

Электромагнетизм. Явление электромагнитной индукции.

**Уроки по физике 9 класс
№№ 48-58**

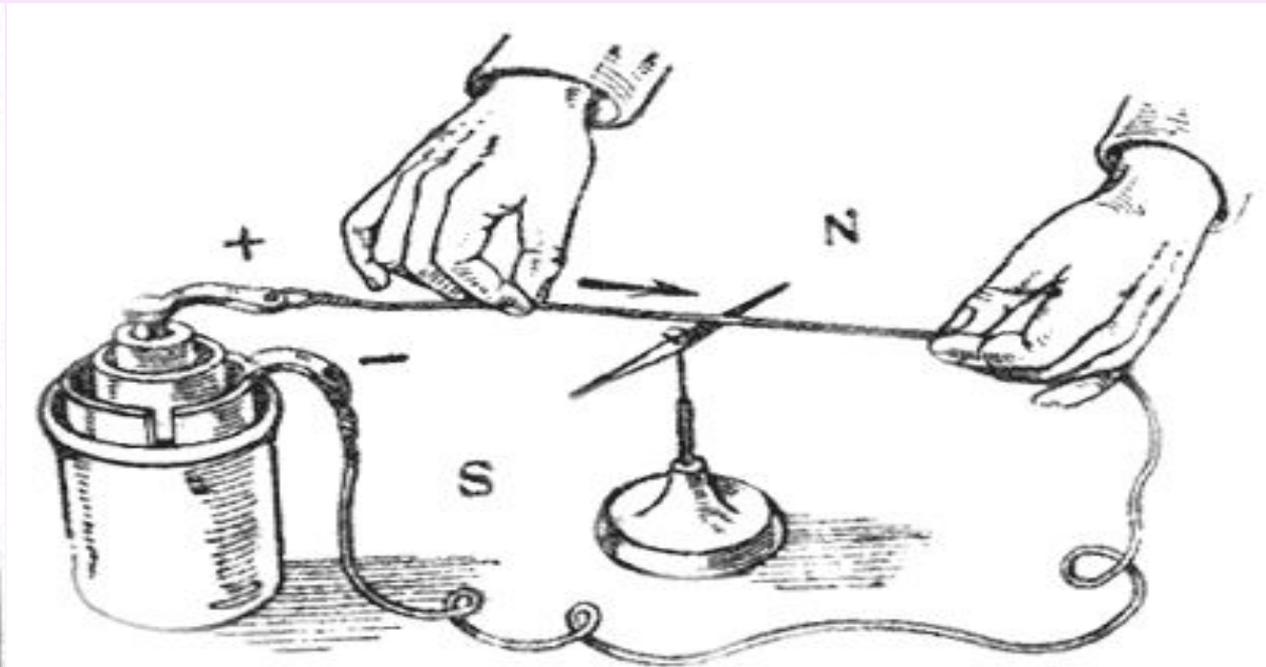
Замена учителя физики Д.М. Уточкин

Магнитное поле

- **Опыт Эрстеда**
- **Взаимодействие токов**
- **Магнитная индукция**
- **Сила Ампера**
- **Сила Лоренца**
- **Магнитные свойства вещества**

Опыт Эрстеда

1820 г. Х. Эрстед открыл магнитное поле электрического тока.



Опыт Эрстеда.

При прохождении электрического тока по проводнику магнитная стрелка располагается перпендикулярно проводнику.

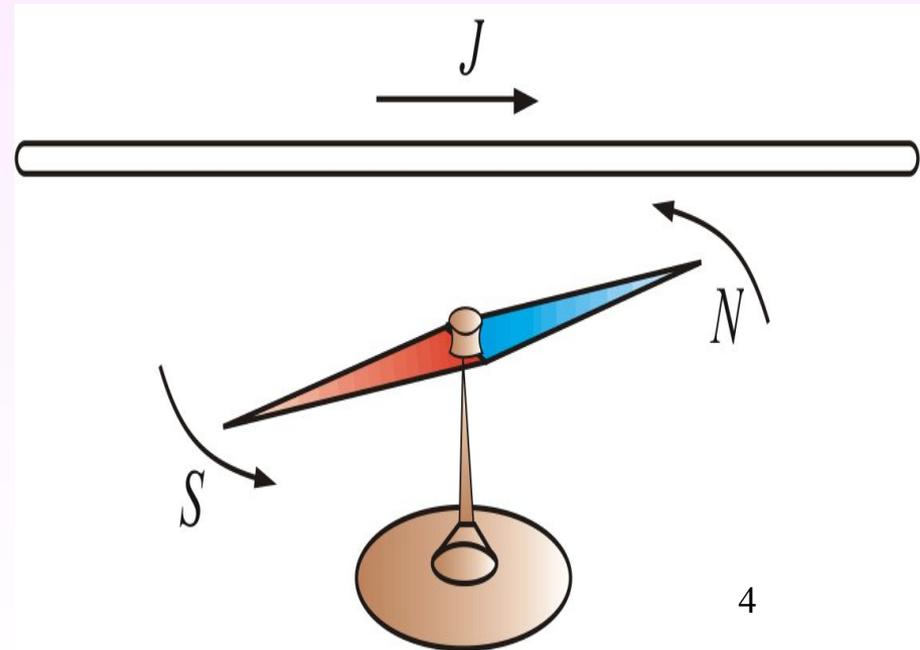


Открытие Эрстеда

При помещении магнитной стрелки в непосредственной близости от проводника с током он обнаружил, что при протекании по проводнику тока, стрелка отклоняется; после выключения тока стрелка возвращается в исходное положение (см. рис.).

Из описанного опыта

Эрстед делает вывод:
вокруг прямолинейного
проводника с током
есть магнитное поле.



Общий вывод: *вокруг всякого проводника с током есть магнитное поле.*

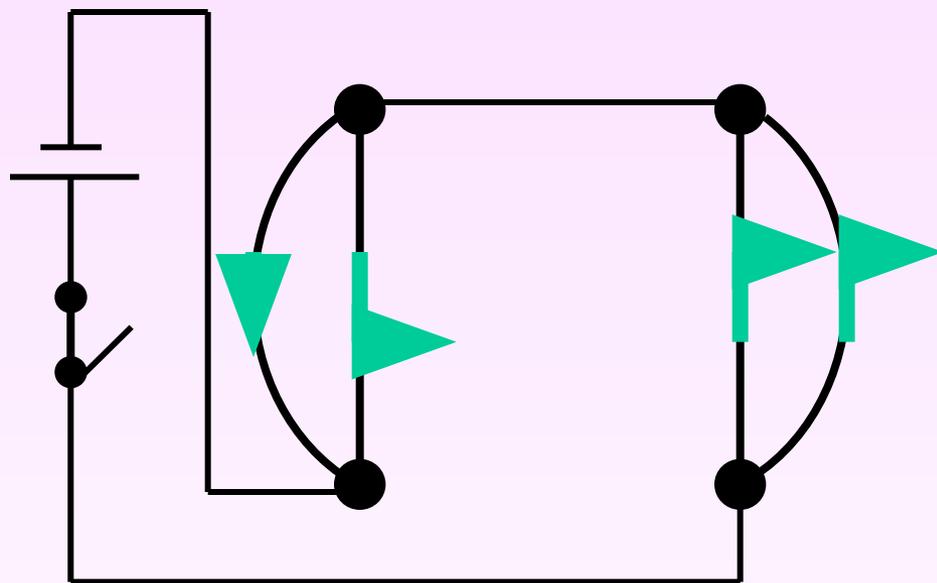
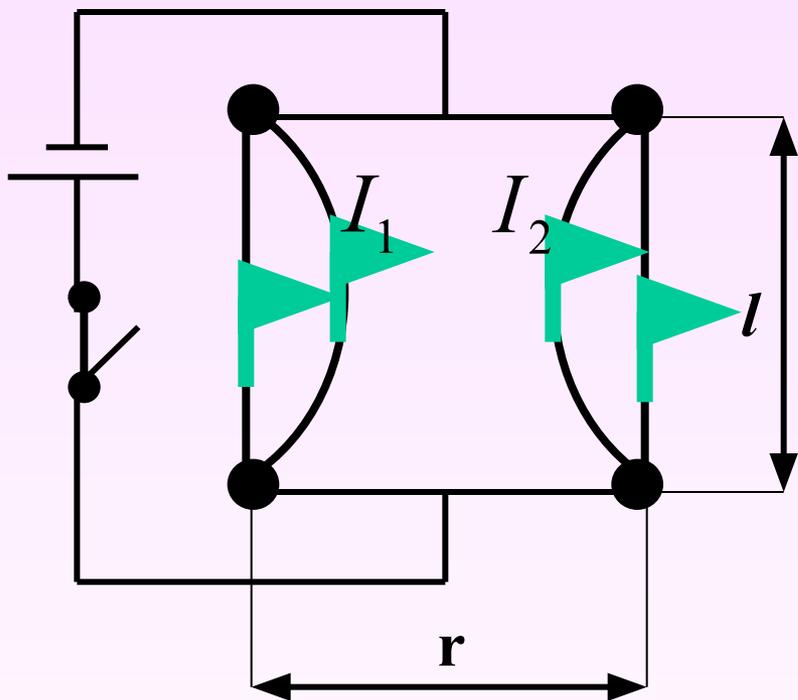
Но ведь ток – это направленное движение зарядов.

Вокруг всякого движущегося заряда помимо электрического поля существует еще и магнитное.

Магнитное поле - это особый вид материи, окружающей движущиеся заряды (или проводники с током), и проявляющейся в действии на движущиеся заряды (или проводники с током).

Взаимодействие токов

А. Ампер установил законы магнитного взаимодействия токов.



$$F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{A^2}$$



Взаимодействие токов

1 Ампер – это сила тока, протекающего по двум бесконечно длинным параллельным проводникам, находящимся в вакууме на расстоянии 1 м друг от друга, при которой их участки длиной 1 м взаимодействуют с силой $2 \cdot 10^{-7}$ Н.

$$\mu_0 = \frac{2\pi r \cdot F}{\mu I_1 I_2 l}$$

$$\mu_{\text{вак}} = 1$$

Магнитная индукция

- **Направление и модуль вектора магнитной индукции.**
- **Магнитная индукция прямого проводника.**
- **Линии магнитной индукции.**
- **Правило буравчика.**
- **Соленоид, правило правой руки.**
- **Магнитное поле Земли.**

Магнитная индукция

Магнитная индукция – силовая характеристика магнитного поля. (Магнитная индукция определяет силу, с которой магнитное поле действует на внесенный в него проводник с током).

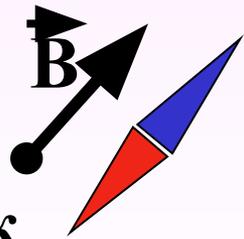
Модуль вектора магнитной индукции равен отношению максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на участок проводника с током, к произведению силы тока на длину участка проводника.

$$B = \frac{F_{\max}}{Il}$$

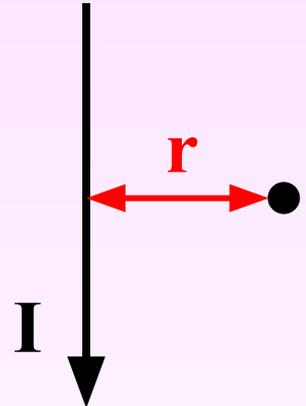
$$1Тл = \frac{1Н}{1А \cdot 1м}$$

Магнитная индукция – векторная величина.

За **направление вектора магнитной индукции** принимается направление от южного полюса к северному магнитной стрелки, помещенной в данное магнитное поле.



Магнитная индукция



The diagram shows a vertical black line representing a wire with a downward-pointing arrow labeled 'I'. To the right of the wire, a red double-headed arrow labeled 'r' indicates the distance from the wire to a black dot representing a point.

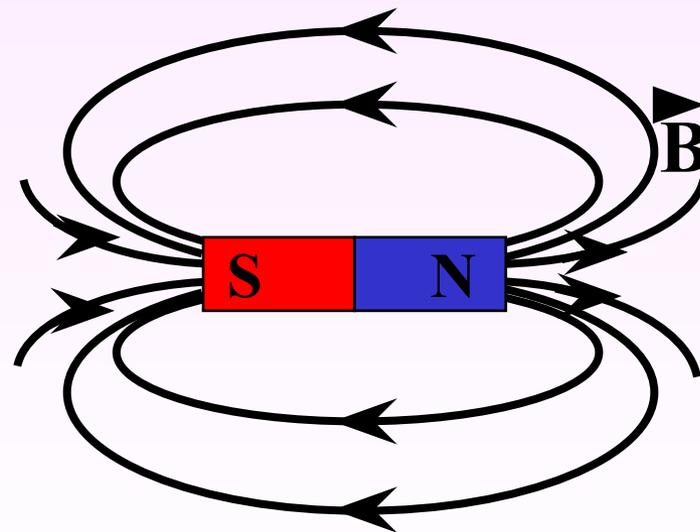
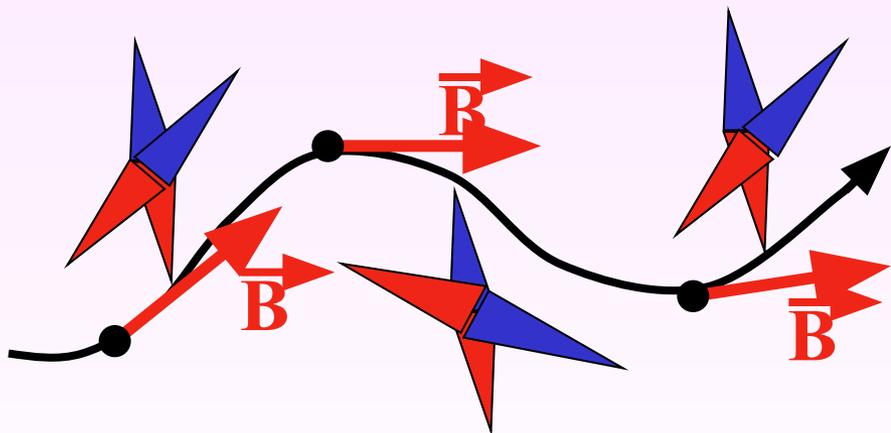
$$F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$$
$$B = \frac{F_{\max}}{Il} \quad F = IBl$$

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$$

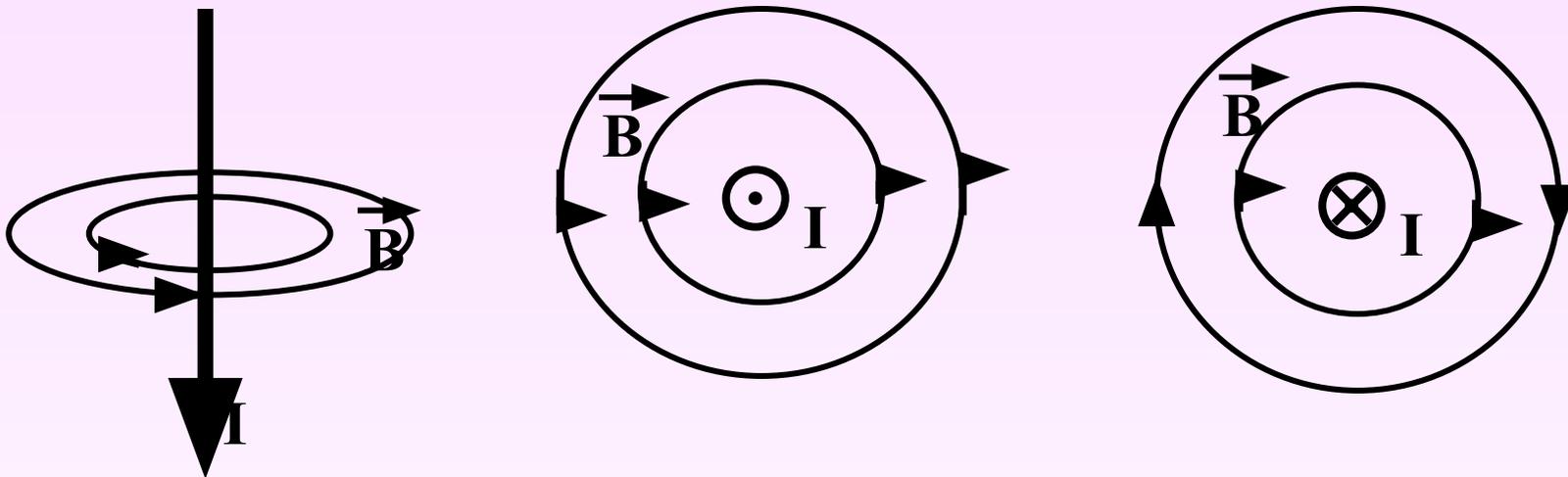
Магнитная индукция магнитного поля прямого проводника с током на расстоянии r от него.

Линии магнитной индукции

Линии магнитной индукции – это линии, касательные к которым направлены так же, как и вектор магнитной индукции в данной точке поля.



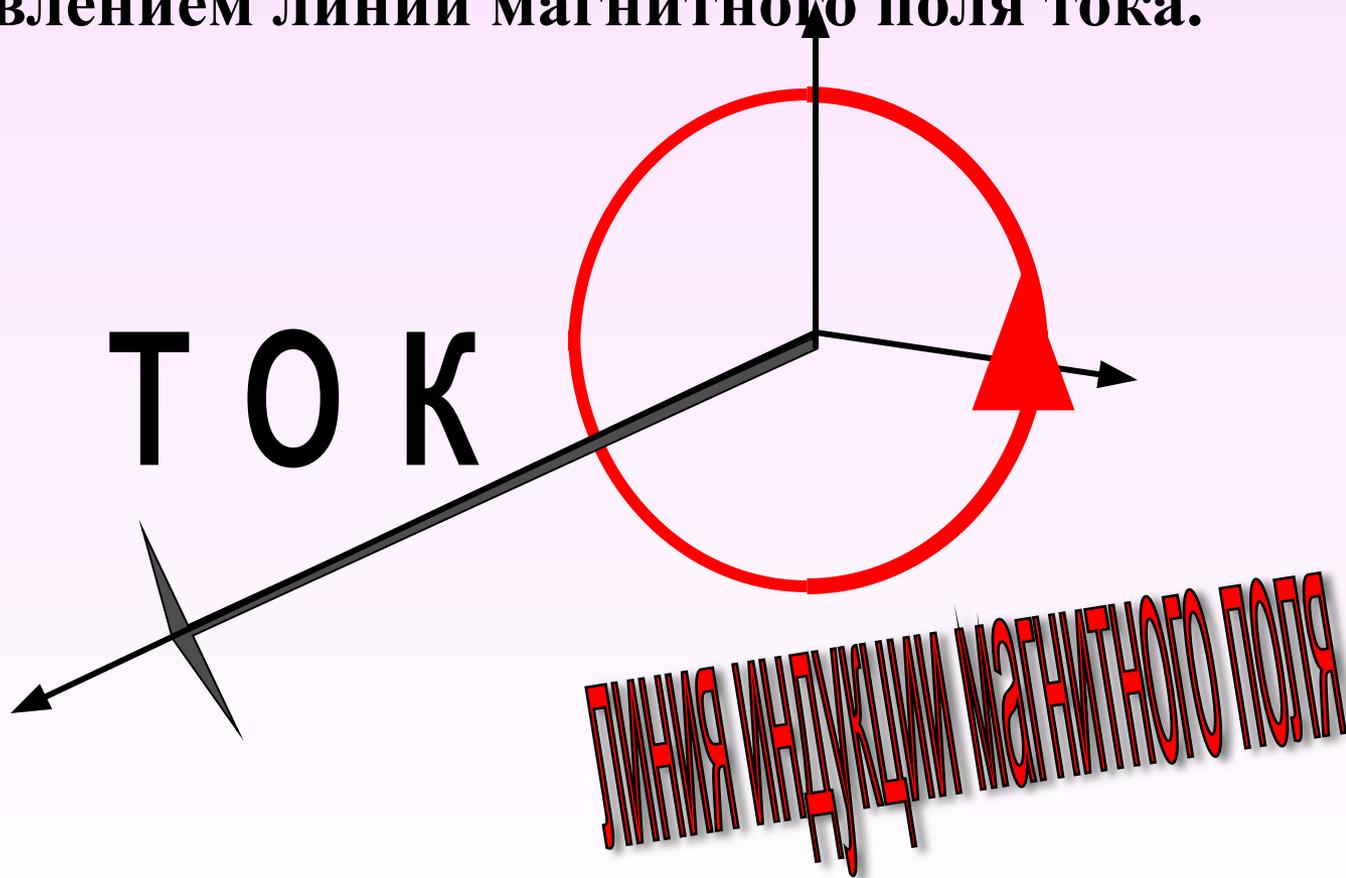
Линии магнитной индукции



**Линии магнитной индукции всегда замкнуты.
Магнитное поле – вихревое поле.
Магнитных зарядов, подобных электрическим,
в природе нет.**

Правило буравчика

Если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика совпадает с направлением линий магнитного поля тока.



Правило буравчика

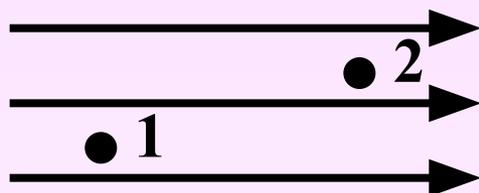


Правило буравчика



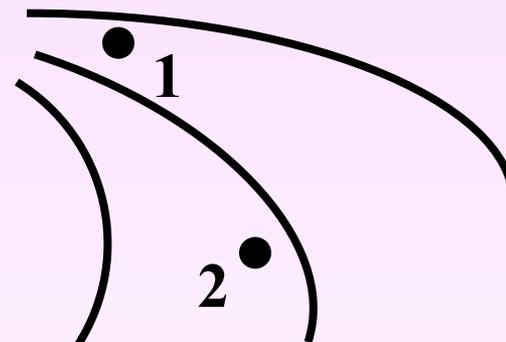
Магнитное поле

однородное



$$B_1=B_2$$

неоднородное

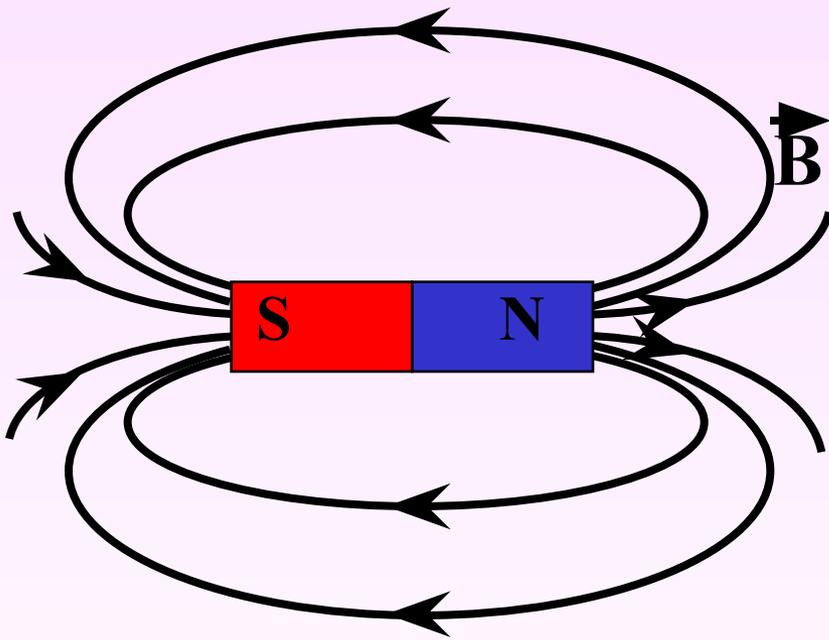


$$B_1>B_2$$

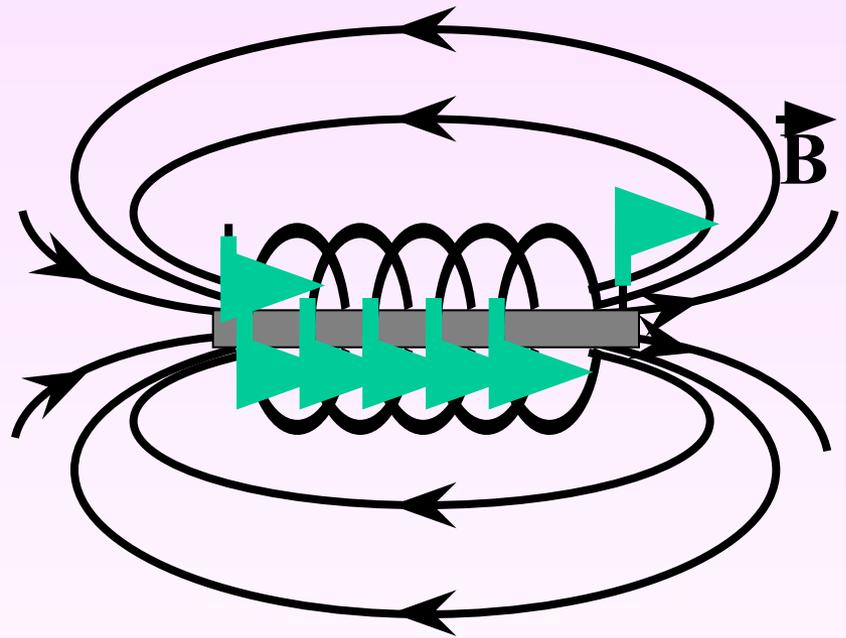
Правило правой руки: Если обхватить **соленоид** ладонью правой руки, направив четыре пальца по направлению тока в витках, то отставленный большой палец покажет направление линий магнитного поля внутри соленоида.

Линии магнитной индукции

постоянный магнит

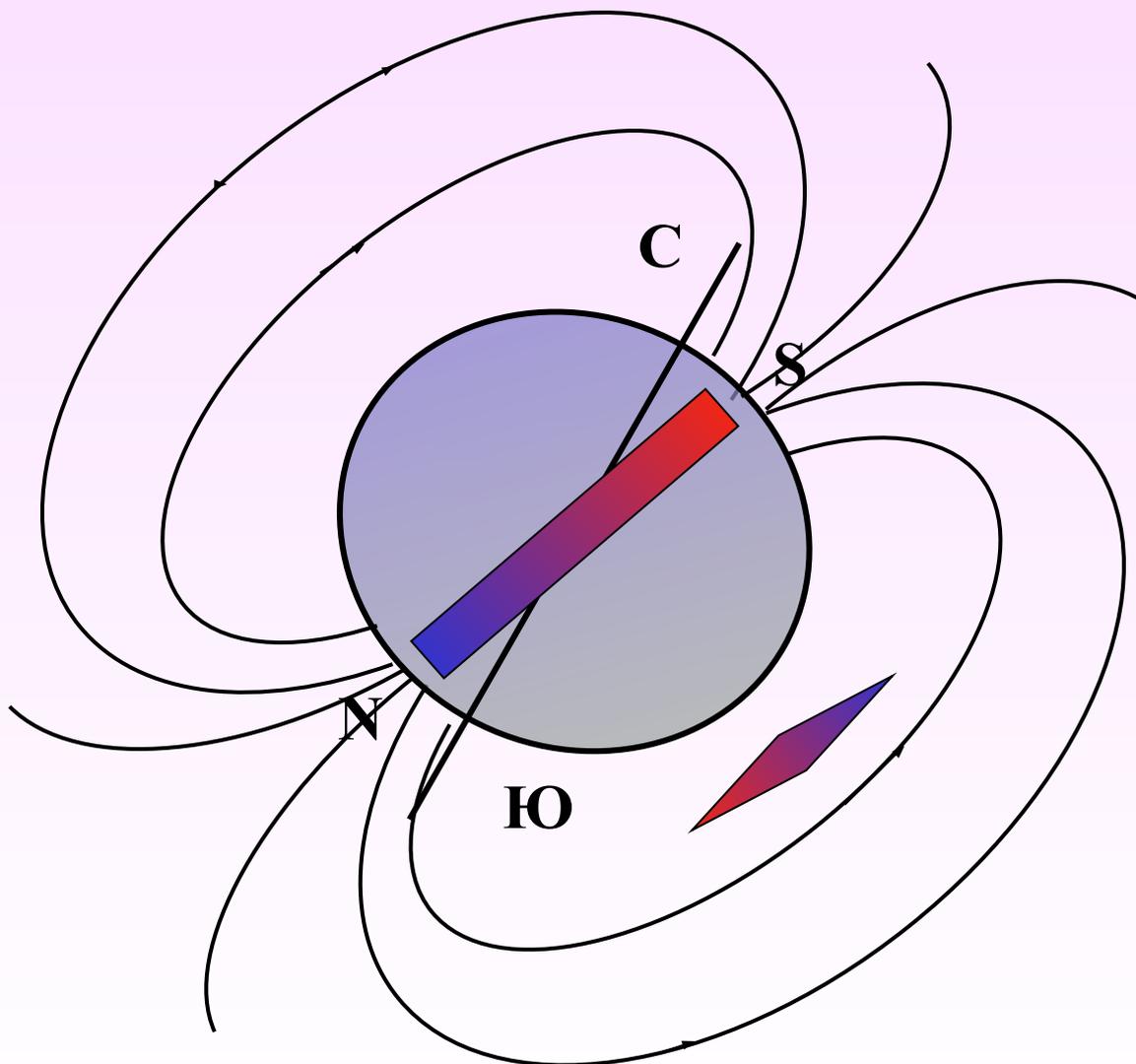


соленоид

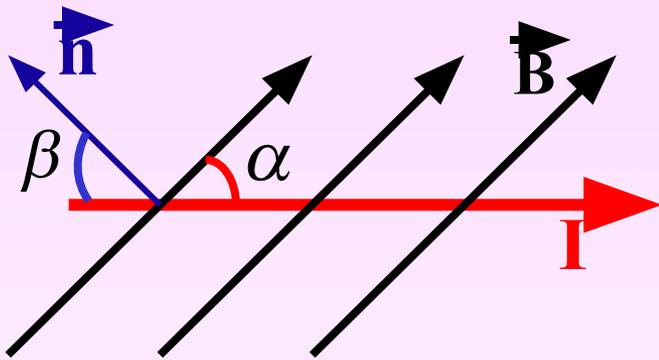


$$B = \mu\mu_0 I \frac{N}{l}$$

Магнитное поле Земли



Сила Ампера

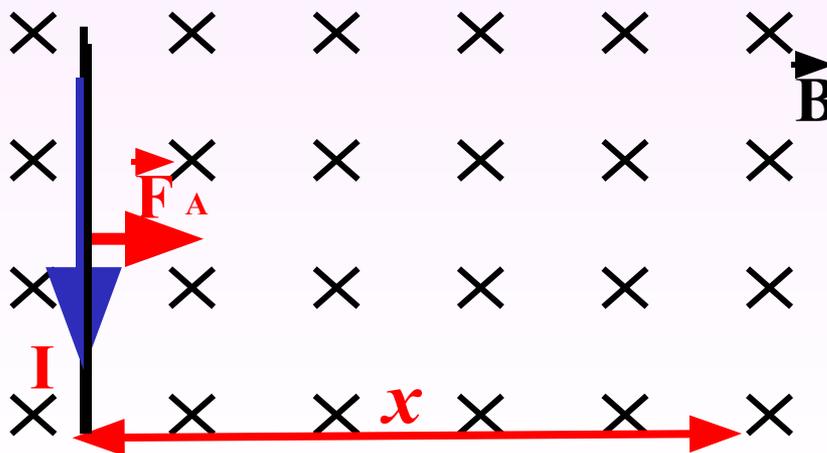


Сила Ампера – сила, с которой магнитное поле действует на помещенный в него проводник с током.

$$F_A = F_{A_{\max}} = IBl \quad \text{если } \alpha = 90^0 (\beta = 0^0)$$

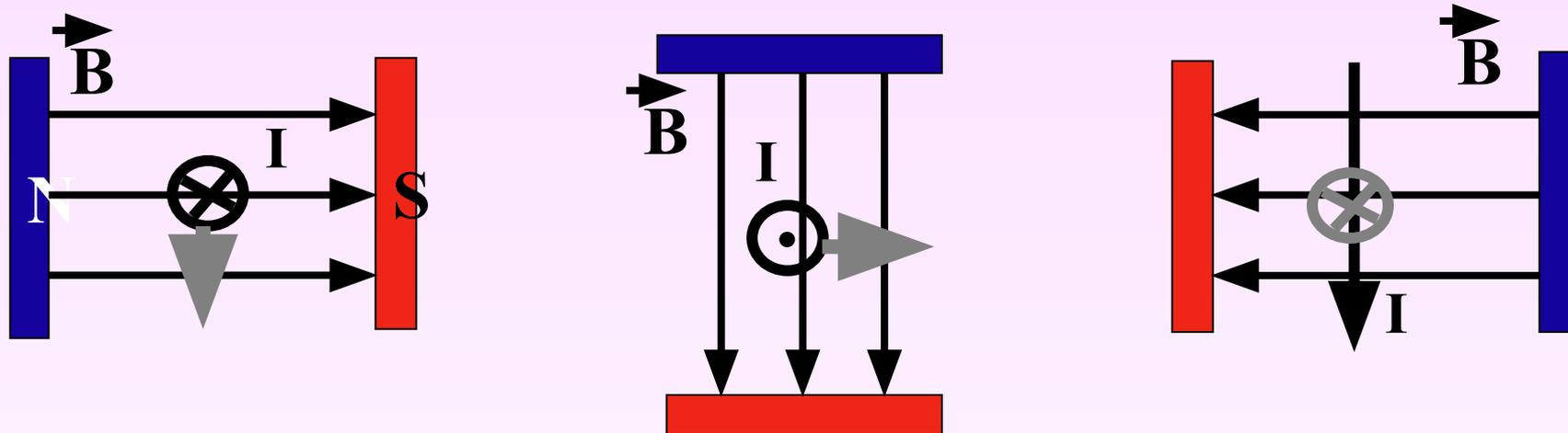
$$F_A = 0 \quad \text{если } \alpha = 0^0 (\beta = 90^0)$$

$F_x = IBl \sin \alpha$
 $F_z = IBl \cos \alpha$



$$A = IBlx$$

Сила Ампера

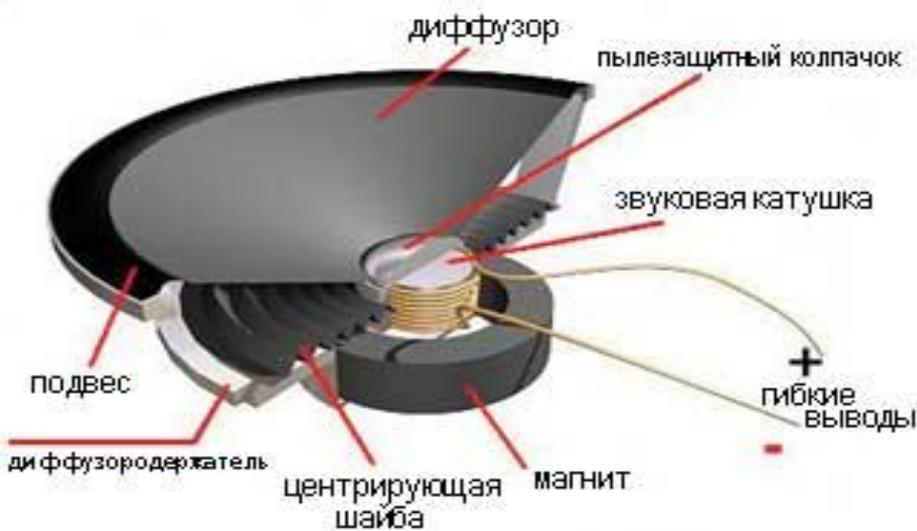


Правило левой руки:

если расположить левую руку так, чтобы линии индукции входили в ладонь перпендикулярно к ней, а четыре вытянутых пальца были направлены по току, то отставленный большой палец покажет направление силы, действующей на проводник.

Применение силы Ампера

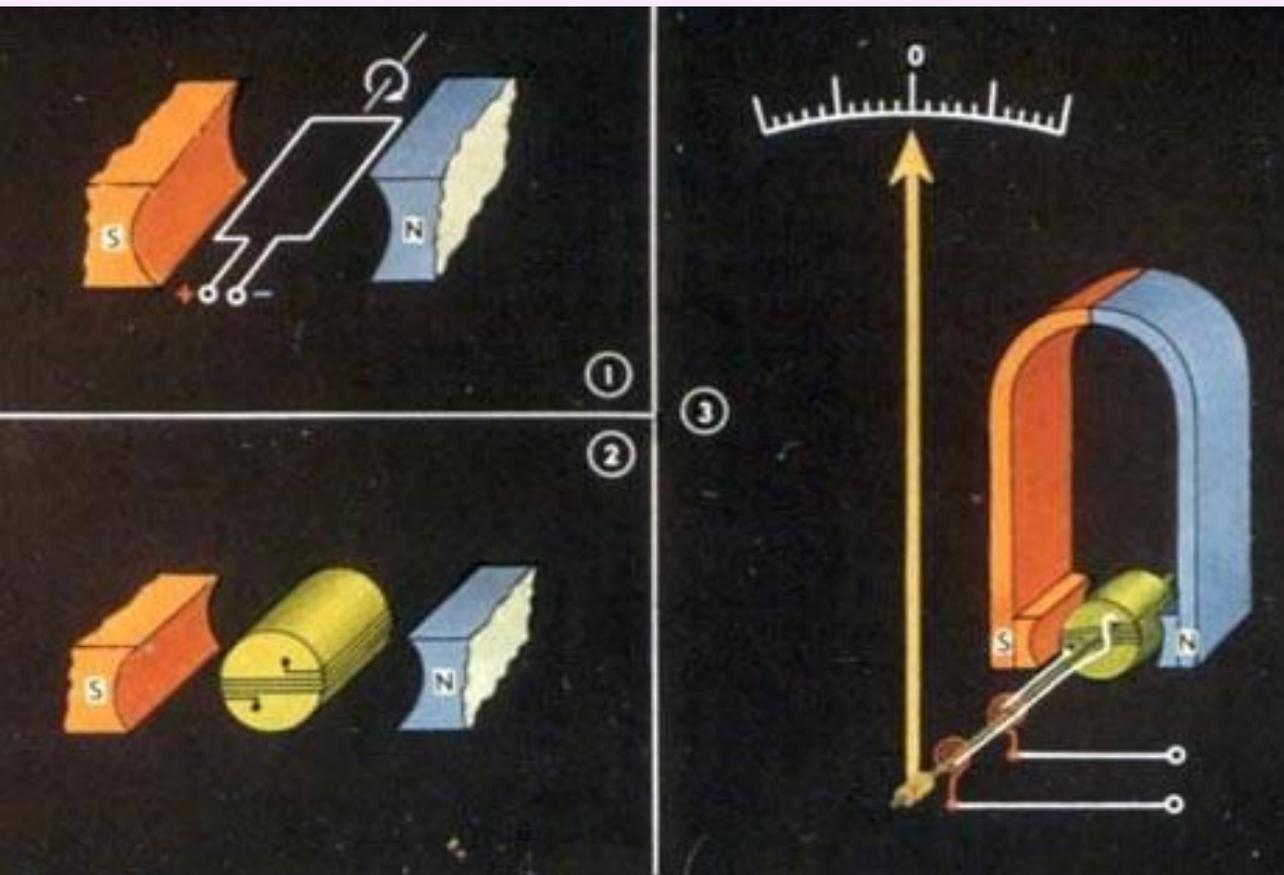
Громкоговоритель



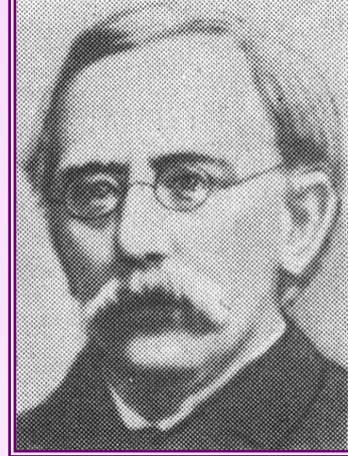
Вращающий момент

$$M = IBS$$

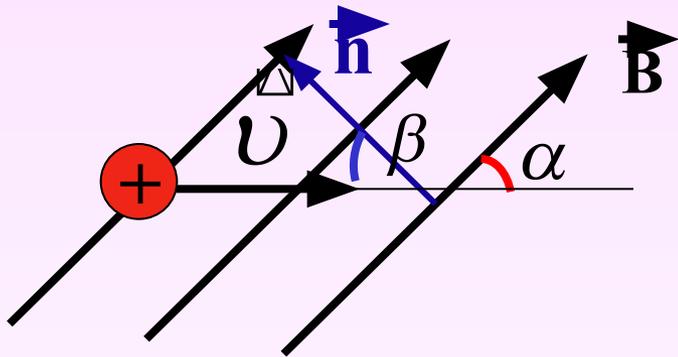
Электроизмерительные приборы 21



Сила Лоренца



Сила Лоренца – сила, с которой магнитное поле действует на движущуюся заряженную частицу.



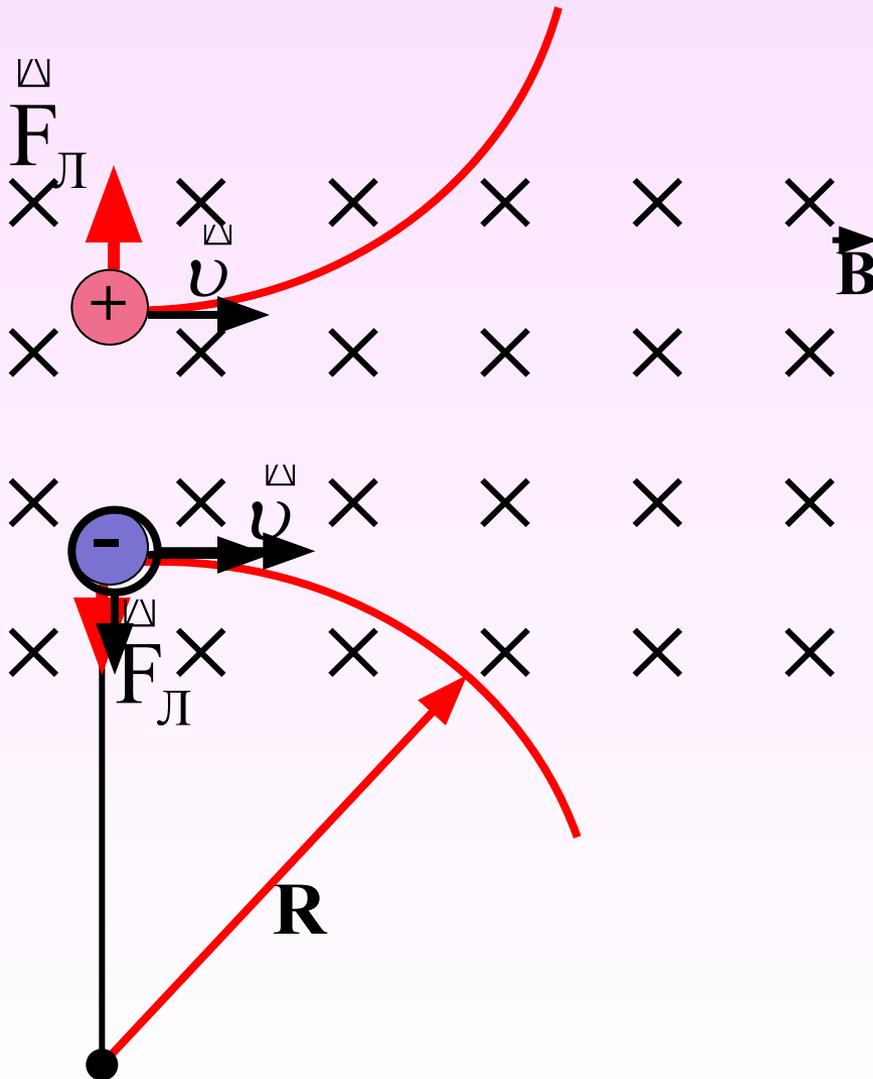
$$F_{\text{Л}} = qvB \sin \alpha$$

$$F_{\text{Л}} = qvB \cos \beta$$

$$F_{\text{Л}} = 0 \quad \text{если} \quad \alpha = 0^\circ \quad (\beta = 90^\circ)$$

$$F_{\text{Л}} = F_{\text{Л max}} = qvB \quad \text{если} \quad \alpha = 90^\circ \quad (\beta = 0^\circ)$$

Сила Лоренца



$$F_L = qvB$$

$$F_L = ma_y$$

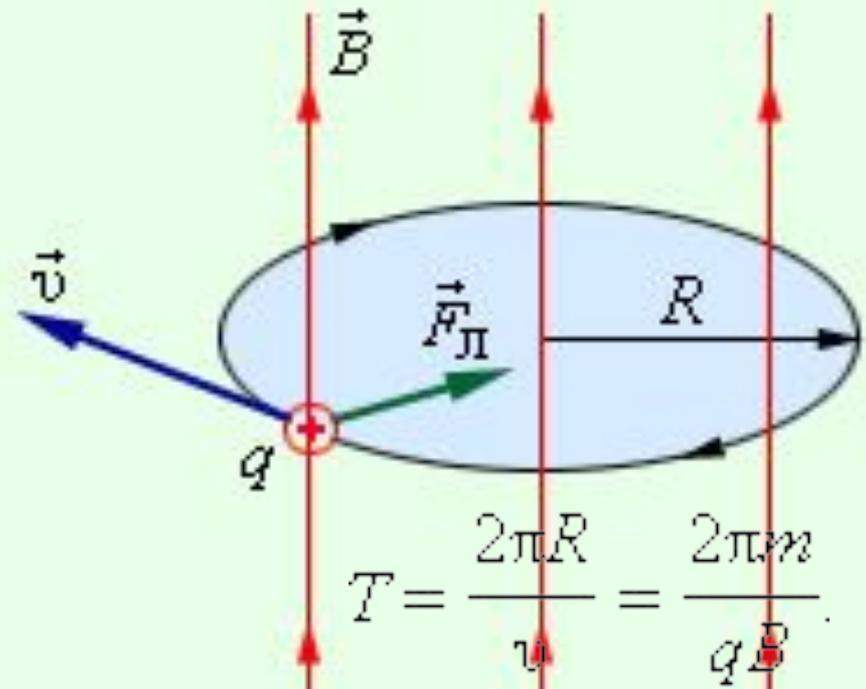
$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$m \frac{v^2}{R} = qvB$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

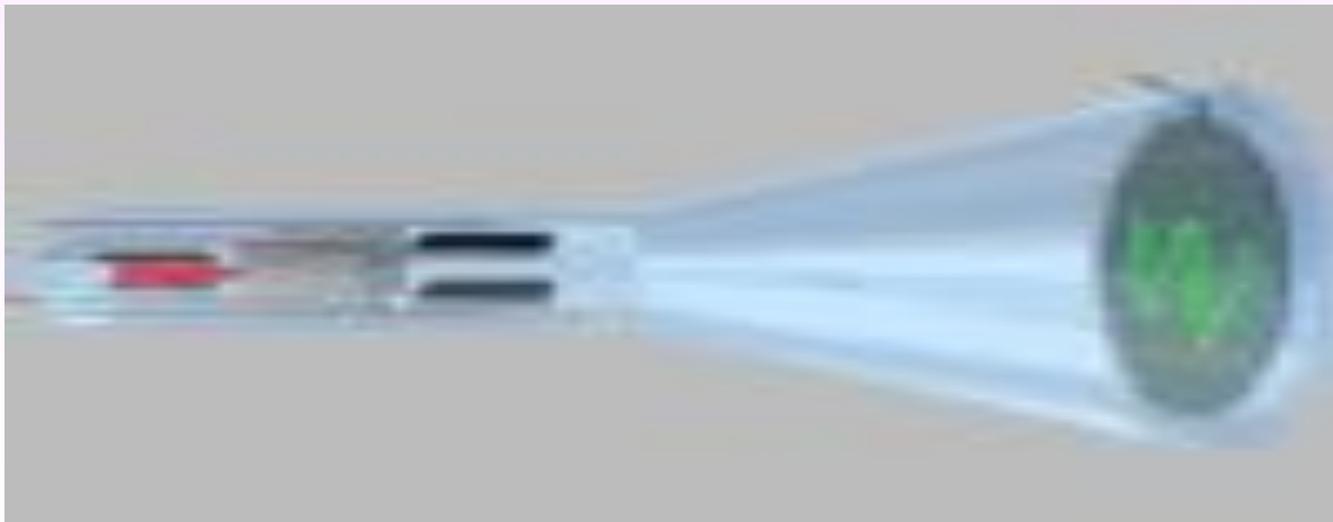
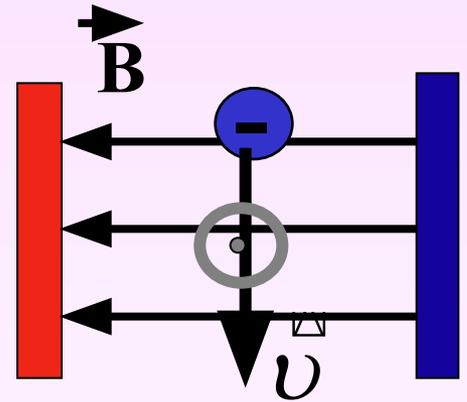
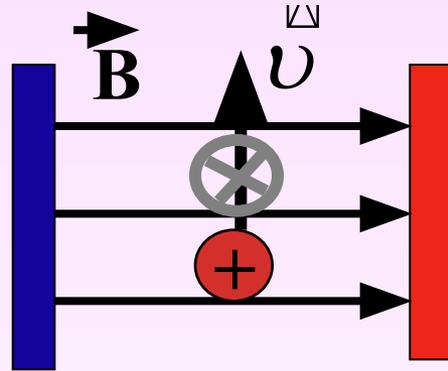
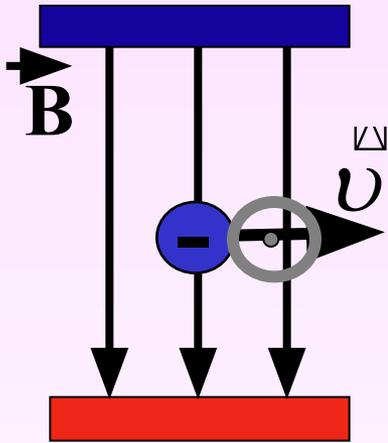
Сила Лоренца

Направление силы Лоренца, действующей на заряженную частицу, можно определить **по правилу левой руки**: если расположить левую руку так, чтобы линии индукции входили в ладонь перпендикулярно к ней, а четыре вытянутых пальца были направлены по движению положительно заряженной частицы (против движения отрицательно заряженной), то отставленный большой палец покажет направление действующей на частицу силы.



Круговое движение заряженной частицы в однородном магнитном поле
При движении заряженной частицы в магнитном поле **сила Лоренца работы не совершает**.
Период обращения частицы в однородном магнитном поле

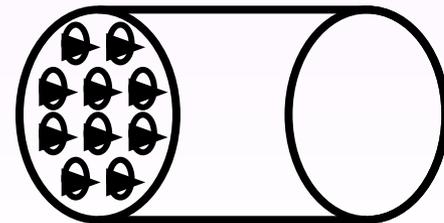
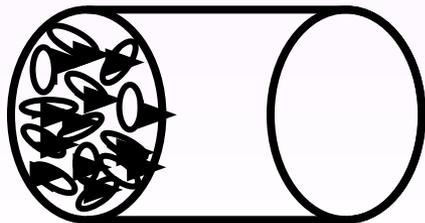
Сила Лоренца



Магнитные свойства вещества

Ампер объяснил магнетизм веществ существованием молекулярных токов.

Гипотеза Ампера - магнитные свойства тела можно объяснить циркулирующими внутри него токами.



Магнитные свойства вещества

<i>вид вещества</i>	<i>ферромагнетики</i>	<i>парамагнетики</i>	<i>диамагнетики</i>
<i>свойства</i>	<i>Большое усиление магнитного поля</i>	<i>Малое усиление магнитного поля</i>	<i>Малое ослабление магнитного поля</i>
<i>маг. прониц.</i>	$\mu \gg 1$	$\mu > 1$	$\mu < 1$
<i>температурная зависимость</i>	<i>μ уменьшается с повышением температуры. (При достижении температуры Кюри магнитные свойства не проявляются).</i>	<i>μ уменьшается с повышением температуры</i>	<i>μ не зависит от температуры</i>
<i>примеры</i>	<i>железо, кобальт, никель</i>	<i>алюминий, платина, кислород</i>	<i>вода, висмут, поваренная соль</i>

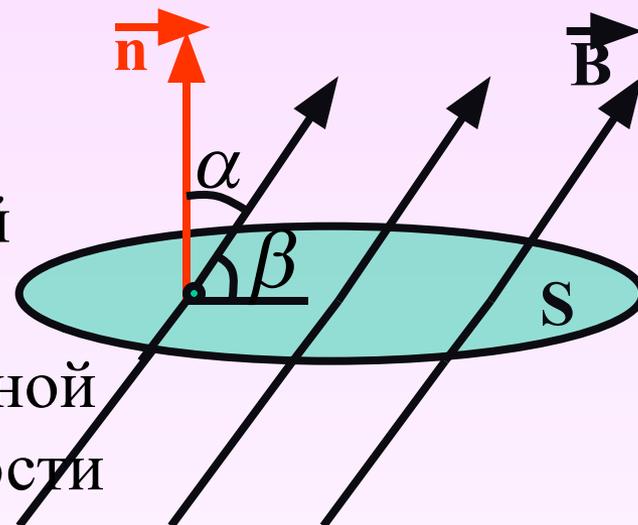
Электромагнитная индукция

- **Магнитный поток**
- **Майкл Фарадей**
- **Явление электромагнитной индукции**
- **Вихревое электрическое поле**
- **ЭДС индукции в движущихся проводниках**
- **Явление самоиндукции**
- **Индуктивность**
- **Энергия магнитного поля**
- **Электромагнитное поле**
- **Задачи**

Магнитный поток

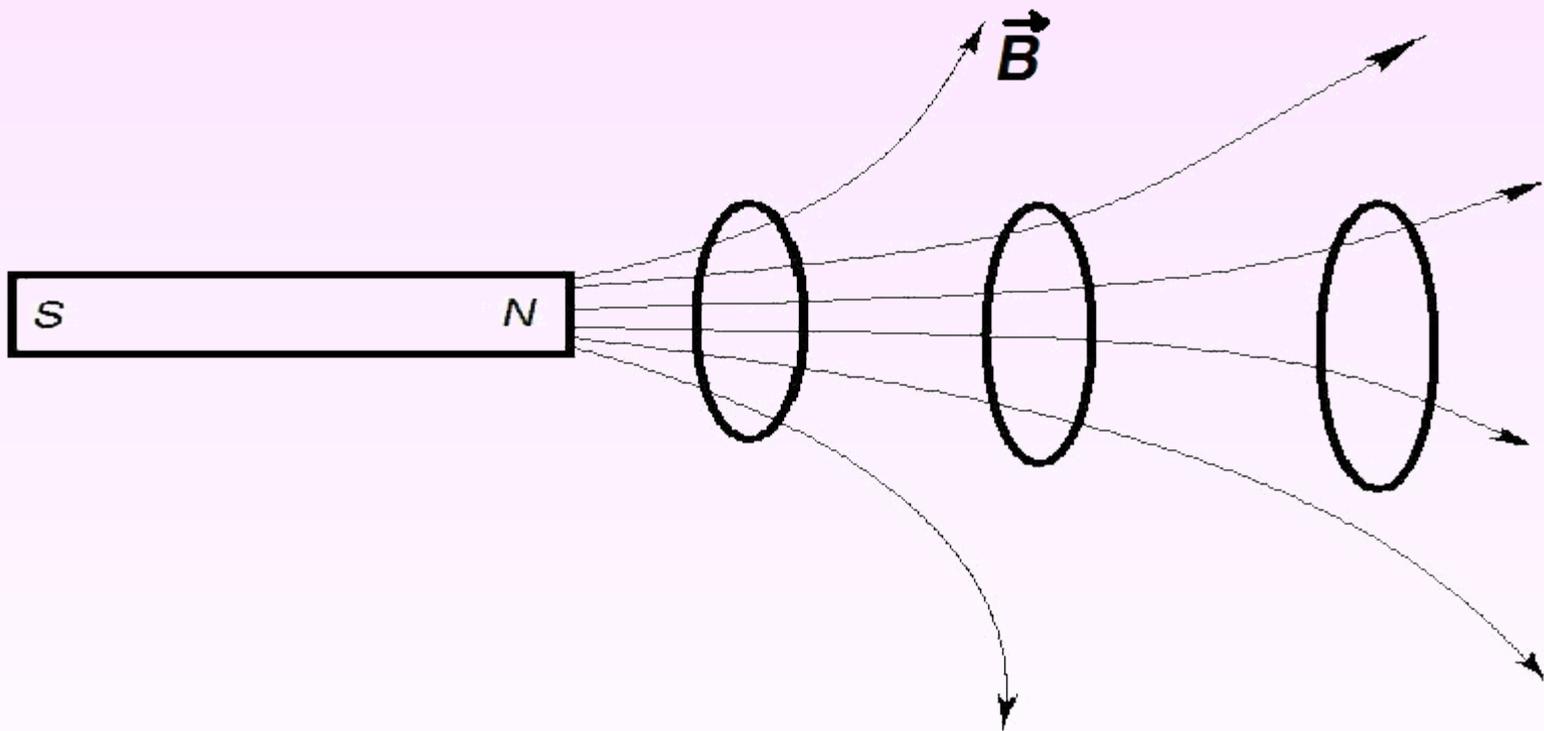
$$\Phi = BS \cos \alpha$$

где B – модуль вектора магнитной индукции, S – площадь контура, α – угол между вектором магнитной индукции и нормалью к плоскости контура.



Единица магнитного потока в системе СИ называется **Вебером (Вб)**. $1\text{Вб} = 1\text{Тл} \cdot 1\text{м}^2$
Магнитный поток через поверхность изменяется, если изменяется число магнитных линий, пронизывающих поверхность.

Магнитный поток



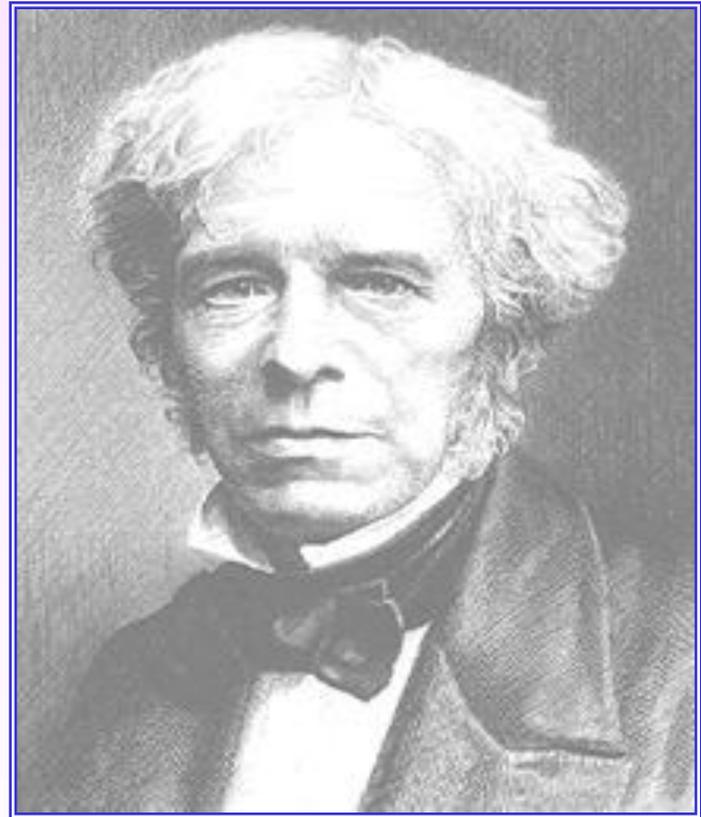
Майкл Фарадей

**Майкл Фарадей
(1791 -1867)**

**«Превратить магнетизм в
электричество»**

**(запись в дневнике была
сделана в 1822 году)**

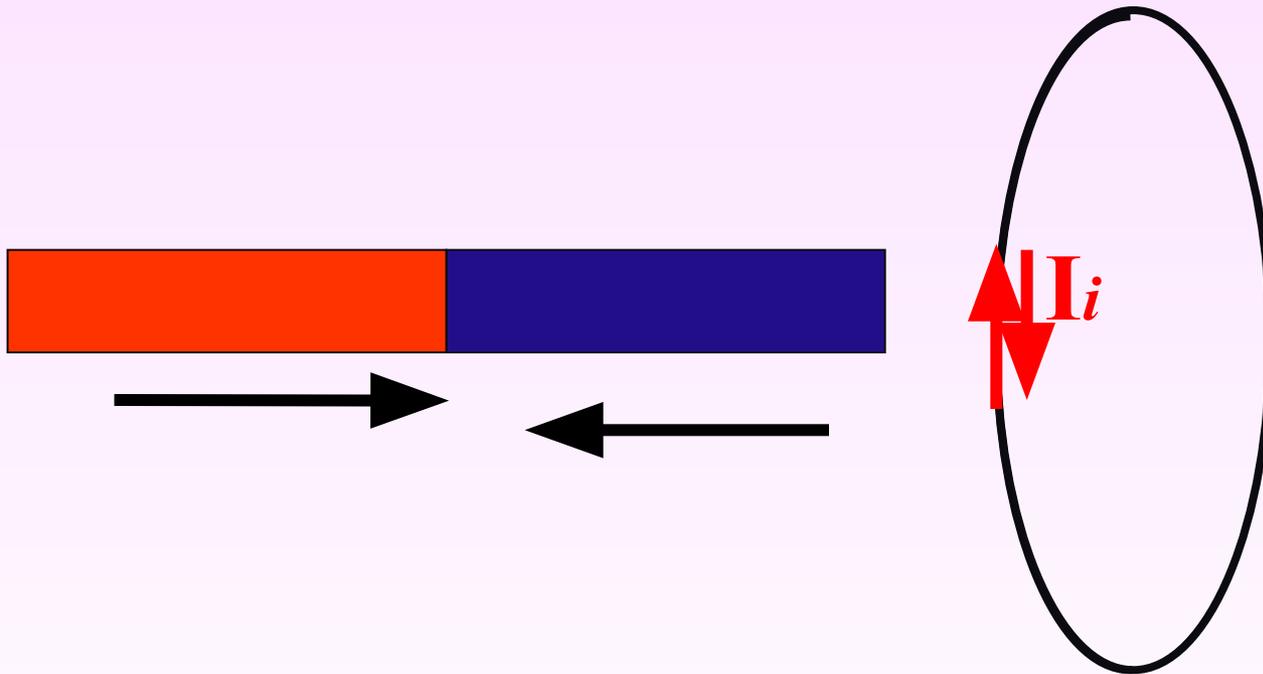
**Явление электромагнитной
индукции было открыто
29 августа 1831 года.**



ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

- **Явление ЭМИ**
- **Направление индукционного тока**
- **Сила индукционного тока**
- **Закон ЭМИ**
- **Опыт с катушками**

Электромагнитная индукция



Электромагнитная индукция

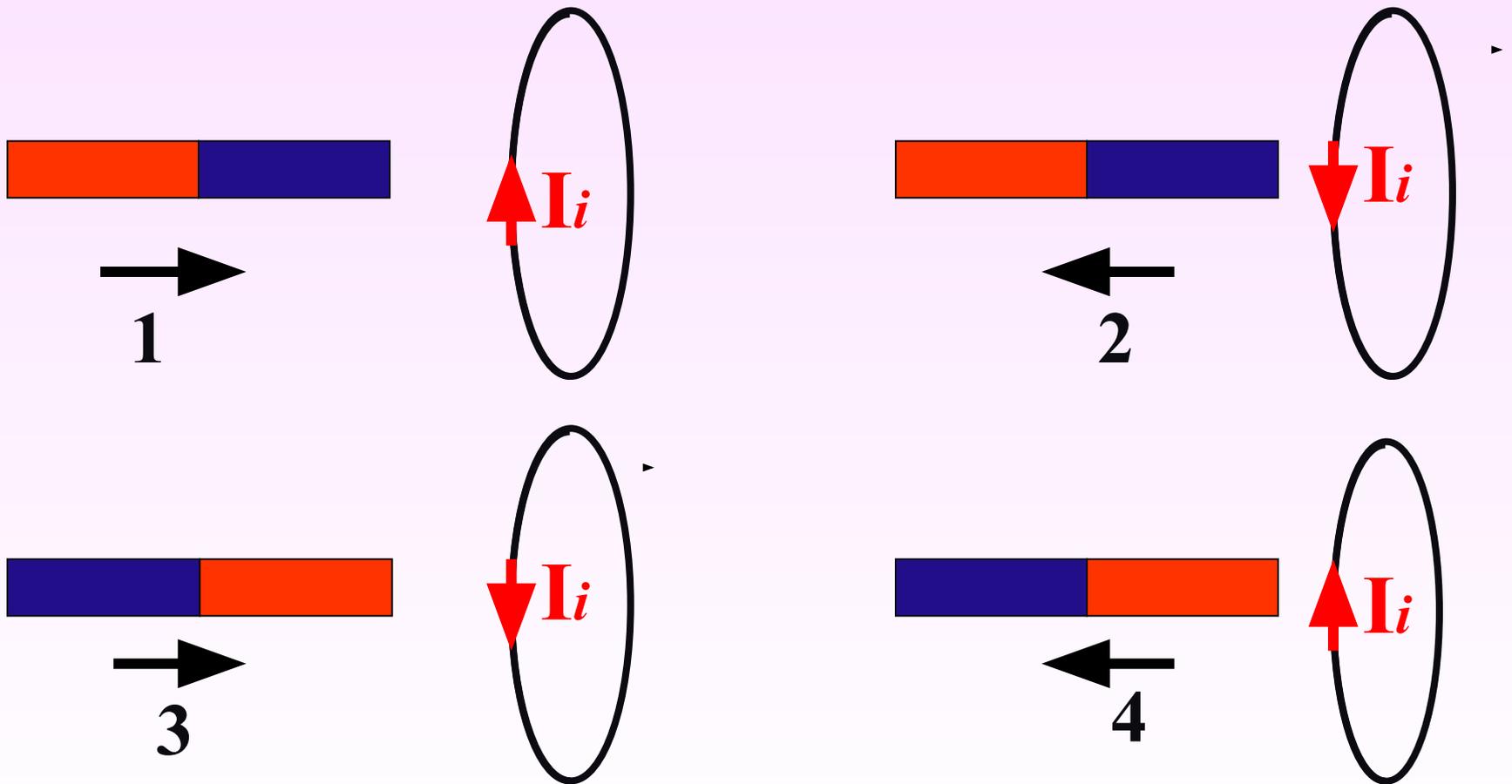
Именно ассистент Фарадея, бывший сержант артиллерии, Андерсен заметил отклонение стрелки гальванометра в те моменты, когда Фарадей двигал железный сердечник.



Электромагнитная индукция

- **Электромагнитная индукция** – физическое явление, заключающееся в возникновении вихревого электрического поля, вызывающего электрический ток в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.
- Ток, возникающий в замкнутом контуре, называется **ИНДУКЦИОННЫМ**.

Направление индукционного тока





Э.Х. Ленц
1804 – 1865 г.г.,
академик,
ректор
Петербургского
Университета

Правило Ленца

Возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван.

Направление индукционного тока

Для определения направления индукционного тока в контуре необходимо:

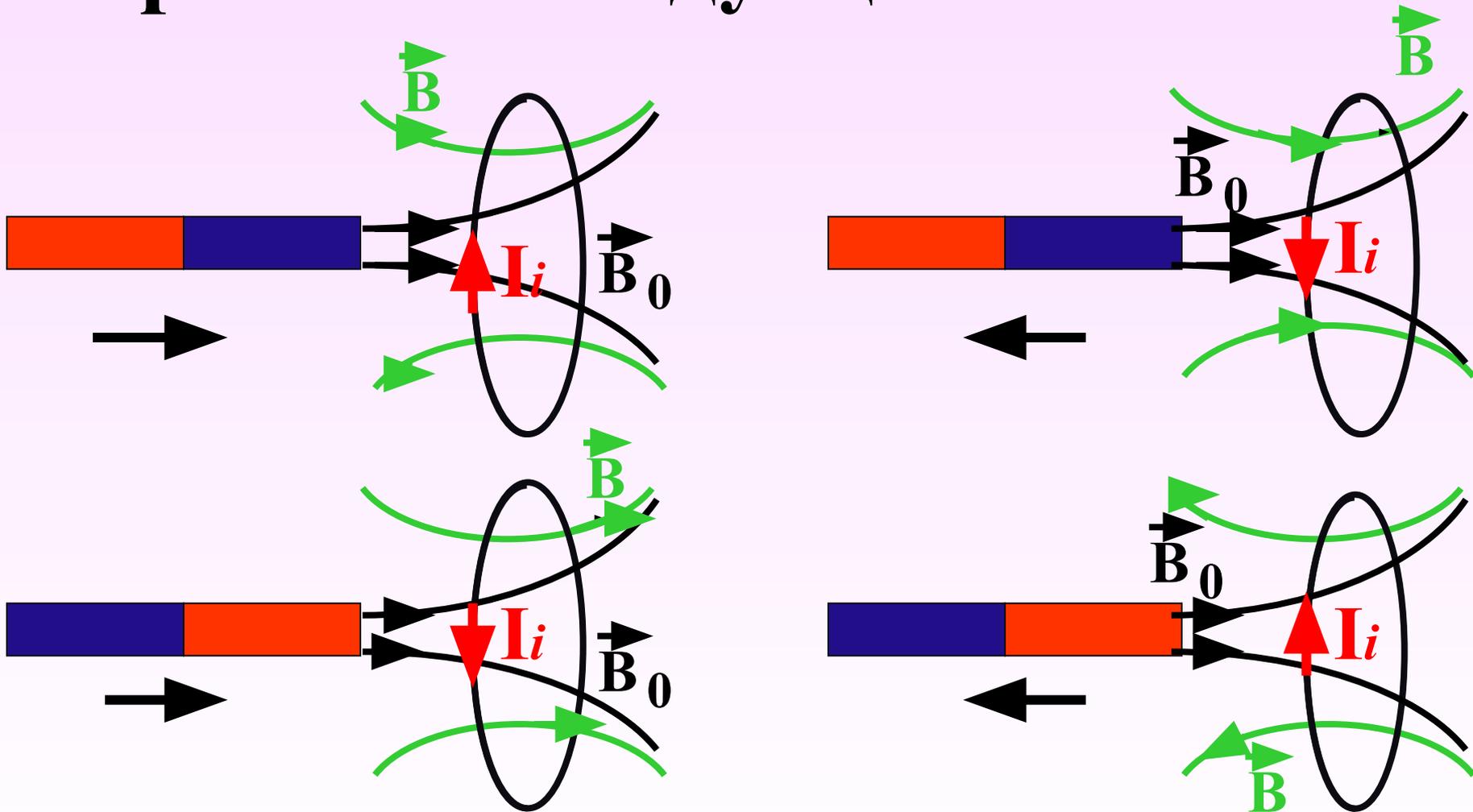
- 1. Определить направление линий магнитной индукции внешнего магнитного поля (B_0).*
- 2. Выяснить как меняется магнитный поток, пронизывающий контур (увеличивается или уменьшается.)*
- 3. Определить направление линий магнитной индукции магнитного поля, созданного индукционным током (B), зная правило Ленца .*

$$\Delta\Phi_0 > 0 \Rightarrow \overset{\nabla}{B} \uparrow \downarrow \overset{\nabla}{B_0}$$

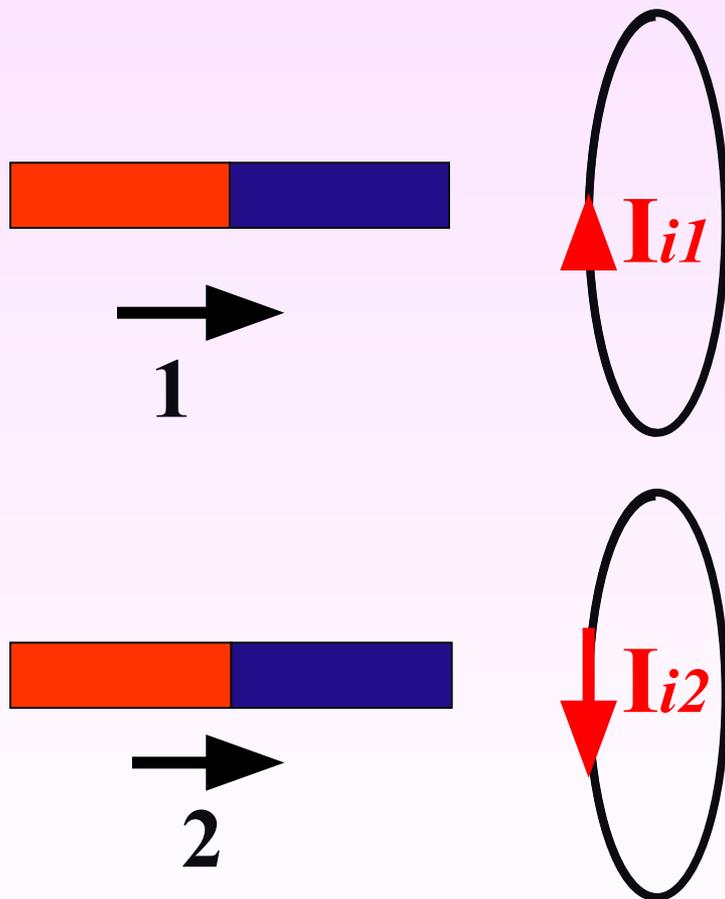
$$\Delta\Phi_0 < 0 \Rightarrow \overset{\nabla}{B} \uparrow \uparrow \overset{\nabla}{B_0}$$

- 4. Определить направление индукционного тока, зная направление линий магнитной индукции магнитного поля индукционного тока по правилу буравчика (или по правилу правой руки).*

Направление индукционного тока



Сила индукционного тока



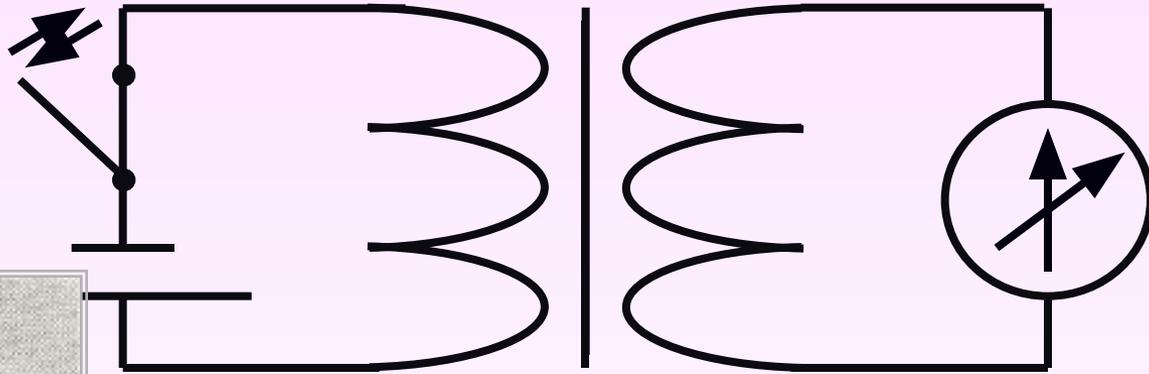
$$I_{i1} < I_{i2}$$

$$\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|_1 < \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|_2$$

Сила индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока: чем быстрее меняется магнитный поток, тем больше сила индукционного тока. 40

Джозеф Генри

(1797 – 1878)



Впервые провел опыт с двумя катушками.

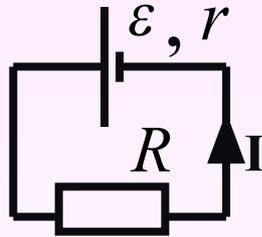
Закон электромагнитной индукции (закон Фарадея – Максвелла).

$$\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

$$I_i \sim \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ЭДС индукции в замкнутом контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

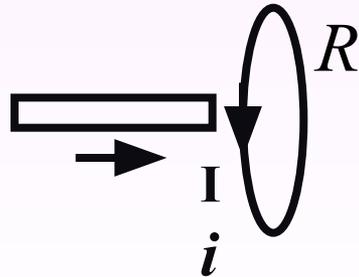
$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$



$$r = 0$$

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$I_{ii} = \frac{\varepsilon_{ii}}{R}$$



$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} N$$

Вихревое электрическое поле

- *Одним из условий существования тока является наличие электрического поля.*
- *В замкнутом проводящем контуре возникает электрический ток при изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур.*

Переменное во времени магнитное поле порождает электрическое поле.

Порождаемое электрическое поле является вихревым.

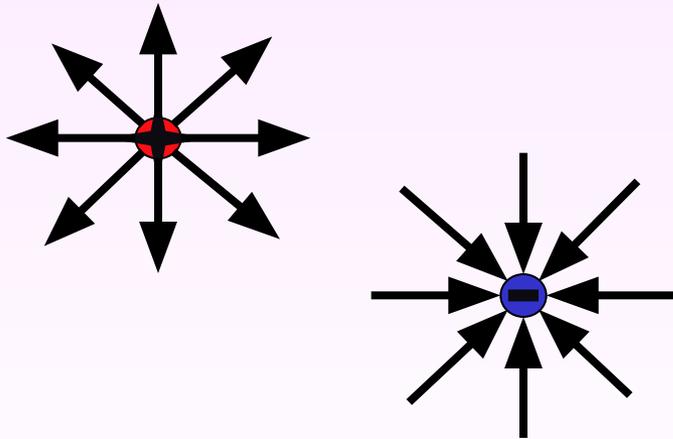
Электрическое поле

электростатическое

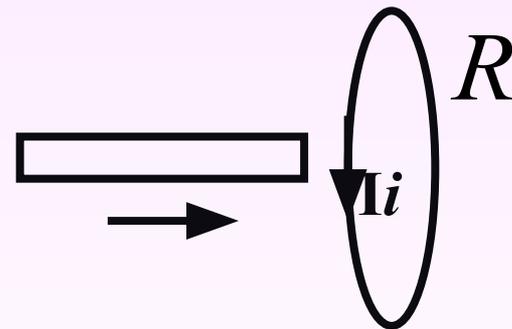
вихревое

ИСТОЧНИКИ

положительные и
отрицательные
электрические заряды



переменное во времени
магнитное поле

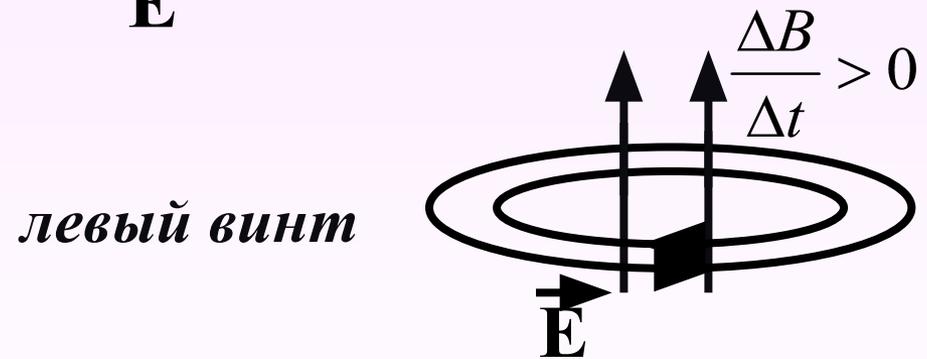
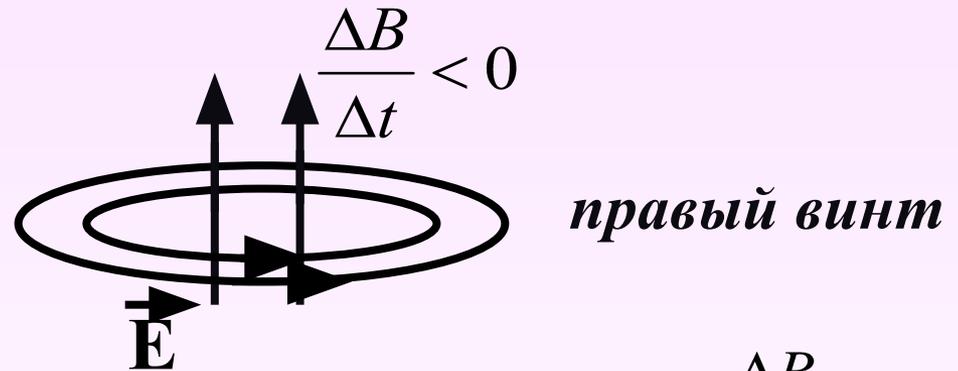
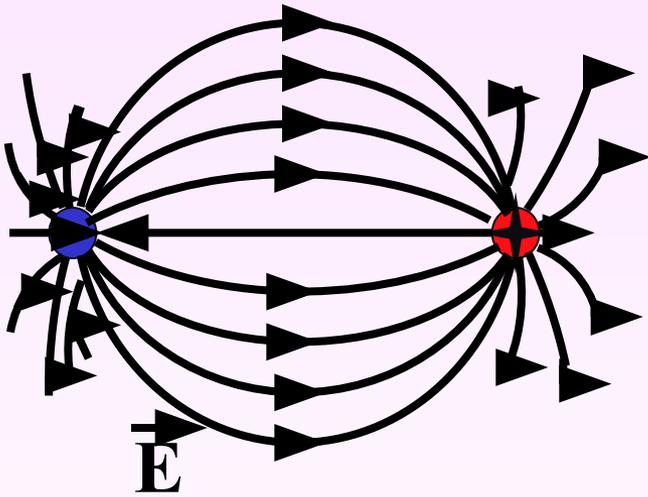


Электрическое поле

электростатическое

вихревое

направление линий напряженности

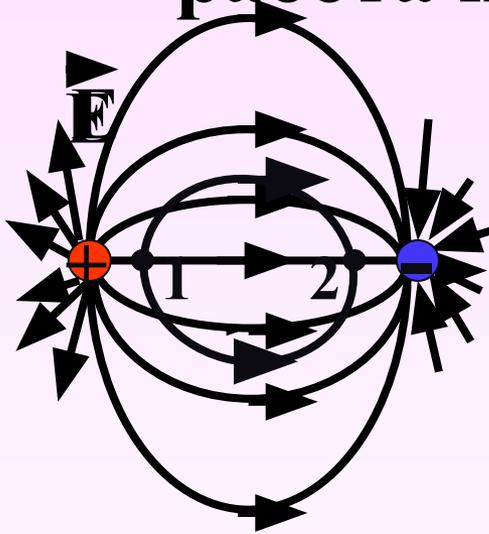


Электрическое поле

электростатическое

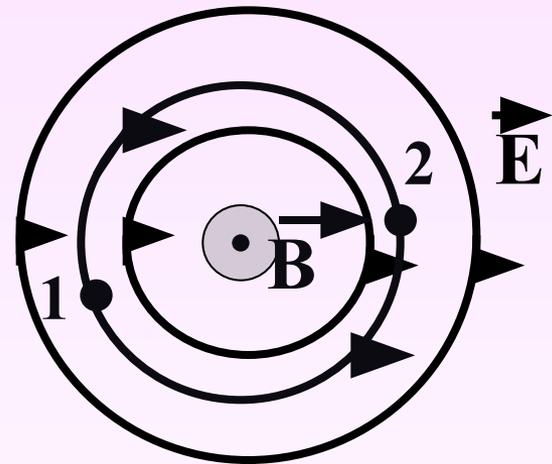
вихревое

работа поля по замкнутому контуру



$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$A = Fd$$



$$A_{cm} = A_{12} + A_{21}$$

$$A_{12} > 0$$

$$A_{21} < 0$$

$$A_{cm} = 0$$

$$A_{вихр} = A_{12} + A_{21}$$

$$A_{12} > 0$$

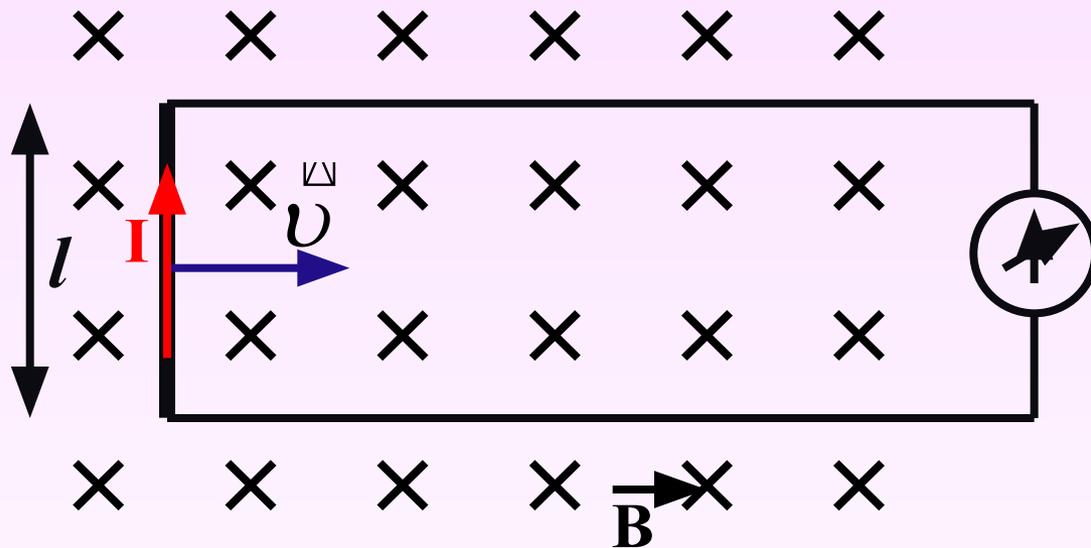
$$A_{21} > 0$$

$$A_{вихр} \neq 0$$

В чем отличие вихревого электрического поля от потенциального

Вид поля Вопросы	Электростатическое	Магнитное	Вихревое электрическое
Источник поля	Электрические заряды	Движущиеся заряды , ток	Изменяющееся магнитное поле
Что служит индикатором	Электрические заряды	Движущиеся заряды ,ток	Электрические заряды
Потенциальное или вихревое	Потенциальное, работа по замкнутому контуру равна нулю	Вихревое, работа по замкнутому контуру не равна нулю	Вихревое , работа по замкнутому контуру не равна нулю
Линии поля (замкнутые или незамкнутые)	Не замкнуты, начинаются и заканчиваются на зарядах	Замкнутые	Замкнутые

ЭДС индукции в движущихся проводниках



$$F_{Л} = |q|vB \sin \alpha$$

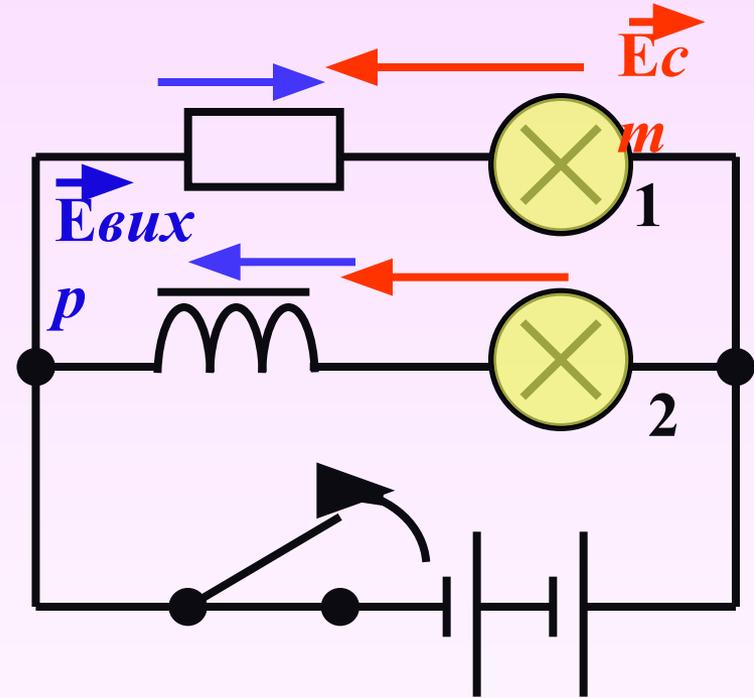
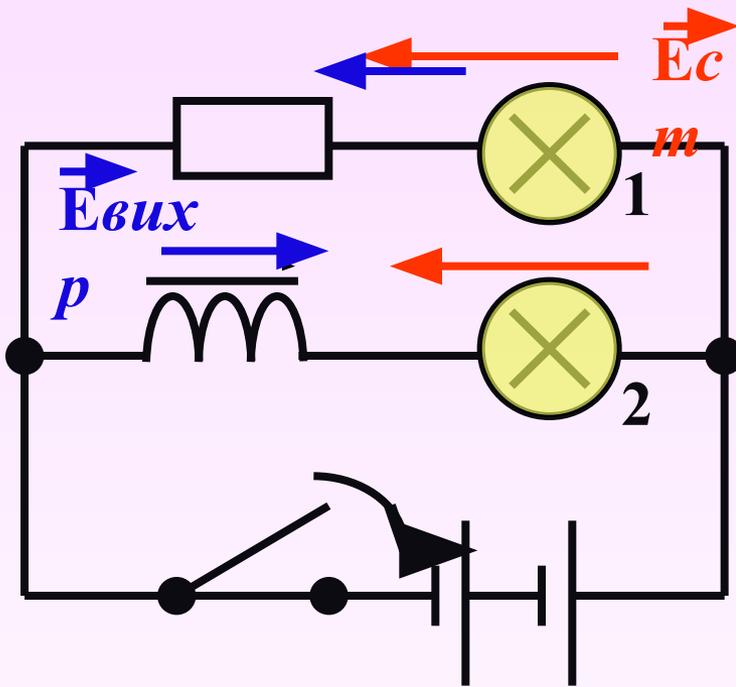
$$A = F_{Л} l = |q|vBl \sin \alpha$$

$$\varepsilon_i = \frac{A}{|q|}$$

$$\varepsilon_i = vBl \sin \alpha$$

α - угол между направлением скорости проводника и вектором магнитной индукции.

Самоиндукция



$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_{ct} + \vec{E}_{вихр}$$

Самоиндукция – возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нем силы тока.

Самоиндукция

$$\begin{array}{l}
 B = \mu\mu_0 I \frac{N}{l} \\
 \Phi = BS \cos \alpha
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \Phi \sim B \sim I \\ \Phi = LI \end{array} \quad L = \frac{\Phi}{I}$$

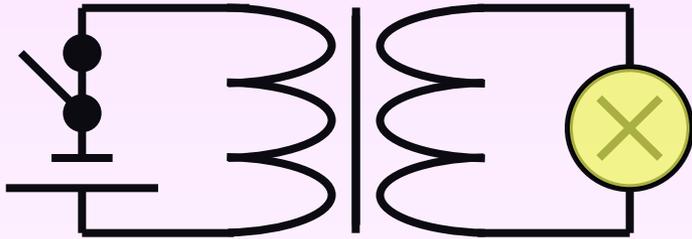
$$[L] = \Gamma_{\text{H}} \quad - \text{индуктивность контура} \quad 1 \Gamma_{\text{H}} = \frac{1 \text{ Вб}}{1 \text{ А}}$$

$$\varepsilon_{is} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{L \Delta I}{\Delta t}$$

$$\boxed{\varepsilon_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

$$\overline{\text{м}} \quad L = \mu\mu_0 \frac{N^2 S}{l} \quad - \text{индуктивность катушки}$$

Энергия магнитного поля тока



$$W_m = \frac{LI^2}{2}$$

$$\Phi = LI$$

$$W_m = \frac{\Phi I}{2}$$

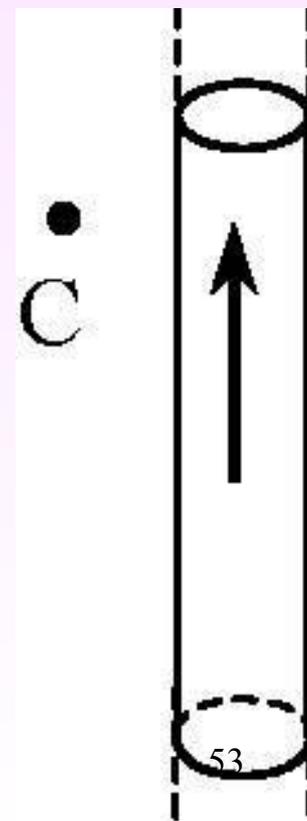
$$W_m = \frac{\Phi^2}{2L}$$

Электромагнитное поле

- **Переменное во времени электрическое поле порождает магнитное поле.**
- **Переменное во времени магнитное поле порождает электрическое поле.**
- **Утверждение, что в данной точке пространства существует только электрическое или только магнитное поле, не имеет смысла, если не указать, по отношению к какой системе отсчета эти поля рассматриваются.**
- **Электрические и магнитные поля – проявление единого **электромагнитного поля.****

Решение задач 1. На рисунке изображен цилиндрический проводник, по которому течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции создаваемого током магнитного поля в точке С?

1. в плоскости рисунка вверх
2. в плоскости рисунка вниз
3. от нас перпендикулярно плоскости рисунка
4. к нам перпендикулярно плоскости рисунка

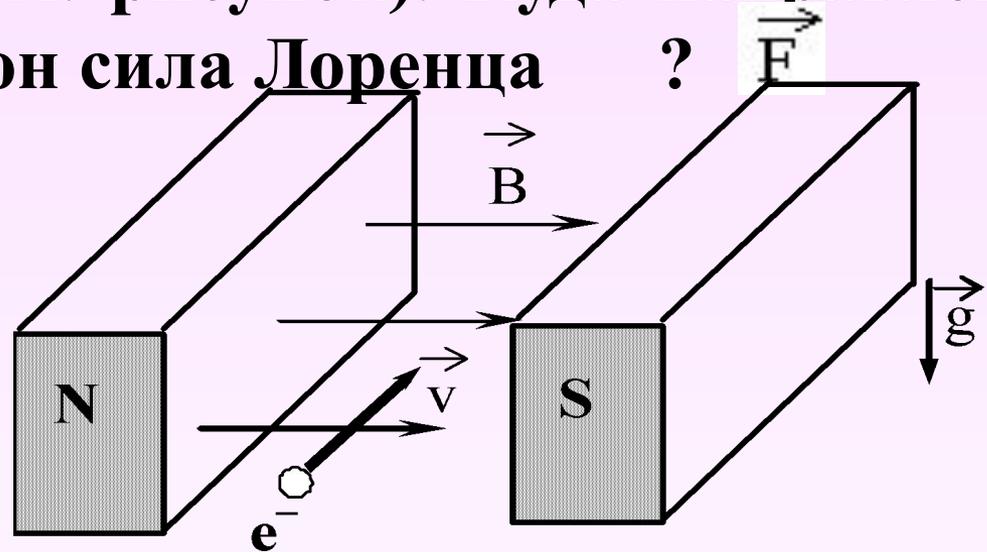


2. На провод обмотки якоря электродвигателя при силе тока 20 А действует сила 1 Н. Найдите магнитную индукцию в месте расположения провода, если длина провода 0,2 м.

Решение: $F = I B \Delta L$; $B = F / I \Delta L$;

$$B = 1 / 20 \cdot 0,2 = 1/4 = 0,25 \text{ Тл}$$

3. Электрон e^- , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля \vec{B} (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?



1. вертикально вниз
2. вертикально вверх
3. горизонтально влево
4. горизонтально вправо

4. Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия совершает работу 0,004 Дж. Чему равна сила тока, протекающего по проводнику? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

$$A = IBlx$$

1. 0,01 А
2. 0,1 А
3. 10 А
4. 64 А

5. На прямолинейный участок проводника с током длиной 2 см между полюсами постоянного магнита действует сила 10 мН при силе тока в проводнике 5 А. Определите магнитную индукцию, если вектор индукции перпендикулярен проводнику.

Дано:

$$l = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$F_A = 10^{-3} \text{ Н}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$B = ?$$

Решение

По закону Ампера сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, определяется по формуле $F_A = IBl \sin \alpha$, откуда магнитная индукция равна:

$$B = \frac{F_A}{Il \sin \alpha}$$

$$B = \frac{10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 1} = 10^{-2} \text{ (Тл)}.$$

Ответ: магнитная индукция поля постоянного магнита равна 10^{-2} Тл.

6. Индуктивность витка проволоки равна 2мГн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

- 1) $24 \cdot 10^{-6} \text{ A}$ 2) 0,17 А 3) 6 А 4) 24 А

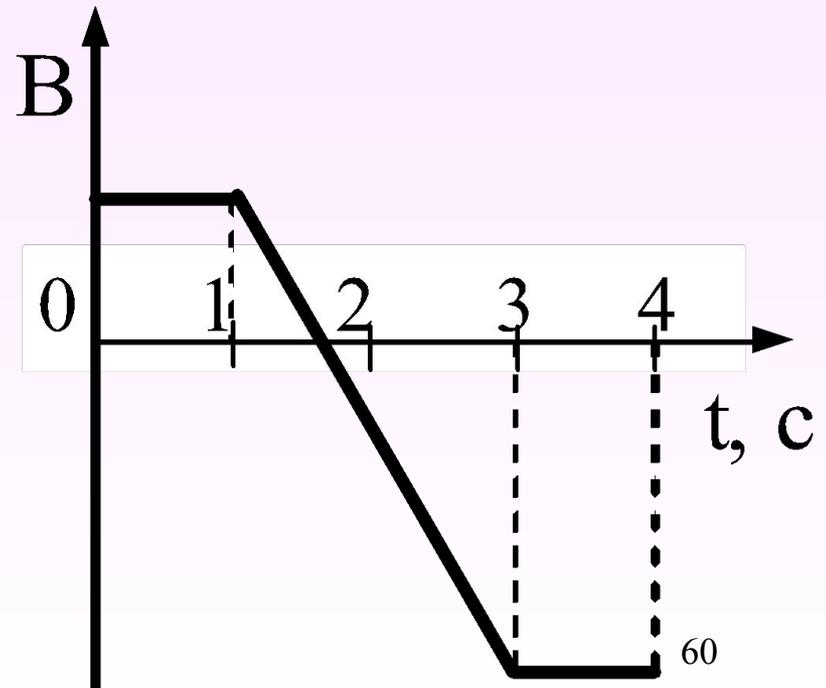
$$\Phi = LI$$

7. Две одинаковые катушки А и Б замкнуты каждая на свой гальванометр. В катушку А вносят полосовой магнит, а из катушки Б вынимают такой же полосовой магнит. В каких катушках гальванометр зафиксирует индукционный ток?

1. ни в одной из
2. в обеих катушках
3. только в катушке А
4. только в катушке

8. Виток провода находится в магнитном поле, перпендикулярном плоскости витка, и своими концами замкнут на амперметр. Магнитная индукция поля меняется с течением времени согласно графику на рисунке. В какой промежуток времени амперметр покажет наличие электрического тока в витке?

1. от 0 с до 1 с
2. от 1 с до 3 с
3. от 3 с до 4 с
4. во все промежутки времени от 0 с до 4 с



9. Металлический стержень и провода, по которым он скользит, находятся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рисунка. Индукция магнитного поля 500 мТл, скорость движения проводника 2 м/с, его длина 1 м, сопротивление цепи 10 Ом. Найдите индукционный ток.

Так как проводник движется в магнитном поле, то в нем возникает ЭДС индукции, равная $\mathcal{E}_i = BLv \sin \alpha$. По условию задачи $\alpha = 90^\circ$, значит $\mathcal{E}_i = BLv$. По закону

Ома

$$I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = 0,1 A$$

10. Магнитный поток через замкнутый проводник сопротивлением $0,5 \text{ Ом}$ равномерно увеличился с $2 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$ до $10 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$. Какой заряд прошел через поперечное сечение проводника?

Дано:

$$\begin{array}{l} R = 0,5 \text{ Ом} \\ \Phi_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Вб} \\ \Phi_2 = 10 \cdot 10^{-4} \text{ Вб} \\ \hline q = ? \end{array}$$

Решение

Из формулы, определяющей силу тока в проводнике $I = \frac{q}{t}$, заряд равен $q = It$. Силу тока в проводнике можно определить

по закону Ома для участка цепи $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$, где \mathcal{E}_i — это ЭДС индукции, возникающая в проводнике при изменении магнитного потока, ее можно определить по закону электромагнитной индукции:

$$\mathcal{E}_i = \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{t}$$

Решаем систему уравнений относительно заряда

$$q = \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{R} \cdot t, \quad q = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{0,5} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ (Кл)}.$$

Ответ: через поперечное сечение проводника прошел заряд $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$.

11. Концы проволочной катушки из тысячи витков радиусом 5 см замкнуты накоротко. Сопротивление катушки 100 Ом. С какой скоростью должна изменяться индукция магнитного поля, перпендикулярного плоскости катушки, чтобы в ней выделялась тепловая мощность 100 мВт.

Решение

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B S N \cos\alpha}{\Delta t}; \text{отсюда } \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\varepsilon_i}{S N \cos\alpha} = \frac{\varepsilon_i}{S N}, \text{ т. к. } \alpha = 0^\circ$$

$$\text{Мощность, выделяемая в контуре } P = \frac{\varepsilon_i^2}{R}, \text{ откуда } \varepsilon_i = \sqrt{PR}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\varepsilon_i}{S N} = \frac{\sqrt{PR}}{S N} = \frac{\sqrt{PR}}{\pi r^2 N}; \quad \frac{\Delta B}{\Delta t} \approx 0,4 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$$

12. Найдите мощность, затрачиваемую на перемещение проводника с током 10 А со скоростью 7 м/с, направленной перпендикулярно магнитному полю с индукцией 1,4 Тл. Длина проводника 30 см.

Мощность при равномерном движении определяется как $N = F \cdot v$. В данном случае на проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера, равная $F_A = BIL \sin \alpha$. Тогда мощность, затрачиваемая на перемещение проводника равна $N = BILv \sin \alpha$, $N = 29,4 \text{ Вт}$.

Домашнее задание: *написать подробный конспект (все определения, формулы, обозначения физических величин, их размерность); рассмотреть примеры решения задач. Выучить конспект. Подготовиться к электронной диагностике (ссылка будет сброшена в группы вк позже с ограниченным прохождением времени)*

Спасибо за внимание!