http://vk.com/ege100ballov

VIII. Магнитные явления

1. *Магнитное поле* — особая материя, возникающая вокруг любых движущихся электрических зарядов (токов).
действующая магнитными силами на движущиеся заряды (токи).

Сила Лоренца — сила, действующая со стороны магнитного поля на отдельные движущиеся заряды.

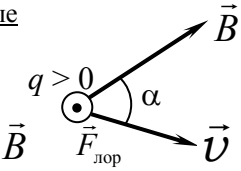
модуль скорости заряда q

$$F_{лор} = |q|\upsilon B\cdot\sin\alpha$$

α — угол между $\vec{\upsilon}$ и $\vec{B}$

$\vec{F}_{лор}\perp\vec{\upsilon}$, $\vec{F}_{лор}\perp\vec{B}$

модуль вектора $\vec{B}$ — вектора магнитной индукции



Сила Ампера — сила, действующая со стороны магнитного поля на провод с током.

$$F_A = IlB\cdot\sin\alpha$$

α — угол между током и $\vec{B}$

Провод прямолинейный, находится в однородном магнитном поле.

Длина провода

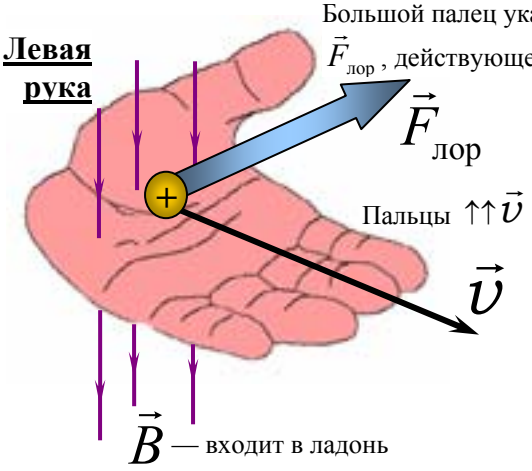
Сила тока в проводе

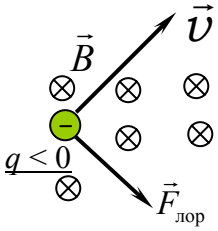
$\vec{F}_A \perp$ *току*

$\vec{F}_A\perp\vec{B}$

Большой палец указывает направление $\vec{F}_{лор}$, действующей на (+) заряд.

Левая рука



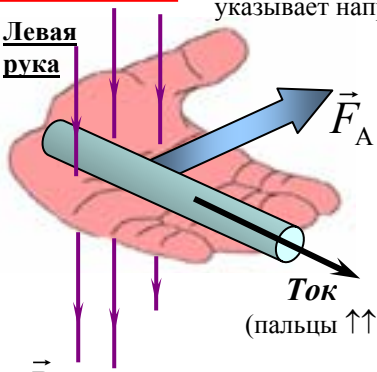


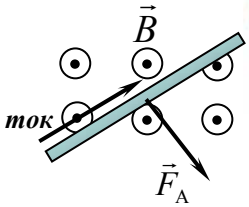
Если заряд летит параллельно $\vec{B}$, то $\vec{F}_{лор}=0$

Единица измерения магнитной индукции в СИ: 1Тл
1Тл = 1Н·с/(Кл·м) — индукция такого магнитного поля, в котором на единицу заряда, движущегося со скоростью 1м/с действует максимальная сила Лоренца 1Н. (Сила максимальна при $\alpha = 90^o$)

Большой палец указывает направление $\vec{F}_A$.

Левая рука





$\vec{B}$ — входит в ладонь

Если провод с током параллелен $\vec{B}$, то $\vec{F}_A = 0$

1Тл = 1Н/(А·м) — индукция такого однородного магнитного поля, в котором на прямой провод длиной 1 м с током силой 1А действует максимальная сила Ампера 1Н. (Сила максимальна при $\alpha = 90^o$)

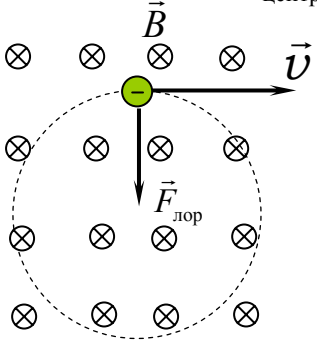
2. *Движение зарядов в магнитном поле*

2.1 Если скорость заряда $\vec{\upsilon}\perp\vec{B}$, то его траектория — окружность.

По II закону Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F}_{лор}$ (массы частиц обычно так малы, что силой тяжести можно пренебречь по сравнению с $F_{лор}$)

$\vec{F}_{лор}\perp\vec{\upsilon} \Rightarrow \vec{a}\perp\vec{\upsilon} \Rightarrow a = a_{центр} = \upsilon^2/R$ — центростремительное ускорение.

$$m\frac{\upsilon^2}{R} = |q|\upsilon B\cdot\sin 90^o$$



Радиус окружности, по которой движется частица массой m, зарядом q в однородном магнитном поле индукцией B.

$$R = \frac{m\upsilon}{|q|B}$$

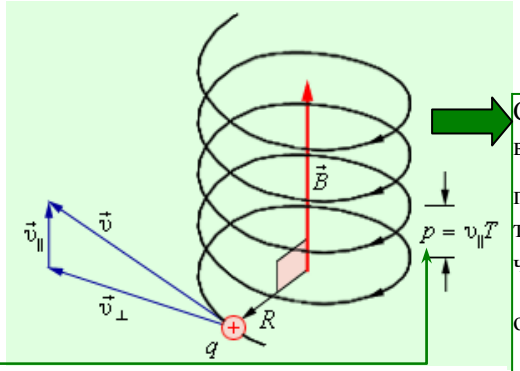
$$T = \frac{s}{\upsilon} = \frac{2\pi R}{\upsilon} = \frac{2\pi m}{|q|B}$$

Период обращения частицы массой m, зарядом q в однородном магнитном поле индукцией B

$$T = \frac{2\pi m}{|q|B}$$

! не зависит от скорости!

2.2 Если скорость заряда $\vec{\upsilon}$ образует с $\vec{B}$ произвольный угол (не равный 90^o, 0^o, 180^o), то его траектория — спираль.



Скорость частицы $\vec{\upsilon}$ представляют как сумму двух векторов $\vec{\upsilon}_{\perp}$ и $\vec{\upsilon}_{\parallel}$ (перпендикулярная и параллельная $\vec{B}$ составляющие скорости). В системе отсчета K', движущейся со скоростью $\vec{\upsilon}_{\parallel}$, частица будет иметь скорость $\vec{\upsilon}_{\perp}$ и двигаться по окружности радиуса $R = \frac{m\upsilon_{\perp}}{|q|B}$ (п. 2.1). К этому вращению добавляется поступательное движение K'-системы в результате получается движение по спирали (см. рис.)

Шаг спирали — расстояние, на которое смещается частица вдоль направления $\vec{B}$ за один полный оборот, т. е. за время $T = \frac{2\pi m}{|q|B}$

http://vk.com/ege100ballov

3. Рамка с током в магнитном поле

Силы Ампера разворачивают рамку с током так, что создаваемое внутри рамки собственное магнитное поле $\vec{B}_{собст}$ оказывается сонаправлено с внешним магнитным полем. (Поле $\vec{B}_{собст}$ создает ток, текущий в рамке).

Вращающий момент, действующий на рамку в произвольном положении равен:

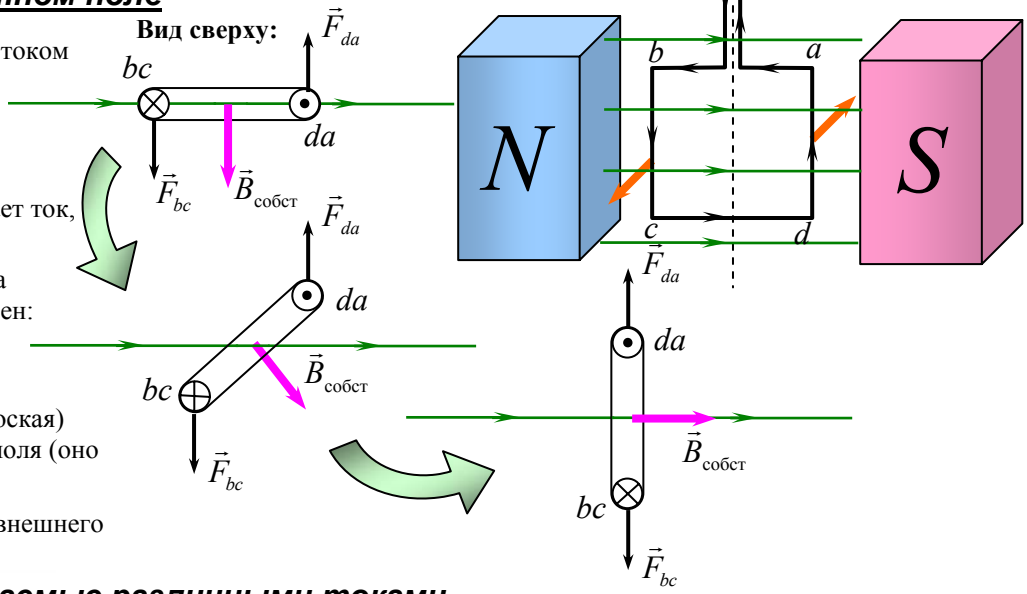
$$M = ISB\sin\alpha$$

I — сила тока в рамке

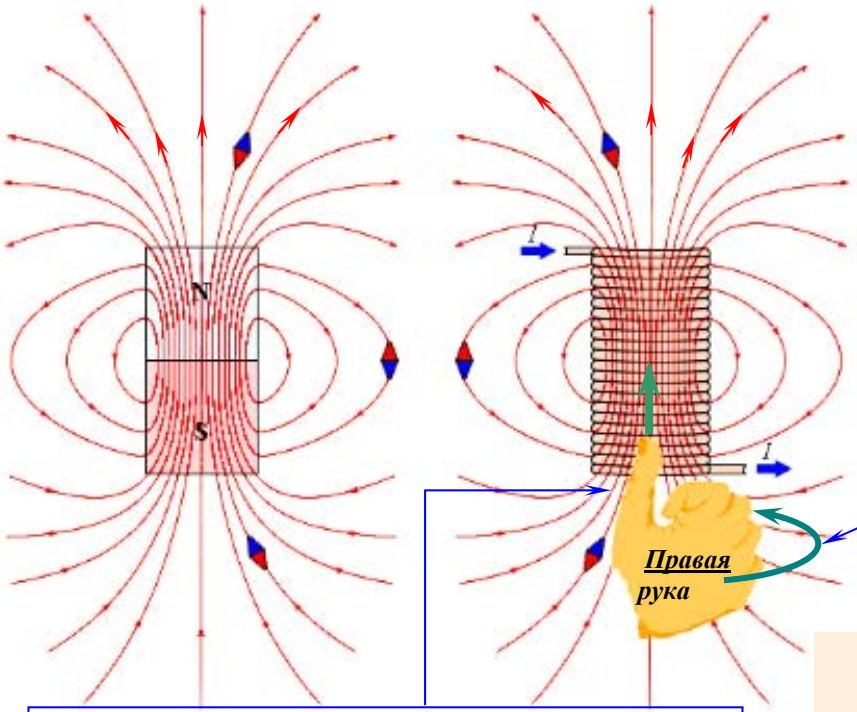
S — площадь внутри рамки (рамка плоская)

B — индукция внешнего магнитного поля (оно должно быть однородно)

α — угол между вектором индукции внешнего поля и перпендикуляром к

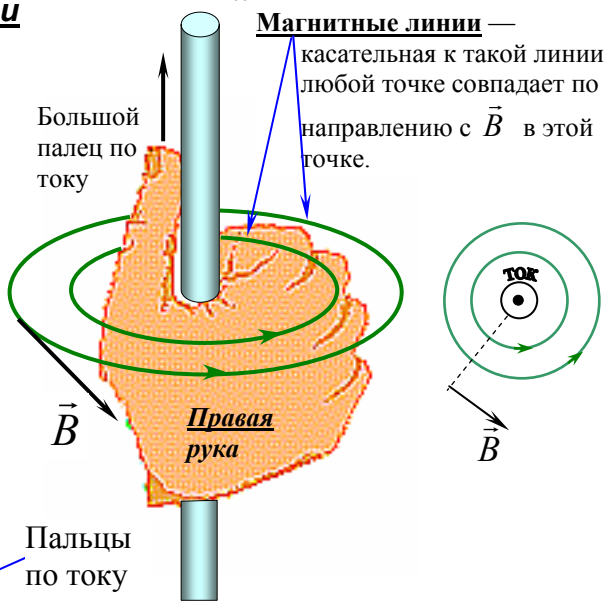


4. Магнитные поля, создаваемые различными токами

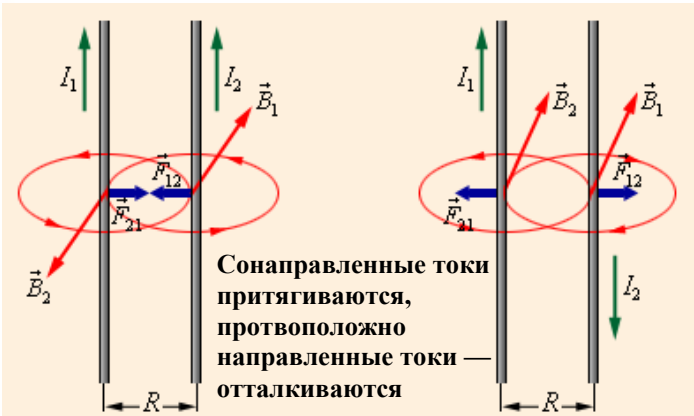


Большой палец указывает направление $\vec{B}$ в центре катушки

Магнитные линии — касательная к такой линии в любой точке совпадает по направлению с $\vec{B}$ в этой точке.



5. Взаимодействие токов



6. Явление электромагнитной индукции

Если в замкнутом проводящем контуре изменяется магнитный поток, то это приводит к появлению в этом контуре ЭДС (ЭДС индукции).

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

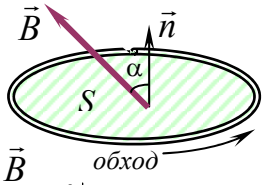
Контур плоский, поле $\vec{B}$ однородно в пределах контура.

Единица измерения магнитного потока в СИ: 1 Вб = 1Тл·м^2

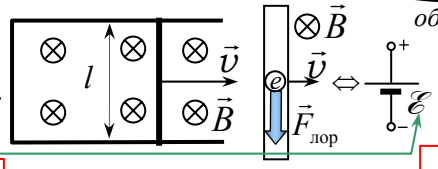
$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Если Ф меняется равномерно

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi'(t)$$



$$\mathcal{E}_i = \upsilon \cdot l \cdot B$$



$$W_{кат} = \frac{LI^2}{2}$$

Энергия магнитного поля катушки индуктивности L, по которой течет ток I.

7. Явление самоиндукции

— возникновение ЭДС в контуре вследствие изменения собственного магнитного потока через этот контур.

$$\Phi^{собст} = LI$$

Индуктивность контура – коэффициент пропорциональности между силой тока в контуре и собственным магнитным потоком.

$\Phi^{собст}$ — магнитный поток, создаваемый магнитным полем, которое породил ток, текущий в контуре.

$$\mathcal{E}_{сам} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Если I меняется равномерно

$$\mathcal{E}_{сам} = -L\frac{dI}{dt} = -LI'(t)$$

ЭДС самоиндукции