

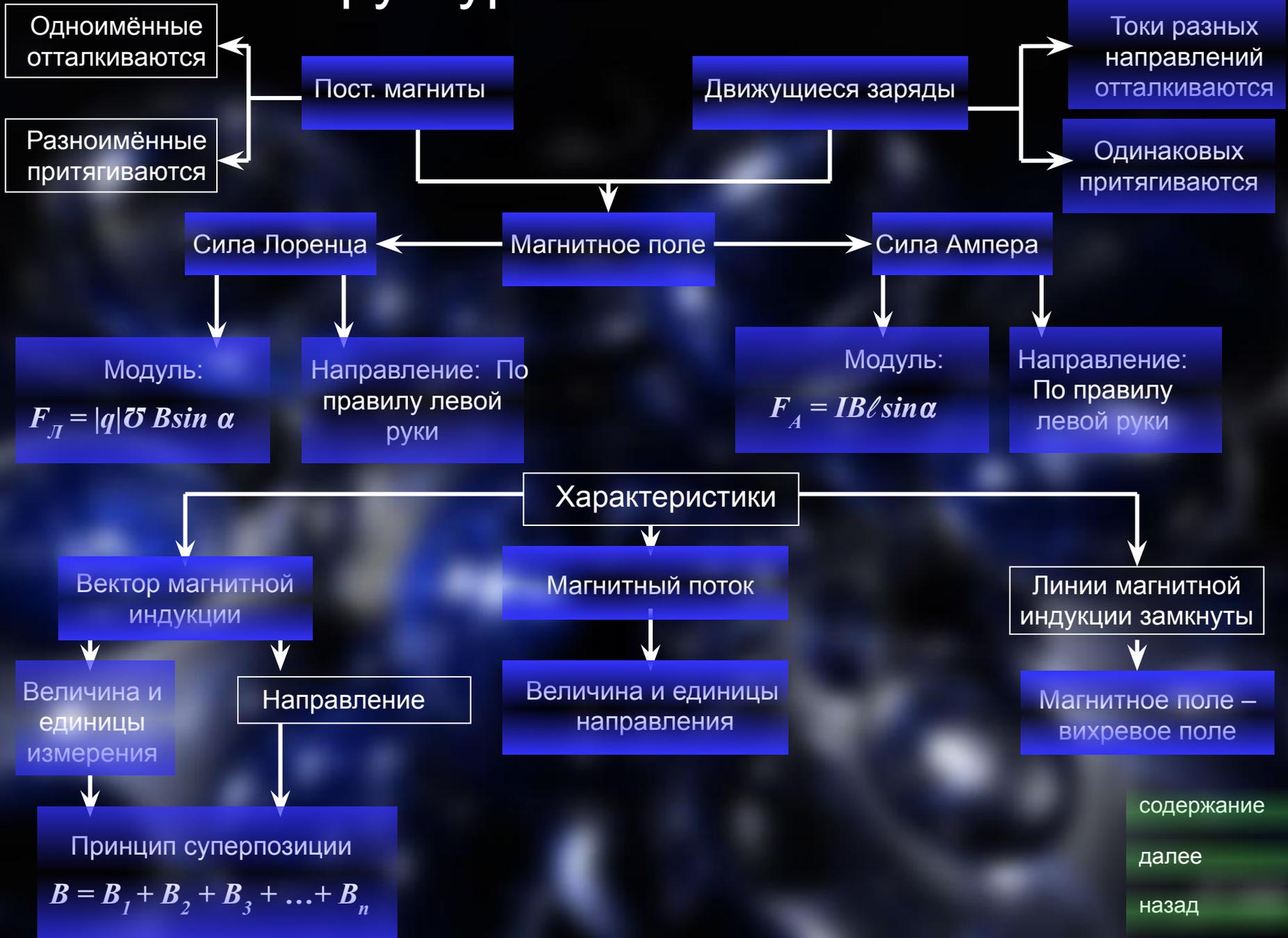
Физика 11 класс

Магнетизм

Содержание

- Структурно-логическая схема
- Условные обозначения
- Словарь
- Утверждения
- Задачи

Структурно-логическая схема



содержание

далее

назад

Словарь

Постоянные магниты – вещества, надолго сохраняющие магнитные свойства.

Магнитное поле – особый вид материи, обладающий специфическими свойствами:

- порождается движущимися зарядами;
- порождается постоянным магнитом;
- обнаруживается по действию на заряд;
- существует реально, независимо от человека;

[содержание](#)

[далее](#)

[назад](#)

Словарь

Вектор магнитной индукции – векторная физическая величина, характеризующая магнитное поле;

Линии магнитной индукции – линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора магнитной индукции в этой точке;

Магнитный поток – произведение вектора магнитной индукции площади поперечного сечения проводника и косинуса угла между нормалью и вектором магнитной индукции.

[содержание](#)

[далее](#)

[назад](#)

Условные обозначения

- \mathbf{B} – вектор магнитной индукции [Тл] – Тесла
- $B = F_{max} / I \Delta \ell$
- F_A – сила Ампера [Н] – Ньютон
- $F_A = IB\ell \sin \alpha$, где
- ℓ - длина проводника, находящегося в магнитном поле;
- I – сила тока;
- $\sin \alpha$ - синус угла между вектором магнитной индукции и силой тока;
- \mathbf{B} – вектор магнитной индукции.

[содержание](#)

[далее](#)

[назад](#)

Условные обозначения

- F_L – сила Лоренца [Н] – Ньютон
- $F_L = |q|v B \sin \alpha$, где
- v – скорость движения частиц;
- q – заряд частицы;
- $\sin \alpha$ - синус угла между вектором магнитной индукции и скоростью движения частиц;
- B – вектор магнитной индукции;

содержание

далее

назад

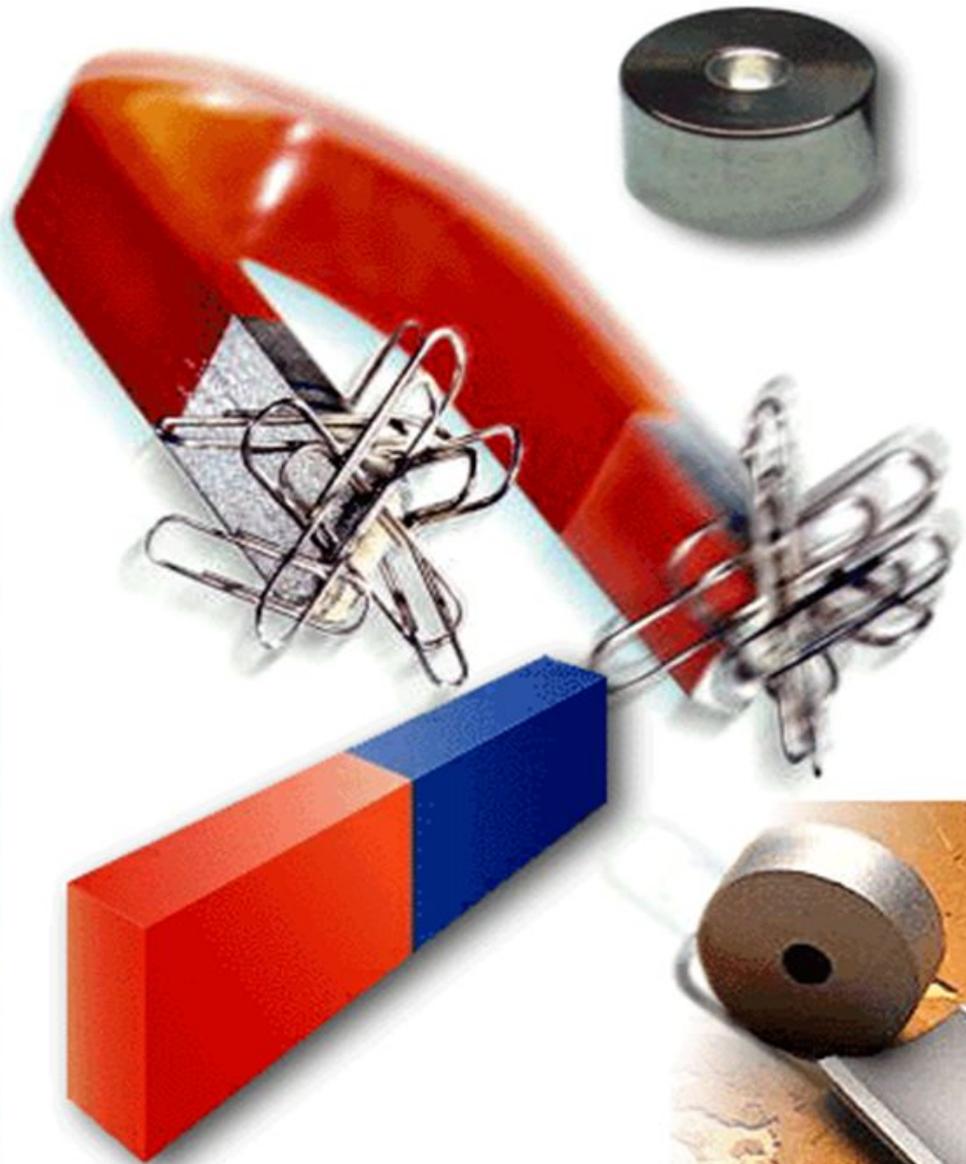
Условные обозначения

- Φ – магнитный поток [Вб] – Вебер
- $\Phi = BS \cos \alpha$, где
- B – вектор магнитной индукции;
- S – площадь поперечного сечения проводника
- $\cos \alpha$ – косинус угла между нормалью и вектором магнитной индукции;

содержание

далее

назад



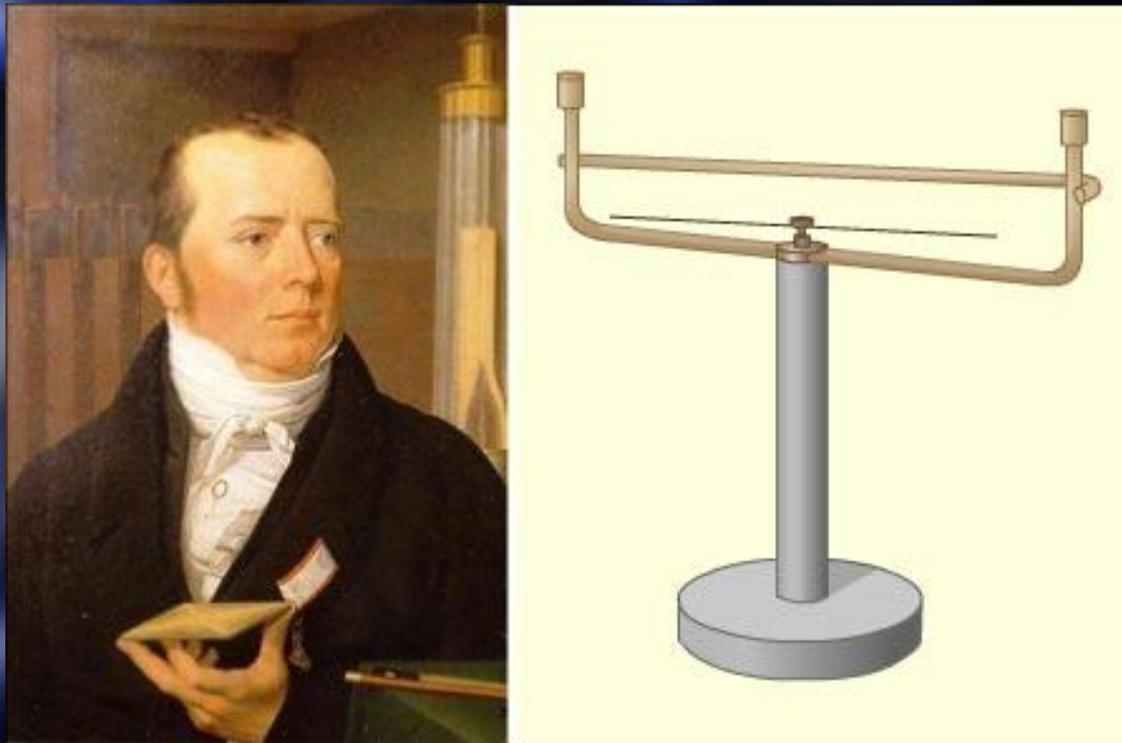
Электромагнитное поле

Тема урока:

Магнитное поле и его
графическое изображение

Опыт Эрстеда

В 1820 году датский физик Ханс Эрстед обнаружил, что магнитная стрелка, расположенная около проводника с током, при замыкании цепи поворачивается.



Опыт Эрстеда. Выводы

Источником магнитного поля являются движущиеся заряженные частицы, как положительные так и отрицательные

Магнитное поле

Опыт Эрстеда позволил предположить, что вокруг проводника с электрическим током существует **магнитное поле**.

Магнитное поле существует и вокруг постоянных магнитов. Магнитное поле действует на любой магнит, который в нем находится.

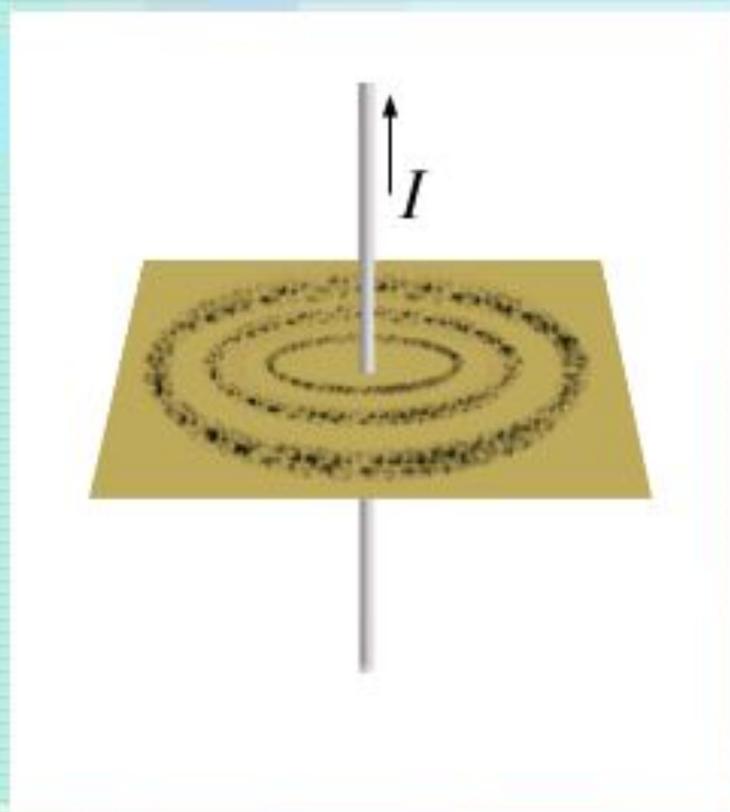
Нам известно, что вокруг неподвижных зарядов существует электрическое поле.

Если же заряд движется, то в окружающем его пространстве существует как электрическое, так и магнитное поле.

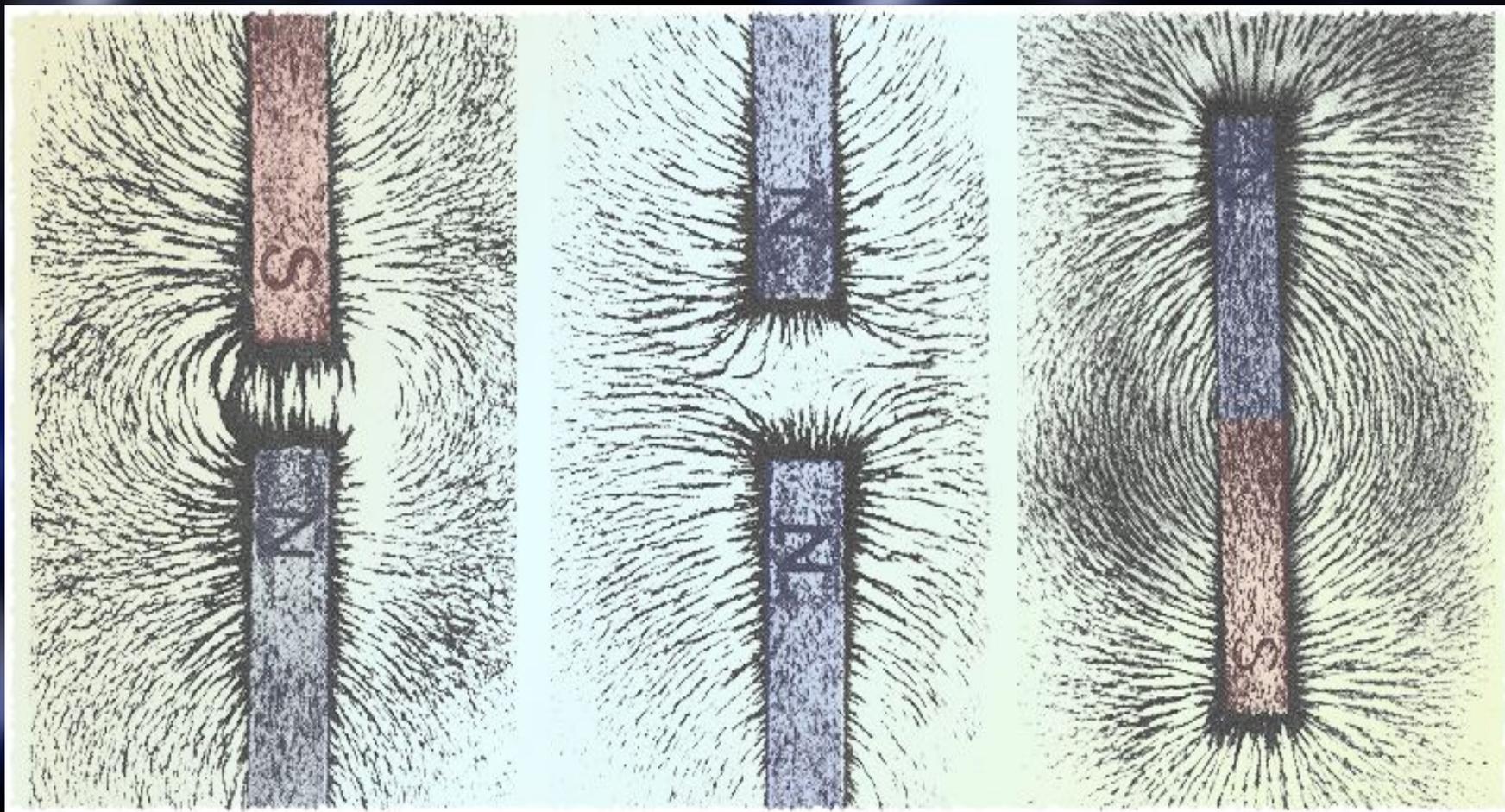
Электрический ток представляет собой движение заряженных частиц, поэтому ток является источником магнитного поля.

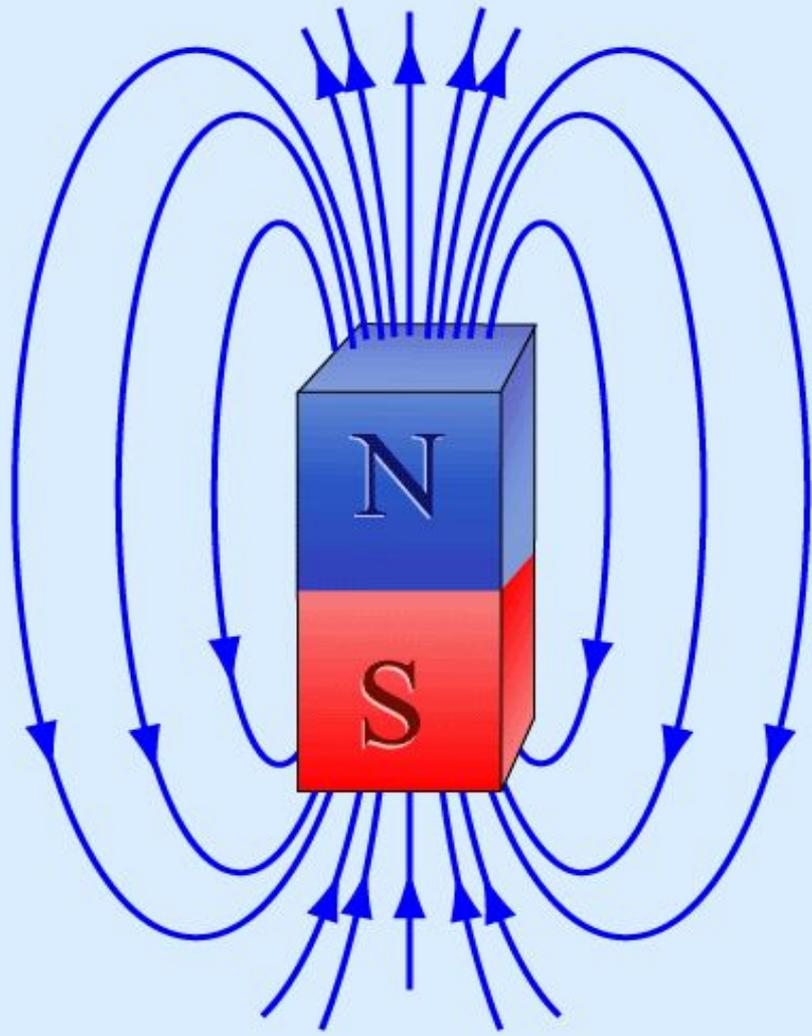
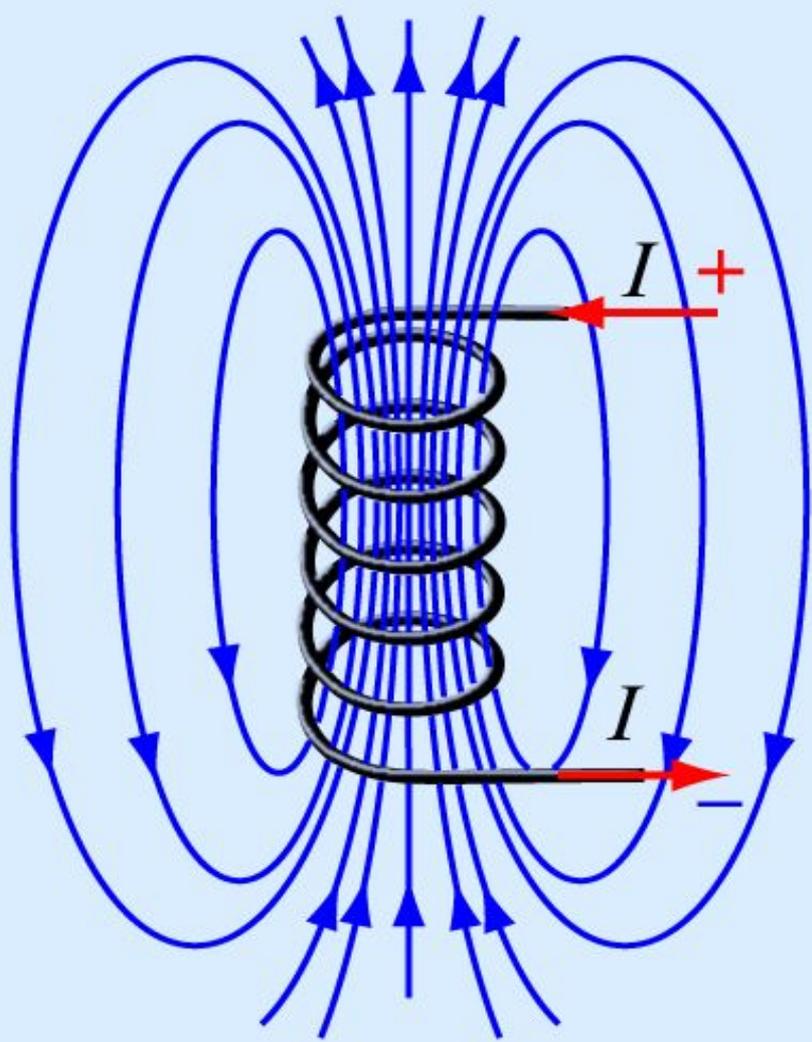


Отметив положения осей маленьких магнитных стрелок, расположенных вокруг проводника с током, и соединив их, можно получить **магнитные линии магнитного поля**.

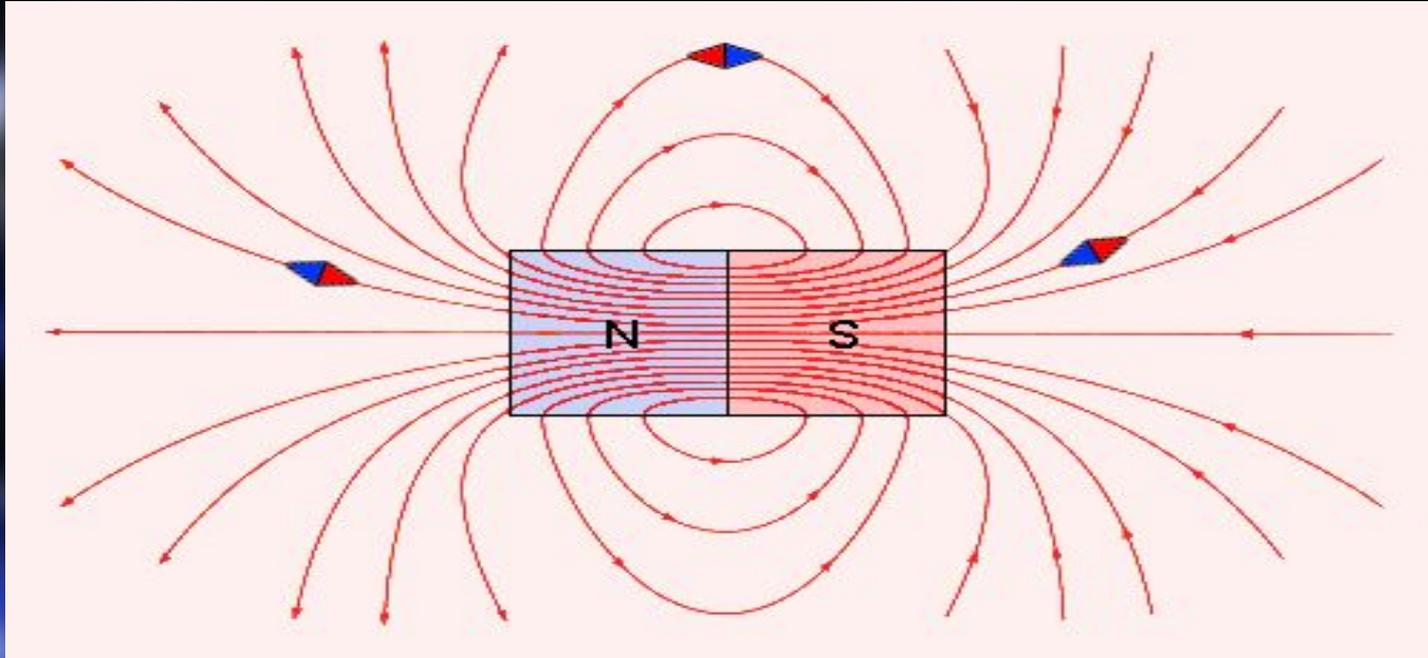


МАГНИТНЫЕ ЛИНИИ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

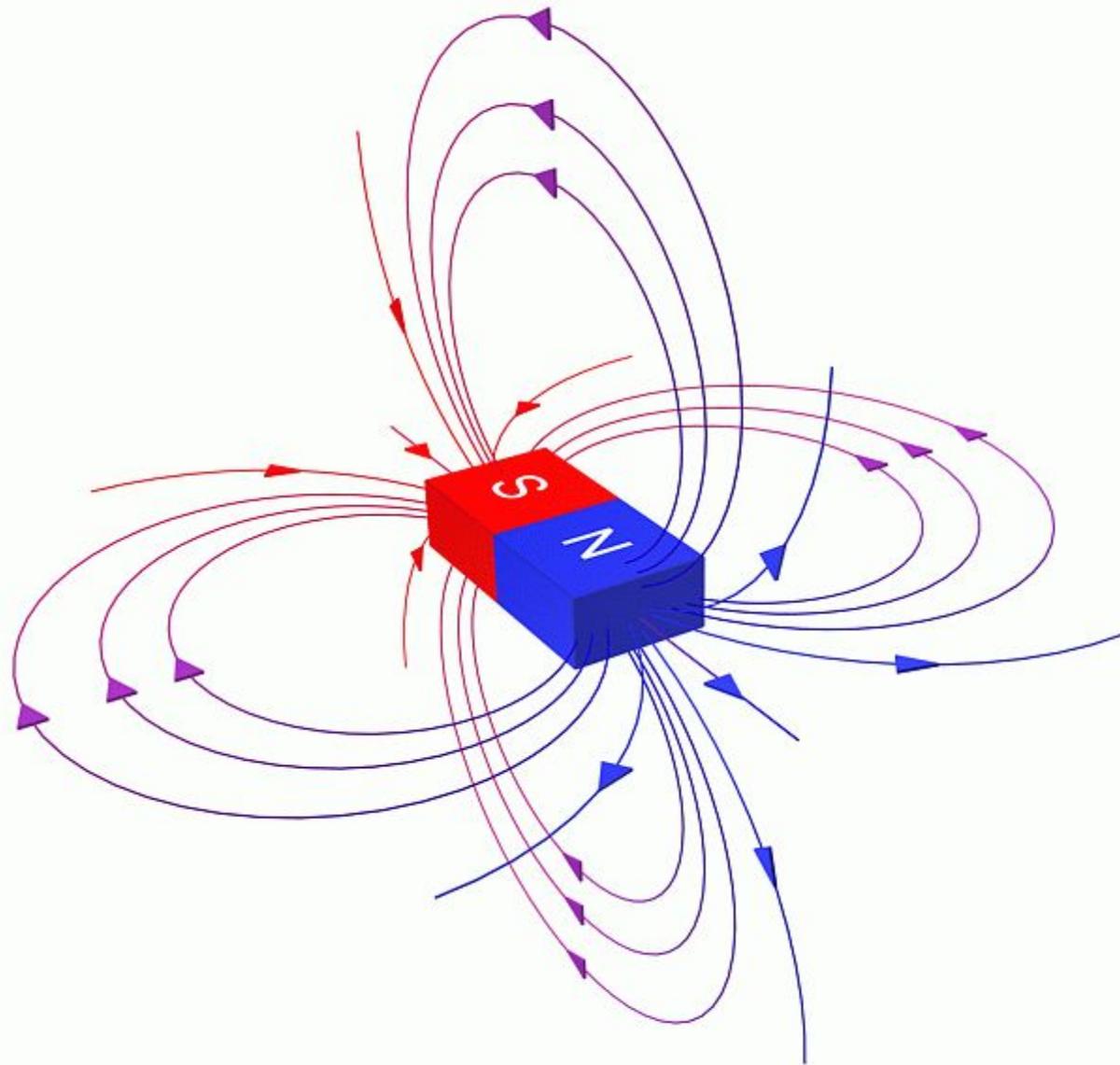




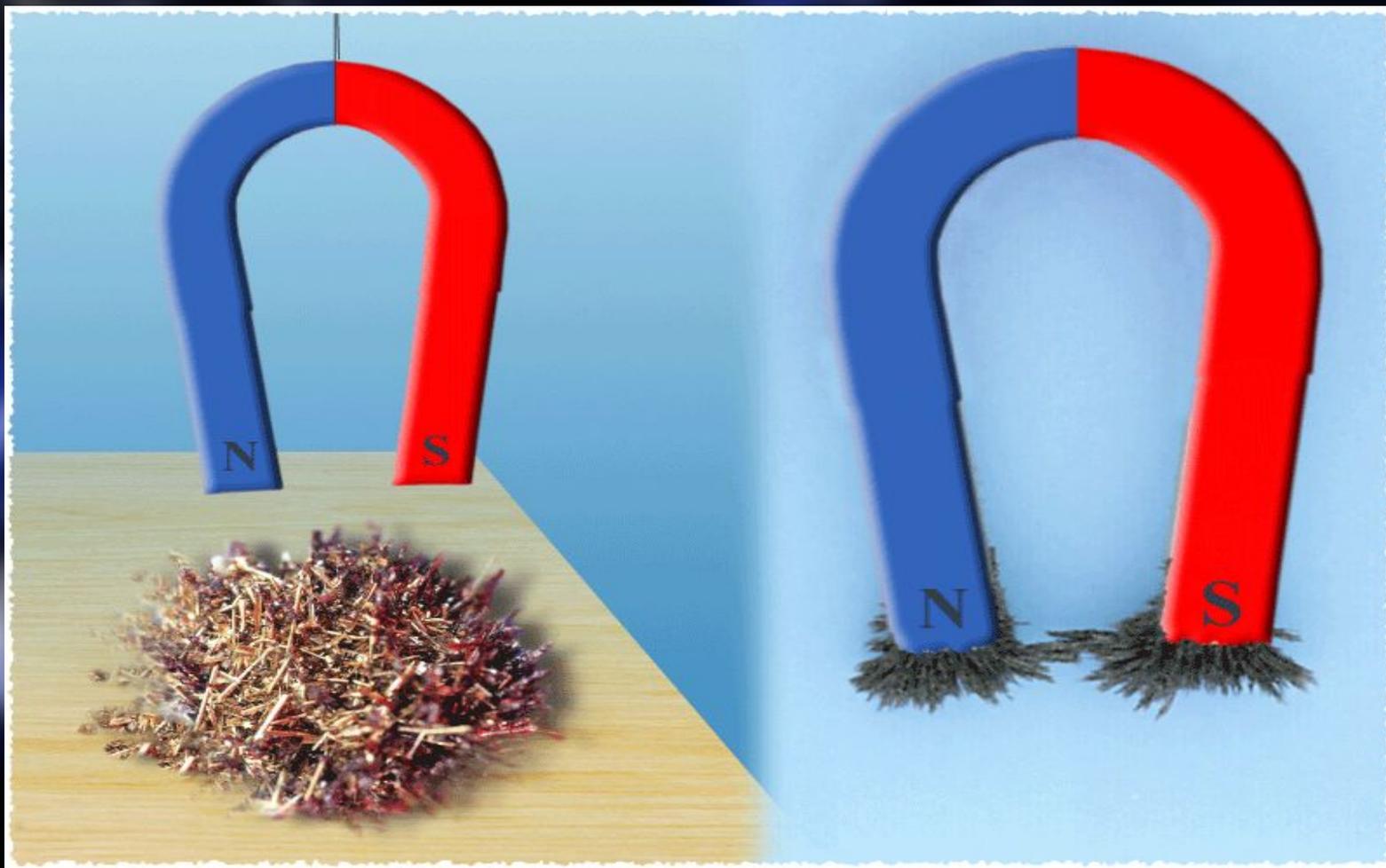
Линии магнитной индукции



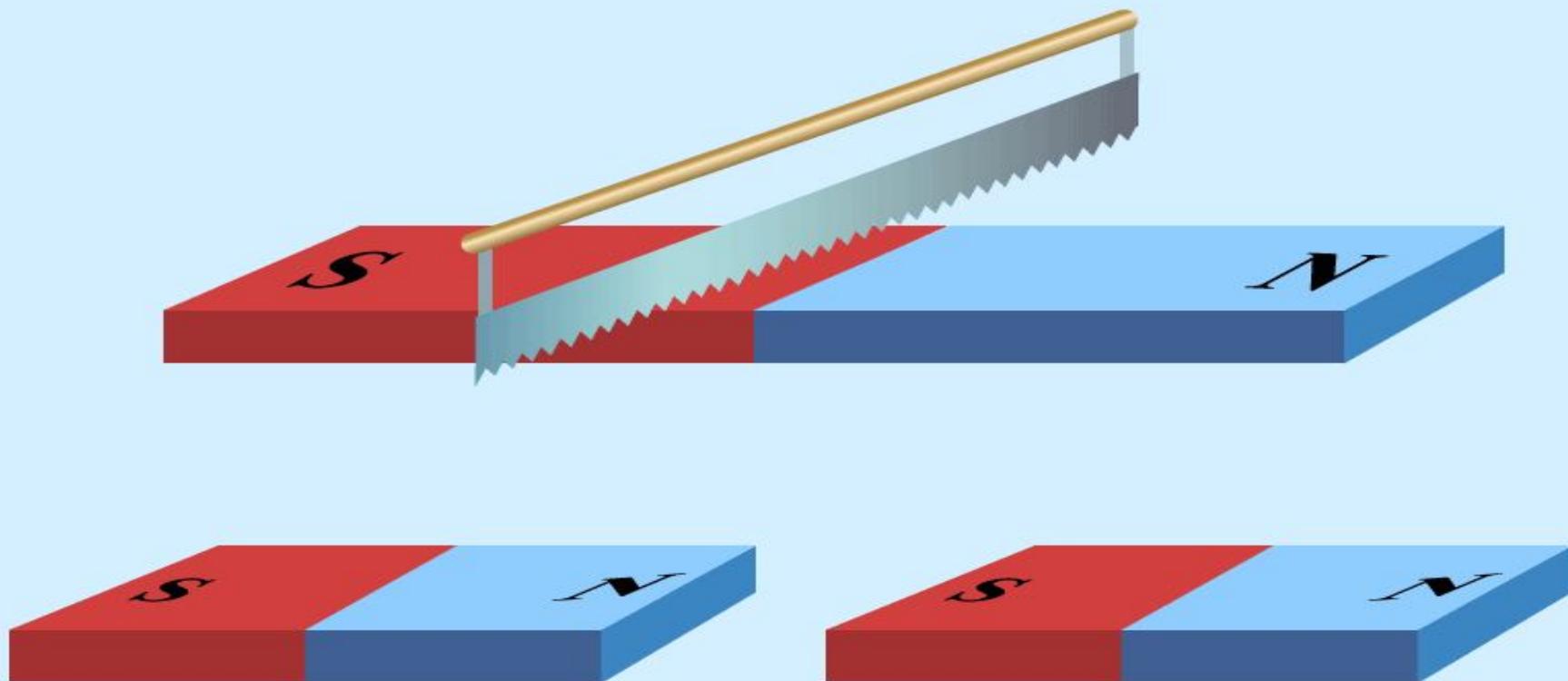
Линии магнитной индукции (линии магнитного поля) - это воображаемые линии, вдоль которых расположились бы маленькие магнитные стрелки, помещенные в магнитное поле.



У магнита всегда два полюса:
южный - S и северный - N.



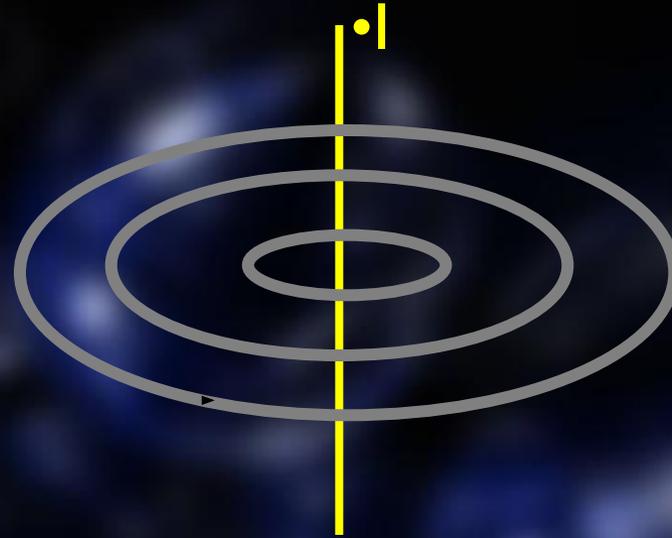
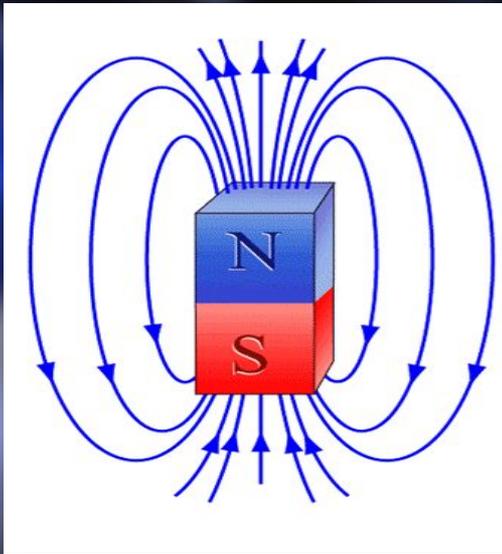
Магнитные полюса невозможно разделить.



*Магнитные полюса существуют
только парами*

Магнитные линии являются замкнутыми

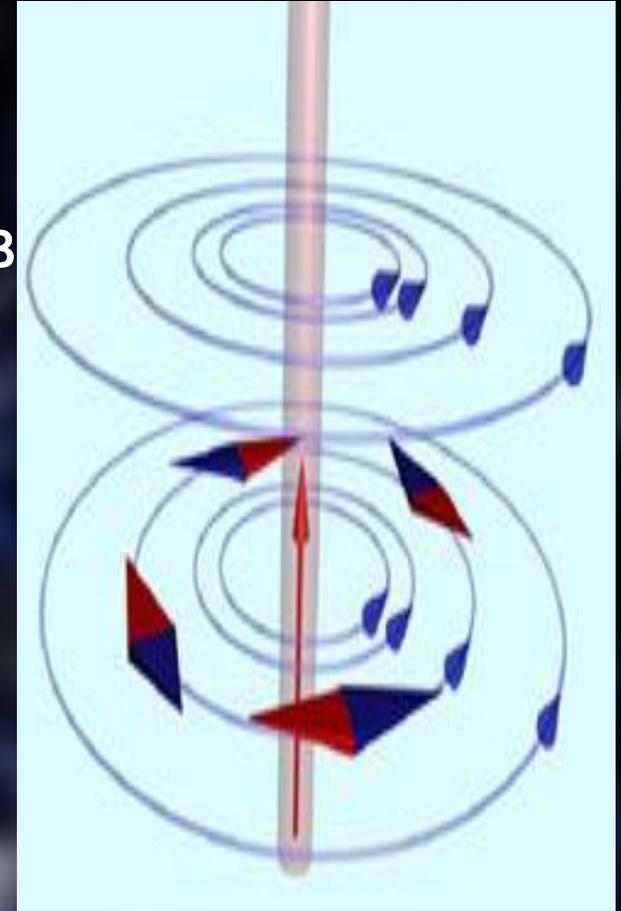
Магнитные линии
прямого проводника
с током



За направление магнитной
линии условно принимают
направление, которое
указывает северный полюс
магнитной стрелки,
помещенный в эту точку

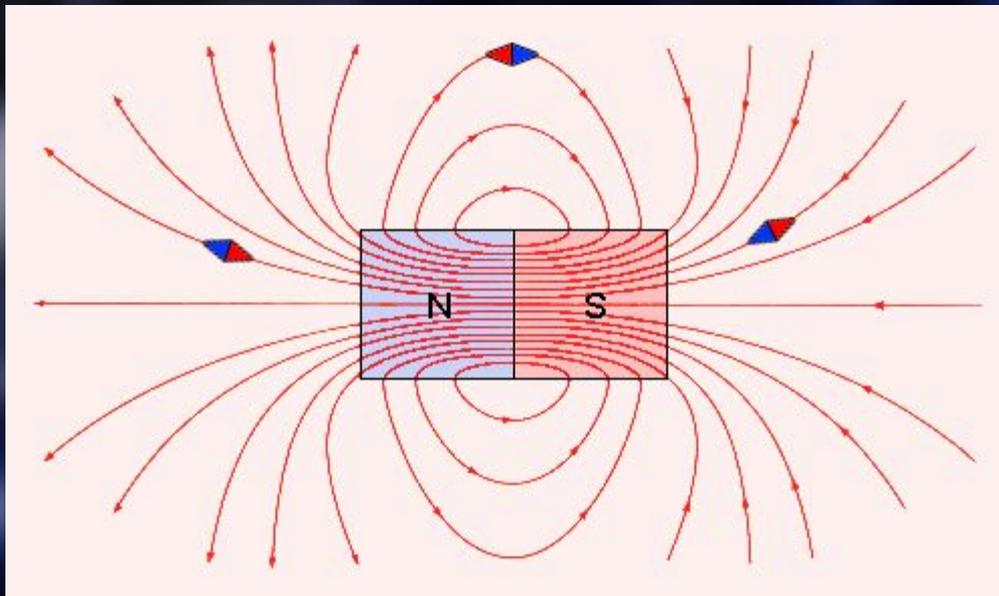
Свойства линий магнитной индукции

- 1) линии магнитного поля представляют собой замкнутые линии (или линии, начинающиеся и кончающиеся в бесконечности в отличие от линий электрического поля, которые начинаются на положительных зарядах и кончаются на отрицательных));
- 2) линии магнитного поля не пересекаются друг с другом;
- 3) по густоте линий магнитного поля можно судить о силе магнитного поля.



Для наглядного представления магнитного поля используют магнитные линии

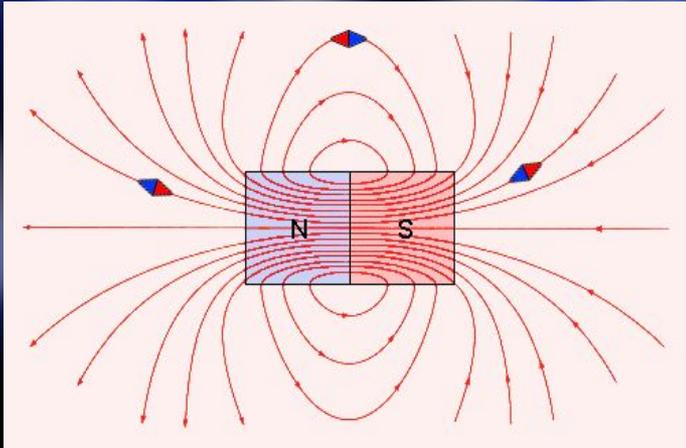
Магнитные линии – это воображаемые линии, вдоль которых расположились бы маленькие магнитные стрелки, помещенные в магнитное поле



•Магнитное поле

неоднородное

Магнитные линии искривлены их густота меняется от точки к точке

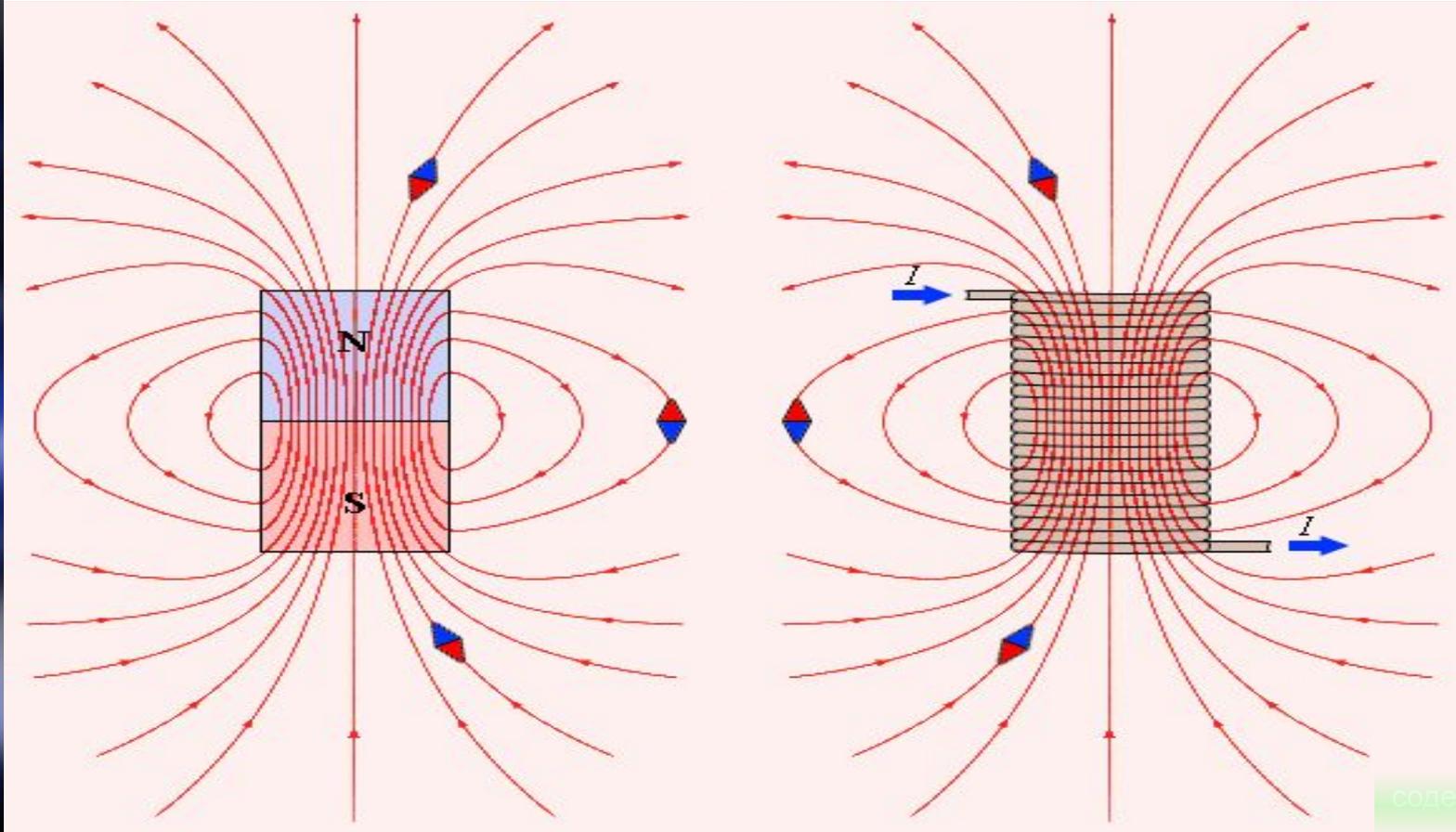


Однородное

Магнитные линии параллельны друг другу и расположены с одинаковой густотой (например, внутри постоянного магнита)



Вихревое поле – это магнитное поле с замкнутыми линиями магнитной индукции.



содержание

далее

назад

Изображение однородного магнитного поля

X X X

X X X

X X X



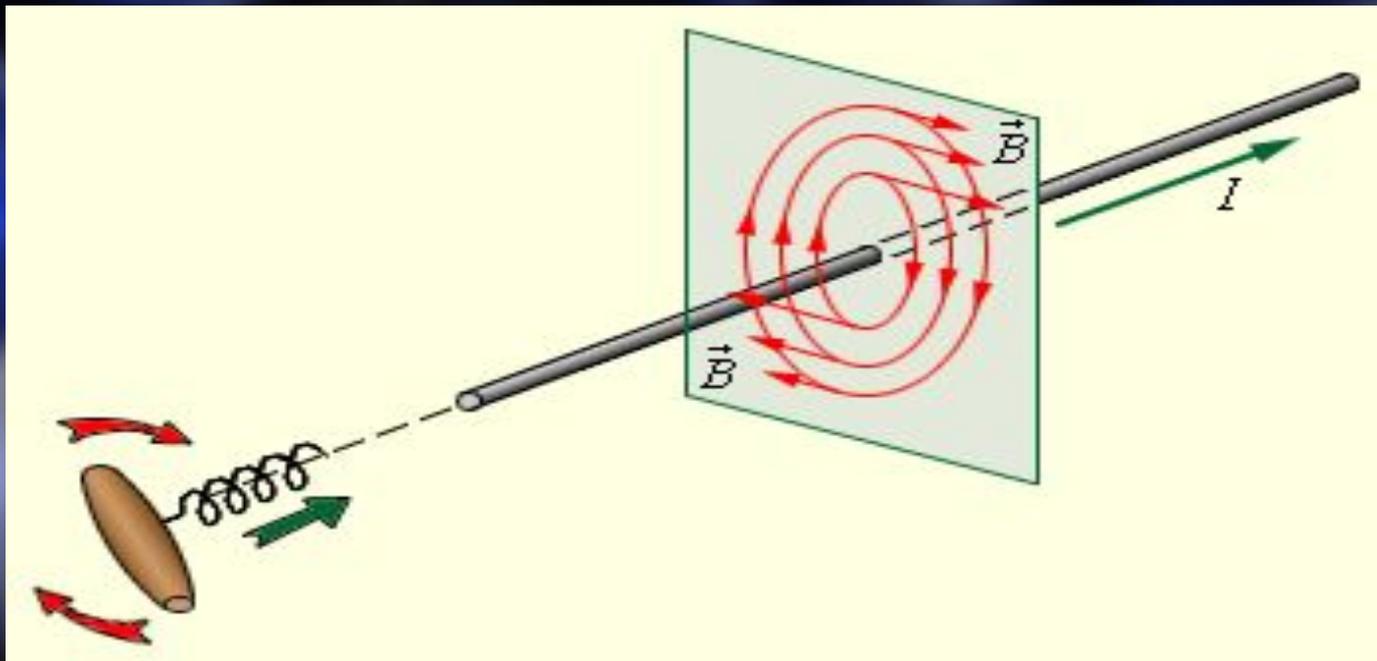
Магнитные линии
направлены от нас

Магнитные линии
направлены к нам

Утверждения

Правило буравчика для прямого тока

Если ввинчивать буравчик то направление скорости движения конца его рукоятки в данной точке совпадает с направлением вектора магнитной индукции в данной точке.



[содержание](#)

[далее](#)

[назад](#)

Утверждения

Правило правой руки для прямого тока

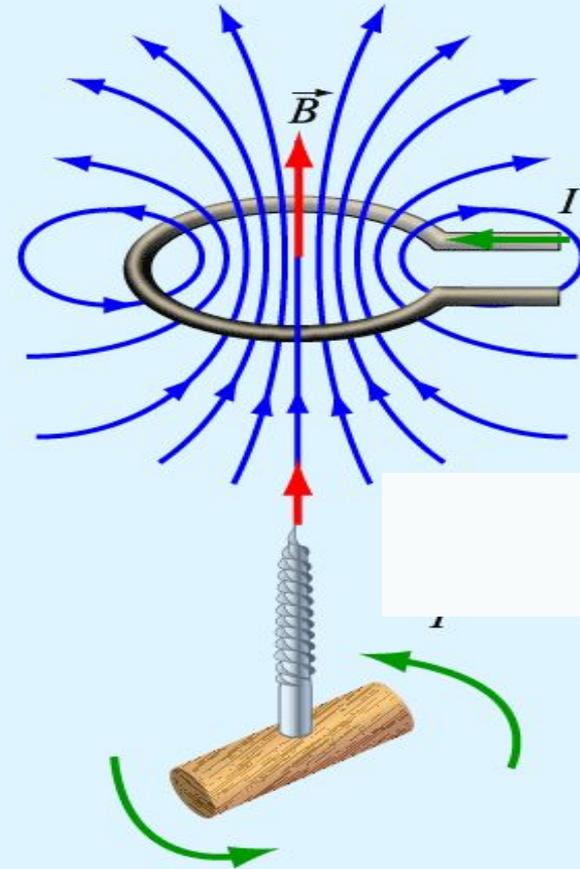
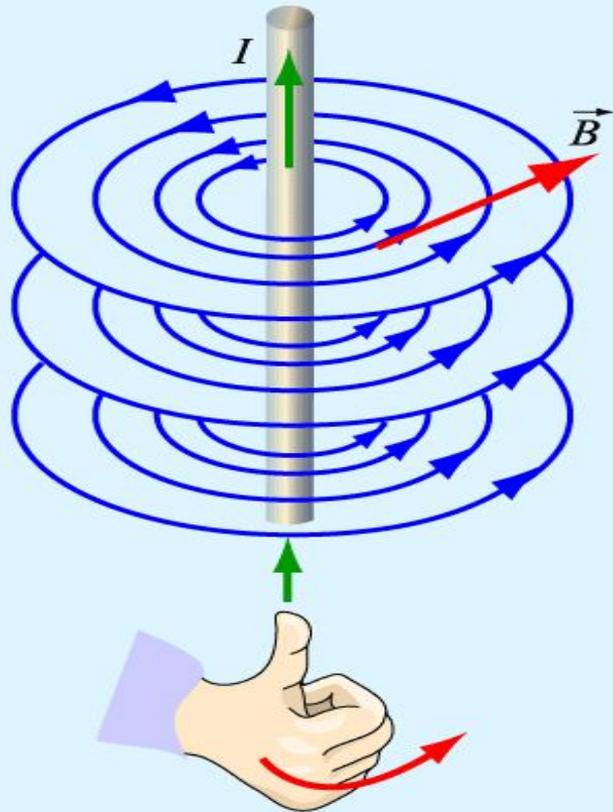
Если охватить проводник правой рукой, направив отогнутый большой палец по направлению ток, то кончики остальных четырёх пальцев в данной точке покажут направление вектора магнитной индукции в данной точке.

[содержание](#)

[далее](#)

[назад](#)

Правило правой руки



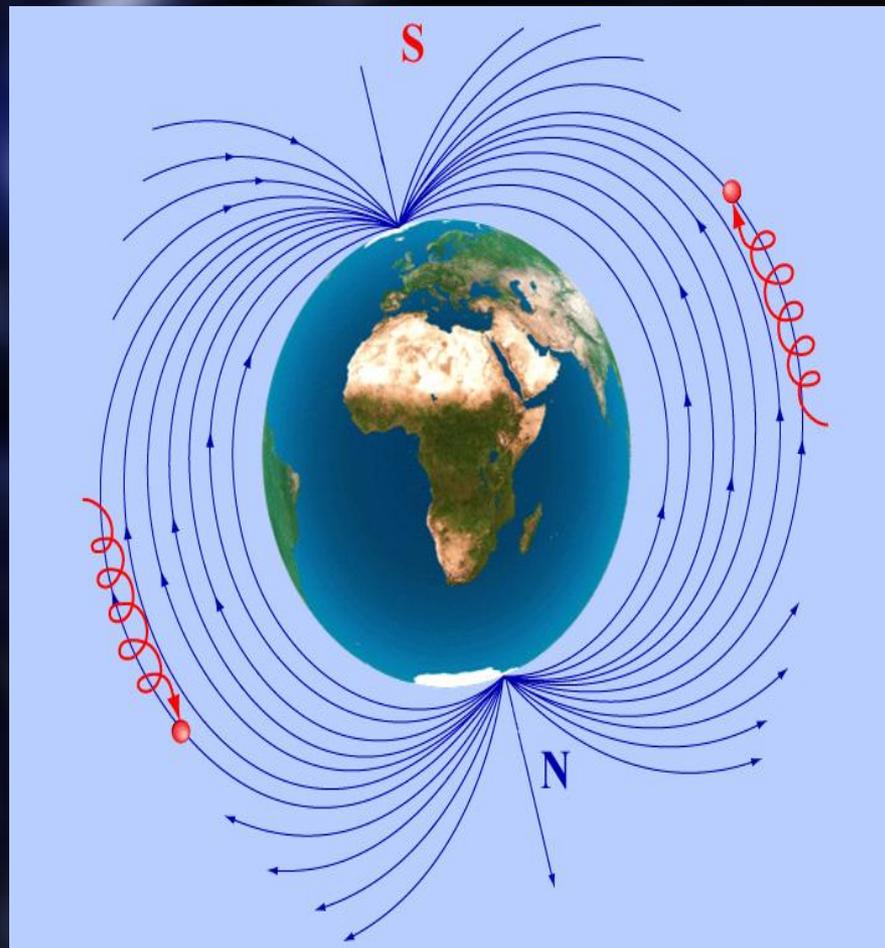
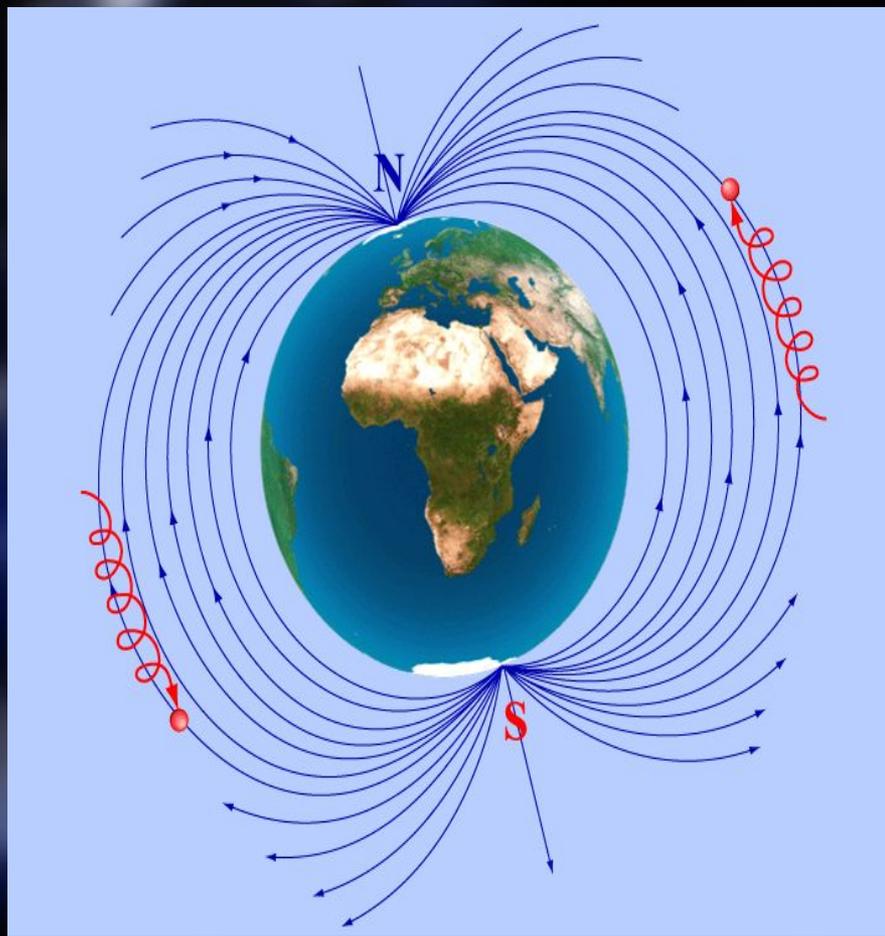
Магнитное поле
кольцевого тока

Модуль вектора магнитной индукции

$$B = \frac{F_{max}}{I \Delta l}$$

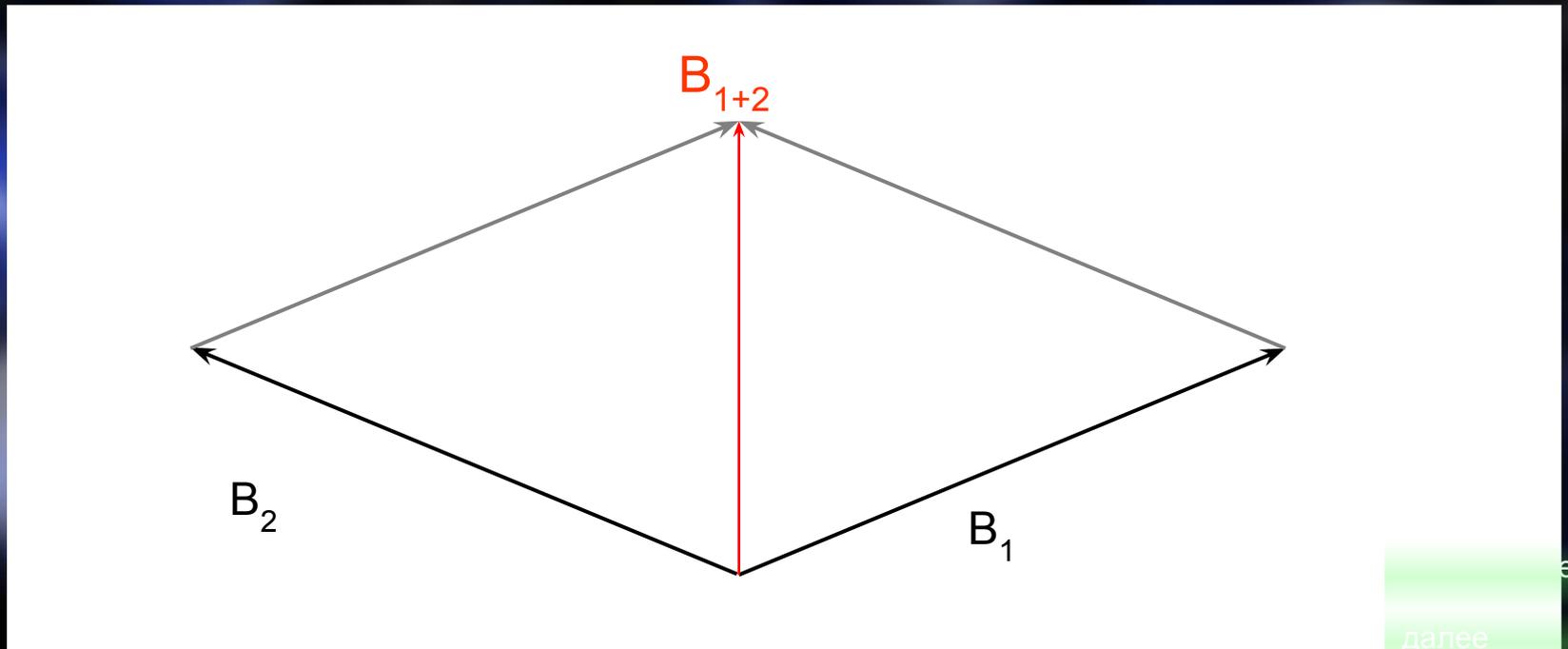
- B – модуль вектора магнитной индукции поля
 F_{max} – максимальная сила, действующая
на отрезок проводника со стороны поля
 I – сила тока в проводнике
 Δl – длина прямолинейного отрезка

МАГНИНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ



Утверждения

Принцип суперпозиции – результирующий вектор магнитной индукции в данной точке складывается из векторов магнитной индукции, созданной различными токами в этой точке.



далее

назад

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$$

\vec{B} - вектор магнитной индукции
резльтирующего магнитного поля

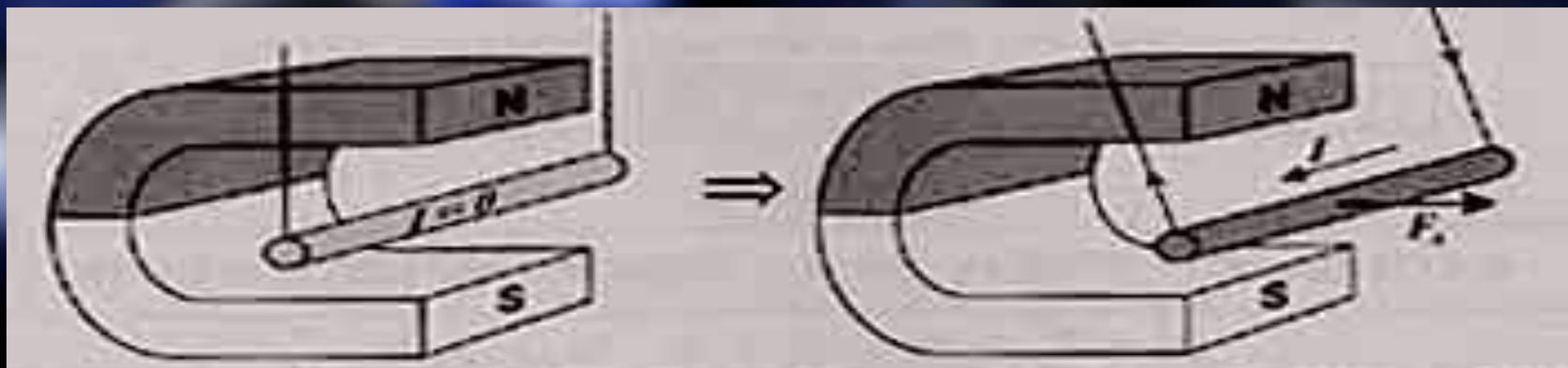
$\vec{B}_1, \vec{B}_2, \dots, \vec{B}_n$ - вектор магнитных индукций
всех магнитных полей

Тема:

Обнаружение магнитного
поля по его действию на
электрический ток.

Правило левой руки

На проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует сила со стороны магнитного поля.



Закон Ампера

Сила, с которой магнитное поле действует на помещённый в него отрезок проводника с током, равна произведению силы тока, модуля вектора магнитной индукции, длины отрезка проводника и синуса угла между направлением тока и магнитной индукцией:

$$F_A = IB\ell \sin \alpha$$

[содержание](#)

[далее](#)

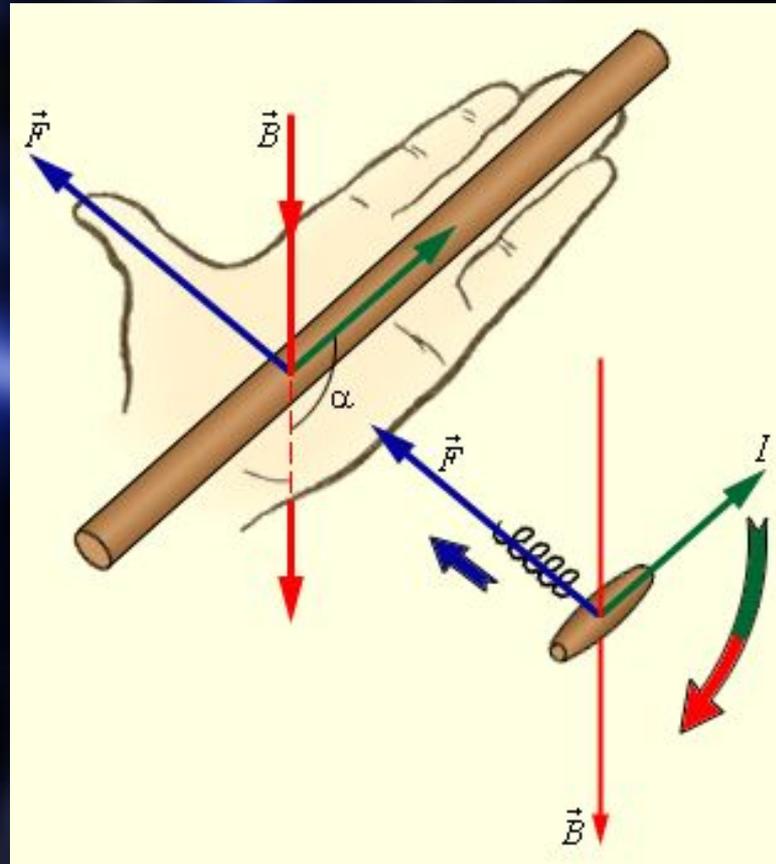
[назад](#)

Направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле зависит от:

- *направления тока в проводнике,*
- *направления линий магнитного поля,*
- *направления силы, действующей на проводник.*

Правило левой руки

Если кисть левой руки расположить так, что четыре вытянутых пальца указывают направление тока в проводнике, а вектор магнитной индукции входит в ладонь, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника.

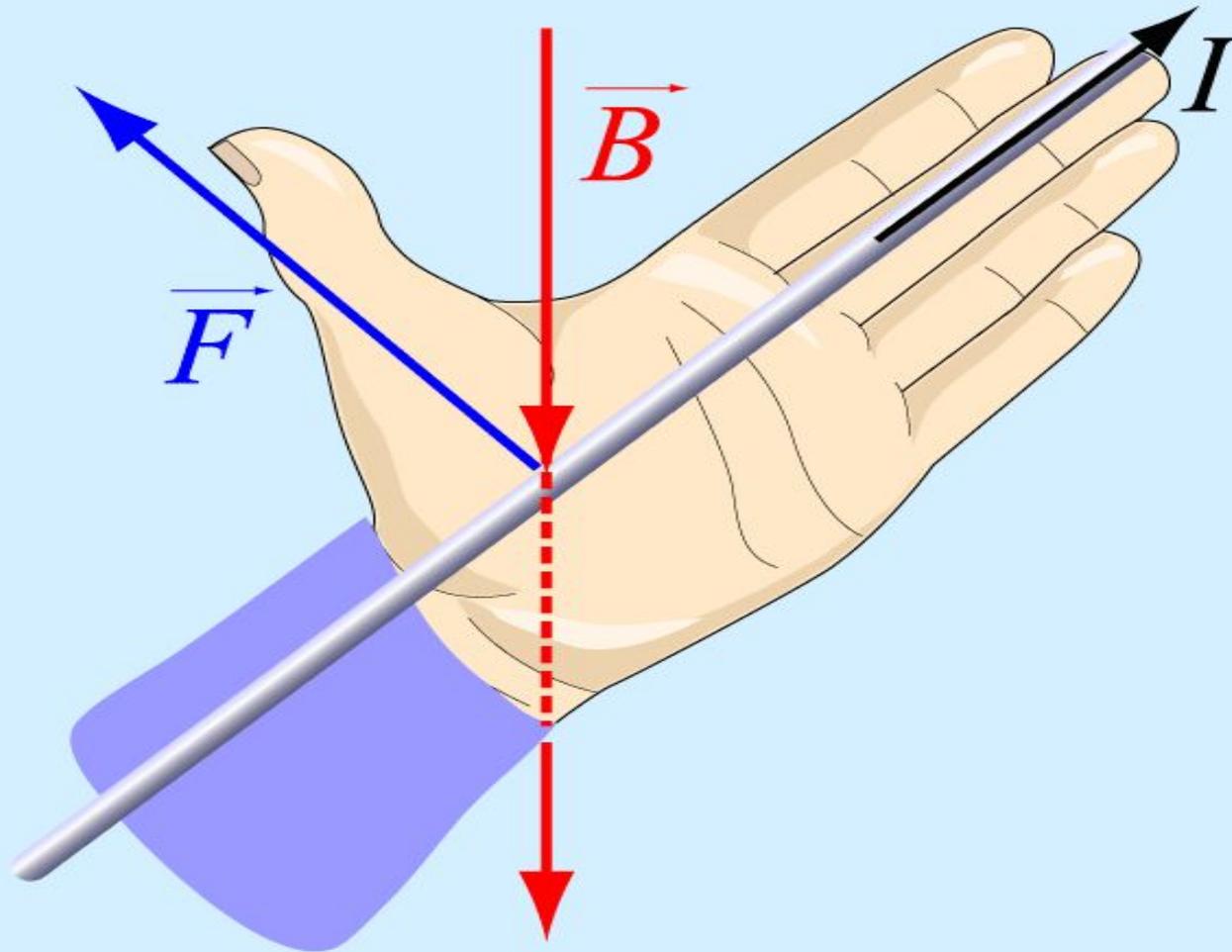


[содержание](#)

[далее](#)

[назад](#)

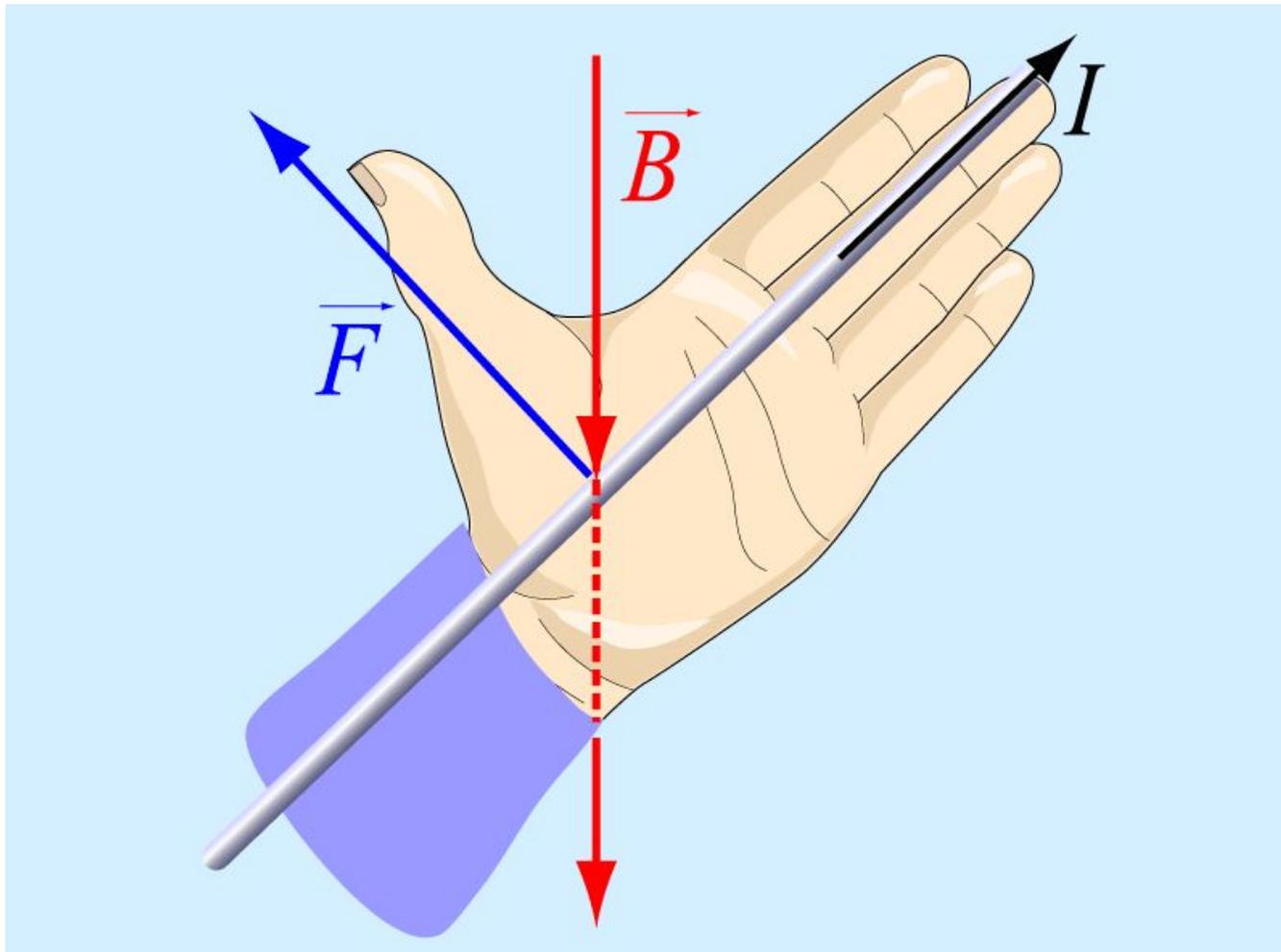
Определение силы Ампера



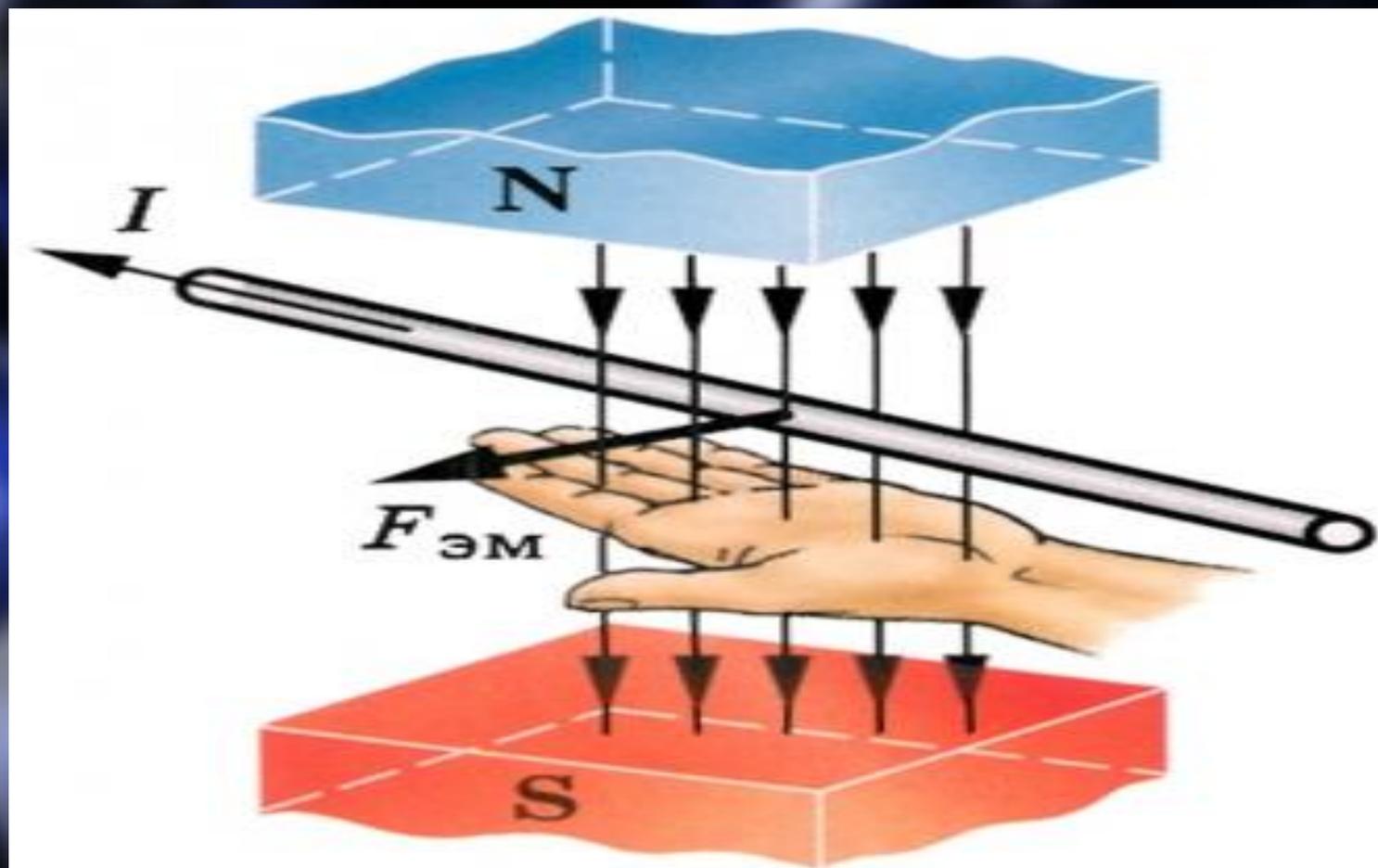
ПРАВИЛО ЛЕВОЙ РУКИ



Определение силы Ампера.



Правило левой руки: если левую руку расположить так, чтобы линии магнитного поля входили в ладонь перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по току, то отставленный на 90° большой палец покажет направление действующей на проводник силы.



Тема:

Сила Лоренца.

Сила, действующая на движущуюся
заряженную частицу со стороны
магнитного поля

Сила Лоренца

Сила, действующая на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля

Сила Лоренца:

$$\mathbf{F}_L = \mathbf{F}_A / N$$

$$F_L = |q|vB \sin \alpha$$

F_L – модуль силы Лоренца

$|q|$ – модуль заряда частицы

v – скорость частицы

B – магнитная индукция поля

α – угол между вектором магнитной индукции и вектором скорости заряженной частицы

Закон Лоренца.

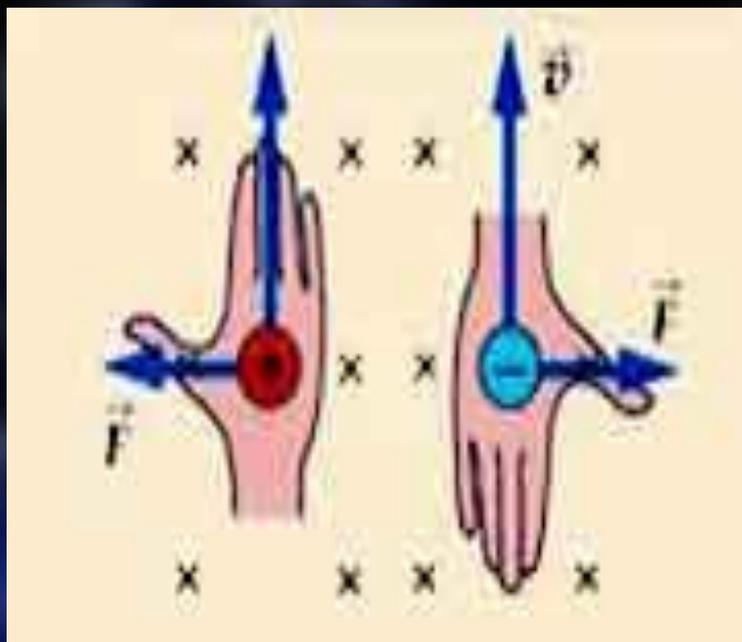
Если кисть левой руки расположить так, что четыре вытянутых пальца указывают направление скорости положительного заряда, а вектор магнитной индукции входит в ладонь, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы, действующей на данный заряд.

[содержание](#)

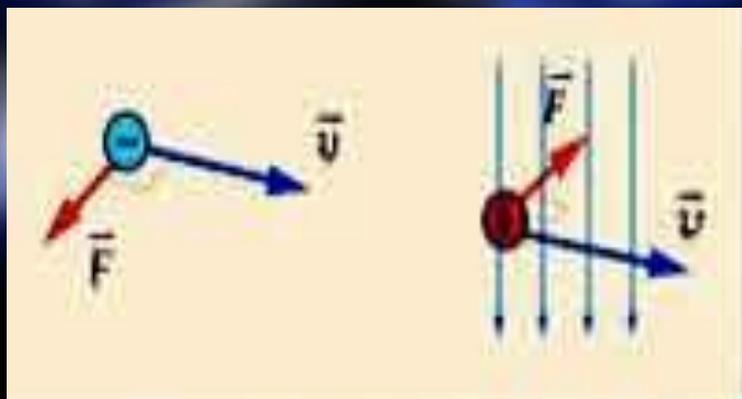
[далее](#)

[назад](#)

ПРАВИЛО ЛЕВОЙ РУКИ для заряженной частицы

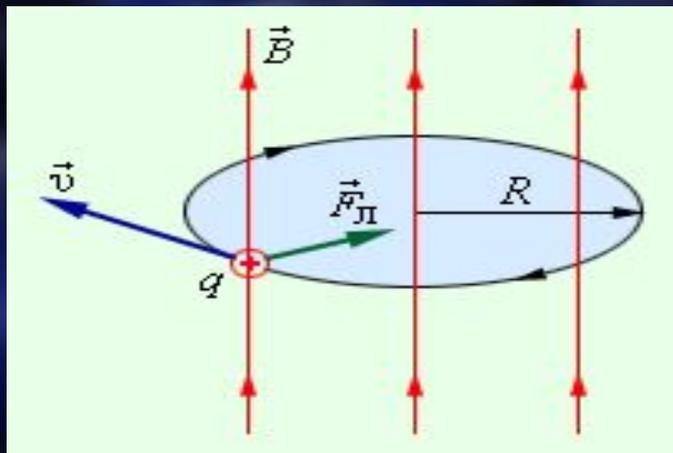


- Если ЛЕВУЮ РУКУ расположить так, чтобы линии магнитного поля входили в ладонь перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по движению положительно заряженной частицы (или против движения отрицательно заряженной частицы), то отставленный на 90 градусов большой палец покажет направление действующей на частицу силы.

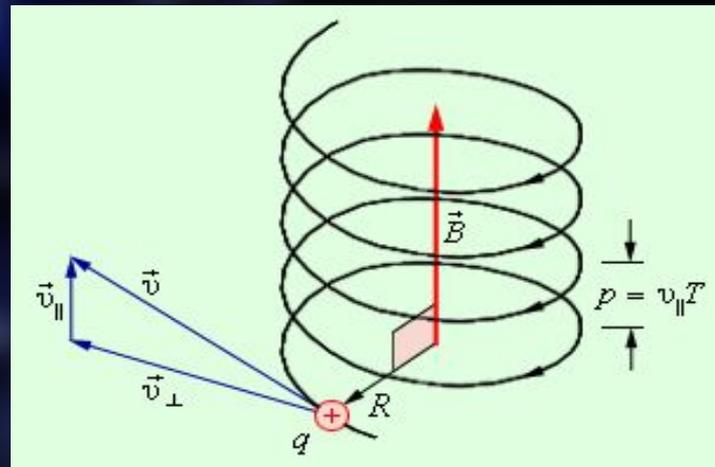


Закон Лоренца.

Если кисть левой руки расположить так, что четыре вытянутых пальца указывают направление скорости положительного заряда, а вектор магнитной индукции входит в ладонь, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы, действующей на данный заряд.



Частица влетела в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции



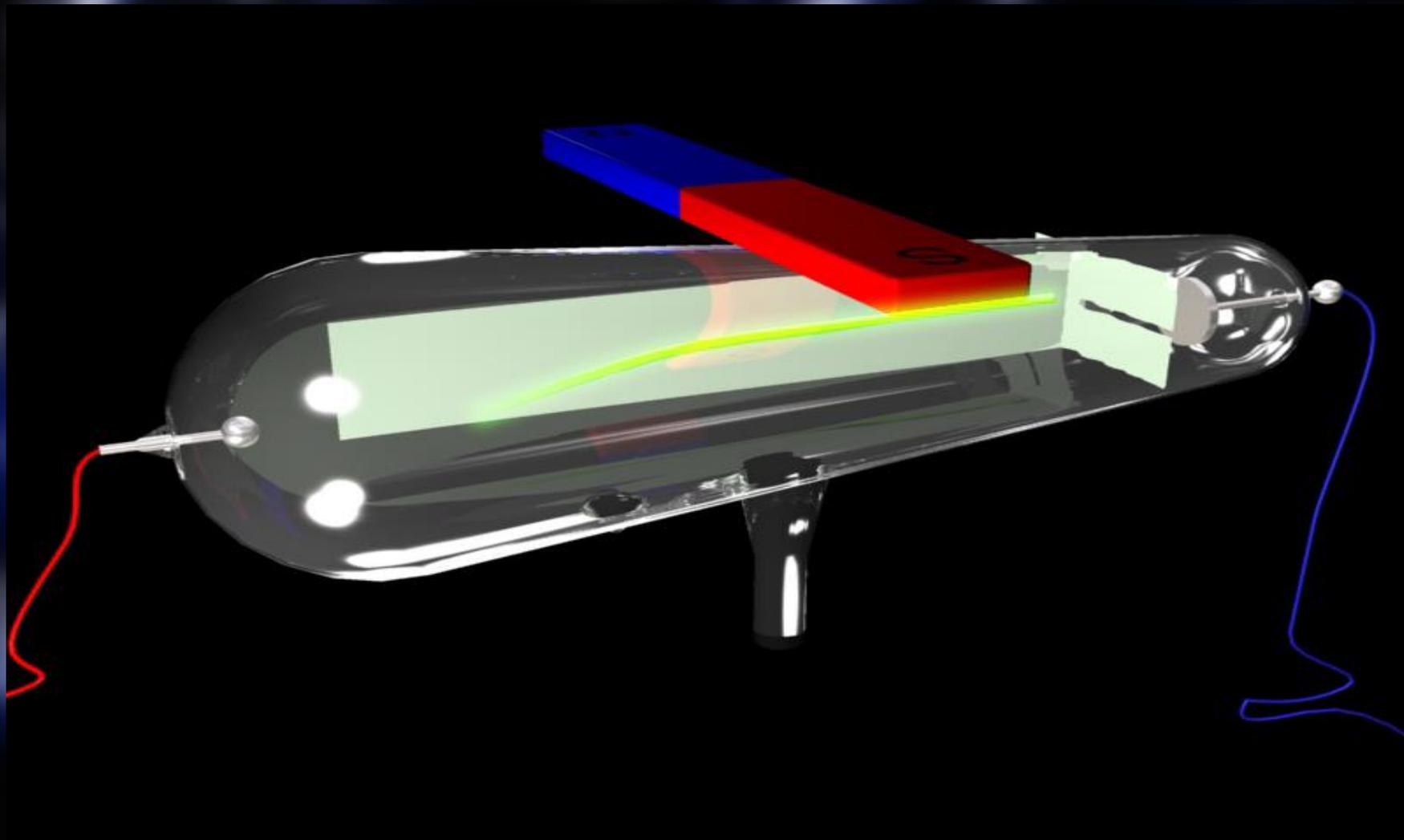
Частица влетела в магнитное поле под углом α

содержание

далее

назад

Электронны отклоняются в магнитном поле.

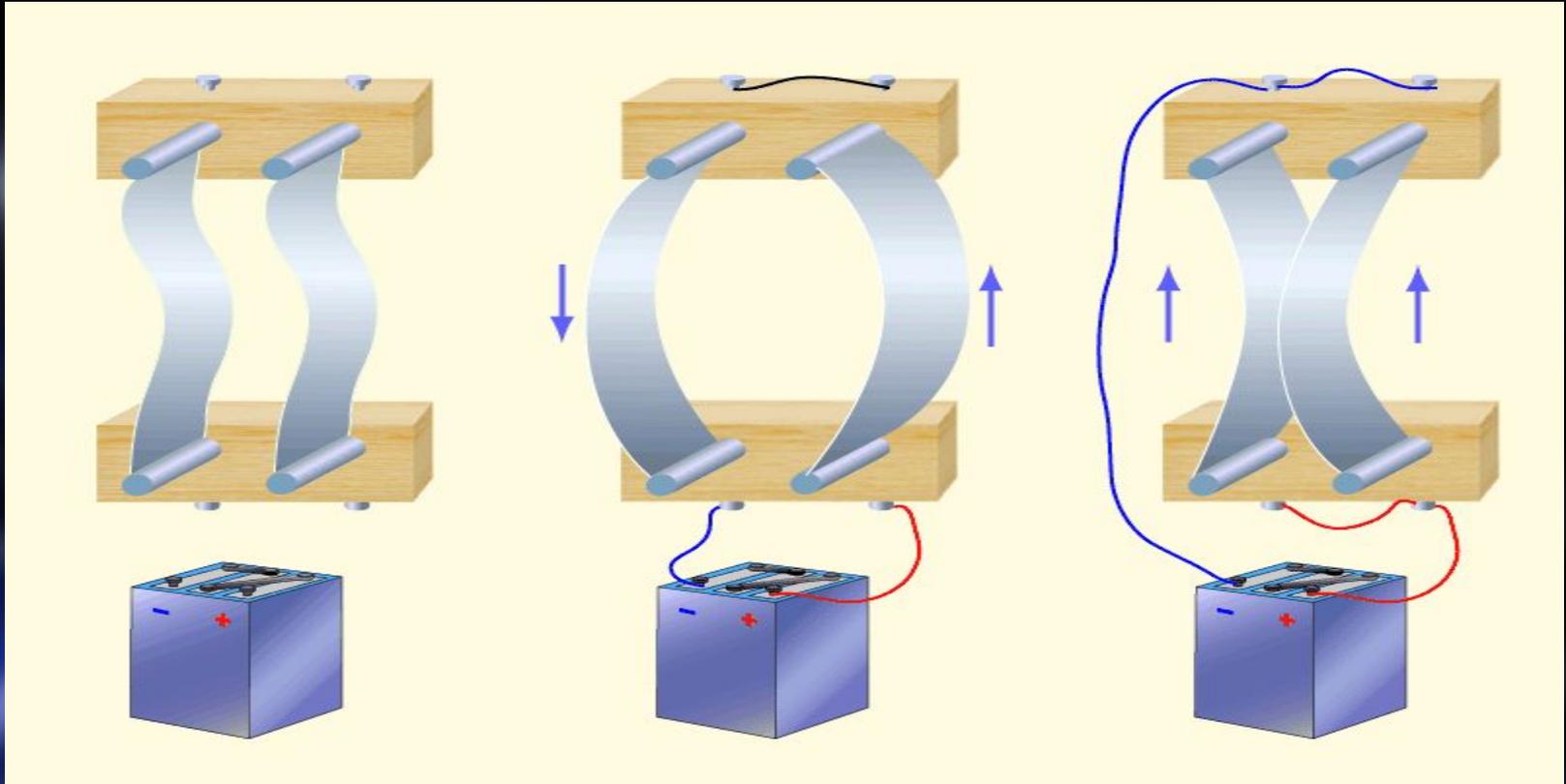


Тема:

Опыт Ампера.

*Взаимодействие проводников с
током.*

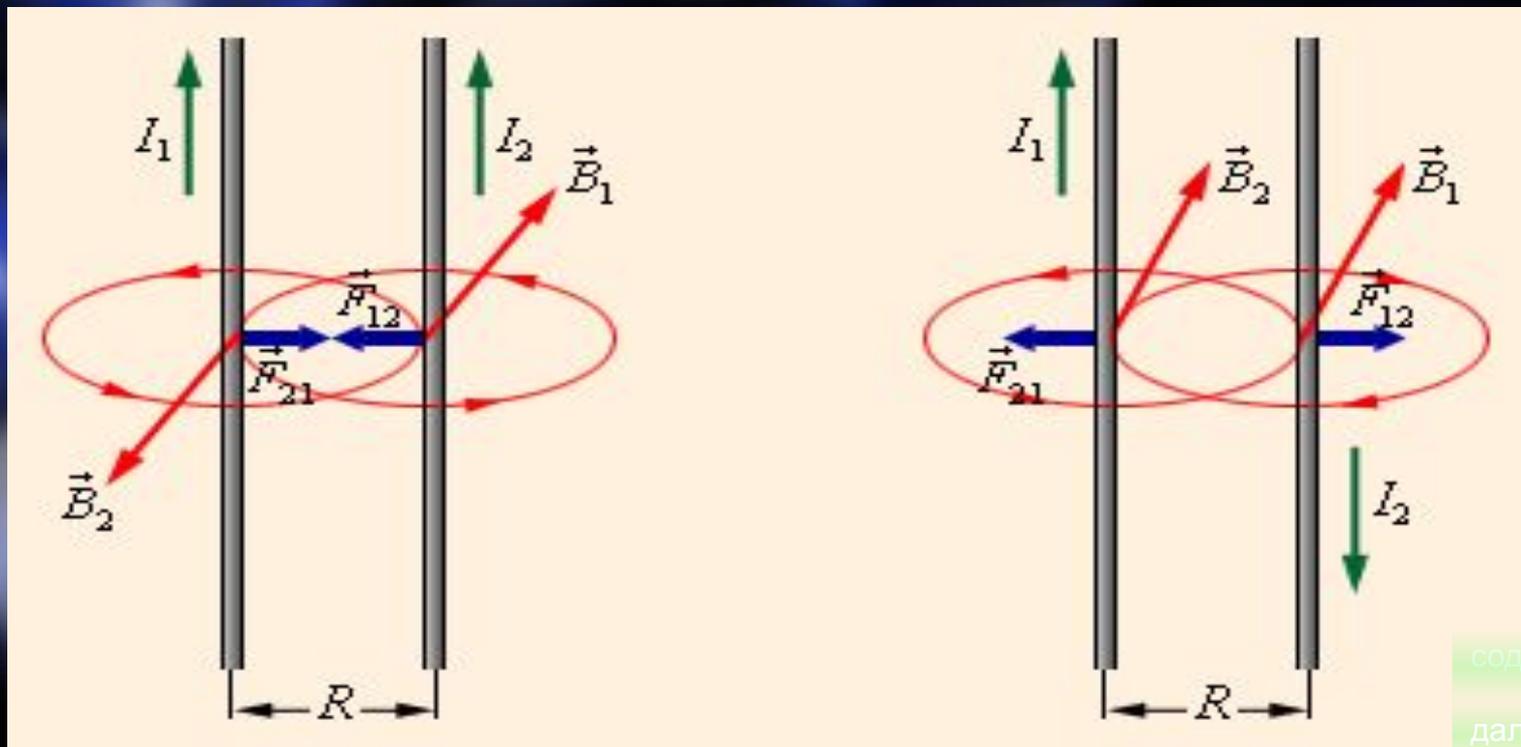
Опыт Ампера



Взаимодействие токов было открыто и изучено в 1820 году Ампером, который исследовал поведение подвижных контуров различной формы с током.

Параллельно расположенные проводники, по которым протекают токи в одном направлении, притягиваются.

Параллельно расположенные проводники, по которым протекают токи в разных направлениях, отталкиваются.



содержание

далее

назад

Сила взаимодействия таких проводников
рассчитывается по формуле:

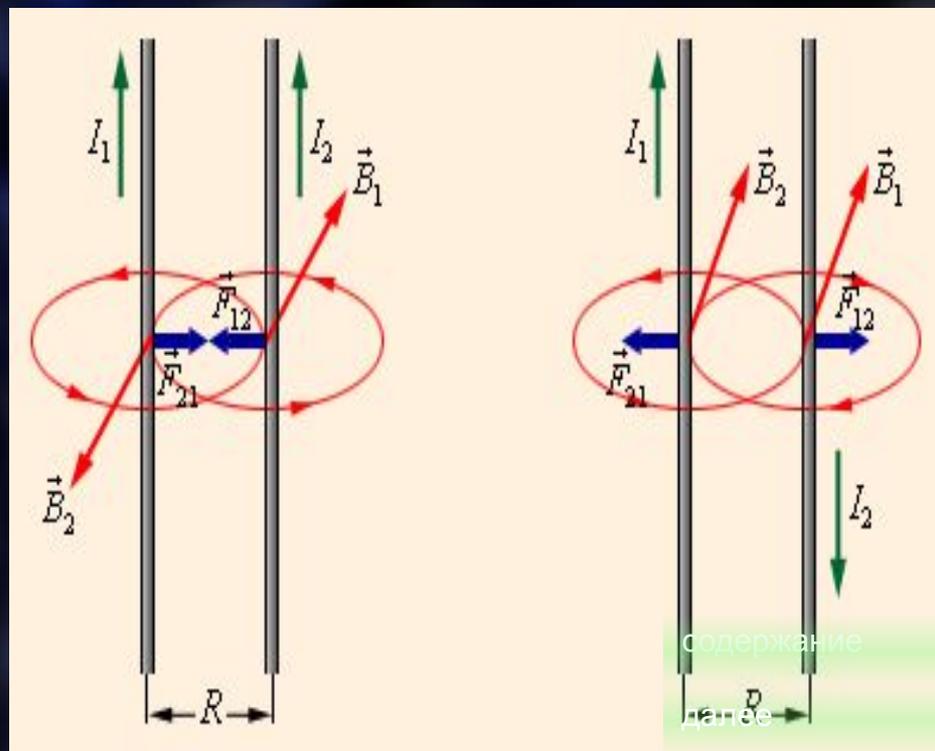
$$F_{12} = F_{21} = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \Delta l$$

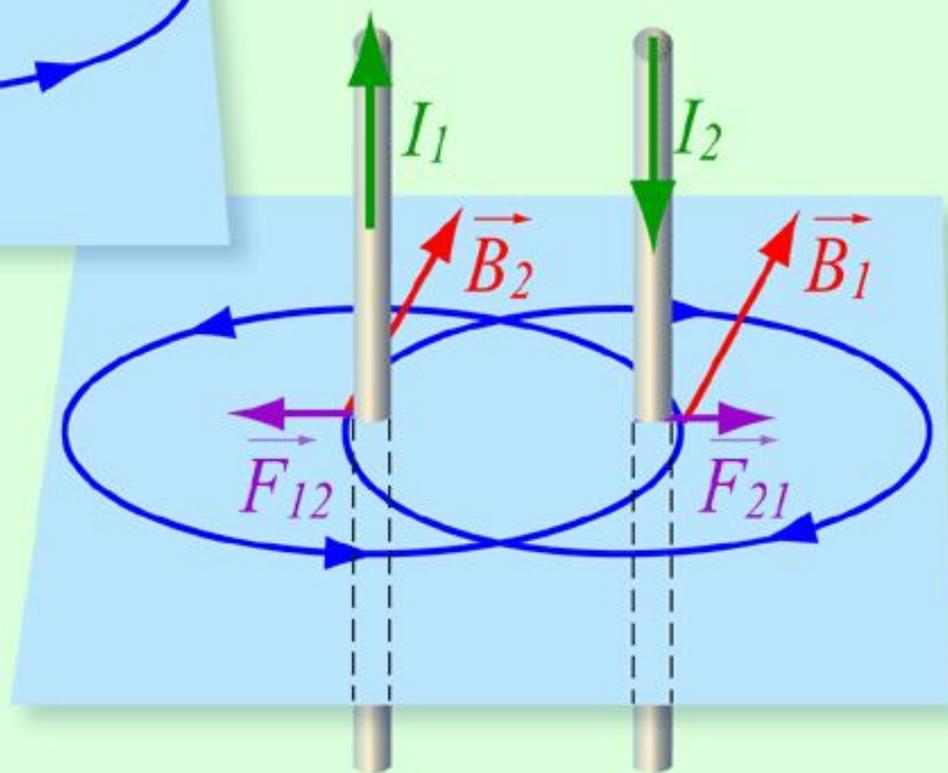
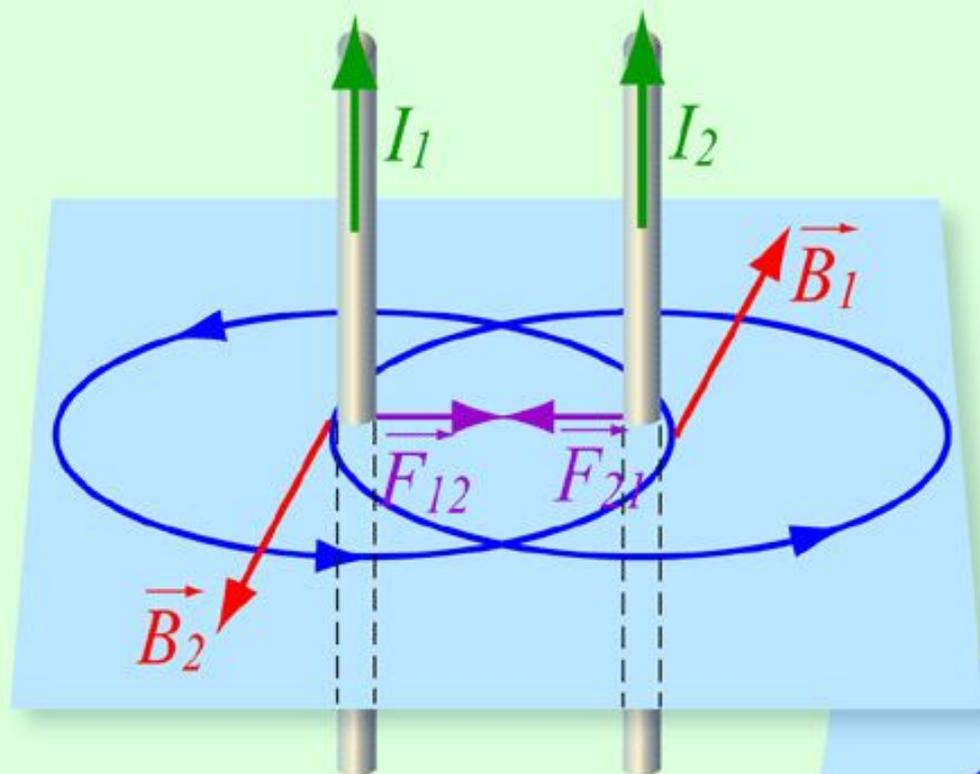
R – расстояние между
проводниками

Δl – рассматриваемый отрезок
проводника

$I_1 I_2$ – сила тока в проводниках

$$k_m = 2 \cdot 10^{-7}$$



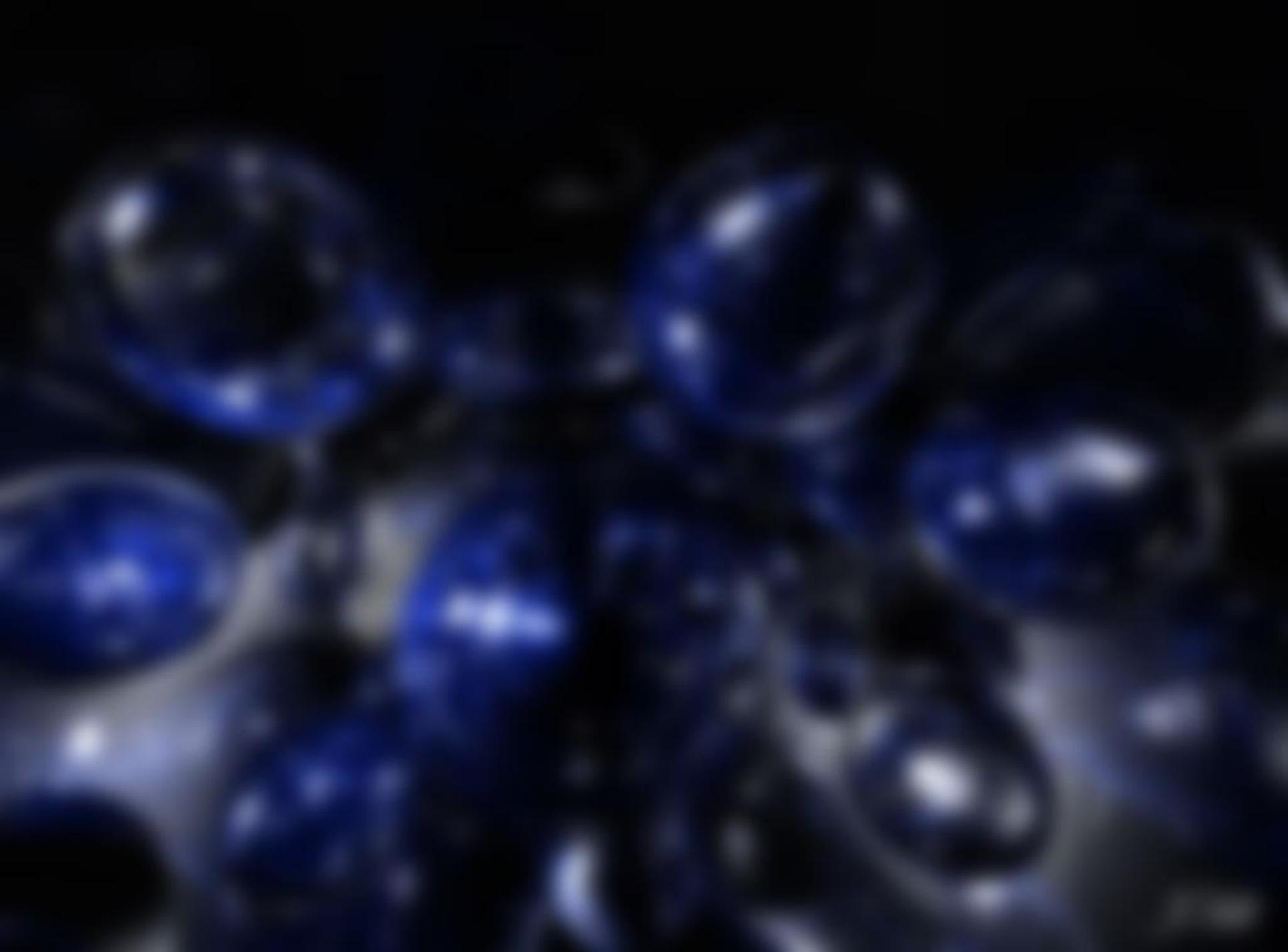


Магнитные явления имеют сходство с электрическими явлениями.

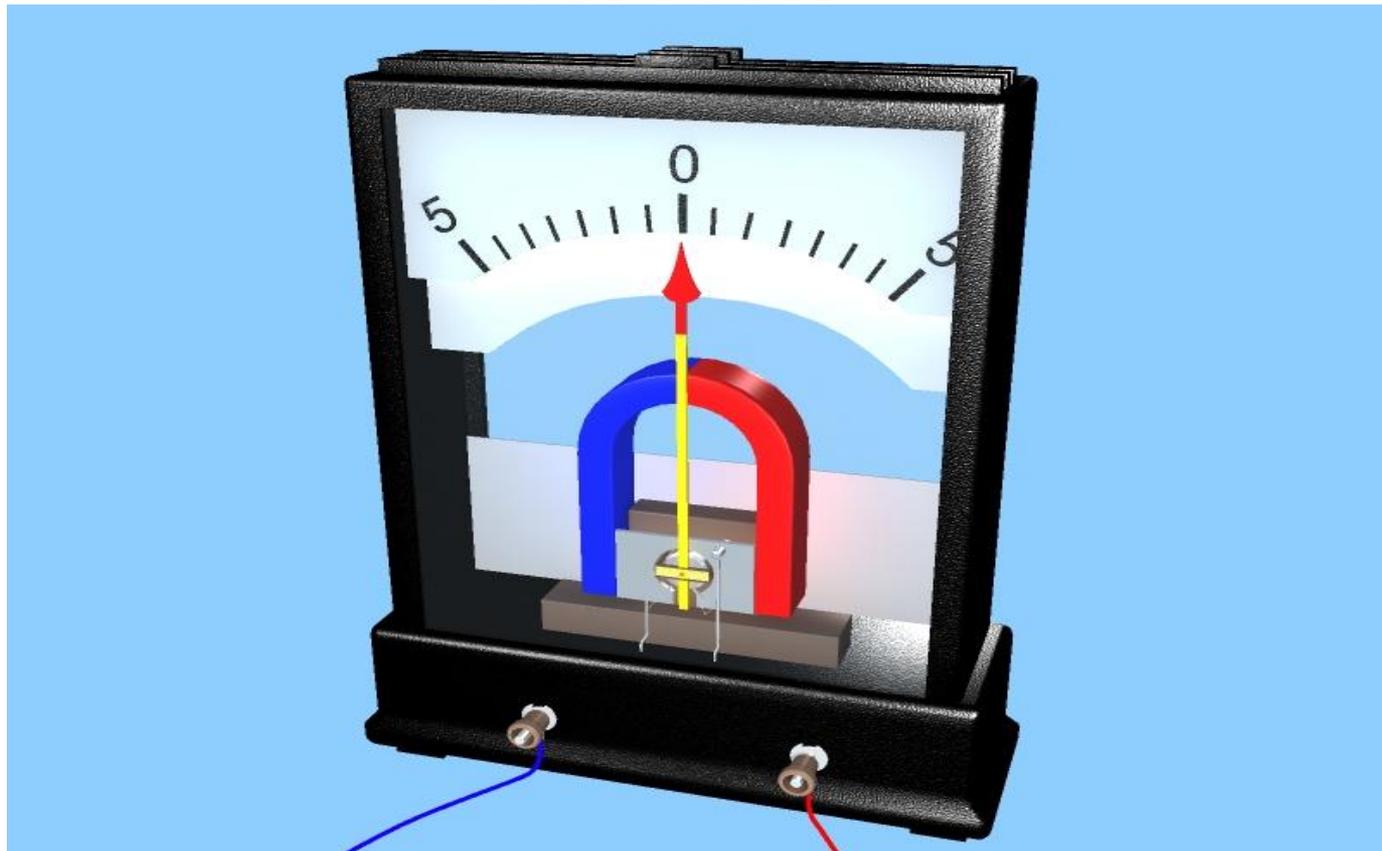
Электрические явления	Магнитные явления
Два рода зарядов: положительный заряд и отрицательный заряд	Два магнитных полюса: северный магнитный полюс и южный магнитный полюс
Одноименные заряды отталкиваются	Одноименные магнитные полюса отталкиваются
Разноименные заряды притягиваются	Разноименные магнитные полюса притягиваются
Электризация влиянием	Намагничивание влиянием

Магнитное поле представляет собой особую форму существования материи, важнейшее свойство которой заключается в том, что на движущийся заряд и на магнитную стрелку, внесенные в поле, действует сила.

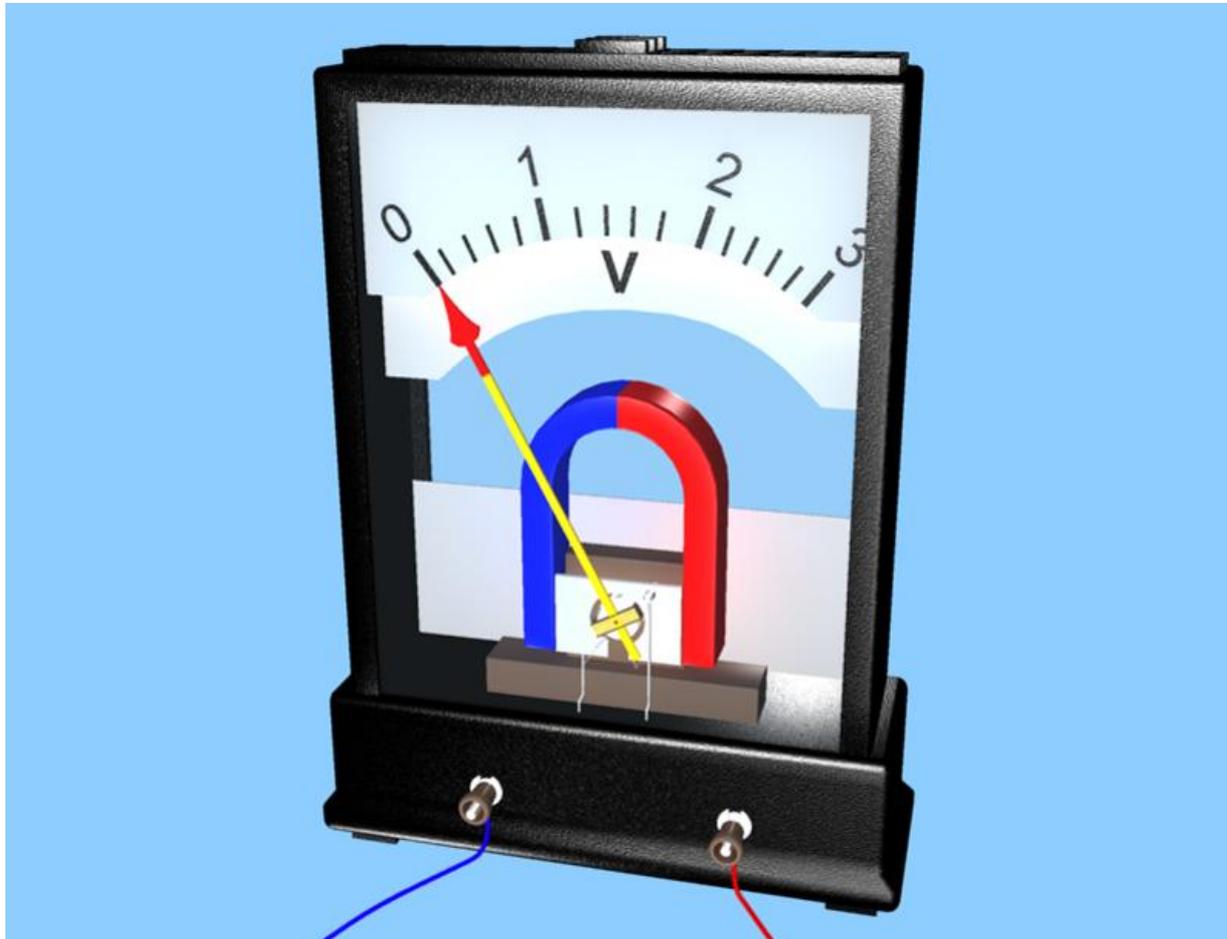
- **Магнитное поле** создают постоянные магниты и электрический ток (движущиеся заряды).
- **Магнитное поле** обнаруживается по действию на ток (движущиеся заряды) и на магнитные стрелки (постоянные магниты).
- **Магнитное поле** токов принципиально отличается от электрического поля. Магнитное поле, в отличие от электрического, оказывает силовое действие *только на движущиеся* заряды (токи).



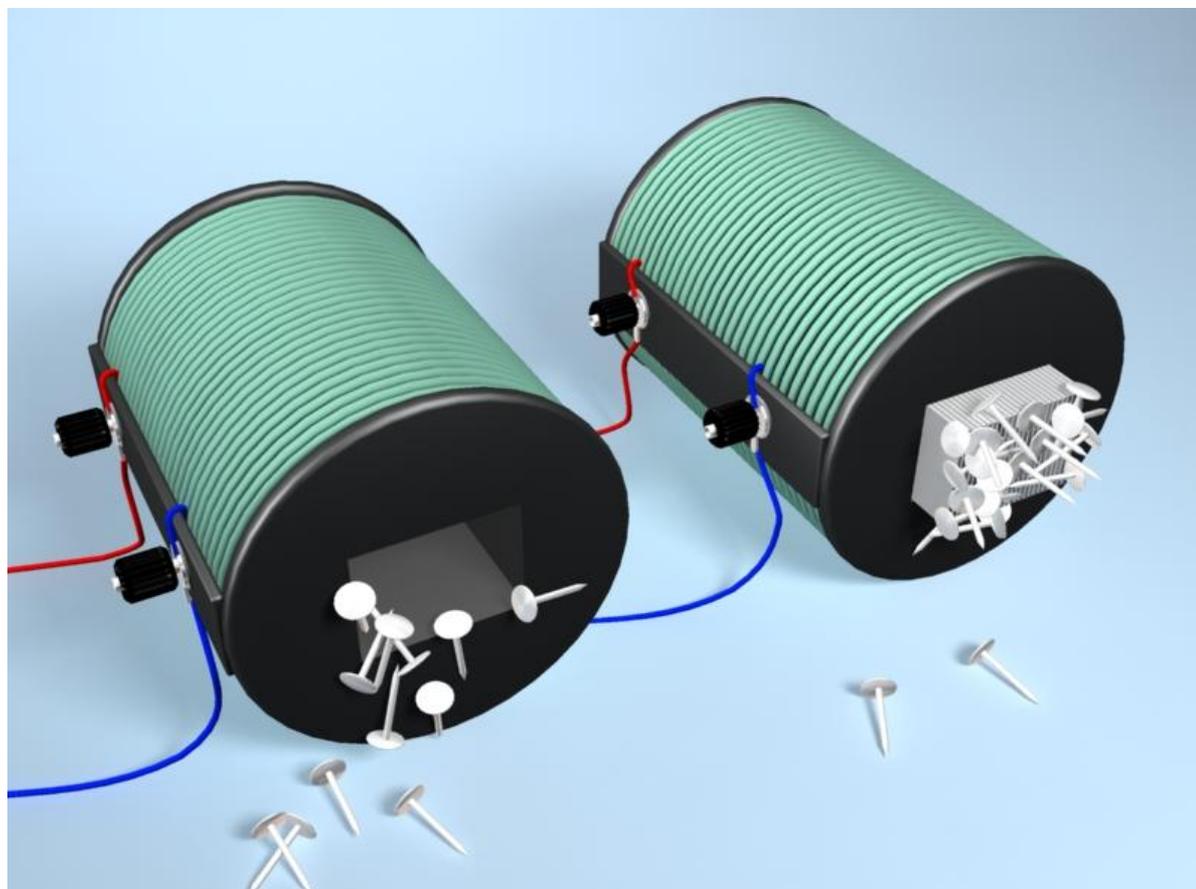
Электро - измерительные приборы устроены на основе взаимодействия магнитных полей.



Вольтметр: стрелка
поворачивается в магнитном
поле магнита.



Катушка с проводом, по которому течет ток является электромагнитом.



ГИДРОГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

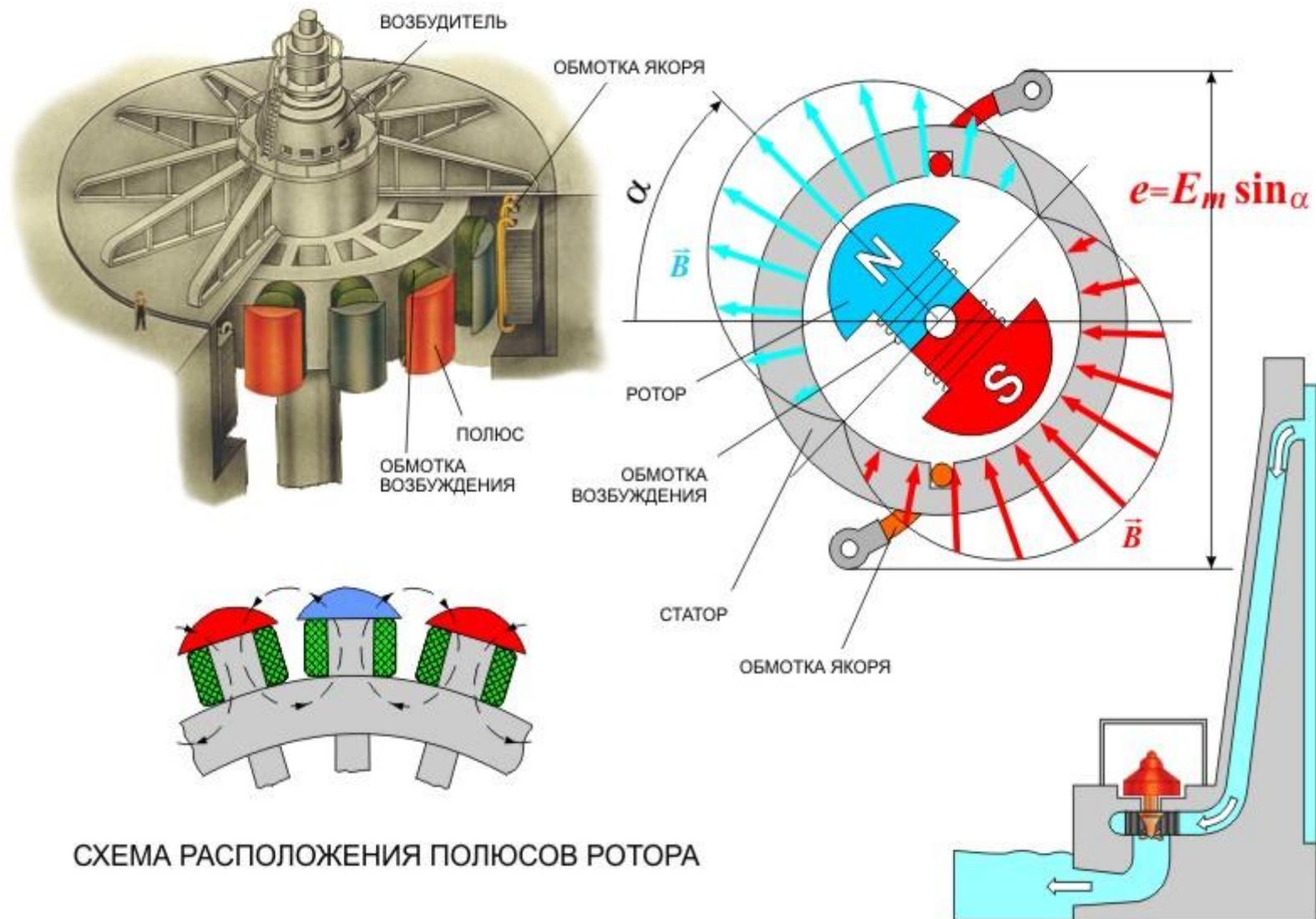
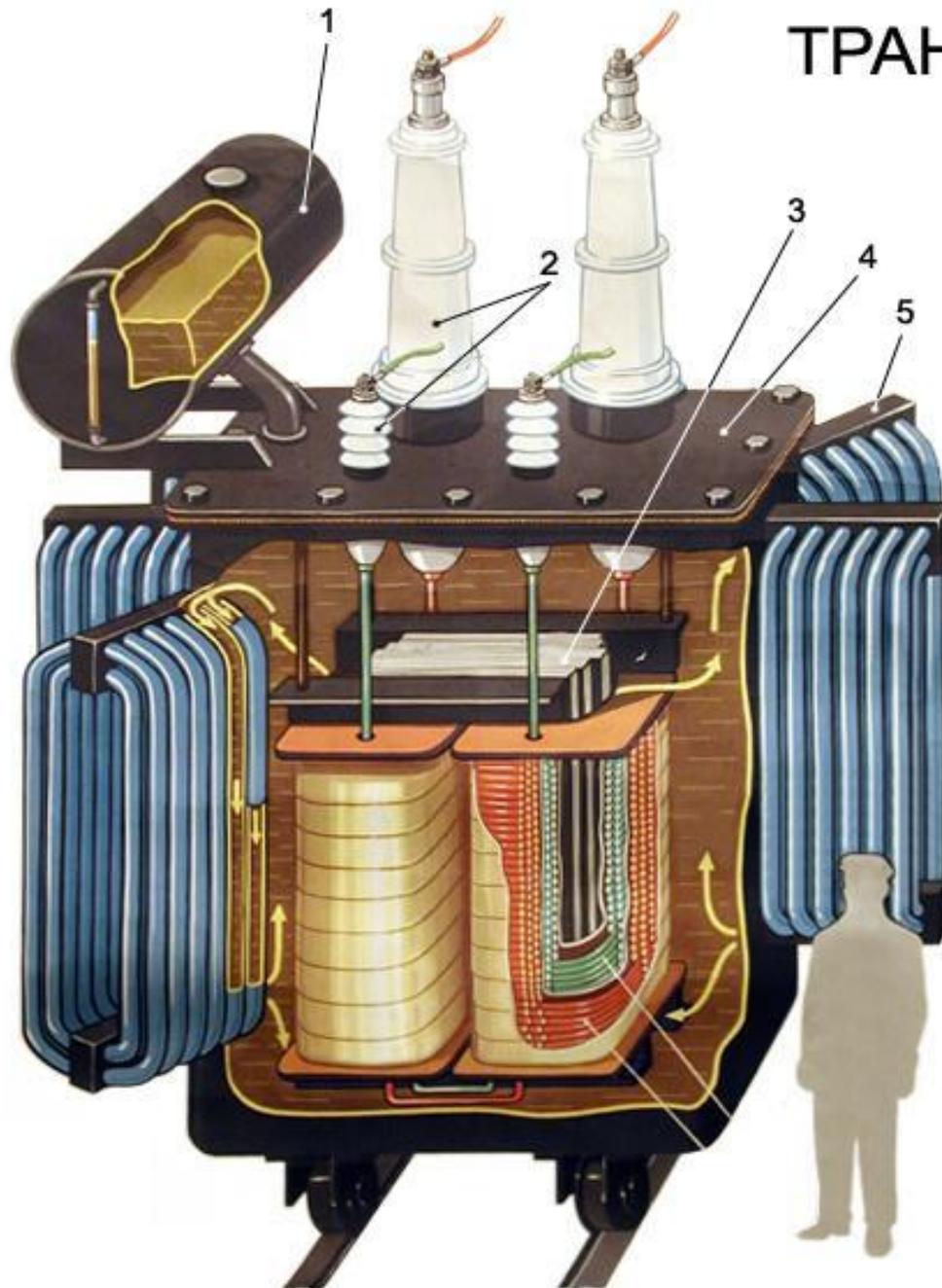


СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЮСОВ РОТОРА

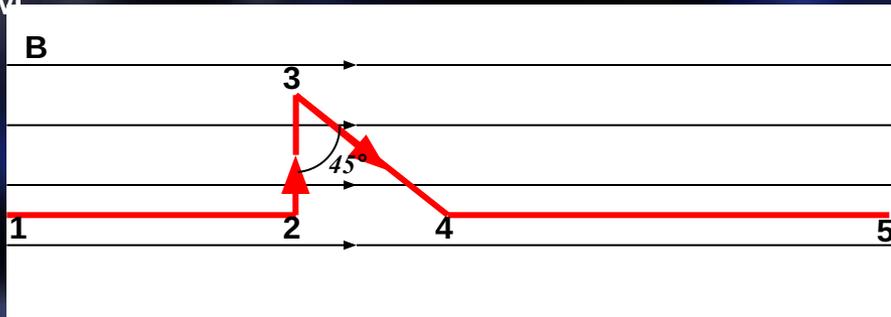
ТРАНСФОРМАТОР



1. Расширительный бак
2. Изолятор
3. Сердечник трансформатора
4. Крышка бака трансформатора
5. Радиаторы
6. Обмотка низкого напряжения
7. Обмотка высокого напряжения

Задачи

1. Найдите силу, действующую на каждый отрезок проводника с током, находящегося в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, если $I = 5$ А, $l_{12} = 20$ см., $l_{23} = 15$ см., $l_{34} = 12$ см., $l_{45} = 20$ см.



Дано:

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

$$l_{12} = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м.}$$

$$l_{23} = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м.}$$

$$l_{34} = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м.}$$

$$l_{45} = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м.}$$

$F - ?$

Решение

$$F_A = IBl \sin \alpha$$

$$F_{12} = 5 \text{ А} * 0,1 \text{ Тл} * 0,2 \text{ м} * 0 = 0$$

$$F_{23} = 5 \text{ А} * 0,1 \text{ Тл} * 0,15 \text{ м} * 1 = 0,075 \text{ Н}$$

$$F_{34} = 5 \text{ А} * 0,1 \text{ Тл} * 0,12 \text{ м} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,042 \text{ Н}$$

$$F_{45} = 5 \text{ А} * 0,1 \text{ Тл} * 0,2 \text{ м} * 0 = 0$$

содержание

далее

назад

Прямой проводник длиной 15 см. помещён в однородное магнитное поле с индукцией 0,4 Тл, направленной перпендикулярно направлению тока. Сила тока, протекающего по проводнику, равна 6 А. Найдите силу Ампера, действующую на проводник.

Дано:

Решение

$$\ell = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$$

$$B = 0,4 \text{ Тл}$$

$$I = 6 \text{ А}$$

$$F_A = ?$$

$$F_A = IB\ell \sin\alpha$$

$$F_A = 6 \text{ А} * 0,4 \text{ Тл} * 0,15 \text{ м} * 1 = 0,36 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } F_A = 0,36 \text{ Н.}$$

[содержание](#)

[далее](#)

[назад](#)

Индукция магнитного поля $B = 0,3$ Тл направлена в положительном направлении оси X. Протон движется со скоростью $5 \cdot 10^6$ м/с в положительном направлении оси Y. Заряд протона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Найдите радиус окружности, по которой движется протон, а также период обращения по этой окружности. (Масса протона равна $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Дано:

$$B = 0,3 \text{ Тл}$$

$$v = 5 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

R-?

T-?

Решение

$$\frac{m v}{q B} \quad R = \frac{2\pi m}{q B} \quad T =$$

$$\frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 5 \cdot 10^6 \text{ м/с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,3 \text{ Тл}} = 0,17 \text{ м}$$

$$\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,3 \text{ Тл}} = 0,22 \text{ мкс}$$

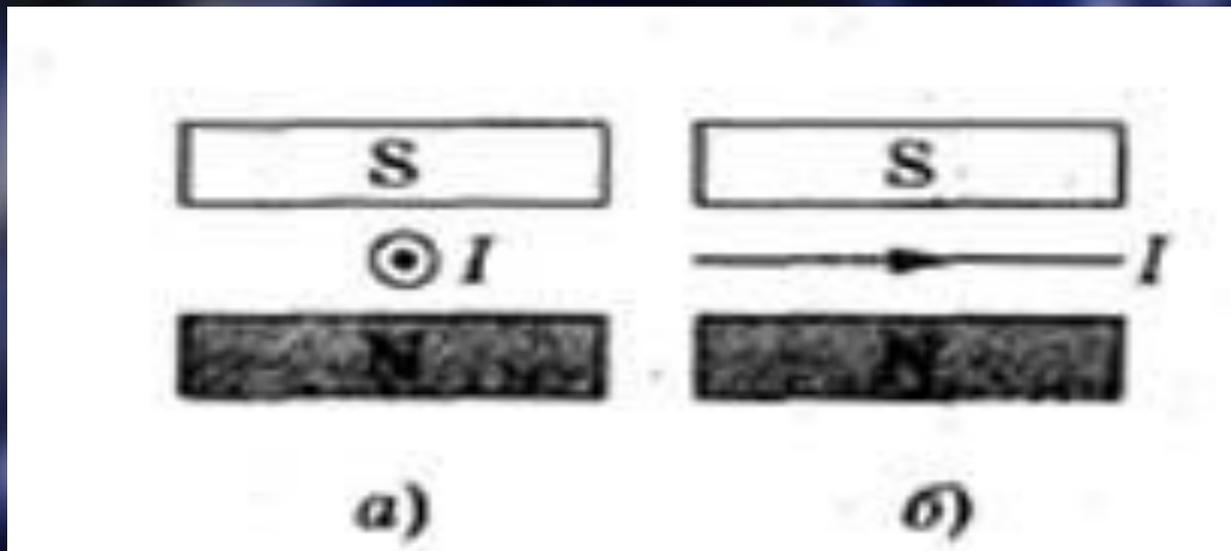
Ответ: $R = 0,17$ м, $T = 0,22$ мкс.

содержание

назад

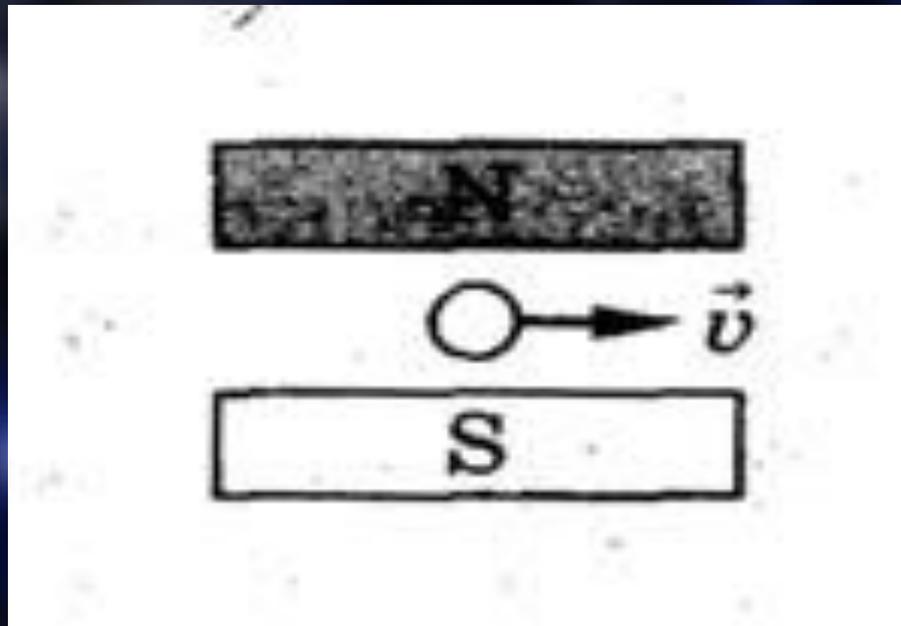
Закрепление

Определите направление силы, действующей на проводник с током со стороны магнитного поля



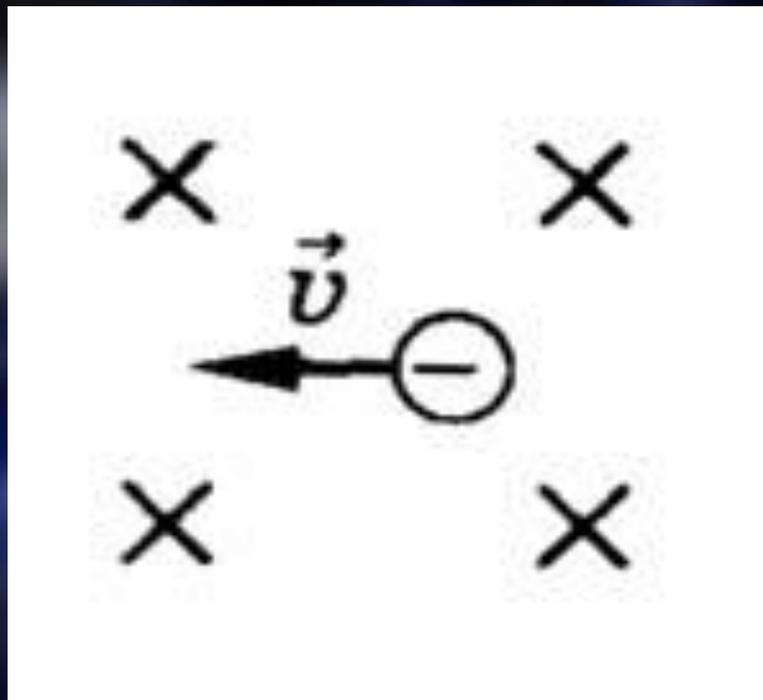
Закрепление

Укажите направление силы, с которой магнитное поле действует на частицу.



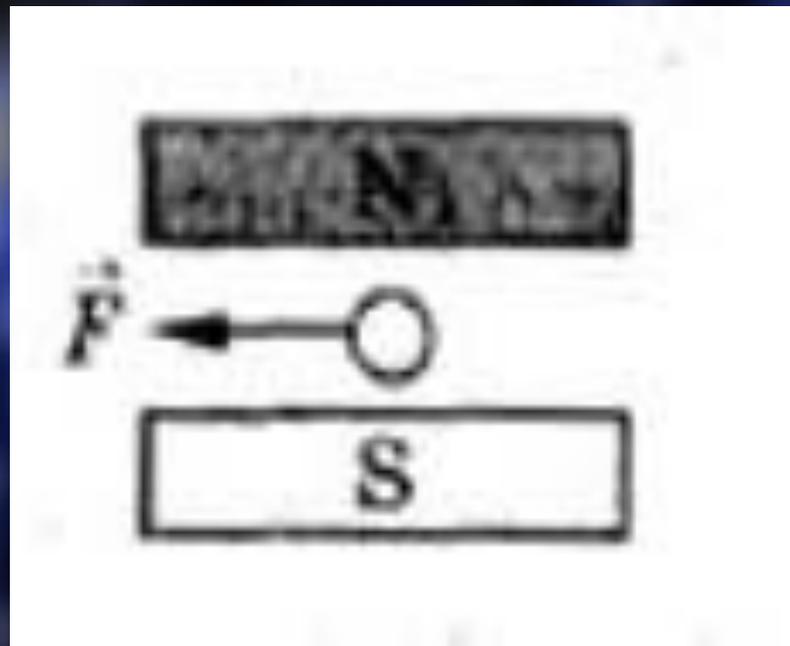
Закрепление

В какую сторону отклонится электрон под действием магнитного поля?



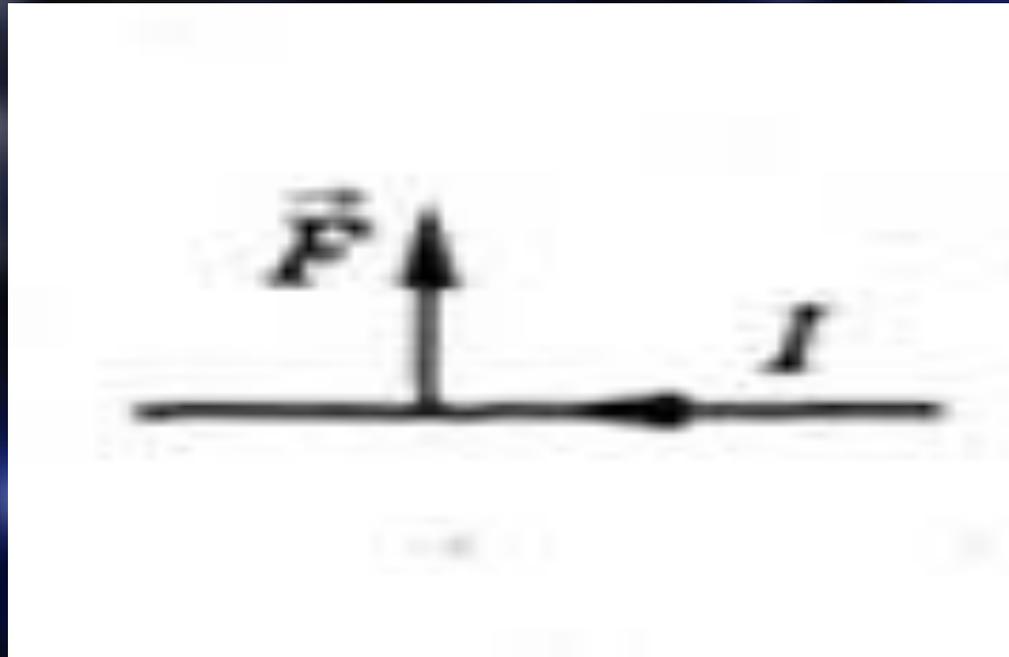
Закрепление

Укажите направление тока в проводнике.

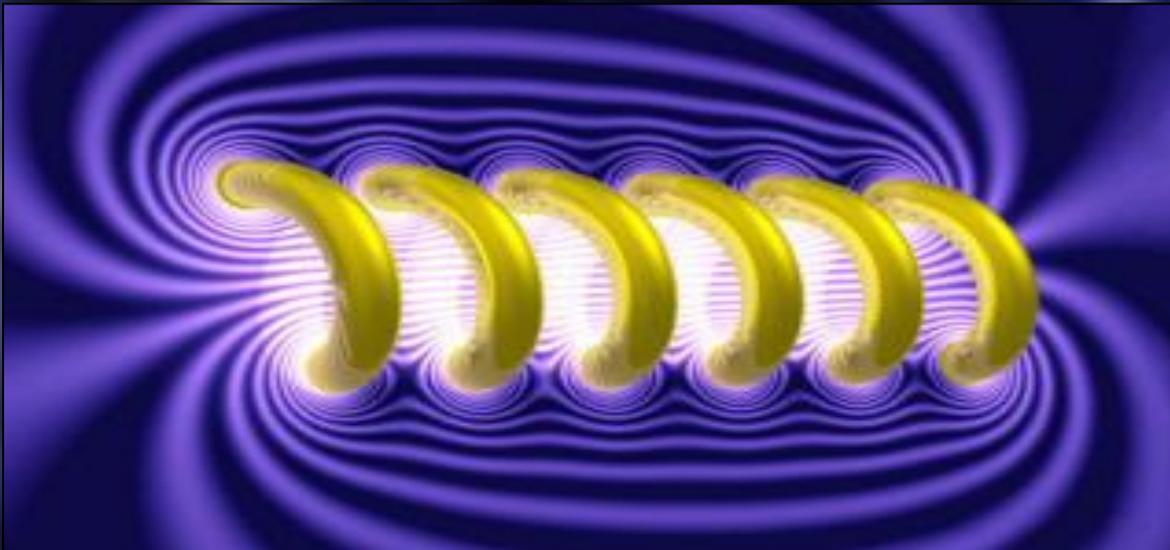


Закрепление

Укажите направление магнитных линий магнитного поля.



Магнитное поле постоянного электрического тока



•Подума й



Задание 1. В ситуации, изображенной на рисунке, действие электродинамической силы направлено

- вверх
- вниз
- влево
- вправо

•Подума

й

Задание 2. Стальной стержень намагничен так, как показано на рисунке. Каким магнитным полюсом стержень повернут к магнитной стрелке?

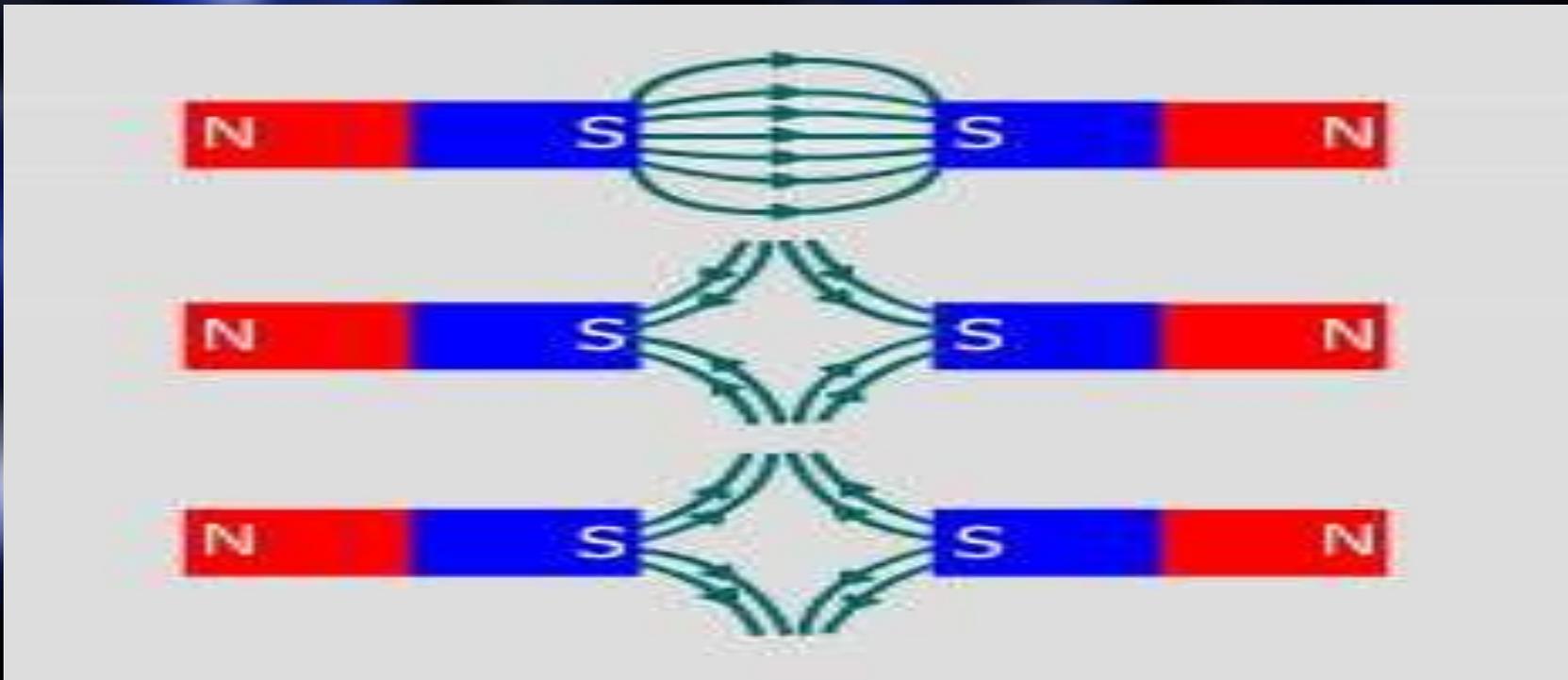
- ЮЖНЫМ
- северным



•Подума

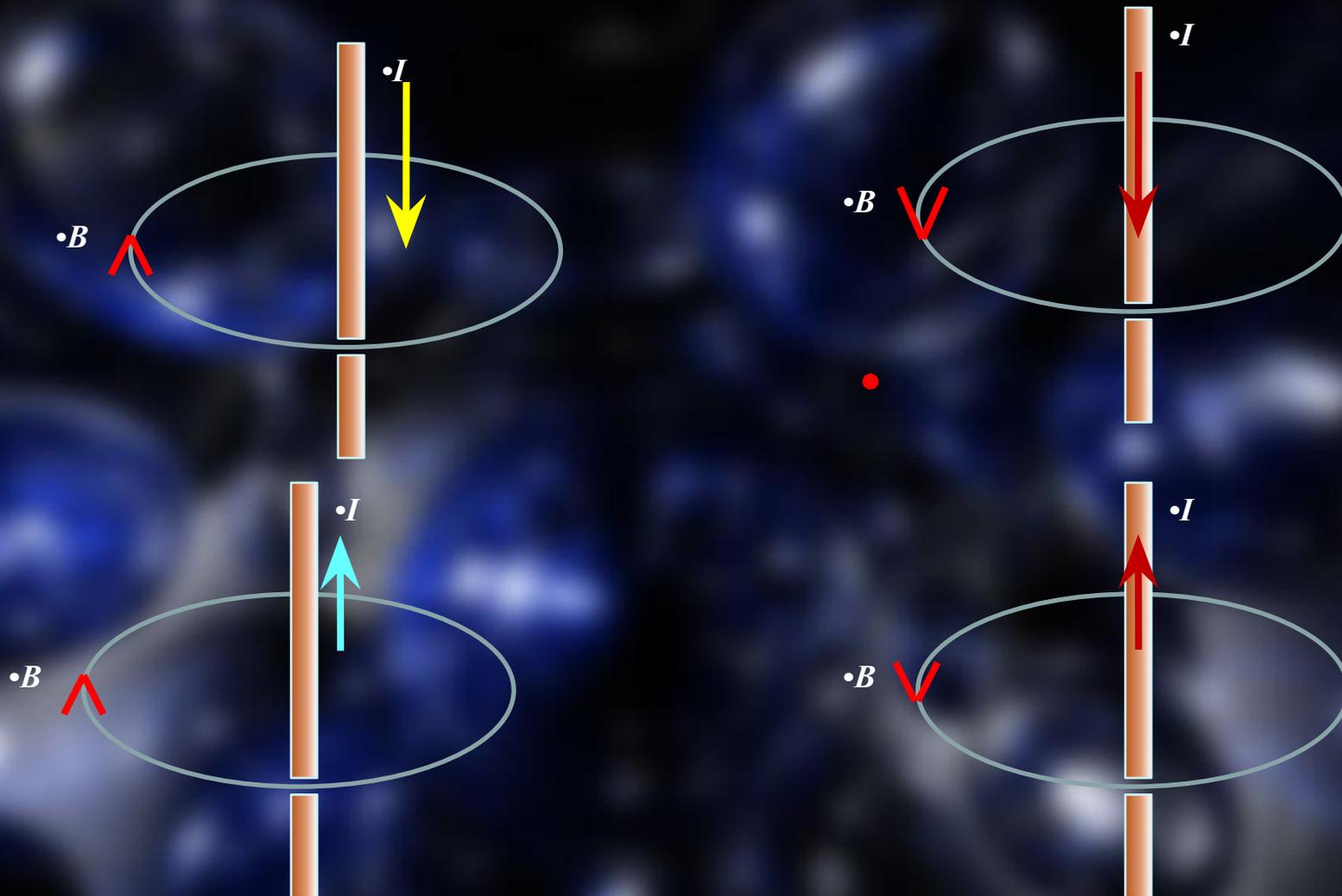
й

Задание 3. На каком из рисунков правильно изображены линии магнитного поля между южными полюсами двух стержневых магнитов ?



Проверь себя...

Найди правильные рисунки



Тренажер – правило правой руки

В каком направлении течет ток в проводнике?

• неверно
• верно

• вверх
• вниз

• верно
• неверно

• вверх
• вниз

• неверно
• верно

• влево
• вправо

Тренажер – правило буравчика

Как направлен вектор магнитной индукции в центре кругового тока?

• неверно
• верно

• вверх
• вниз

• верно
• неверно

• вверх
• вниз

- верно
- неверно

- неверно
- верно

• вправо
• влево

• вправо
• влево

Графический диктант

«^» - верное утверждение

«_» - неверное утверждение

1. неподвижные заряды создают вокруг себя электрическое поле
2. Заряды бывают положительными, отрицательными, нейтральными
3. неподвижные заряды создают вокруг себя магнитное поле
4. подвижные заряды создают вокруг себя магнитное поле
5. Северный и южный полюса магнита отталкиваются

Ответ: ^ _ _ ^ _



В чем состоял эксперимент Эрстеда?

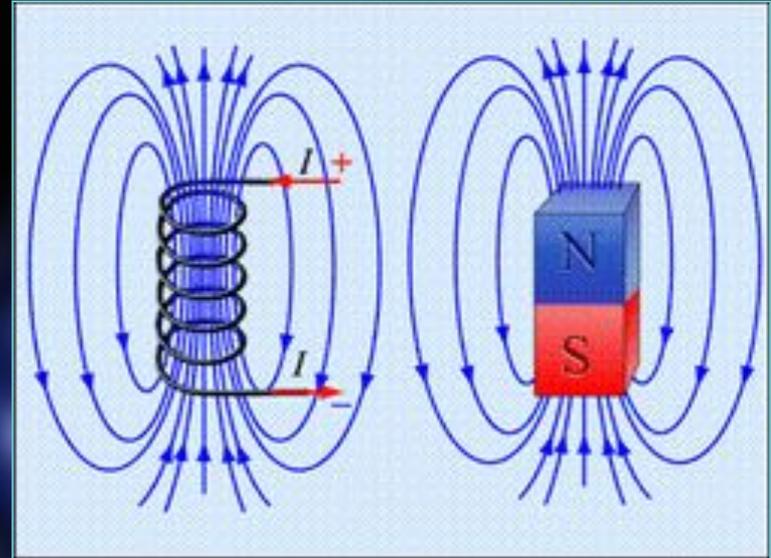


В чем состоял эксперимент Ампера с двумя проводниками и каков его результат?



Как взаимодействуют параллельные проводники с током?

Выводы



Термин «магнитное поле» ввел в 1845 году М. Фарадей.

Подобно тому, как в пространстве, окружающем неподвижные электрические заряды, появляется электрическое поле, так в пространстве, окружающем постоянные магниты или движущиеся заряды (электрический ток), появляется магнитное поле.

- Магнитное поле создается движущимися электрическими зарядами (электрическим током), например, током в проводах, в электролитах, электрическими разрядами в газах, при движении заряженных элементарных частиц.**

1) В направлении, перпендикулярном линиям индукции в магнитное поле влетает электрон со скоростью 10 Мм/с, окружность какого радиуса описал электрон, если индукция поля 10 мТл? Каков период обращения электрона?

$$r = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

$$T = 36 \cdot 10^{-10} \text{ с.}$$

- *Изменится ли сила Лоренца, если в магнитное поле на тех же условиях влетит протон? Будет ли он двигаться по такой же окружности? С таким же периодом?*

- Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 5 мТл со скоростью 10 Мм/с под углом 30° к вектору индукции. Определить шаг спирали, по которой будет двигаться электрон.
- $h = 3,6 \cdot 10^{-9}$ м.
- *Изменится ли шаг спирали, если в магнитное поле влетает протон? А если магнитное поле будет однородным?*