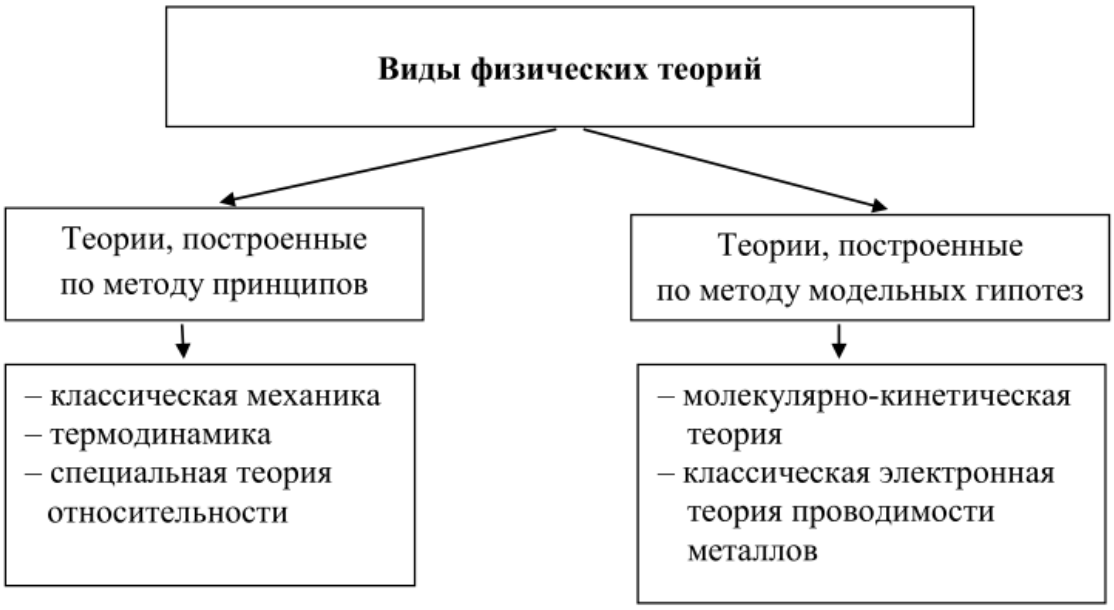
В структурированном виде содержание теории приведено в таблице:

Основание	Ядро	Следствия
Модели Эмпирический базис	Фундаментальные законы Принципы и постулаты Фундаментальные физические постоянные	Выводное знание

Некоторые исследователи добавляют еще один компонент теории – интерпретацию, куда входят истолкование основных понятий и законов и границы применимости теории.

В курсе средней школы изучаются следующие фундаментальные теории: механика, молекулярно-кинетическая теория (МКТ), термодинамика, электродинамика и специальная теория относительности (СТО), квантовая механика и квантовая физика.

Фундаментальные физические теории делятся на два вида – теории, построенные по методу принципов, и теории, построенные по методу модельных гипотез.



В теориях, построенных по методу принципов, в ядро теории входят законы-обобщения, или законы-принципы, по аналогии с классической механикой. Физика принципов несокрушима, поскольку принципы не могут быть отвергнуты, это фактически физические аксиомы, аналогичные аксиомам геометрии. Выполнимость принципов уже подтверждена тысячелетней практикой человеческой цивилизации. Они могут несколько уточняться, но рушиться и отменяться не могут, поскольку принципы – квинтэссенция совокупного человеческого опыта. Так, в термодинамике такая система фундаментальных теоретических законов-принципов представлена началами термодинамики, в специальной теории относительности они представлены постулатами теории.

В ядро ***теорий, построенных по методу модельных гипотез***, в отличие от теорий первого вида включаются модели-гипотезы идеализированного объекта теории, а в основание – те факты, которые стали

основой создания модели-гипотезы идеализированного объекта. Например, в ядро молекулярно-кинетической теории входит модель-гипотеза молекулы (атома), поскольку реальность ее существования стала научным фактом лишь сравнительно недавно.

Эти физические теории имеют гипотетико-дедуктивную организацию знания. Основные законы теории, находящиеся в ядре теории – это гипотезы о причинно-следственных связях в реальной физической системе. Они могут правильно отражать эти связи, но могут быть и ложными, и впоследствии отбрасываются. Например, в физике были отброшены представления о теплороде, флогистоне, электрических жидкостях и др. Далее из этих гипотез можно формально с использованием математики – дедуктивно – вывести следствия о поведении реальных физических систем. Если гипотеза верно отражает связи, то теоретические следствия будут подтверждаться экспериментом.

Специфика различных видов теорий предопределяет и различные методические подходы их изучения.

Теории, построенные по методу принципов, наиболее целесообразно изучать по логике структуры теории: основание – ядро – следствия. Тем самым вначале обозначается круг явлений, описываемых теорией, и вводится модель идеализированного объекта. Затем выясняются свойства идеализированного объекта и изучаются величины, количественно характеризующие эти свойства. Связи между введенными величинами отражены в опытных законах.

Таким образом, изучаемые явления вначале описываются – изучаются основания теории. Затем ставится задача объяснения описанного поведения идеализированного объекта. На вопросы «почему?» отвечают теоретические

законы, фиксирующие причинно-следственные связи и объясняющие именно наблюдаемое поведение объекта исследования. Затем изучаются выводы и следствия теории.

Следовательно, при изучении теорий, построенных по методу принципов, эффективным методическим способом является ***индуктивный подход***.

Теории, построенные по методу модельных гипотез, изучаются иначе. Вначале также указывается область изучаемых природных явлений, но затем должна ввестись модель-гипотеза идеализированного объекта, т. е. элемент ядра физической теории. Введение идеализированного объекта предопределяет необходимость знакомства с фактами, послужившими разработке этой модели, а это элементы основания теории. Затем вновь необходимо обратиться к ядру теории, чтобы изучить законы поведения идеализированного объекта.

Таким образом, методика напоминает «слоеный пирог» – изучение компонентов теории происходит «послойно»: от ядра к основанию и от него – снова к ядру. Дальнейшее изучение физического материала аналогично предыдущему варианту.

Схема разворачивания деятельности учащихся при обобщении знаний на уровне научной теории на основе схемы цикла научного познания:

Основание теории					
Наблюдения		Эксперименты		Анализ ранее полученных знаний	
↓					
Ядро теории					
Формулирование общих законов, принципов, уравнений					
↓					
Выводы теории					
Количественно-аналитический вывод	Графический вывод	Качественный вывод	Мысленный эксперимент	Применение аналогий	Экспериментальное дополнение качественных выводов
↓					
Применения теории					
Решения задач	Лабораторные работы	Техническое творчество	Учебно-трудовая деятельность	Быт, природа	Техника, телевидение и т.д.

Схема обобщения механики на основе вышеприведенной схемы деятельности учащихся выглядит следующим образом:

Основание
Описание положения материальной точки в пространстве. Ускорение. Масса, сила. Наблюдения и эксперименты, подводящие к законам Ньютона
↓
Ядро
Законы Ньютона. Законы всемирного тяготения. Законы сохранения импульса и механической энергии
↓
Выводы
Применение законов Ньютона и законов сохранения в конкретных случаях движения и равновесия

Схема обобщения электродинамики:

Основание
Проявления и действия электромагнитного поля. Основные понятия и величины q, E, B и др.)
↓
Ядро
Четыре качественных положения о связи поля и зарядов.
↓
Выводы
Электростатика
Постоянный ток
Магнитное поле
Электромагнитная индукция
Магнитные свойства вещества
Излучение электромагнитного поля

Вместе с учащимися эти схемы наполняются конкретным содержанием: формулировками законов, математической записью законов, конкретными научными фактами и практическими применениями.

Самостоятельная работа

Проверка и оценивание данных заданий не осуществляется.

1) Изучите самостоятельно и проанализируйте главу 2.4. «Дифференциация обучения физике» и раздел 4 «Методика изучения тем и понятий общеобразовательного курса физики». Источник: Пронина И.И. «Теория и методика обучения физике: обзорные лекции» (в папке Литература)
2) Изучите самостоятельно лекцию 5 «Методы обучения. Проблемные методы», лекции 11-18 о методике преподавании различных тем учебного курса физики в школе. Источник: Румбешта Е.А. Курс лекций по теории и методике обучения физике в средней школе (в папке Литература)

3) Изучите самостоятельно лекцию 8 «Изучение физических законов в школьном курсе физики». Источник: Губернаторова Л.И. «Методика обучения физике. Общие вопросы: курс лекций» (в папке Литература)

4) Ответьте на контрольные вопросы:

- Назовите принятые в дидактике цели образования
- Таксономия П. Карпинчика. Назовите знания на уровне понимания.
- Таксономия П. Карпинчика. Назовите умения на уровне применения знаний в типичных ситуациях.
- Какова основа словесного метода?
- В чем суть практического метода обучения?
- В чем суть наглядного метода обучения?
- Назовите формы внеклассной работы по физике
- Что входит в содержание понятий?
- Какие методические подходы по формированию понятий вы знаете?
- На какую основную идею опирается традиционный подход при формировании физических понятий?
- Какие этапы входят в традиционную методику формирования физических понятий?
- Представьте, как смоделировать понятие – инерция.
- Приведите примеры использования рисуночных моделей в электростатике.

5) Заполните таблицу «Методы и формы обучения физике»

Группы методов	Формы метода обучения
Словесные методы	
Практические методы	

Наглядные методы	

Литература

Губернаторова, Л. И. Методика обучения физике. Общие вопросы: курс лекций / Л. И. Губернаторова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2020. – 228 с.

Пронина, И. И. Теория и методика обучения физике: обзорные лекции : учебно-методическое пособие. – Орск : Издательство Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, 2017. – 103 с.

Румбешта, Е. А. Курс лекций по теории и методике обучения физике в средней школе : учебное пособие для студентов педагогических вузов / Е.А. Румбешта. – Томск : Издательство Томского государственного педагогического университета, 2016. – 144 с.

ФРП ООО «Физика» (базовый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций), ФГБНУ ИСРО, 2023. https://edsoo.ru/rabochie-programmy/

ФРП ООО «Физика» (углублённый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций), ФГБНУ ИСРО , 2025 https://edsoo.ru/rabochie-programmy/

ФРП СОО «Физика» (базовый уровень) (для 10-11 классов образовательных организаций), 2023. https://edsoo.ru/rabochie-programmy/

ФРП СОО «Физика» (углублённый уровень) (для 10-11 классов образовательных организаций), 2023. https://edsoo.ru/rabochie-programmy/