



8 класс

Раздел. Электромагнитные явления

Тема 1. Магнитное поле и его свойства



Какие действия электрического тока вы знаете?



**« Следует
испробовать. Не
производит ли
электричество...
каких-либо
действий на
магнит...»
(1820г)**

**Ганс
Христиан
Эрстед**

Опыт Эрстеда (1820г)

Под неподвижным проводником, параллельно ему, поместим магнитную стрелку. При пропускании электрического тока через проводник магнитная стрелка поворачивается и располагается перпендикулярно к проводнику. При размыкании цепи магнитная стрелка возвращается в первоначальное положение.

Опыт Эрстеда.



Опыт Эрстеда

Этот фундаментальный опыт показывает, что в пространстве, окружающем проводник с током, действуют силы, вызывающие движение магнитной стрелки, подобные тем, которые действуют вблизи магнитов.

Таким образом, опыт Эрстеда доказывает, что в пространстве, окружающем проводник с током, возникает магнитное поле.

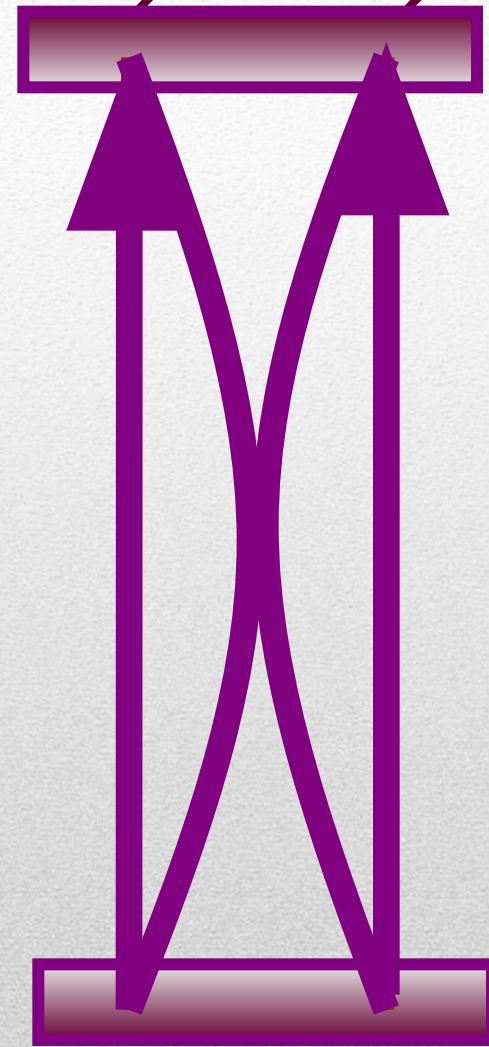
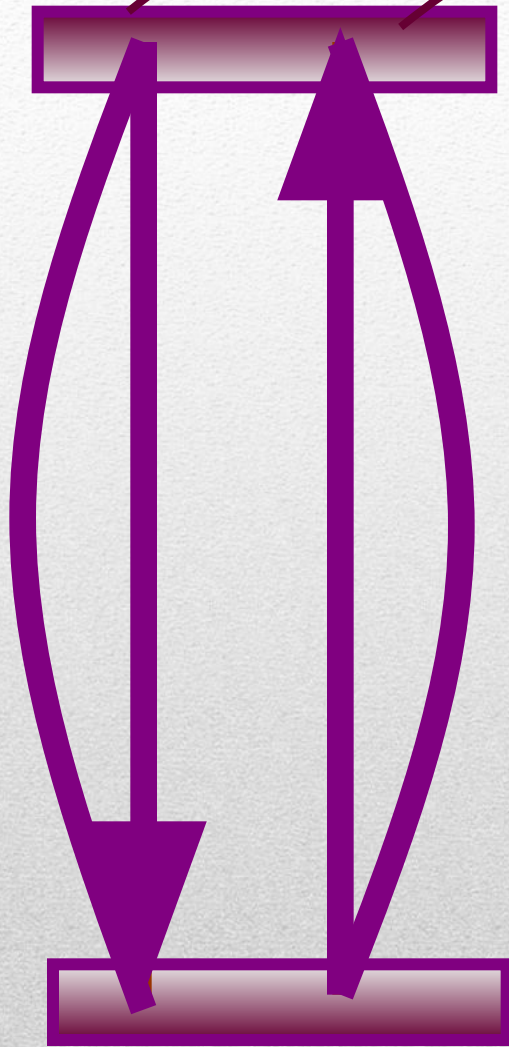
Магнитное поле возникает и в том случае, когда ток проходит через раствор электролита, где носителями тока являются «+» и «-» заряженные ионы.



Анри Ампер
французский физик

**Впервые указал
на тесную
«генетическую»
связь между
электрическими и
магнитными
процессами**

Опыт Ампера



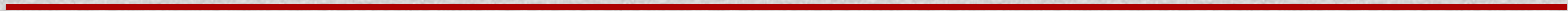
Вокруг проводника с током существует магнитное поле.

Опыт Ампера (1820г).

Ампер установил взаимодействие между двумя проводниками по которым идёт ток: если токи в них имеют одинаковое направление, то проводники будут друг к другу притягиваться; если в них токи противоположны по направлению, то проводники будут друг от друга отталкиваться.

Таким образом. в пространстве, окружающем токи, возникает магнитное поле.

Магнитное поле порождается движущимися электрическими зарядами.




Взаимодействия между проводниками с током, то есть взаимодействия между движущимися электрическими зарядами, называют **магнитными**.

Силы, с которыми проводники с током действуют друг на друга, называют **магнитными силами**.

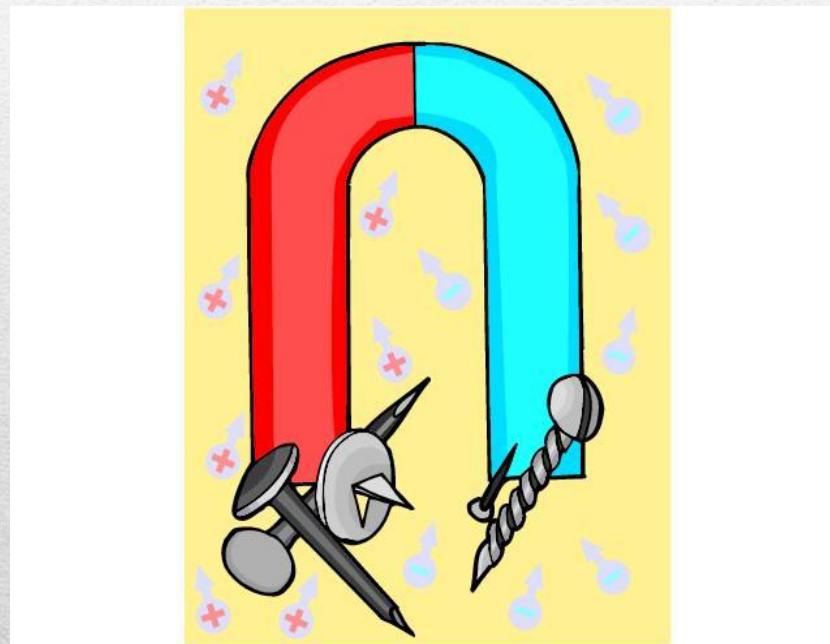
Магнитное поле - это особый вид материи, обладающий следующими свойствами:

- существует вокруг движущихся заряженных частиц (проводников с током) или образуется переменным электрическим полем;
 - действует на движущиеся заряженные частицы (проводники с током);
 - по мере удаления от них ослабевает;
 - имеет определённую конфигурацию в пространстве.
-



Тема 2. Постоянные магниты.
Магнитное поле постоянных
магнитов.

Почему магнитными свойствами обладают тела, не являющиеся проводниками с током?



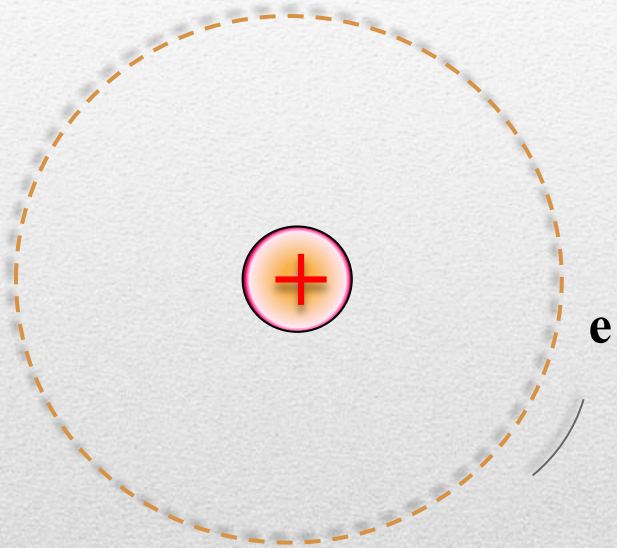
Гипотеза Ампера

Ампер объяснял

намагниченность железа и стали существованием электрических токов, которые циркулируют внутри каждой молекулы этих веществ. Вокруг этих токов существуют магнитные поля, которые и приводят к возникновению магнитных свойств вещества.

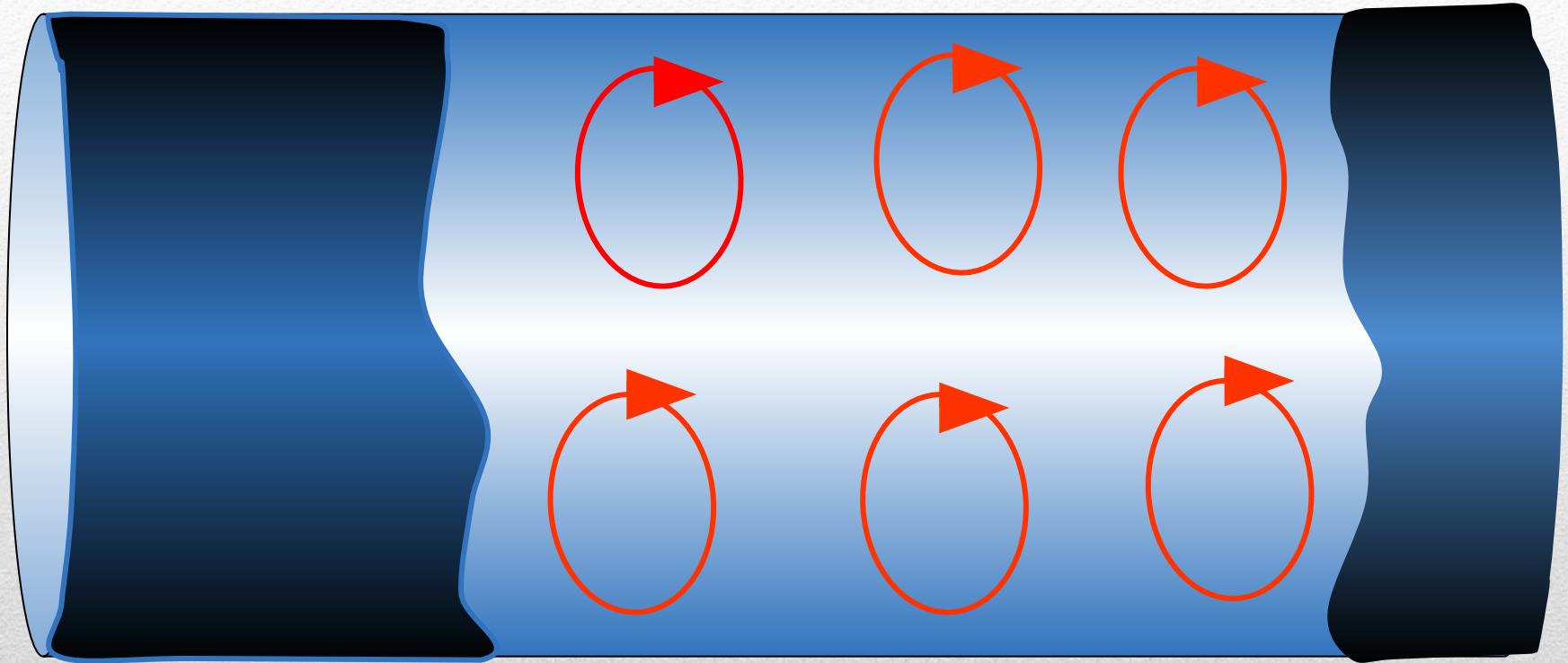


Гипотеза Ампера



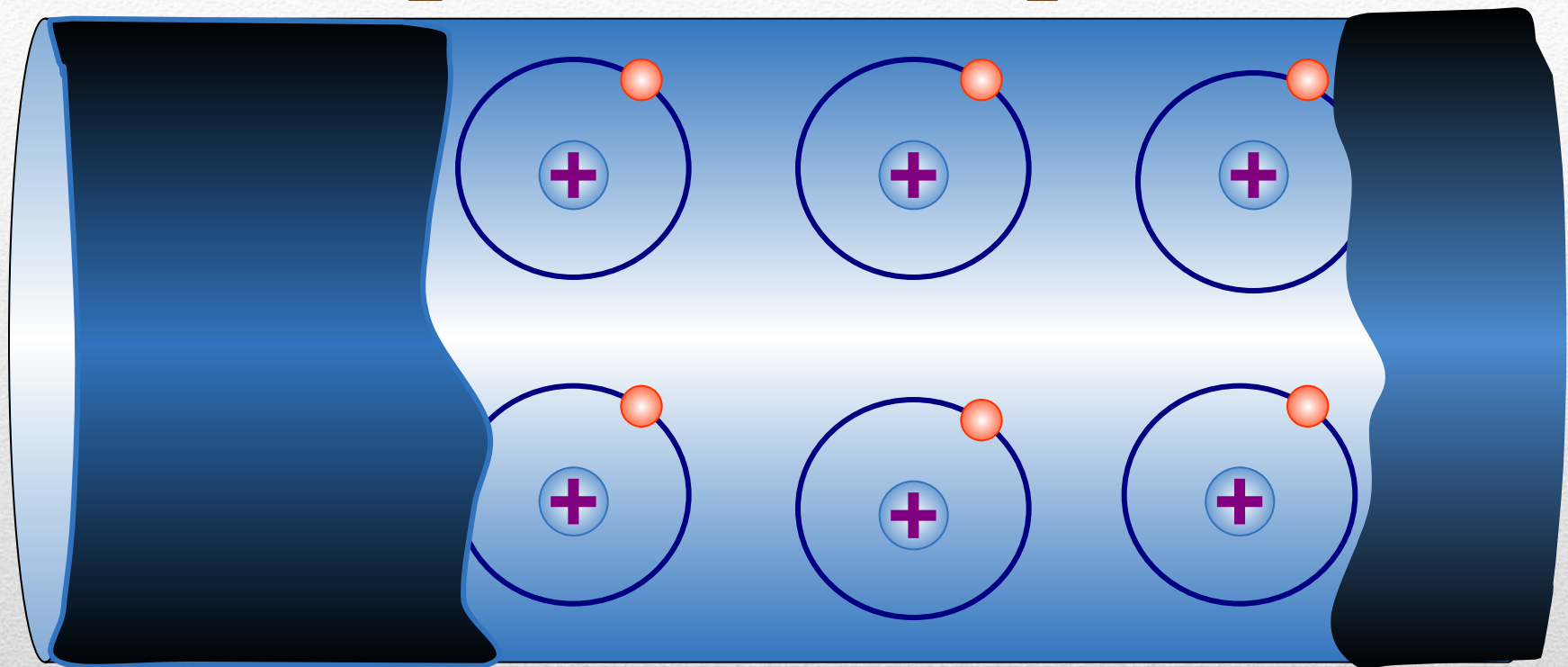
В каждом атоме имеются отрицательно заряженные частицы — электроны. Движение электронов представляет собой круговой ток, порождающий магнитное поле.

Гипотеза Ампера:



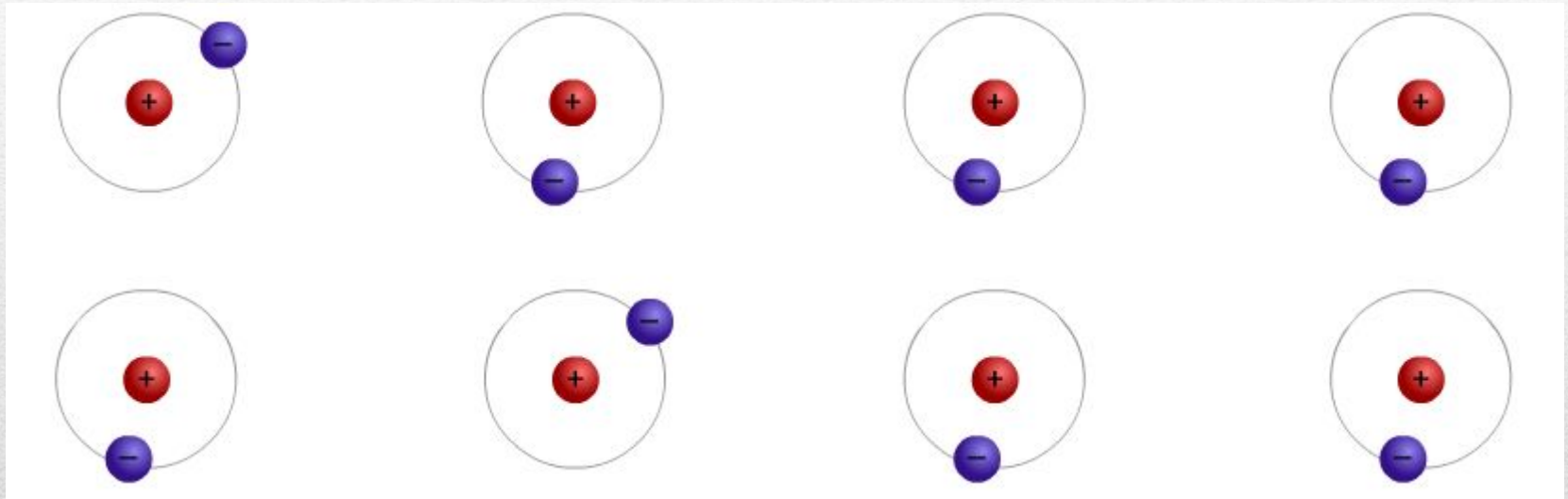
**магнитные свойства тела определяются
замкнутыми электрическими токами
внутри него.**

Современная физика:



Электроны при движении вокруг ядра атома создают магнитное поле, что и вызывает намагниченность тела.

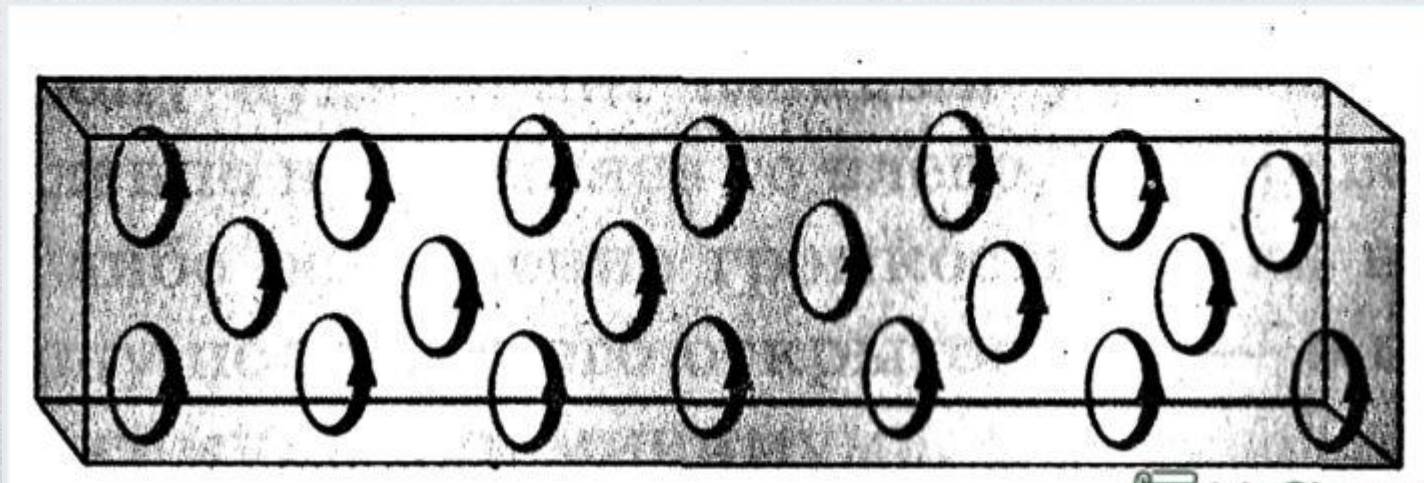
Гипотеза Ампера



Магнитного поля нет

Магнитное поле есть

В магнитах циркулирующие элементарные токи ориентированы одинаково (в определенном порядке), поэтому магнитные поля, образующиеся вокруг каждого такого тока, имеют одинаковые направления. Эти поля усиливают друг друга, создавая магнитное поле внутри и вокруг магнита.



Естественные магниты – железная руда (магнитный железняк).



Богатые залежи природного магнита имеются на Урале, Украине, в Карелии, Курской области и др.

Искусственные магниты -
полученные намагничиванием железа
при внесении его в магнитное поле



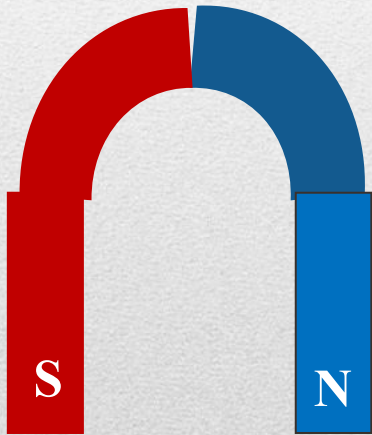
При внесении куска железа во внешнее магнитное поле все элементарные магнитные поля в этом железе ориентируются одинаково во внешнем магнитном поле, образуя собственное магнитное поле. Так кусок железа становится магнитом.



Постоянные магниты

Постоянные магниты – тела, сохраняющие длительное время намагниченность

Полюс магнита - место магнита, где обнаруживается наиболее сильное действие магнитного поля



Дугообразный магнит

N – северный полюс магнита

S – южный полюс магнита



Полосовой магнит

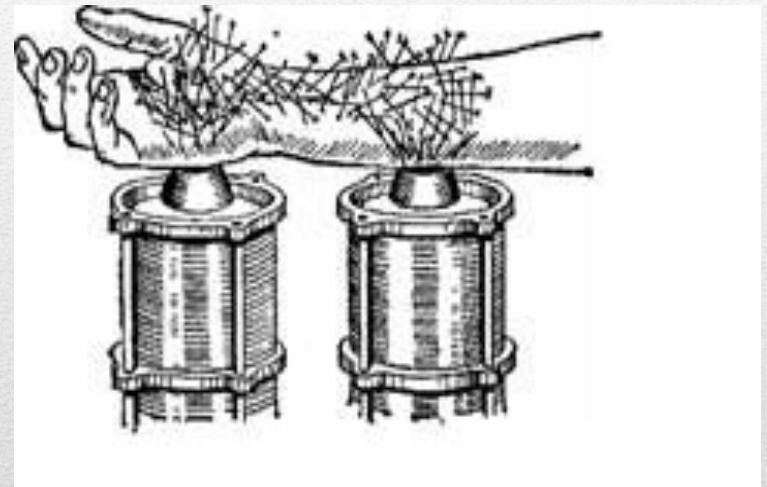
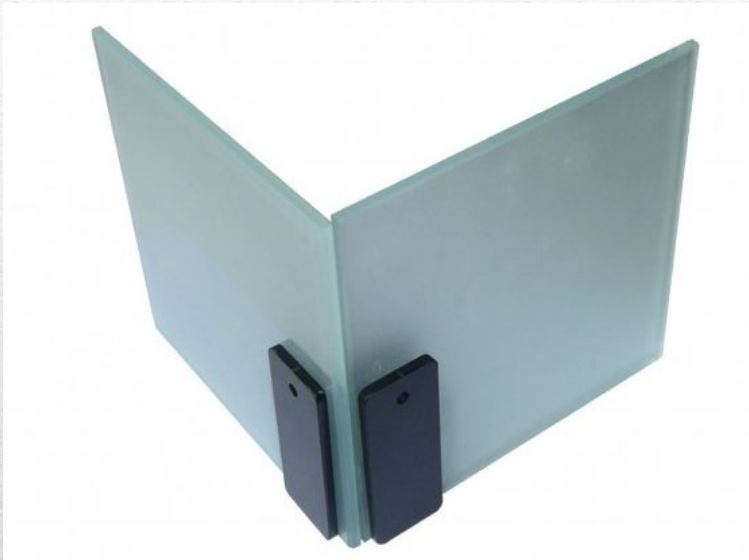
Свойства магнитов:

1. Наиболее сильное магнитное действие обнаруживают полюса магнитов;
2. Хорошо притягиваются магнитом чугун, сталь, железо и некоторые сплавы;
3. Железо, сталь, никель в присутствии магнитного железняка приобретают магнитные свойства;
4. **Разноименные магнитные полюса притягиваются, одноименные отталкиваются.**

Взаимодействие магнитов объясняется тем, что любой магнит имеет магнитное поле, и эти магнитные поля взаимодействуют между собой.

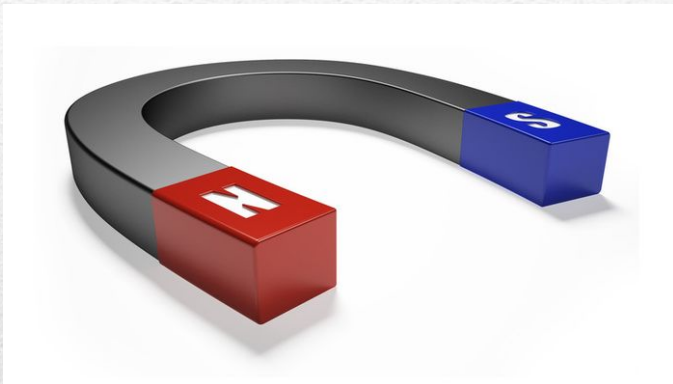


Свойства постоянных магнитов



Магниты оказывают свое действие через стекло, а также воду и тело человека.

Свойства постоянных магнитов



При сильном нагревании магнитные свойства исчезают как у природных, так и у искусственных магнитов.

Магнитные носители информации: жесткие диски, дискеты



Применение магнитов

Кредитные,
банковские карты



Применение магнитов

Телевизоры и компьютерные мониторы

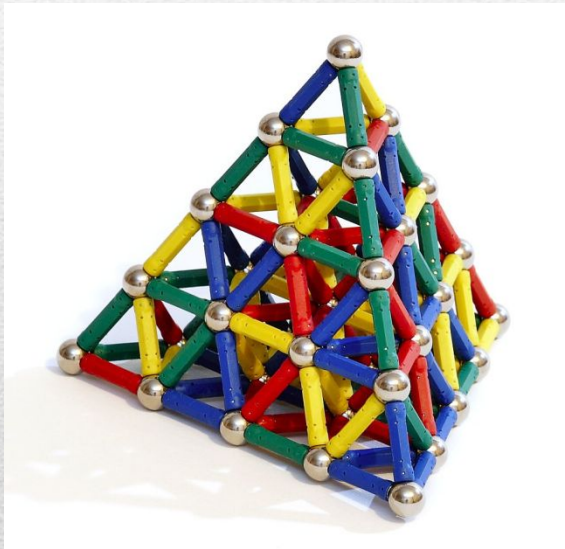


Применение магнитов

Компас



Игрушки



Ювелирные
украшения



Применение магнитов

Магнитно-резонансный томограф



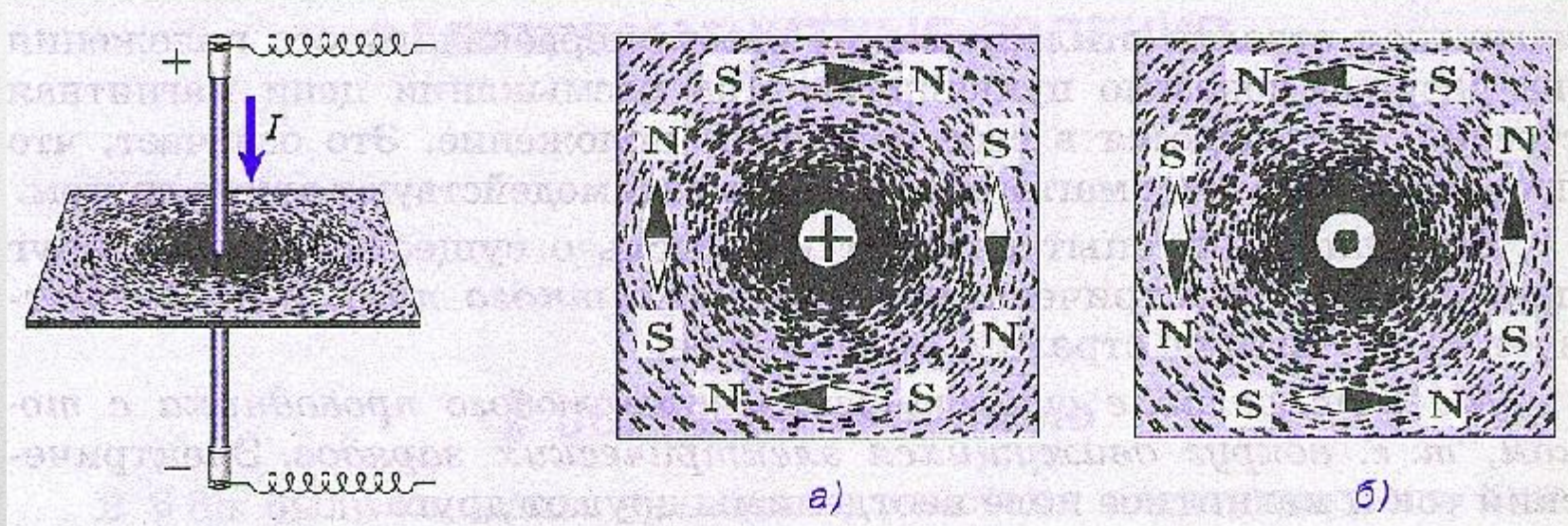
Применение магнитов

Тема 3. Графическое изображение магнитного поля

Представление о виде магнитного поля можно получить с помощью железных опилок. Стоит лишь положить на магнит лист бумаги и посыпать его сверху железными опилками.



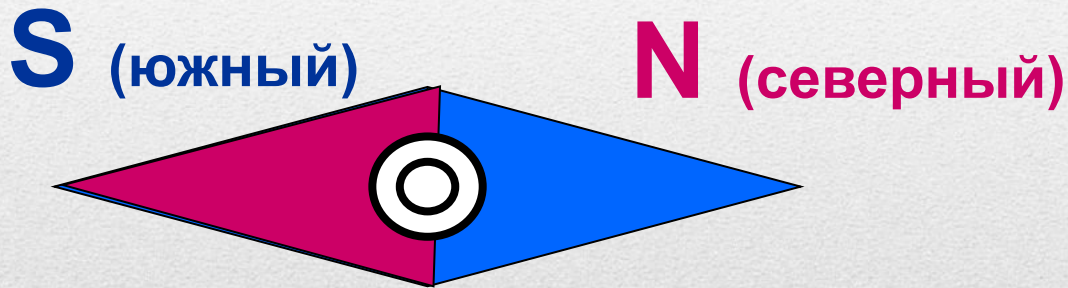
Так расположились бы магнитные стрелки, помещённые в магнитное поле.



Магнитные поля изображаются с помощью **магнитных линий**.

Графическое изображение магнитного поля

Магнитные линии – воображаемые линии, вдоль которых расположились бы магнитные стрелки, помещённые в магнитное поле.



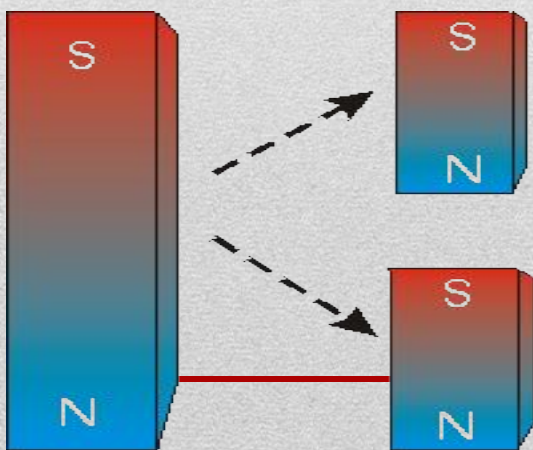
Магнитные линии можно провести через любую точку пространства, в котором существует магнитное поле. Она проводится так, чтобы в любой точке этой линии касательная к ней совпадала с осью магнитной стрелки, помещенной в эту точку.

Свойства магнитных линий

1. Магнитные линии – замкнутые кривые.

Это говорит о том, что в природе не существует частиц – источников магнитного поля. Магнитные полюса разделить нельзя.

Если Вы возьмете кусок магнита и разломите его на два кусочка, каждый кусочек опять будет иметь "северный" и "южный" полюс. Если Вы вновь разломите получившийся кусочек на две части, каждая часть опять будет иметь "северный" и "южный" полюс. Неважно, как малы будут образовавшиеся кусочки магнитов – каждый кусочек всегда будет иметь "северный" и "южный" полюс. Невозможно добиться, чтобы образовался магнитный монополюс ("моно" означает один, монополюс – один полюс). По крайней мере, такова современная точка зрения на данное явление.

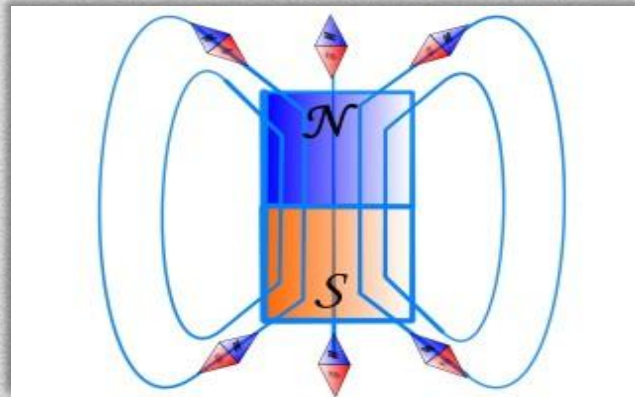


Свойства магнитных линий

2. Магнитные линии – **непрерывны, не пересекаются.**

3. Направление магнитных линий указывает **северный полюс** магнита

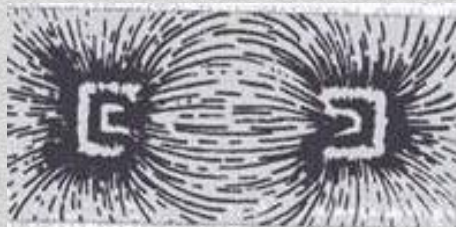
(Вне магнита магнитные линии выходят из северного полюса магнита и входят в южный, замыкаясь внутри магнита)



Свойства магнитных линий

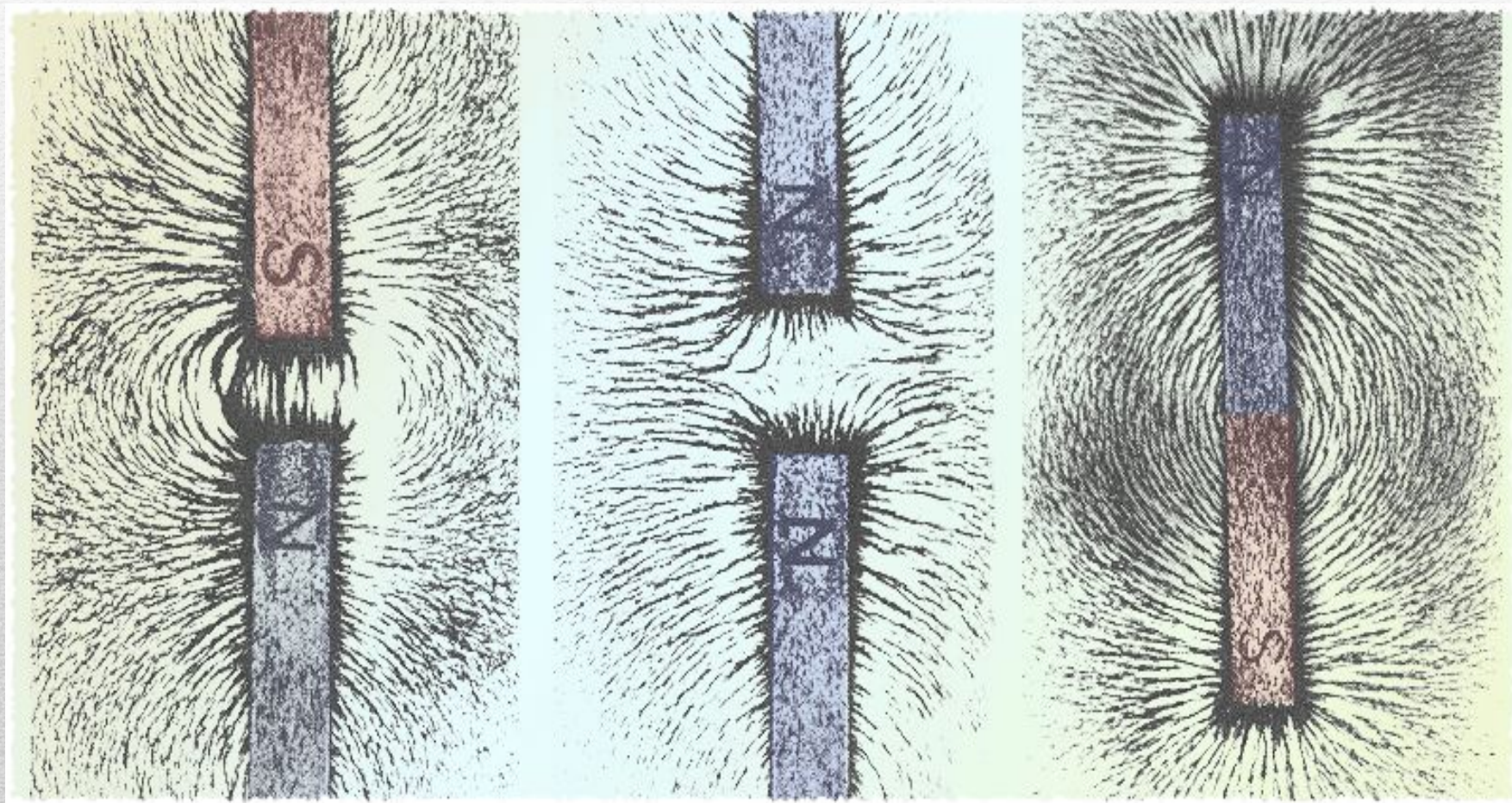
4. По картине магнитных линий можно судить не только о направлении, но и о величине магнитного поля.

В тех областях пространства, где магнитное поле более сильное, магнитные линии изображают ближе друг у другу, гуще, чем в тех местах, где поле слабее.

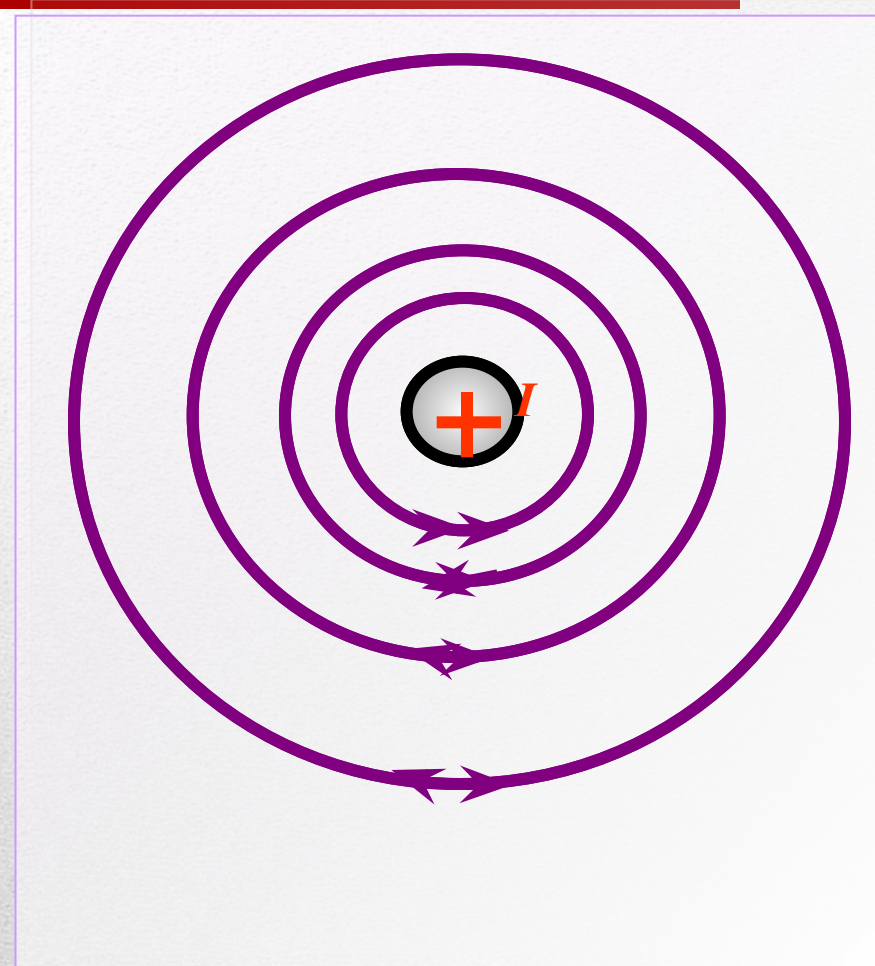
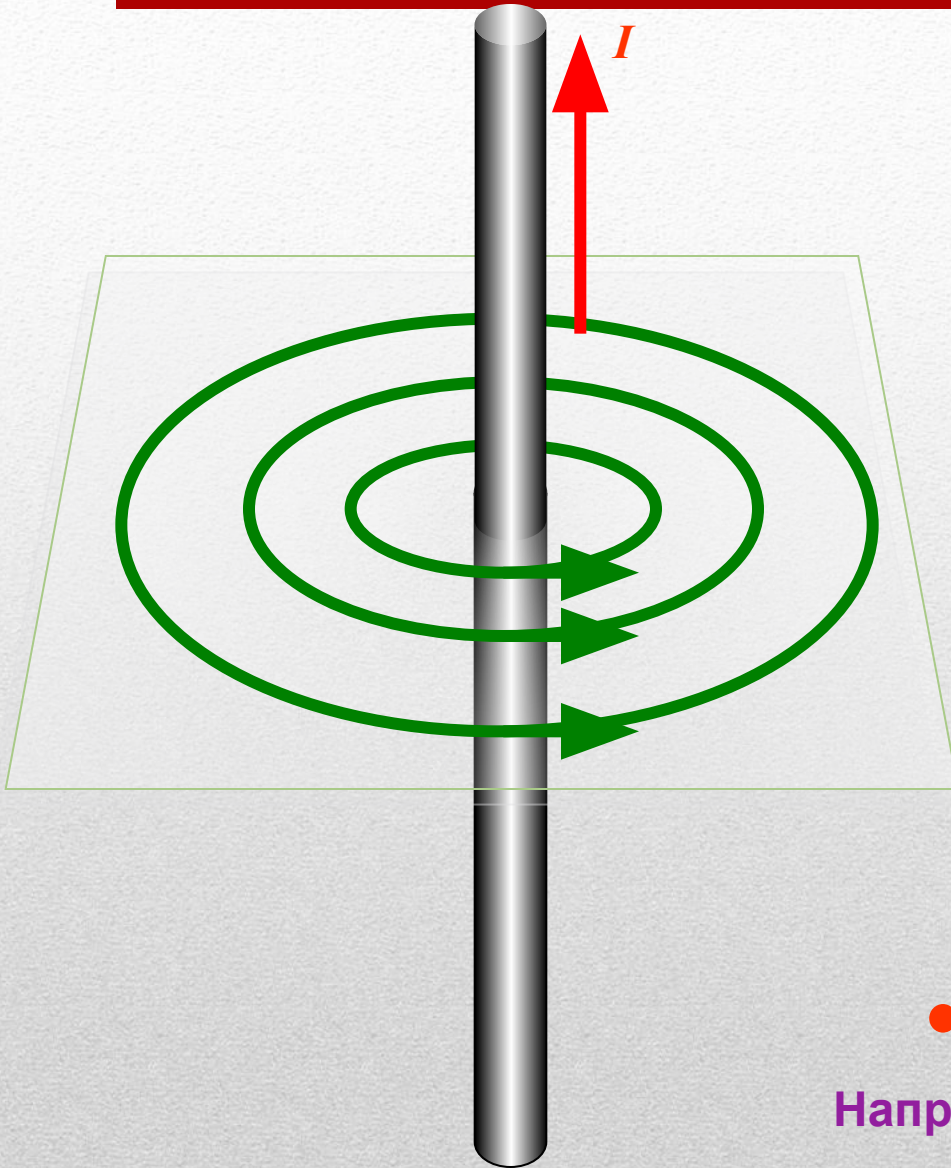


Тема 4. Конфигурация магнитных линий

Магнитные линии постоянных магнитов



Проводник с током

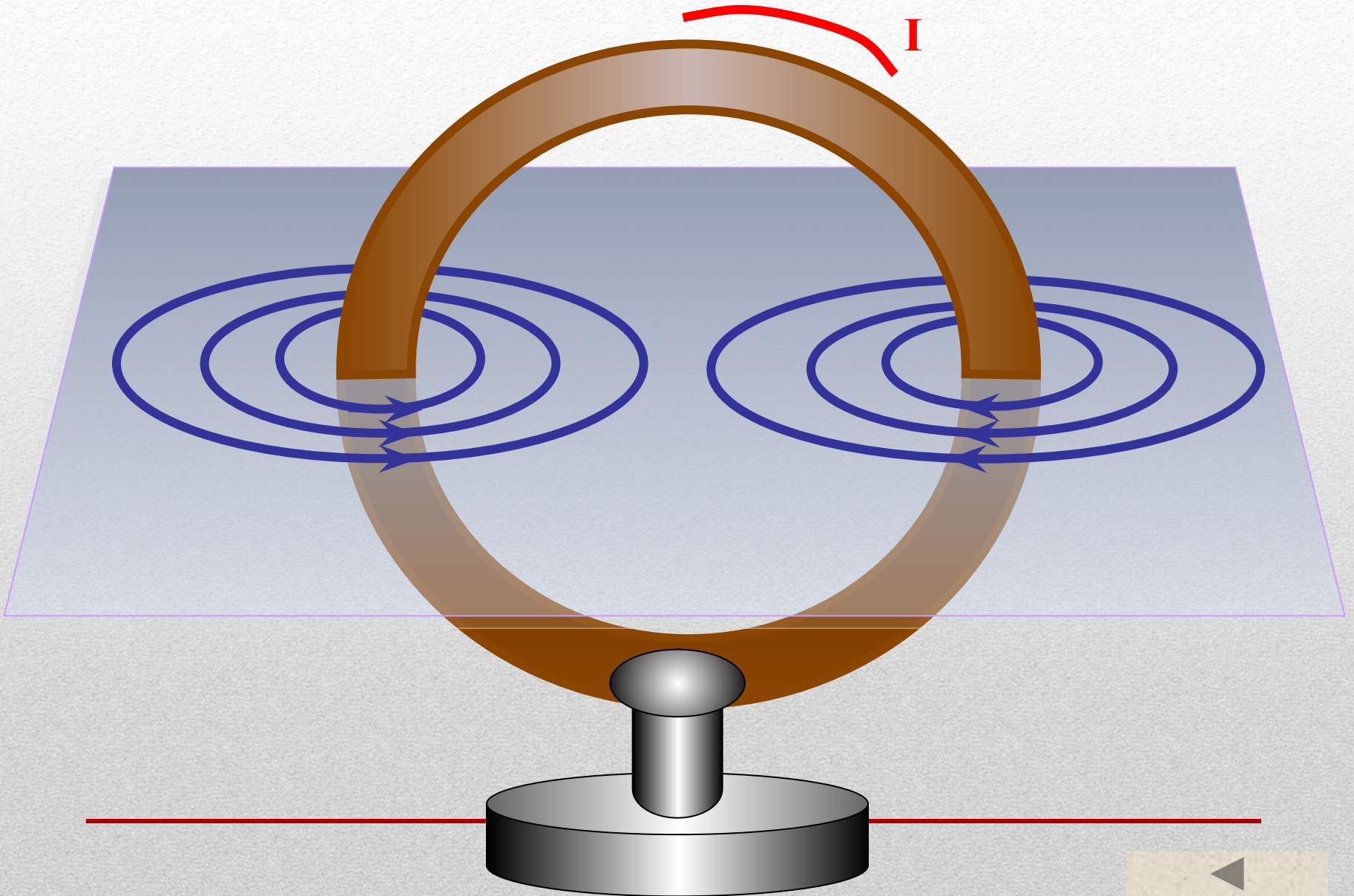



● - ТОК К НАМ + - ТОК ОТ НАС

Направление магнитных линий зависит от направления тока

Магнитные линии магнитного поля прямого тока представляют собой концентрические окружности, лежащие в плоскости, перпендикулярной к проводнику

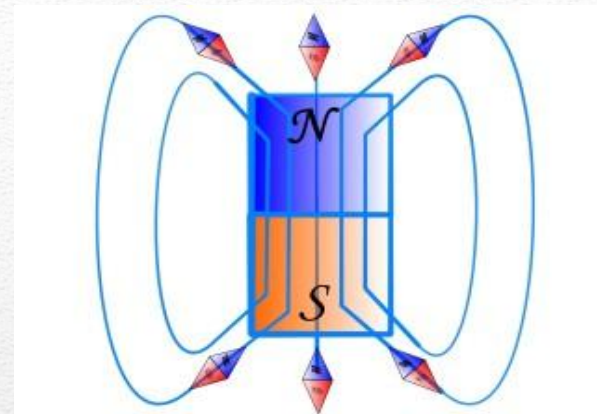
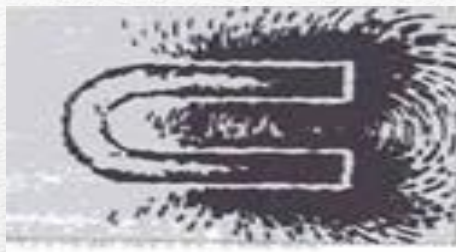
Катушка с током





Тема 5. Однородные и
неоднородные магнитные поля.

Рассмотрим картину линий магнитного поля постоянного полосового магнита, изображенную на рисунке.

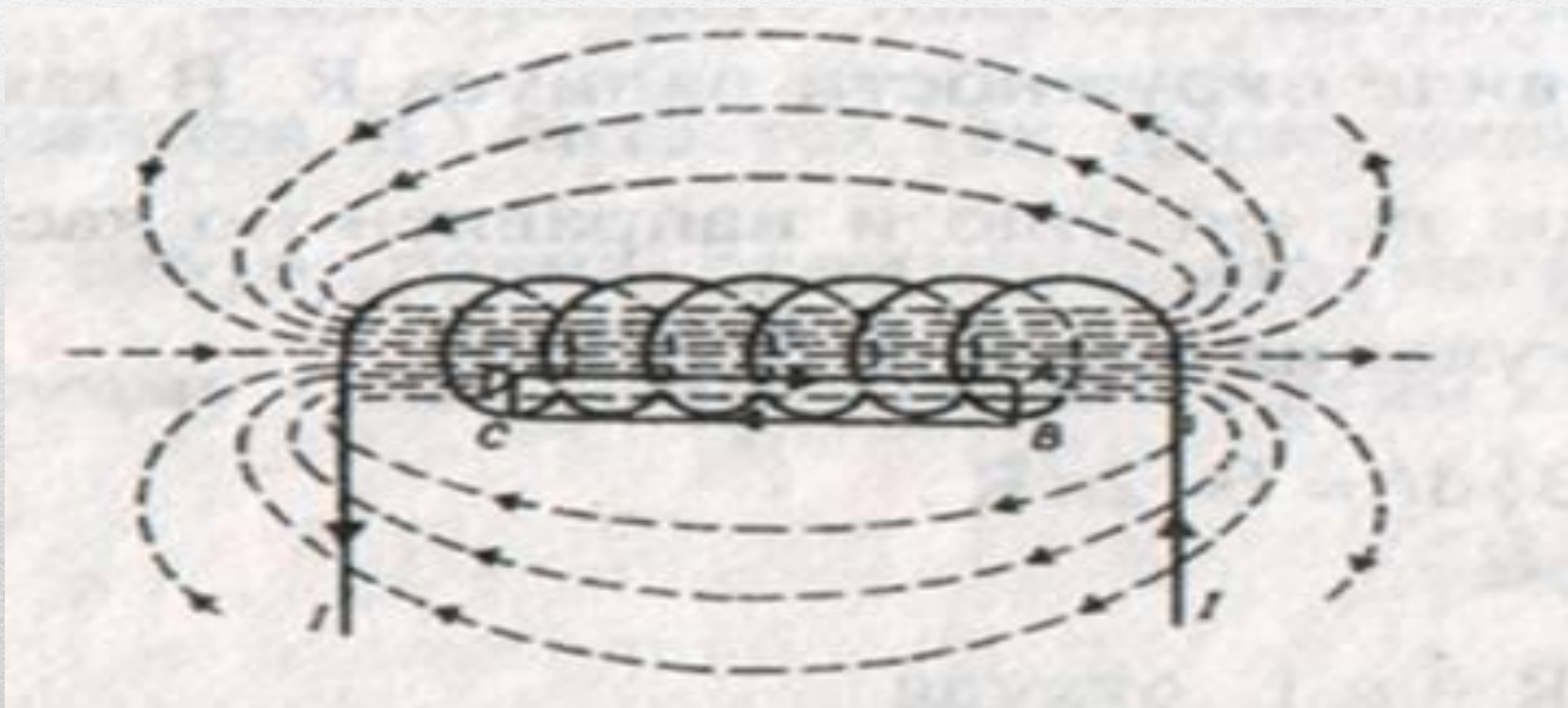


Мы знаем, что магнитные линии **выходят из северного полюса магнита и входят в южный**. Внутри магнита они направлены от южного полюса к северному. **Магнитные линии не имеют ни начала, ни конца**: они либо замкнуты, либо, как средняя линия на рисунке, идут из бесконечности в бесконечность.

Вне магнита магнитные линии расположены наиболее густо у его полюсов. Значит, возле полюсов поле самое сильное, а по мере удаления от полюсов оно ослабевает. Чем ближе к полюсу магнита расположена магнитная стрелка, тем с большей по модулю силой действует на нее поле магнита. **Поскольку магнитные линии искривлены, то направление силы, с которой поле действует на стрелку, тоже меняется от точки к точке.**

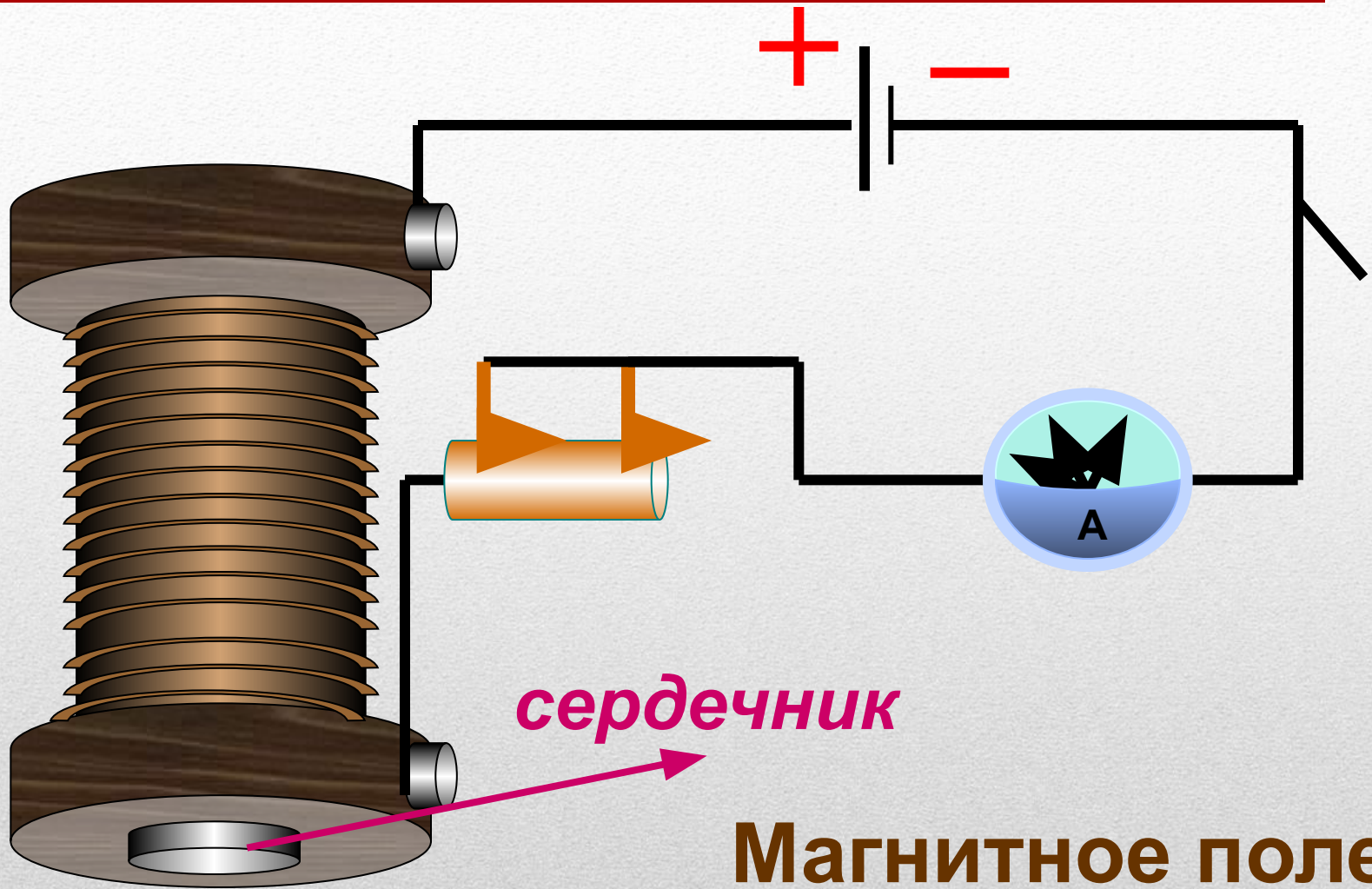
	Неоднородное магнитное поле	Однородное магнитное поле
Сила, действующая в различных точках поля	Может быть различной или по модулю, и (или) по направлению	Одинакова и по модулю и по направлению
Линии магнитного поля	Искривлены, их густота меняется от точки к точке	Параллельны друг другу и расположены с одинаковой густотой
Примеры	<i>Вокруг прямого проводника с током, вокруг полосового магнита, вокруг катушки с током</i>	Внутри полосового магнита и внутри соленоида , если его длина много больше, чем диаметр

Рассмотрим магнитное поле, возникающее внутри проволочной цилиндрической катушки с током. Поле внутри соленоида можно считать однородным, если длина соленоида значительно больше его диаметра (вне соленоида поле неоднородно, его магнитные линии расположены примерно так же, как у полосового магнита)..



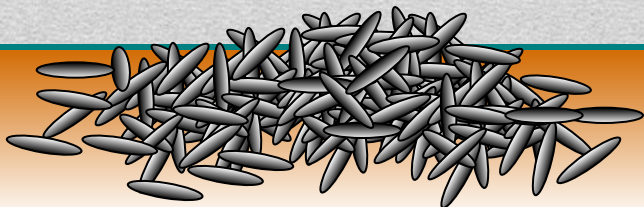
Тема 6. Электромагниты и их применение.

Наибольший практический
интерес представляет собой
магнитное поле катушки с током,
которое можно изменять



сердечник

**Магнитное поле
катушки с током**



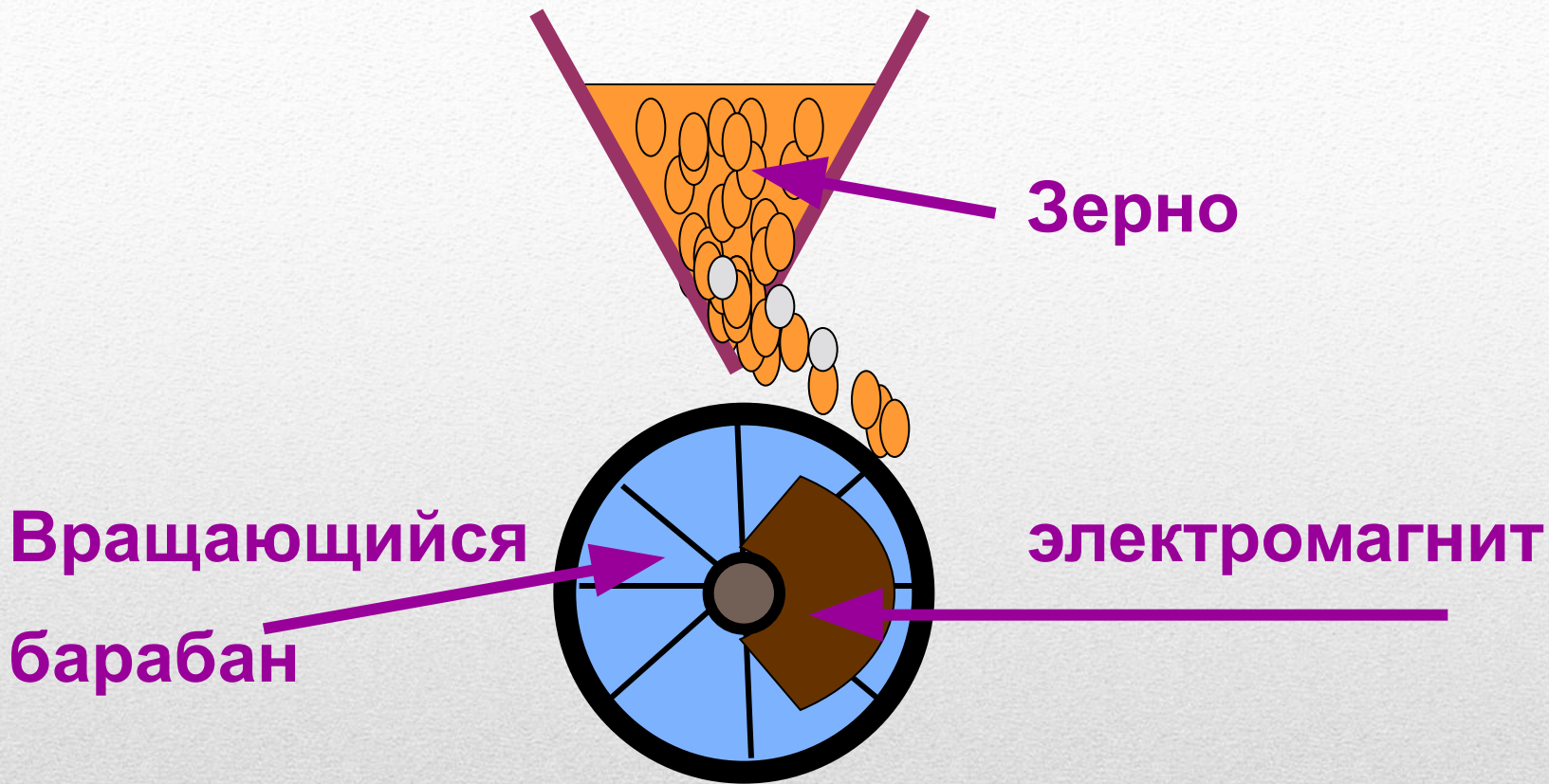
Магнитное поле катушки с током можно изменять в широких пределах:

- 1. Ввести внутрь катушки железный сердечник;**
- 2. Увеличить число витков в катушке;**
- 3. Увеличить силу тока в катушке.**

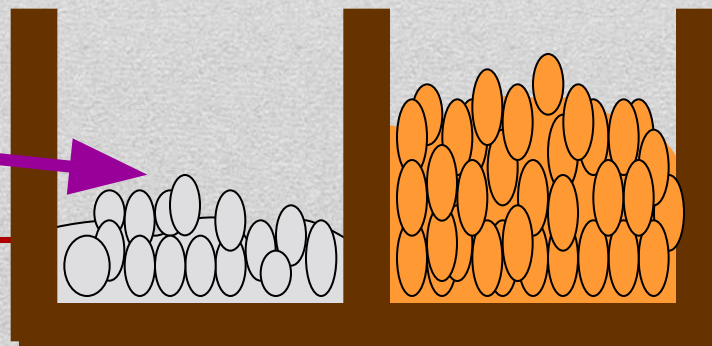
**Железная катушка с сердечником
внутри называется
*э л е к т р о м а г н и т о м.***

Магнитный сепаратор

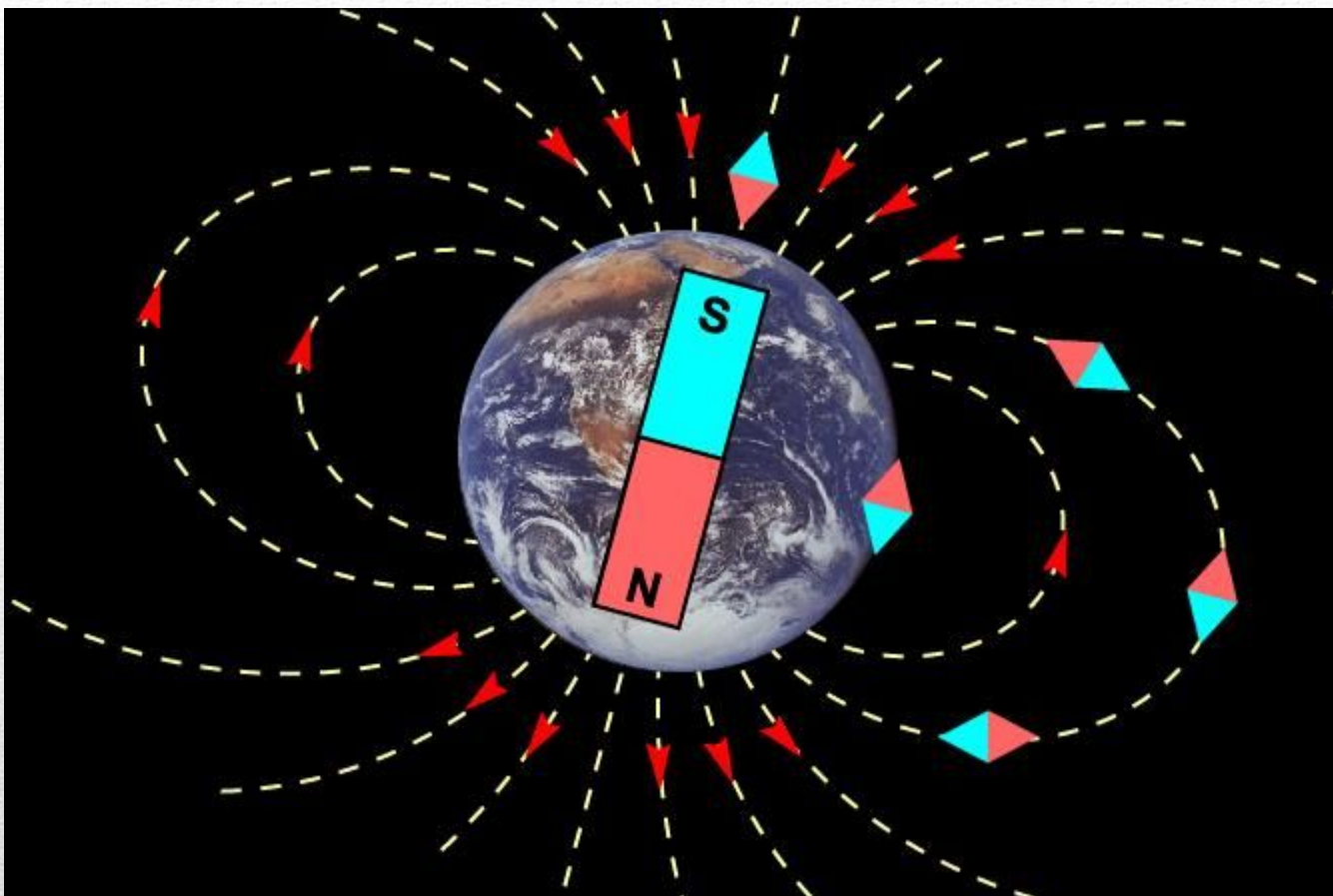
В зерно подмешивают очень мелкие железные опилки. Эти опилки не прилипают к гладким зёрнам полезных злаков, но прилипают к зёрнам сорняков. Зерна из бункера высыпаются на вращающийся барабан, внутри которого находится сильный магнит. Притягивая железные частицы он очищает зерно от сорняков.



**Железные
частицы и
зёрна
сорняков**



Тема 7. Магнитное поле Земли



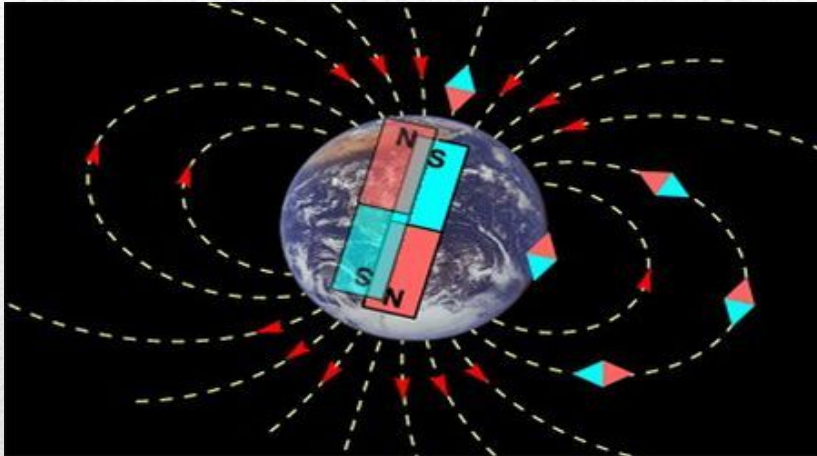
**Земной шар –
огромный космический магнит**

Компас - прибор для определения горизонтальных направлений на местности.



Это интересно

Магнитные полюсы Земли много раз менялись местами (инверсии). За последний миллион лет это случилось 7 раз.

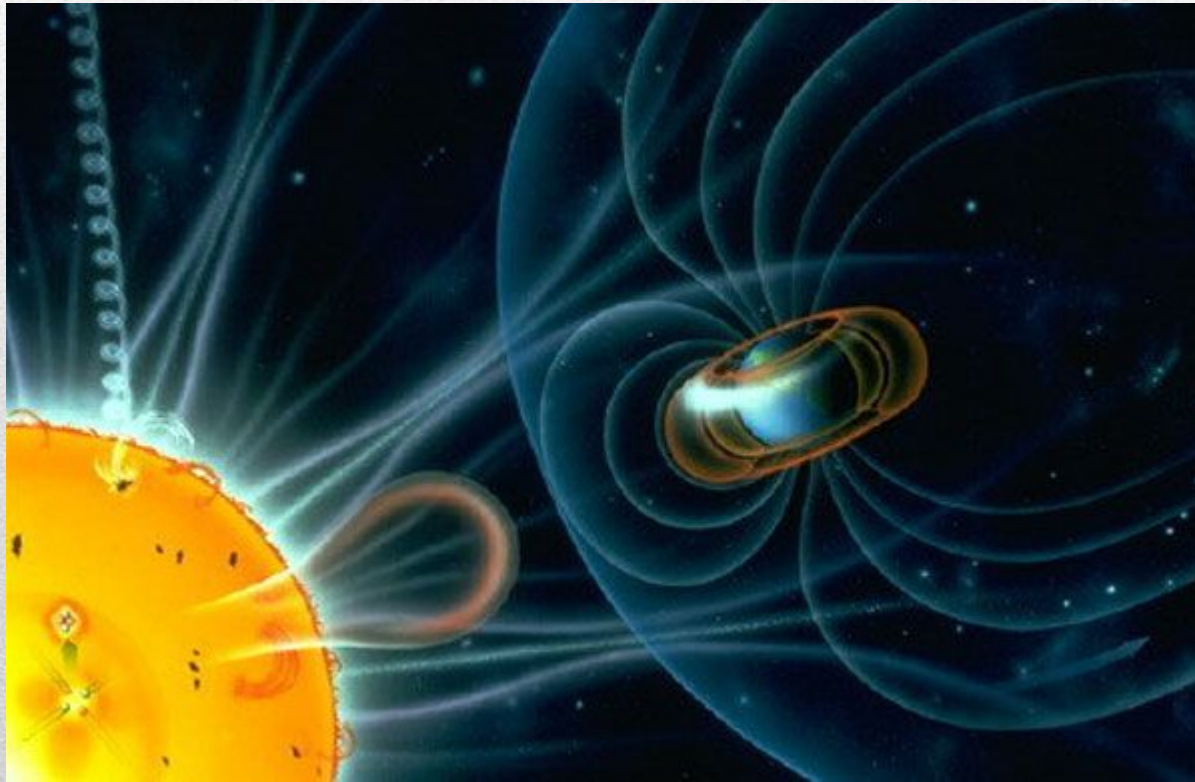


570 лет назад магнитные полюса Земли были расположены в районе экватора

Магнитные полюсы Земли не совпадают с географическими полюсами.

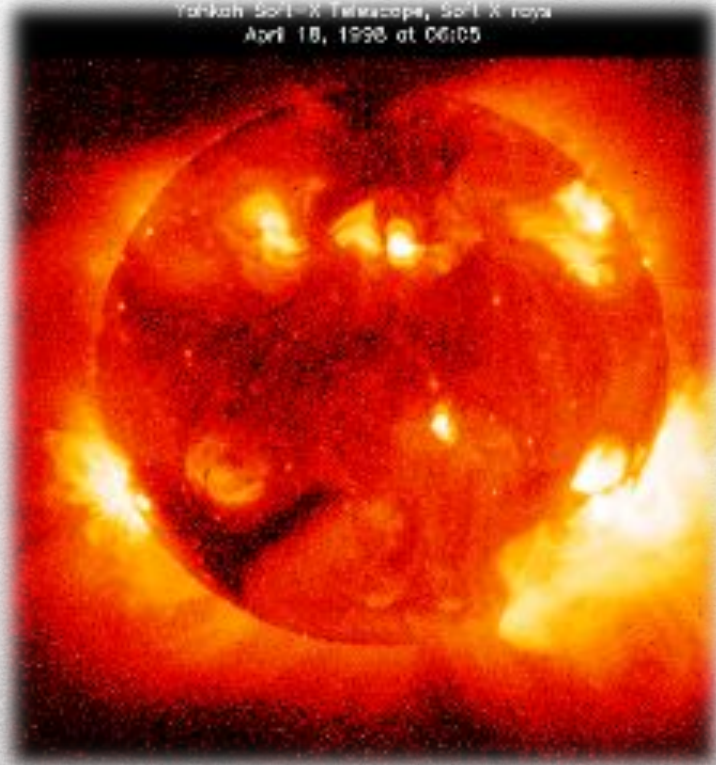


Магнитные бури – кратковременные изменения магнитного поля Земли, связанные с солнечной активностью



Это интересно

Yankee Solar X Telescope, Solar X rays
April 18, 1998 at 06:05



Если на Солнце происходит мощная вспышка, то усиливается солнечный ветер.

Это вызывает возмущение земного магнитного поля и приводит к **магнитной буре**.

Пролетающие мимо Земли частицы солнечного ветра (заряженные частицы, электроны и протоны) создают дополнительные магнитные поля.

Магнитные бури причиняют серьёзный вред: они оказывают сильное влияние на радиосвязь, на линии электросвязи, многие измерительные приборы показывают неверные результаты.

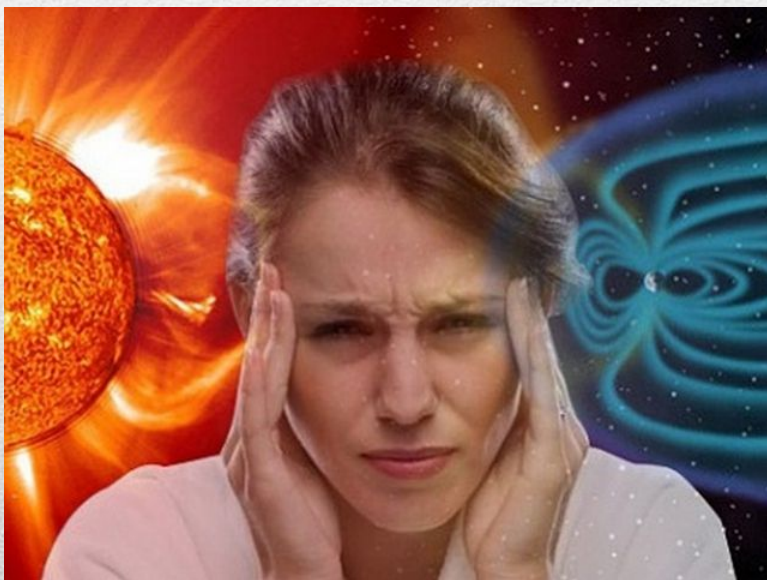
Магнитные аномалии



Курская магнитная аномалия

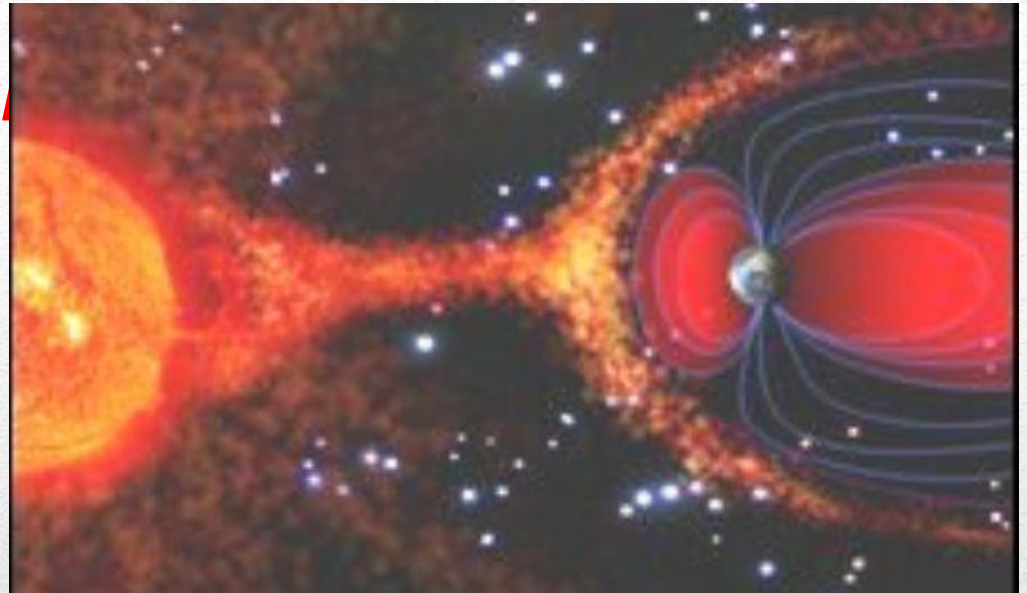
Это интересно

Изучением влияния различных факторов погодных условий на организм здорового и больного человека занимается специальная дисциплина – биометрология - дисциплина, изучающая влияние различных факторов погодных условий на организм человека



Магнитные бури вносят разлад в работу сердечно -сосудистой, дыхательной и нервной системы, а также изменяют вязкость крови; у больных атеросклерозом и тромбофлебитом она становится гуще и быстрее свёртывается, а у здоровых людей, напротив, повышается.

Это интересно



Земное магнитное поле надежно защищает поверхность Земли от космического излучения, действие которого на живые организмы разрушительно. В состав космического излучения, кроме электронов, протонов, входят и другие частицы, движущиеся в пространстве с огромными скоростями.

Это интересно



Результатом взаимодействия солнечного ветра с магнитным полем Земли является полярное сияние. Вторгаясь в земную атмосферу, частицы солнечного ветра (в основном электроны и протоны) направляются магнитным полем и определённым образом фокусируются.

Сталкиваясь с атомами и молекулами атмосферного воздуха, они ионизируют и возбуждают их, в результате чего возникает свечение, которое называют **полярным сиянием**.

*Это
интересно*

Перелетные
птицы
обладают
способностью
видеть
магнитное
поле Земли



Тема 8. Направление тока и направление линий его магнитного поля

Правило правой руки

Если мысленно охватить проводник прямолинейного тока ладонью правой руки, направив отставленный большой палец по направлению тока, то остальные пальцы этой руки покажут направление линий магнитного поля этого тока.

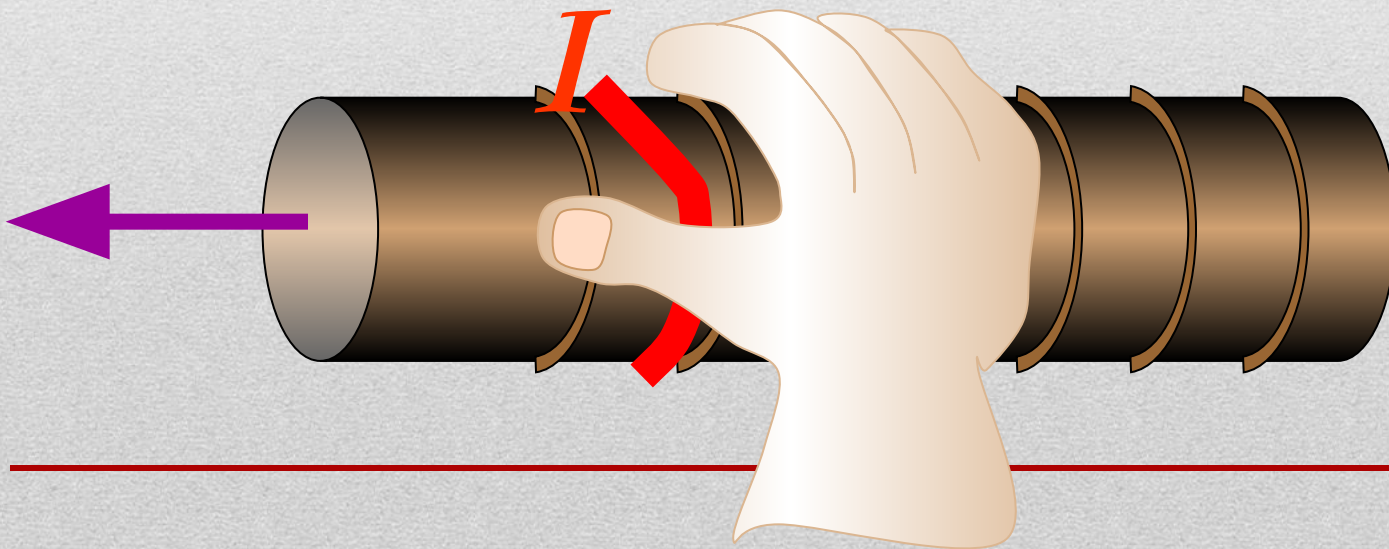


● - ТОК К НАМ + - ТОК ОТ НАС

Направление магнитных линий зависит от направления тока

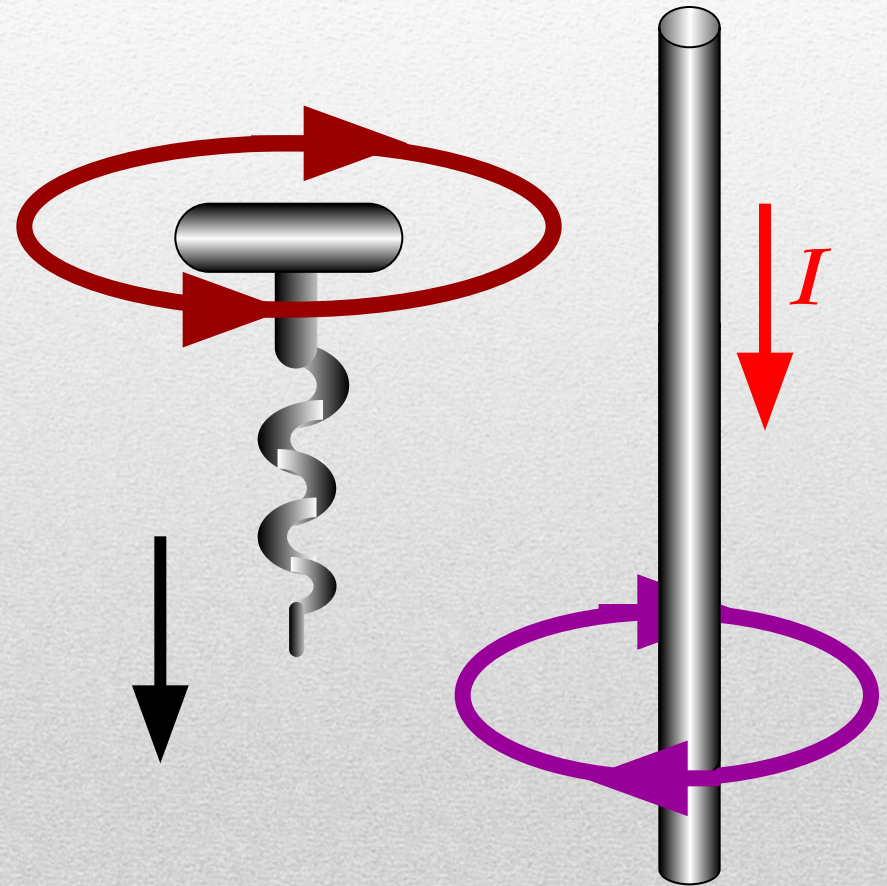
Правило правой руки

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



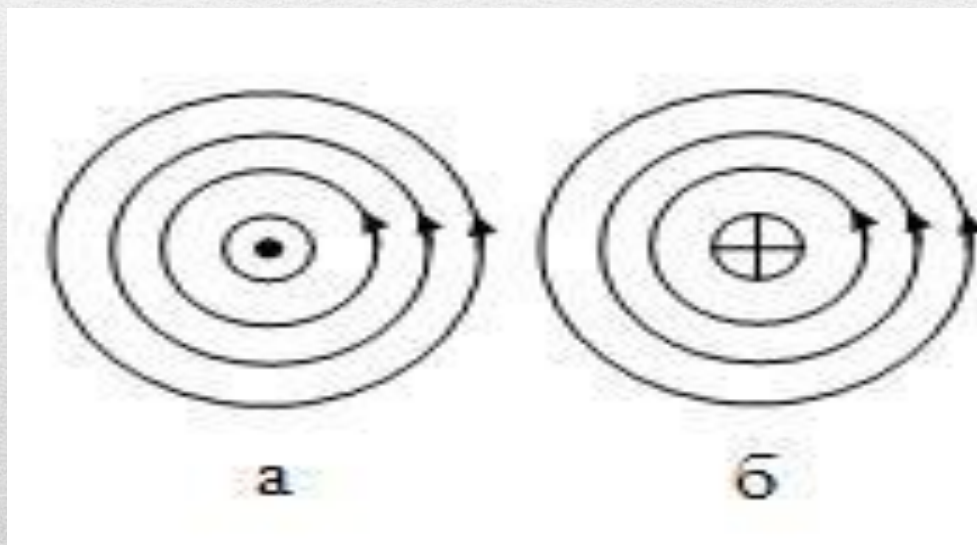
Правило буравчика

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

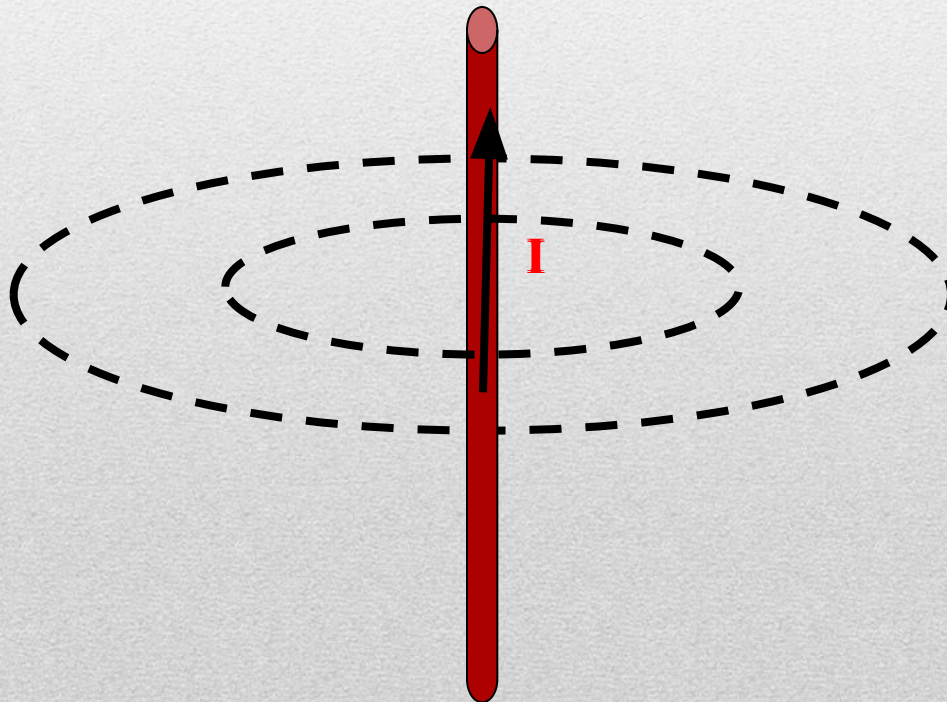


К Вам вопрос ?

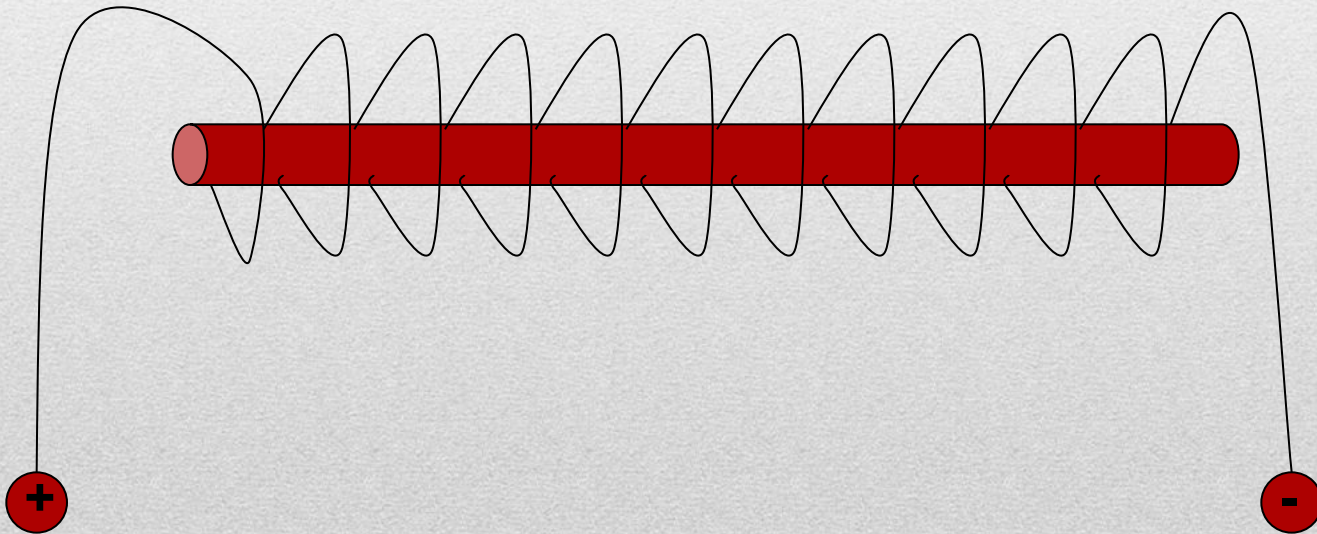
1. На каком рисунке направление электрического тока в проводнике показано правильно?



Определите по направлению тока в проводнике направление магнитных линий



Определите магнитные полюсы катушки с током.



Тема 9. Индукция магнитного поля

Замечали ли вы?

- 1. Что магниты бывают разной силы и действуют на разном расстоянии?
- 2. Что магниты действуют с силой не на все тела?
- 3. От чего зависит сила действия магнита?

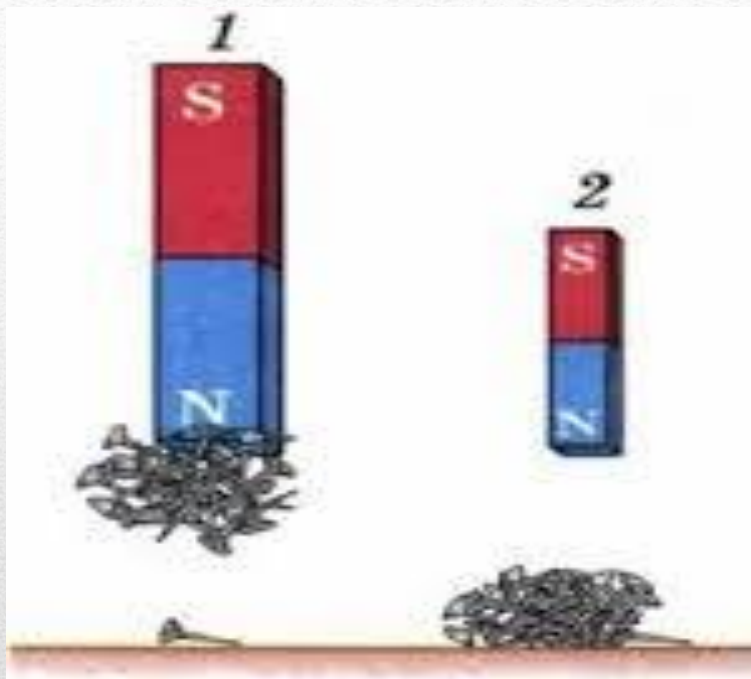


К Вам вопрос?

- Как вы думаете, от чего зависит, на сколько сильным будет взаимодействие постоянного магнита и проводника с током?
- Ваши предложения?



Проблемный опыт:



При одном и том же расстоянии до гвоздей, сила притяжения к первому магниту оказалась достаточной для преодоления силы тяжести гвоздей, а сила притяжения ко второму – нет.

Вывод 1. *Необходима физическая величина, которая характеризовала бы магнитное поле.*

Такая величина называется:

Индукция магнитного поля

План характеристики индукции магнитного поля:

1. Определение физической величины
 2. Условное обозначение
 3. Формула расчёта
 4. Единицы измерения
 5. Направление.
-

Магнитная индукция – силовая характеристика магнитного поля.

\vec{B} – магнитная индукция.

$$B = \frac{F}{I \cdot l}$$

B – модуль магнитной индукции, Тл
 F – сила, с которой магнитное поле действует на проводник с током, расположенный перпендикулярно линиям магнитной индукции, Н
 I – сила тока, текущего в проводнике, А
 l – длина проводника, м

Единица измерения.

За единицу магнитной индукции принимается магнитная индукция однородного поля, в котором на участок проводника длиной 1 м при силе тока в нем 1 А действует со стороны поля максимальная сила 1 Н

Единица магнитной индукции называется

Тесла (Тл)

$$1 \text{ Тл} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}$$

Модуль вектора магнитной индукции Земли равен
($B_{\text{Земли}} = 0,00005 \text{ Тл}$)



«1 Тесла» – названа единица магнитной индукции в честь гениального изобретателя и учёного, опередивший своё время. За свою жизнь он сделал 1000 различных изобретений и открытий. Его называли «колдуном и мистификатором». Тесла ушёл от официальной науки так далеко, что сегодня большинство его работ остаются непонятными и необъяснимыми.

Никола Тесла:

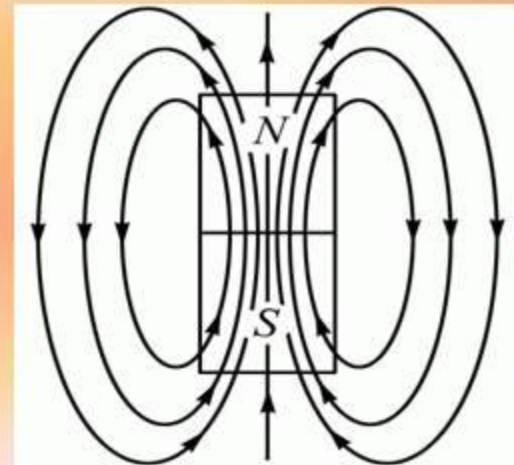
1856 – 1943гг.

Условились, за направление \vec{B} принимать направление северного конца магнитной стрелки.

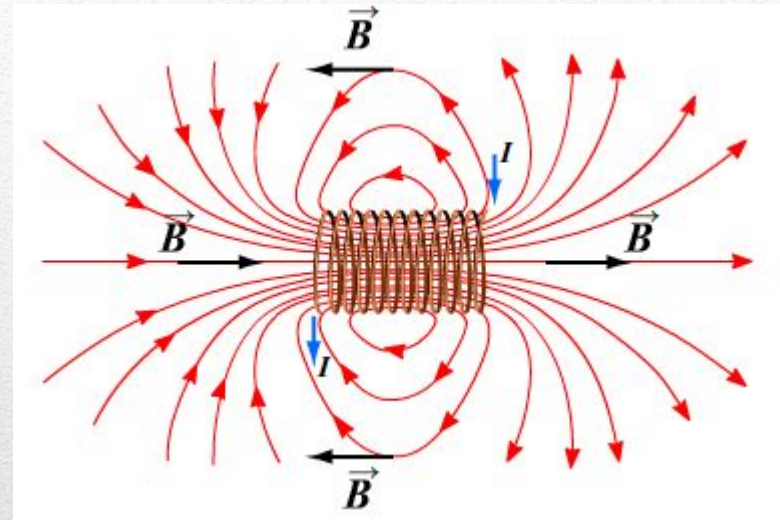
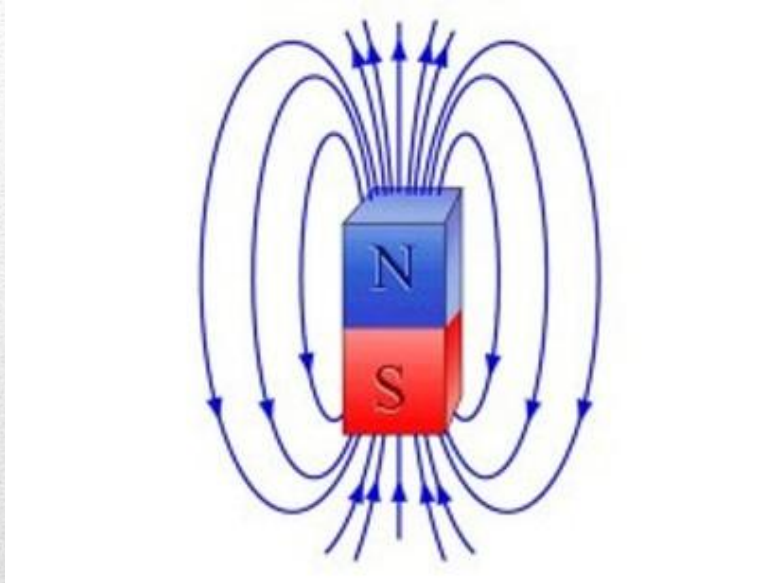
Силовые линии выходят из северного полюса, а входят, соответственно, в южный полюс магнита.

Для графического изображения полей удобно пользоваться силовыми линиями (линиями магнитной индукции).

Линиями магнитной индукции называются кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора \vec{B} в этой точке.

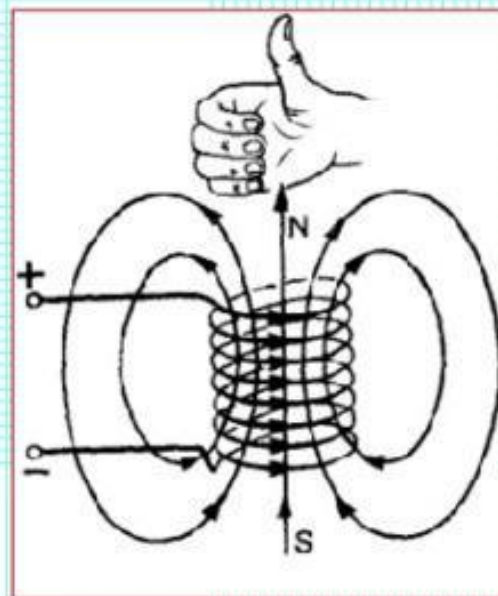
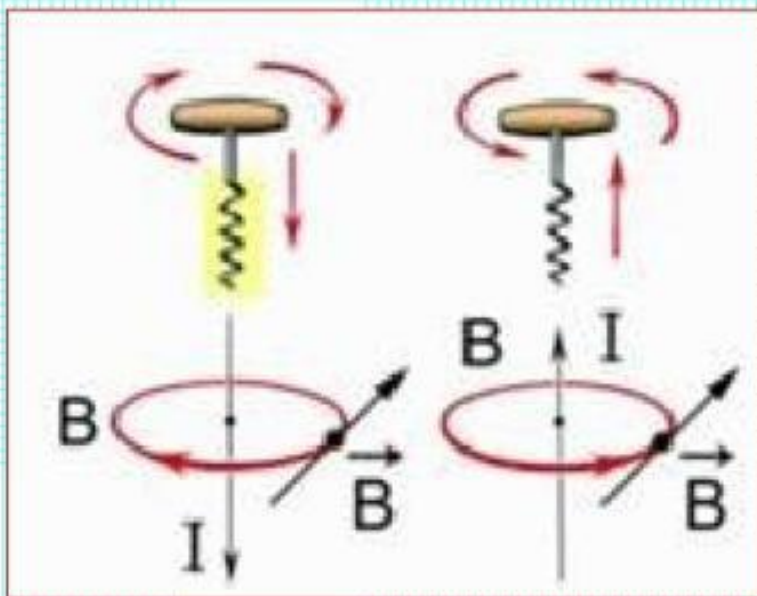


Магнитная индукция – величина векторная.



- Направление вектора \vec{B} определяется по:
- правилу буравчика;
 - по правилу правой руки
-

Правило буравчика. Правило правой руки.



Закрепление:

На каком из рисунков правильно изображены линии индукции магнитного поля.

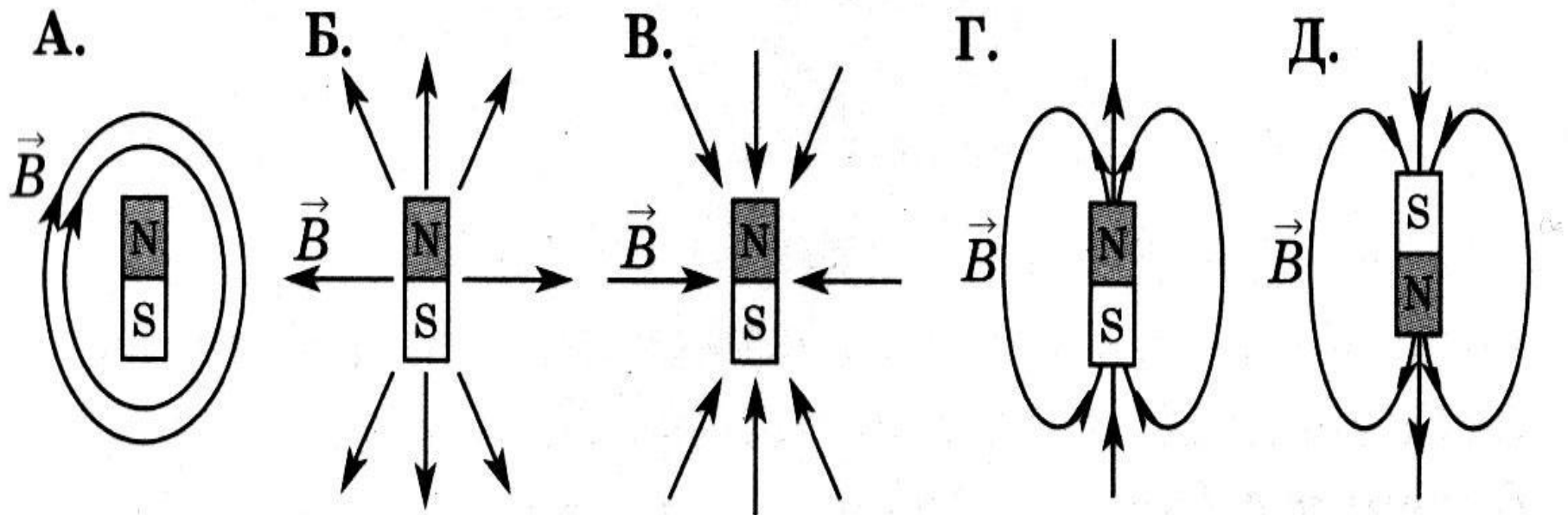



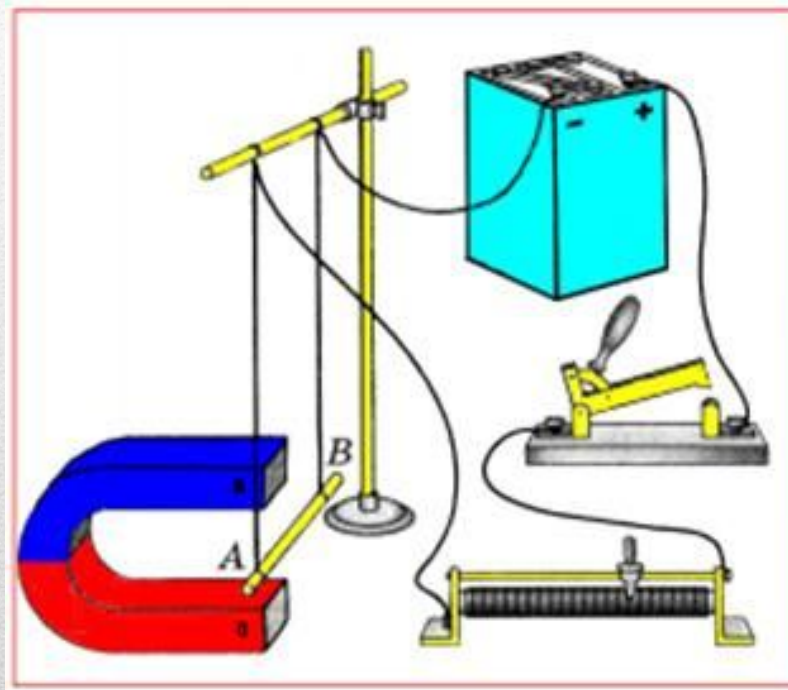
Рис. 1

Тема 10. Действие магнитного поля
на проводник с током. Сила
Ампера.



Магнитное поле обнаруживается по действию на проводник с током, действуя на все участки проводника, с силой, которая получила название силы Ампера.

Магнитное поле обнаруживается по действию на проводник с током, действуя на все участки проводника, с силой, которая получила название силы Ампера.



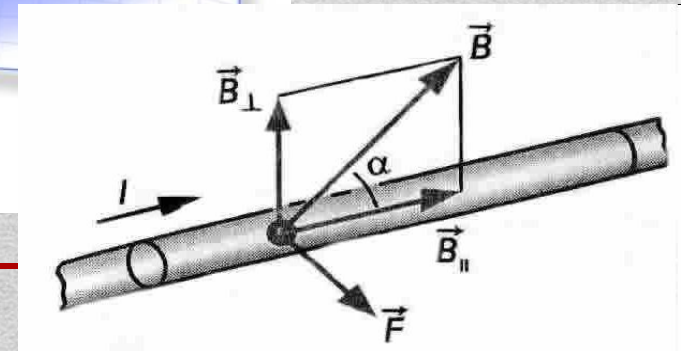
Сила Ампера – это сила, с которой магнитное поле действует на проводник с током

Сила Ампера

Сила Ампера равна произведению вектора магнитной индукции, модуля силы тока, длины участка проводника и синуса угла между магнитной индукцией и участком проводника.

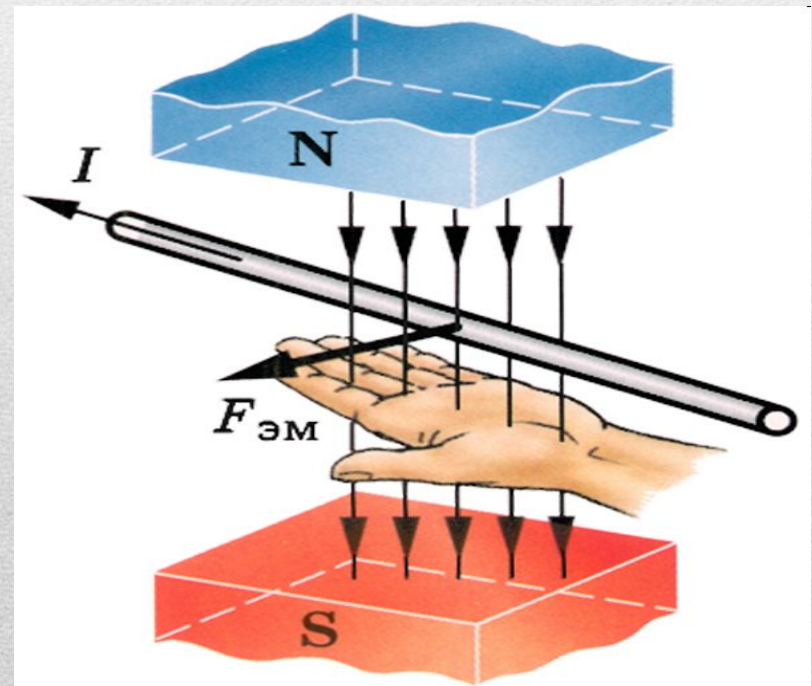
$$F_A = B I \Delta l \sin \alpha$$

- F_A – модуль силы Ампера
- B – магнитная индукция поля
- I – сила тока в проводнике
- Δl – длина прямолинейного отрезка проводника
- α – угол между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике

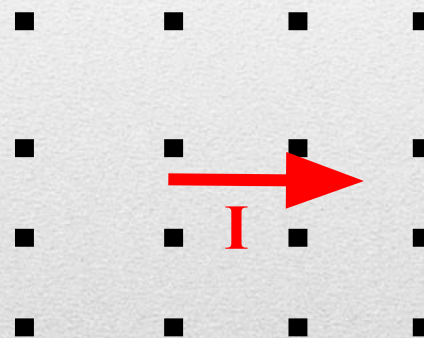
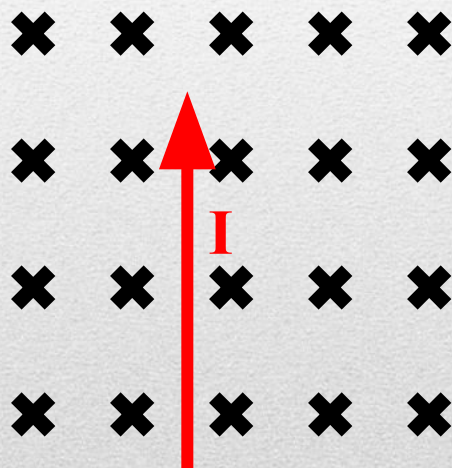


Направление силы Ампера можно определить используя правило левой руки:

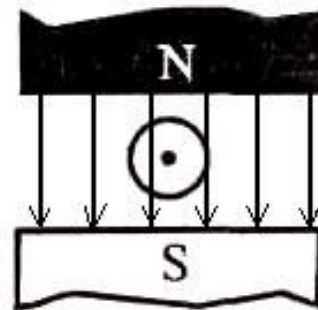
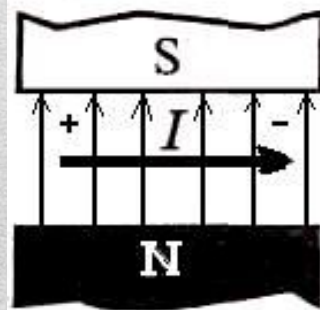
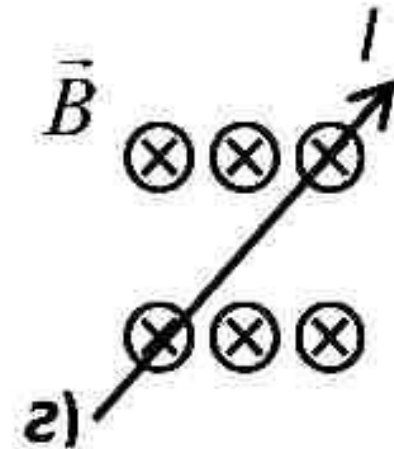
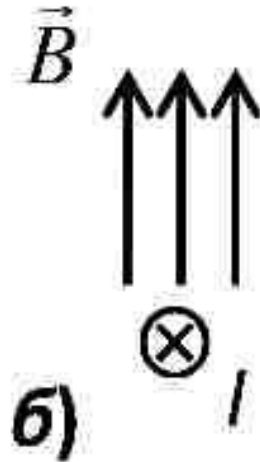
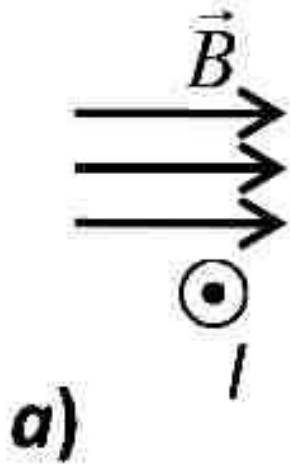
если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, 4 сомкнутых вытянутых пальца были направлены по току в проводнике, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы Ампера.



Укажите направление силы Ампера.

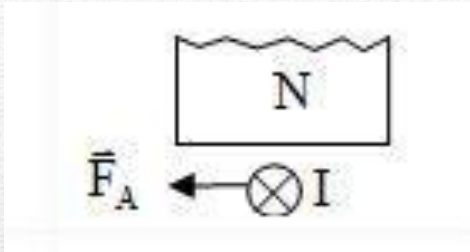


Определите направление силы Ампера

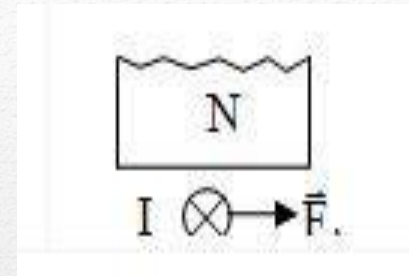


На каком рисунке правильно показано направление силы?

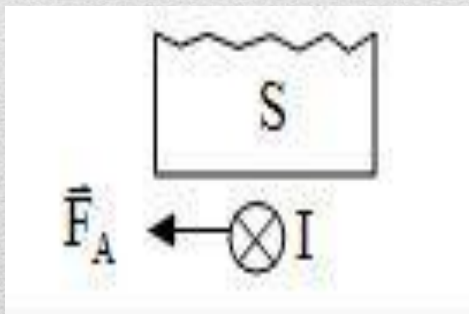
А)



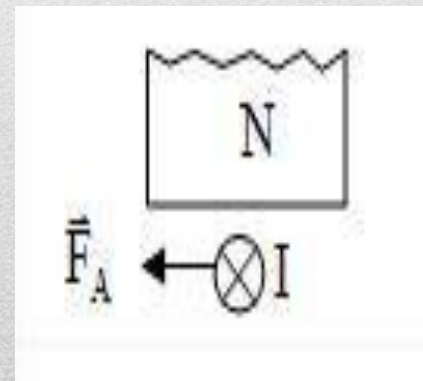
Б)



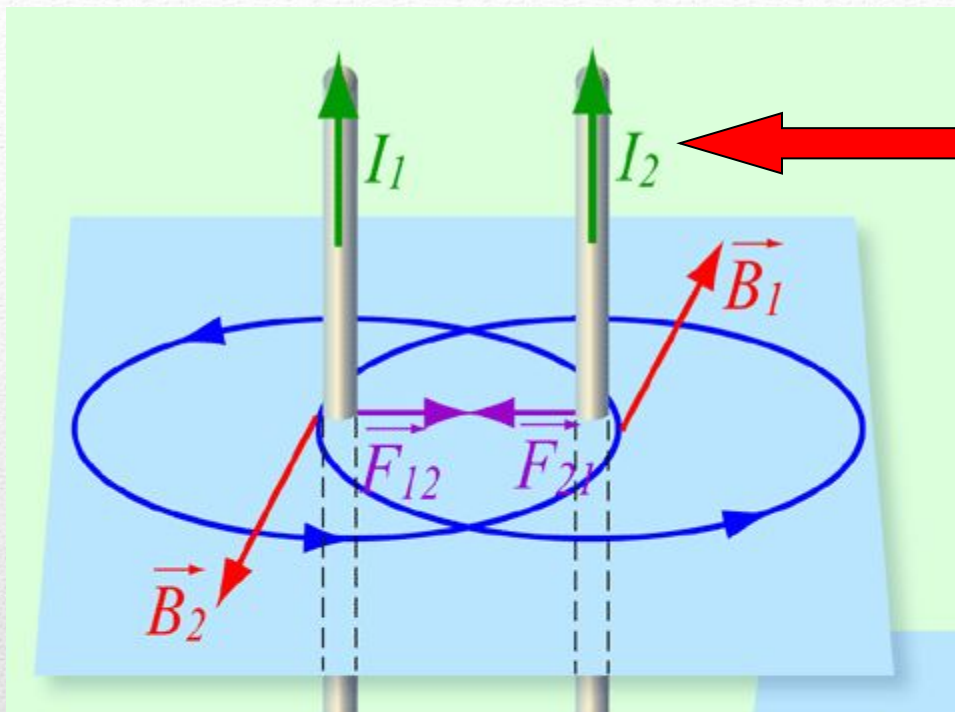
На каком рисунке правильно указаны полюсы магнита?



А)

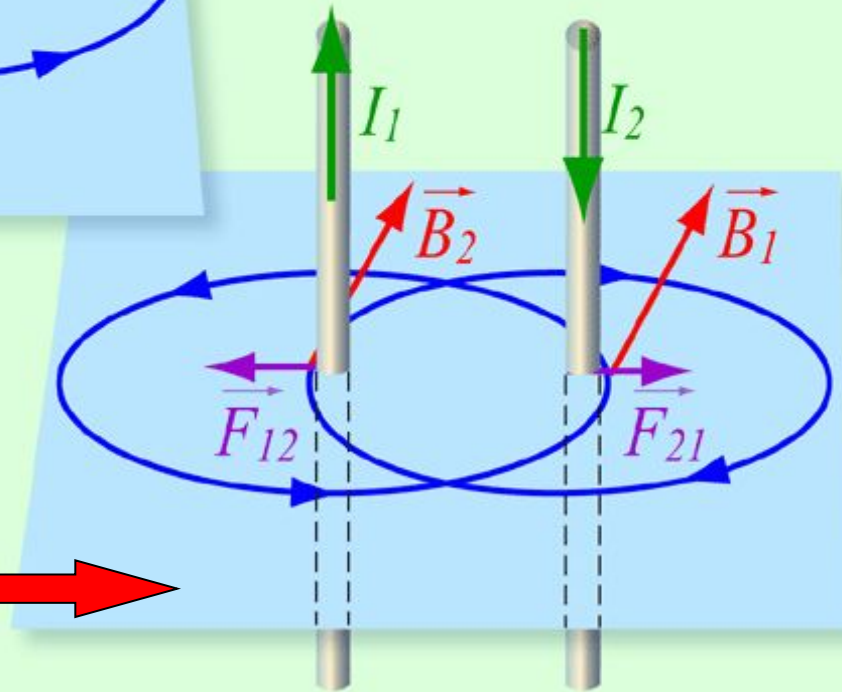


Б)



Токи сонаправлены –
силы Ампера навстречу
– проводники
притягиваются

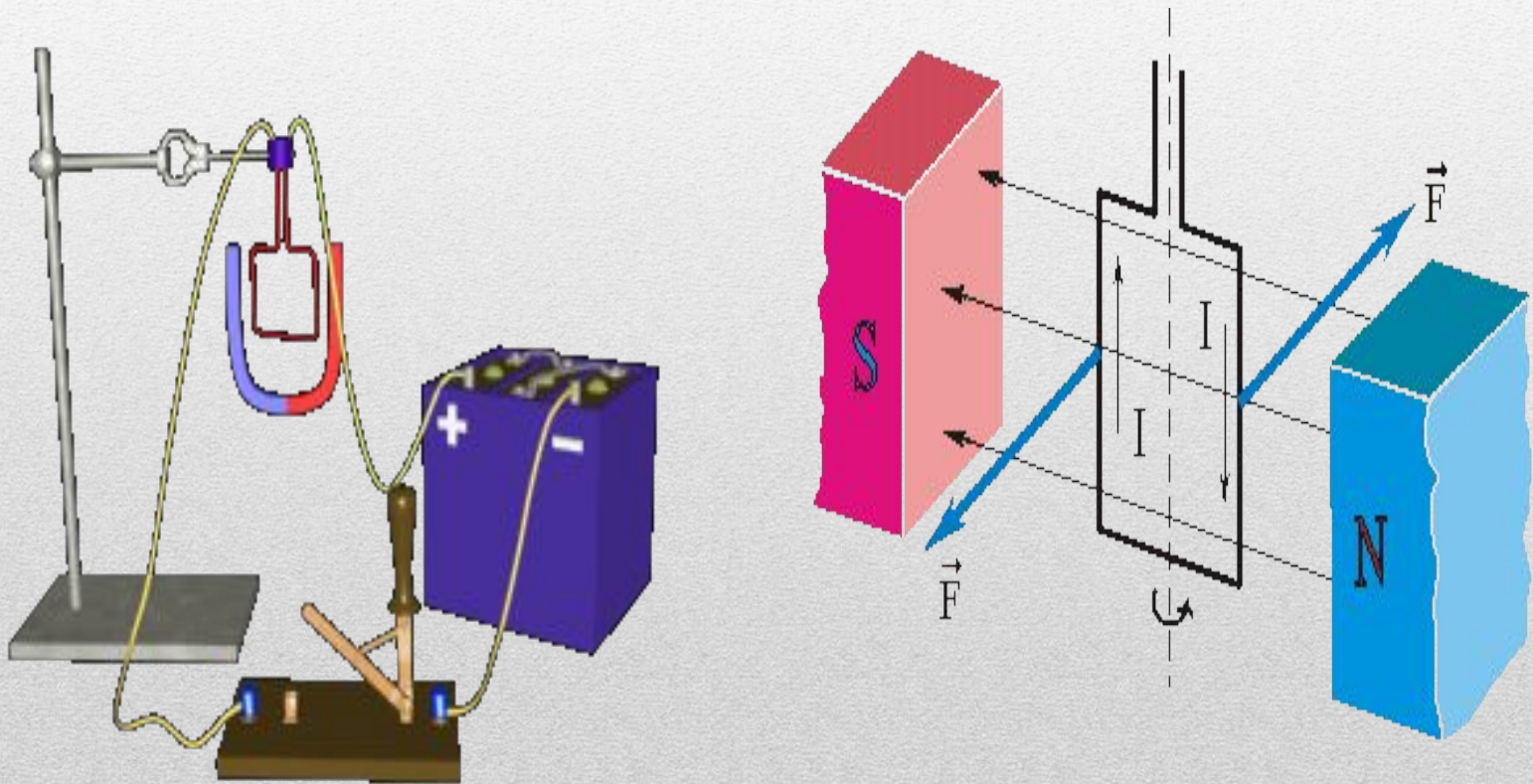
Токи противоположны –
силы Ампера
противоположны –
проводники
отталкиваются



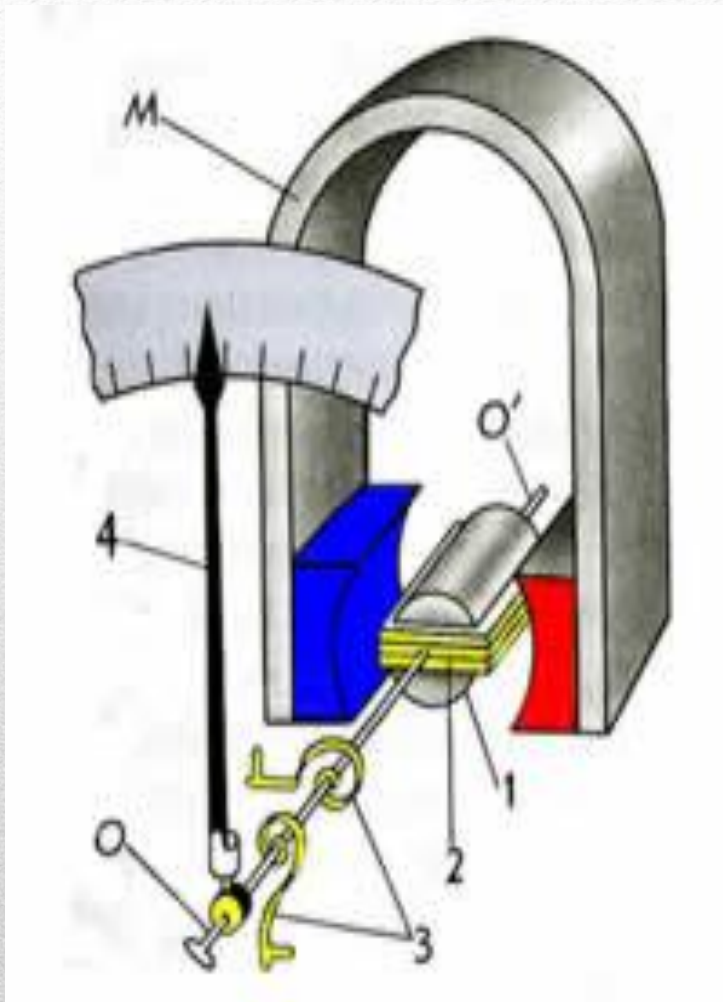
Тема 11. Применение силы Ампера. Электрический двигатель

Применение силы Ампера

В магнитном поле возникает пара сил, момент которых приводит катушку во вращение



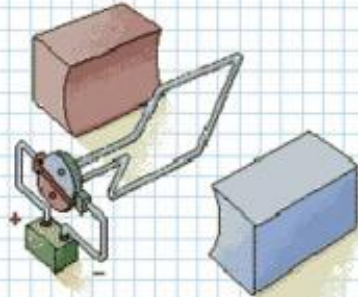
Применение силы Ампера



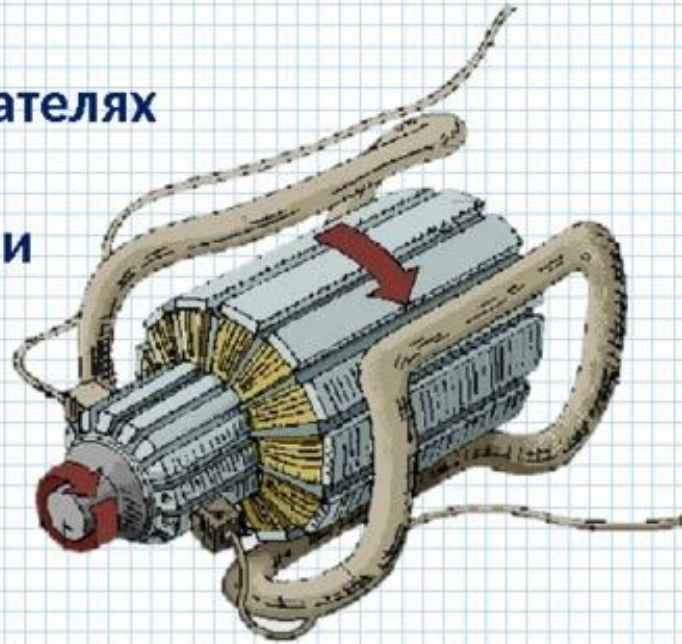
Ориентирующее действие МП на контур с током используют в электроизмерительных приборах магнитоэлектрической системы – амперметрах и вольтметрах.

Сила, действующая на катушку, прямо пропорциональна силе тока в ней. При большой силе тока катушка поворачивается на больший угол, а вместе с ней и стрелка. Остается проградуировать прибор – т.е. установить каким углом поворота соответствуют известные значения силы тока.

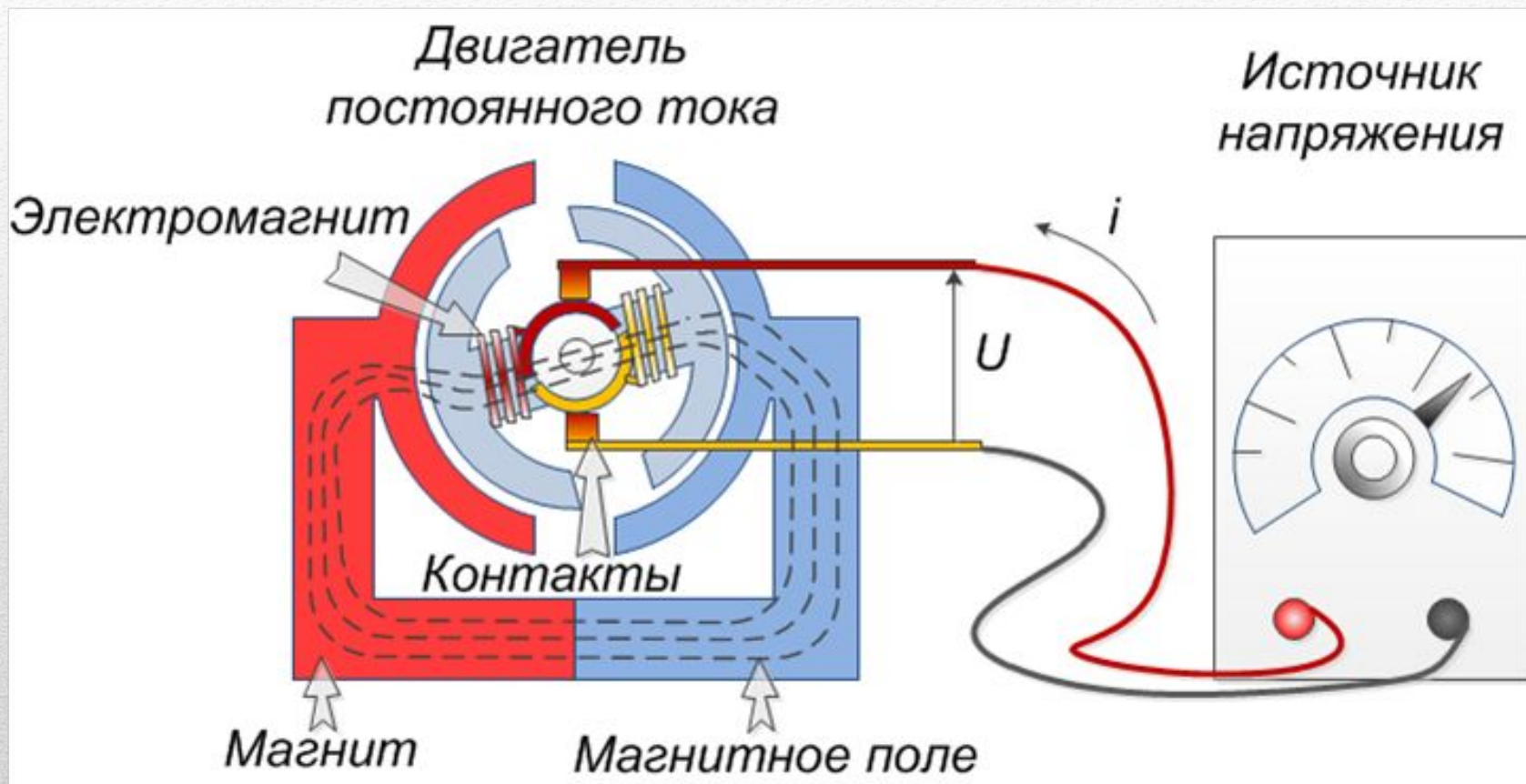
Применение силы Ампера



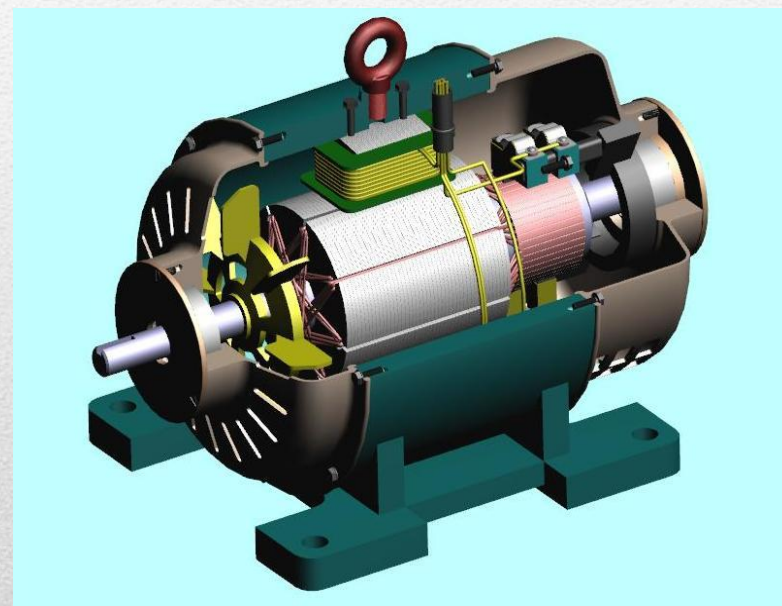
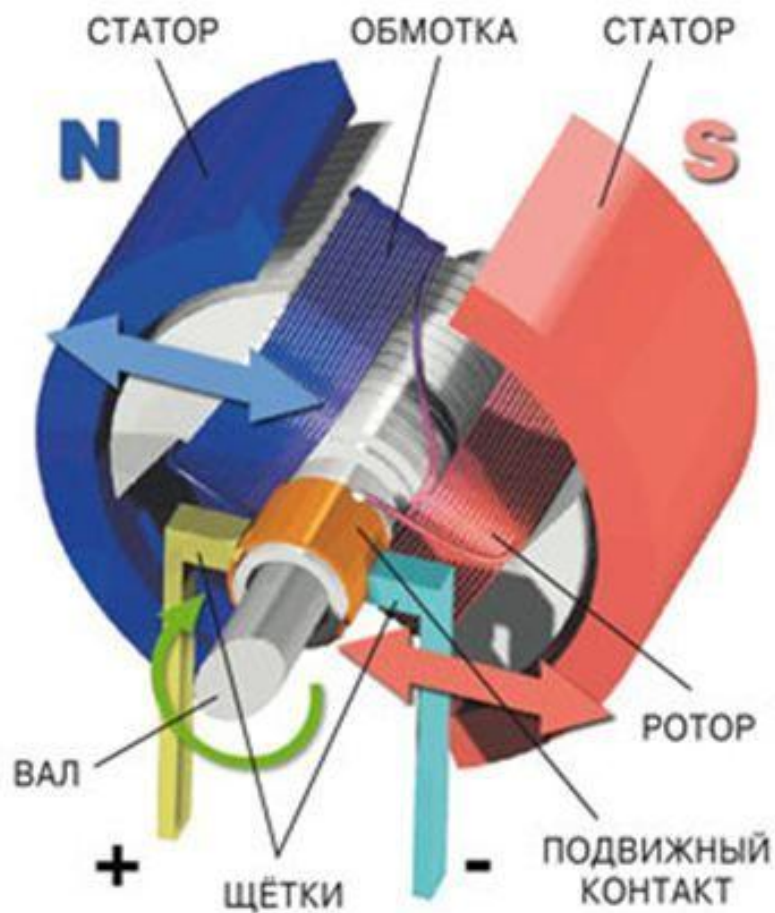
В электрических двигателях для преобразования электрической энергии в механическую используется действие силы Ампера.



Устройство электродвигателя



Устройство электродвигателя



Тема 12.

Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.

Лоренц Хендрик Антон



(1853 – 1928 г.г.)

великий
нидерландский
физик –
теоретик,
создатель
классической
электронной
теории

Лоренц ввел в электродинамику представления о дискретности электрических зарядов и записал уравнения для электромагнитного поля, созданного отдельными заряженными частицами (уравнения Максвелла – Лоренца); ввел выражение для силы, действующей на движущийся заряд в электромагнитном поле; создал классическую теорию дисперсии света и объяснил расщепление спектральных линий в магнитном поле (эффект Зеемана). Его работы по электродинамике движущихся сред послужили основой для создания специальной теории относительности.

Сила Лоренца -

это сила, с которой магнитное поле действует на заряженные частицы

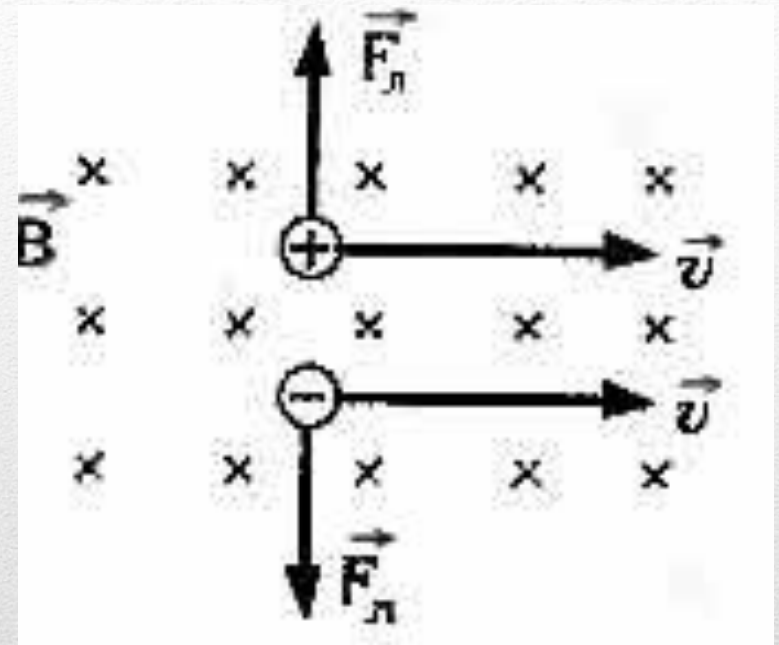
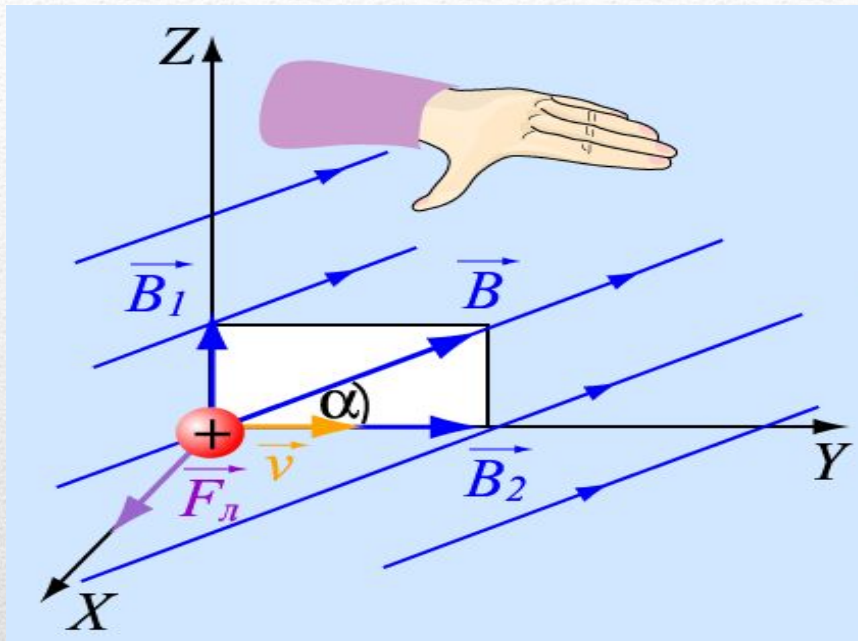
Модуль силы Лоренца прямо пропорционален:

- индукции магнитного поля **B** (в **Тл**);
- модулю заряда движущейся частицы **$|q_0|$** (в **Кл**);
- скорости частицы **v** (в **м/с**)

$$F_{\text{Л}} = q_0 \cdot B \cdot v \cdot \text{Sin} \alpha$$

где угол **α** – это угол между вектором магнитной индукции и направлением вектора скорости частицы

Направление силы Лоренца

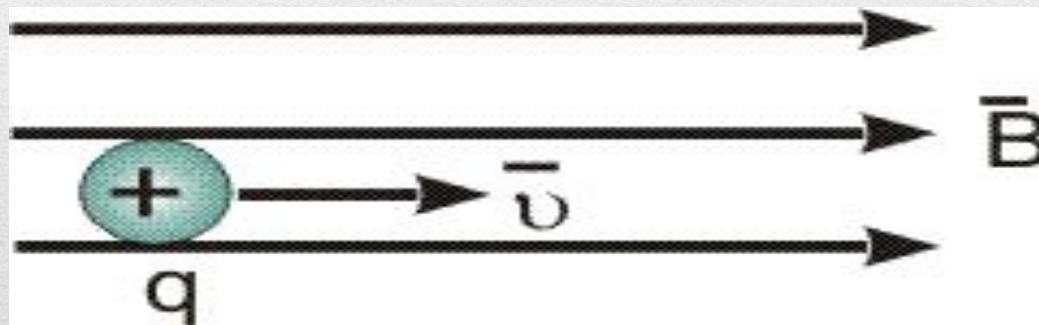


Направление силы Лоренца определяется по правилу левой руки: левую руку надо расположить так, чтобы линии магнитной индукции входили в ладонь, четыре вытянутых пальца были направлены по направлению движения положительно заряженной частицы (или против отрицательной), тогда отогнутый на 90° большой палец покажет направление действия силы Лоренца.

Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле

Частица влетает в магнитное поле \parallel линиям
магнитной индукции $\Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 0$

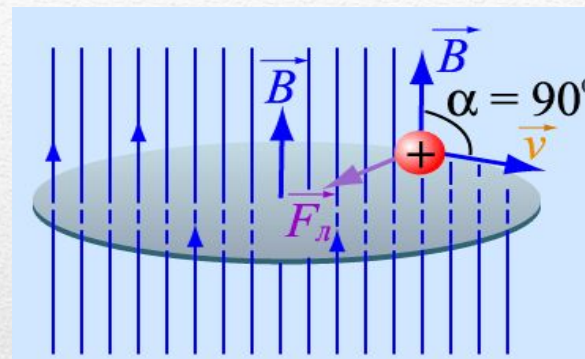
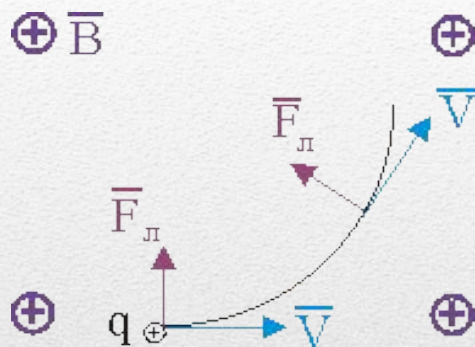
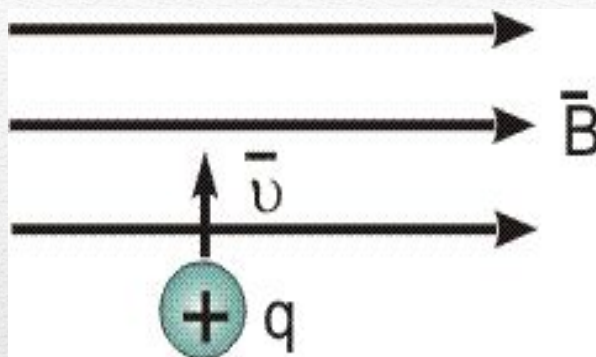
$$\Rightarrow F_{\text{л}} = 0$$



Если сила, действующая на частицу, $= 0$, то
частица, влетающая в магнитное поле, будет
двигаться

равномерно и прямолинейно вдоль линий
магнитной индукции

Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле

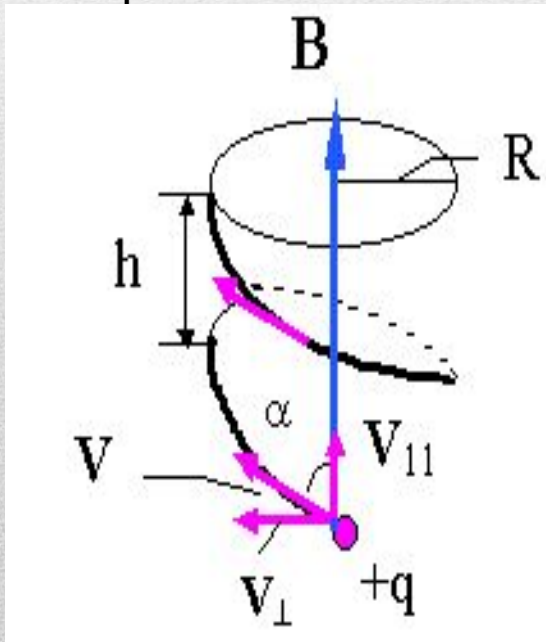
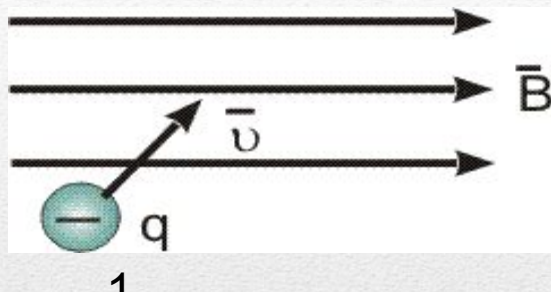


Если вектор $\vec{B} \perp$ вектору скорости \vec{v} ,
то $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow$ $F_{\text{Л}} = q_0 \cdot B \cdot v$

**В этом случае сила Лоренца максимальна,
значит, частица будет двигаться**

с центростремительным ускорением по окружности

Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле



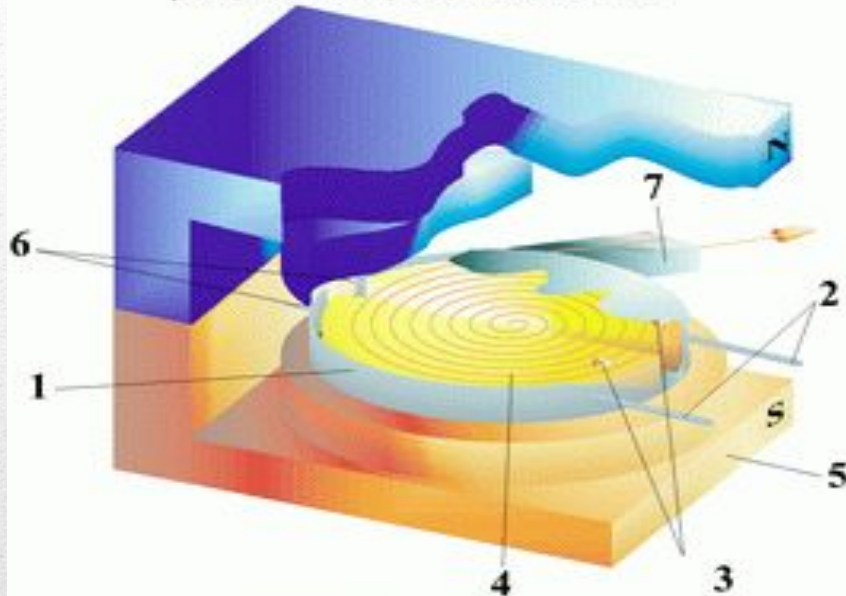
Вектор скорости нужно разложить на две составляющие: v_{\parallel} и v_{\perp} , т.е. **представить сложное движение частицы в виде двух простых:** равномерного прямолинейного движения вдоль линий индукции и движения по окружности перпендикулярно линиям индукции – **частица движется по спирали.**

$$R = m v_{\perp} / |q B|$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

Циклотрон

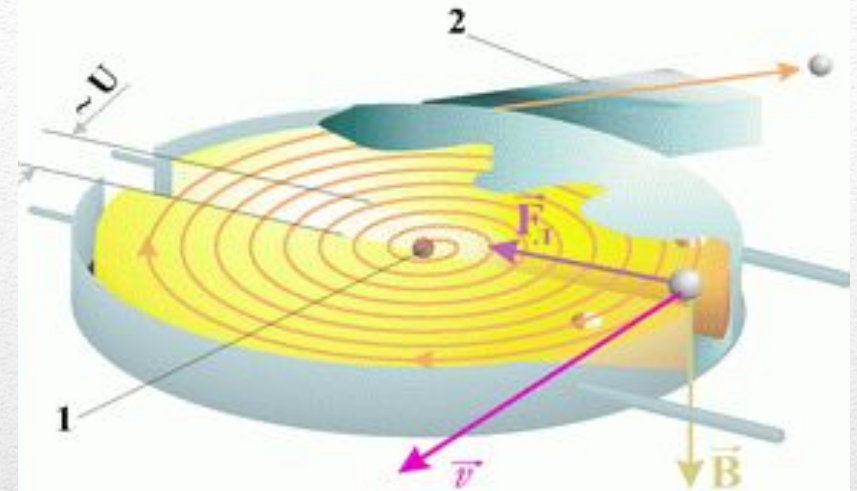
Принципиальная схема циклотрона - ускорителя заряженных частиц



1. Вакуумная камера
2. Труба вакуумного насоса
3. Дуанты
4. Траектория ускоряемой частицы
5. Полюс магнита
6. Выводы к генератору переменного напряжения
7. Вывод электронов

В циклотроне заряженная частица разгоняется в электрическом поле между дуантами 3

Траектория движения электрона в циклотроне



$\sim U$ - переменное напряжение между дуантами
 B - индукция магнитного поля


1. Область инжекции электронов
2. Вывод электронов

$$\vec{E} \perp \vec{v} \perp \vec{B}$$

Направление силы Лоренца для электрона определяется по правилу правой руки

В циклотроне образуются пучки электронов со скоростями порядка $10^6 - 10^7$ м/с

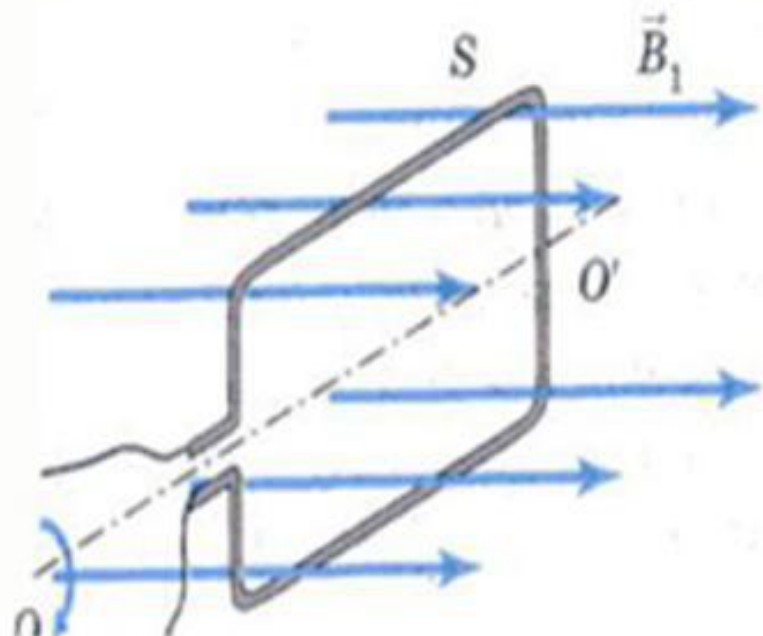
Применение силы Лоренца



Тема *13.*
Магнитный поток.

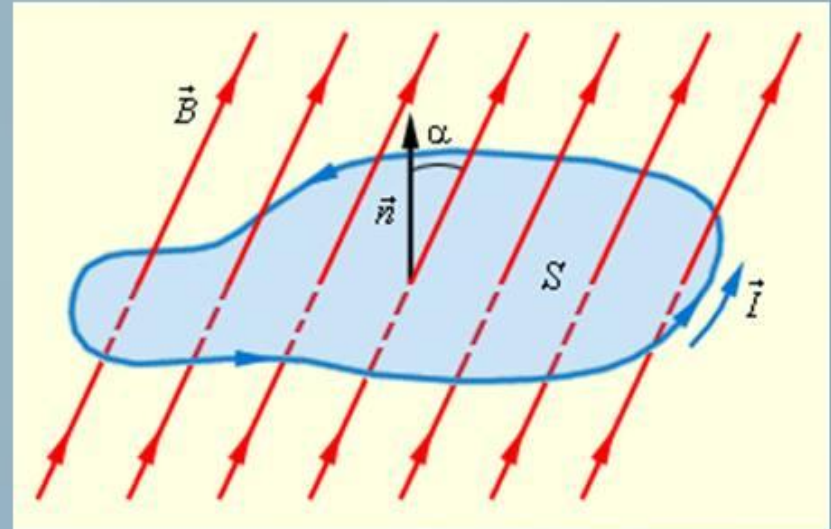
Магнитный поток.

- **Контур, помещенный в однородное магнитное поле, пронизывается магнитным потоком (потоком векторов магнитной индукции).**

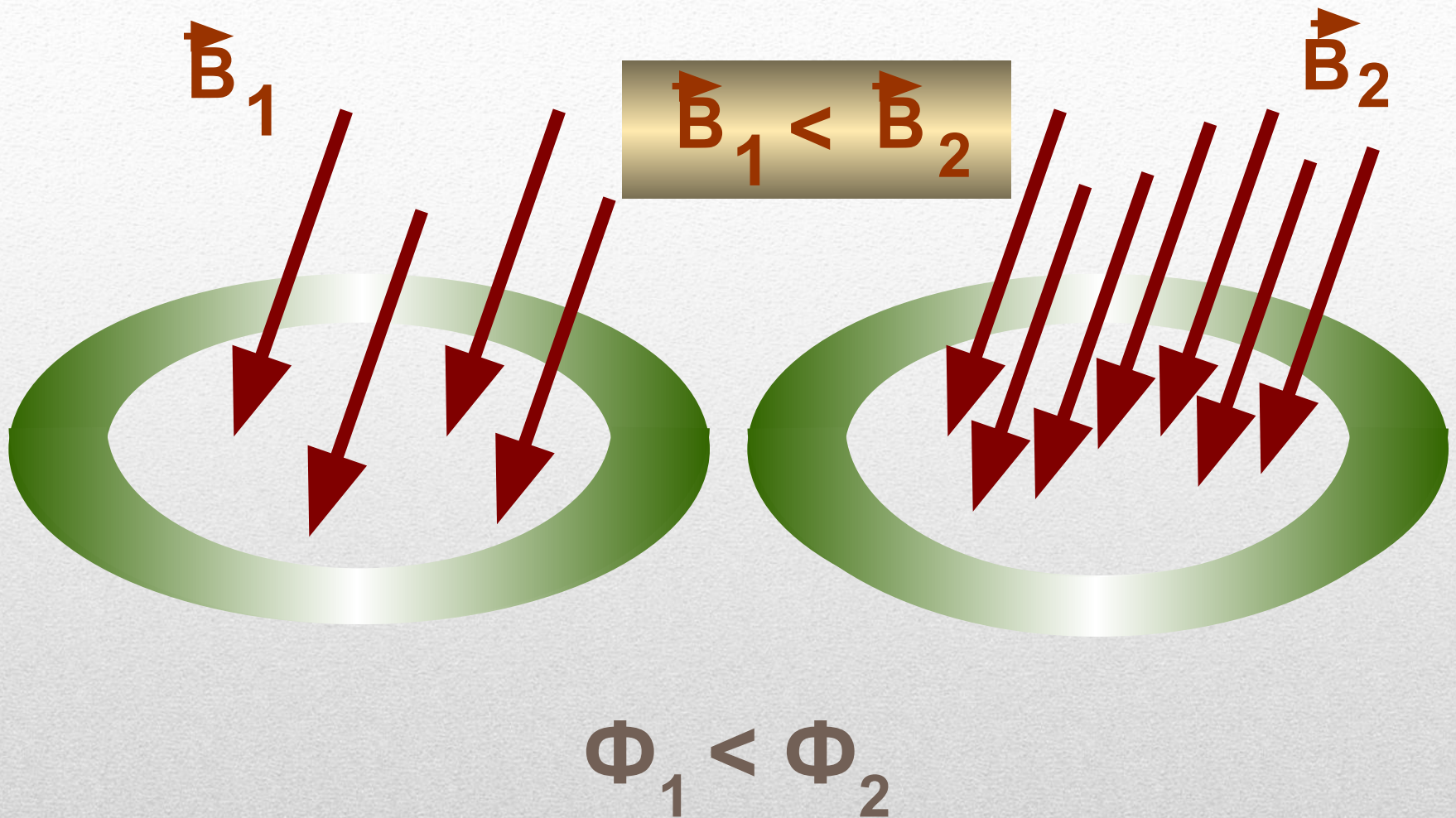


Магнитный поток

- **Магнитным потоком Φ** через площадь S контура называют величину
 - $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$
- где B – модуль вектора магнитной индукции,
- α – угол между вектором и нормалью к плоскости контура
- **Единица магнитного потока** в системе СИ называется **вебером (Вб)**



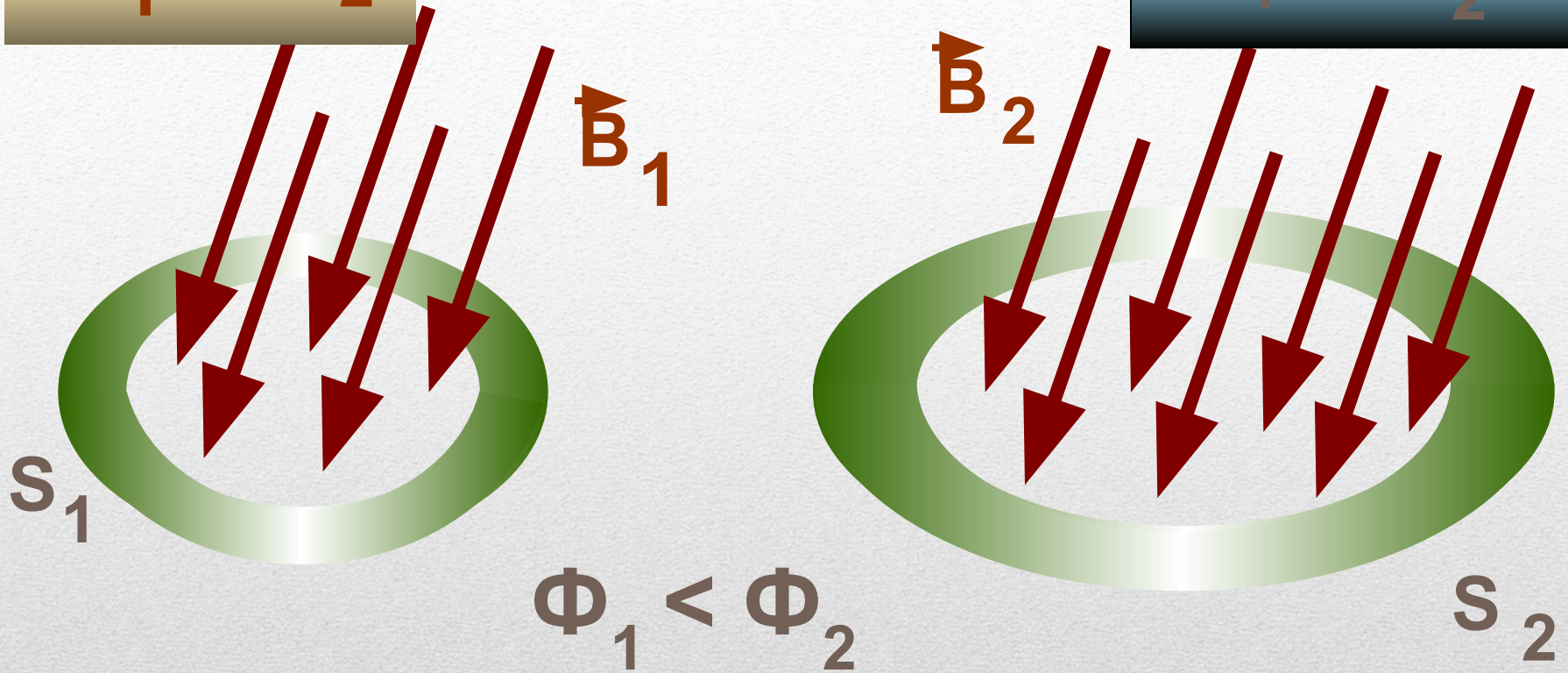
Φ – магнитный поток



1. Магнитный поток пропорционален модулю вектора магнитной индукции

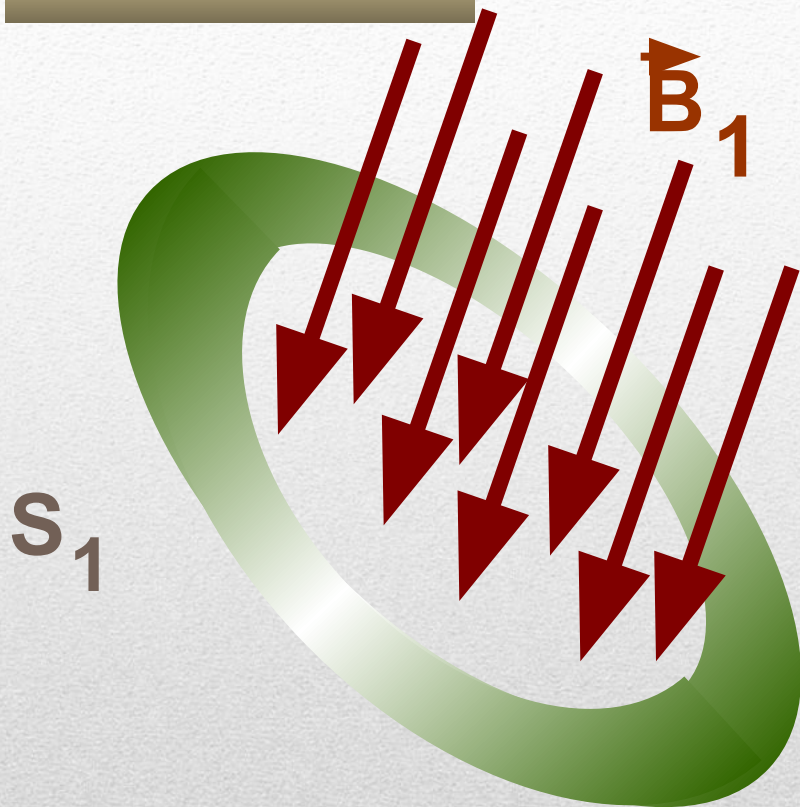
$$\vec{B}_1 = \vec{B}_2$$

$$S_1 < S_2$$

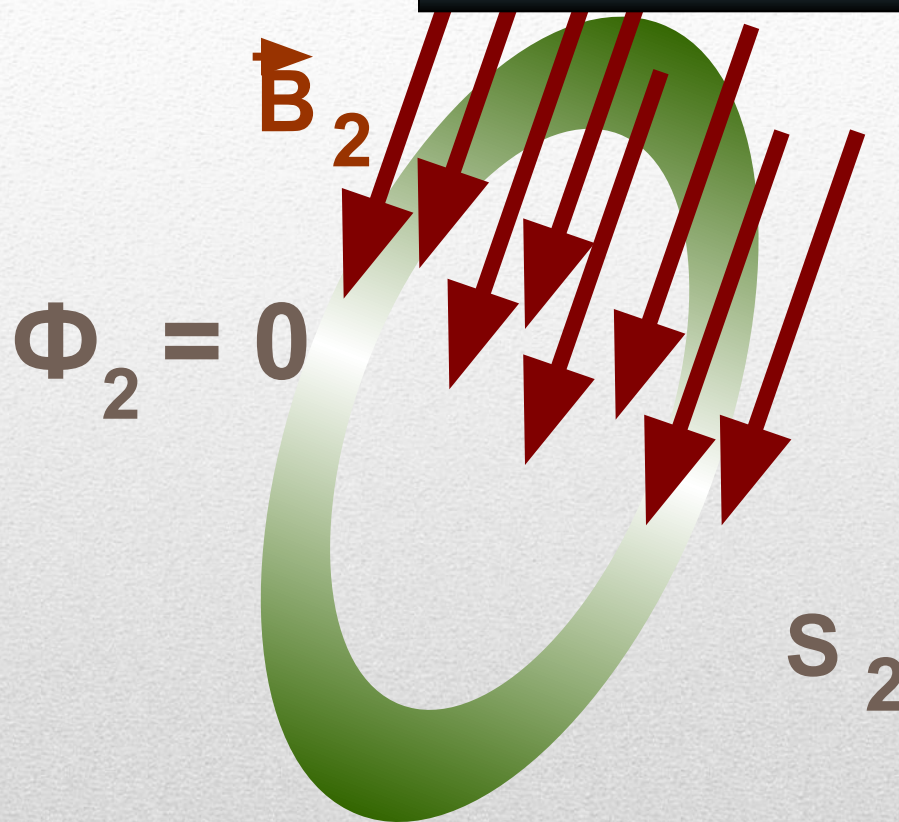


2. Магнитный поток пропорционален площади контура.

$$\vec{B}_1 = \vec{B}_2$$

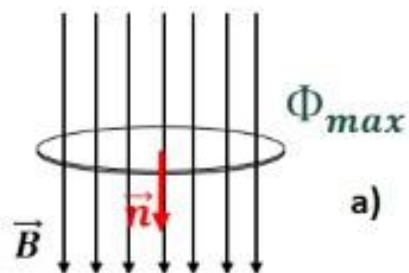


$$S_1 = S_2$$



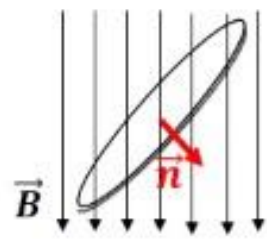
3. Магнитный поток зависит от того, как расположена плоскость контура по отношению к линиям магнитной индукции.

Магнитный поток



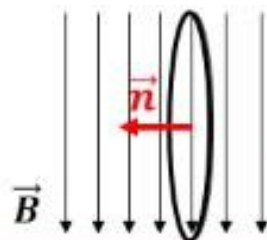
а)

а) Если вектор магнитной индукции перпендикулярен площади контура, то магнитный поток максимальный



б)

с) Если вектор магнитной индукции параллелен площади контура, то магнитный поток равен нулю



в)

$\Phi = 0$

б) если угол $0^\circ < \alpha < 90^\circ$, то

$$0 < \Phi < \Phi_{max}$$

Вывод: магнитный поток, пронизывающий площадь контура, меняется при изменении модуля вектора магнитной индукции, площади контура и при вращении контура (т. е. изменении его ориентации по отношению к линиям магнитного поля)



Тема 14.

Открытие электромагнитной
индукции.

Майкл Фарадей



1791 – 1867 г.г., английский физик,
Почетный член Петербургской
Академии Наук (1830),
Основатель учения об электро-
магнитном поле; ввел понятия
«электрическое» и «магнитное поле»;
высказал идею существования
электромагнитных волн.

1821 год: «Превратить магнетизм в электричество».

*1831 год – получил электрический ток с помощью
магнитного поля*

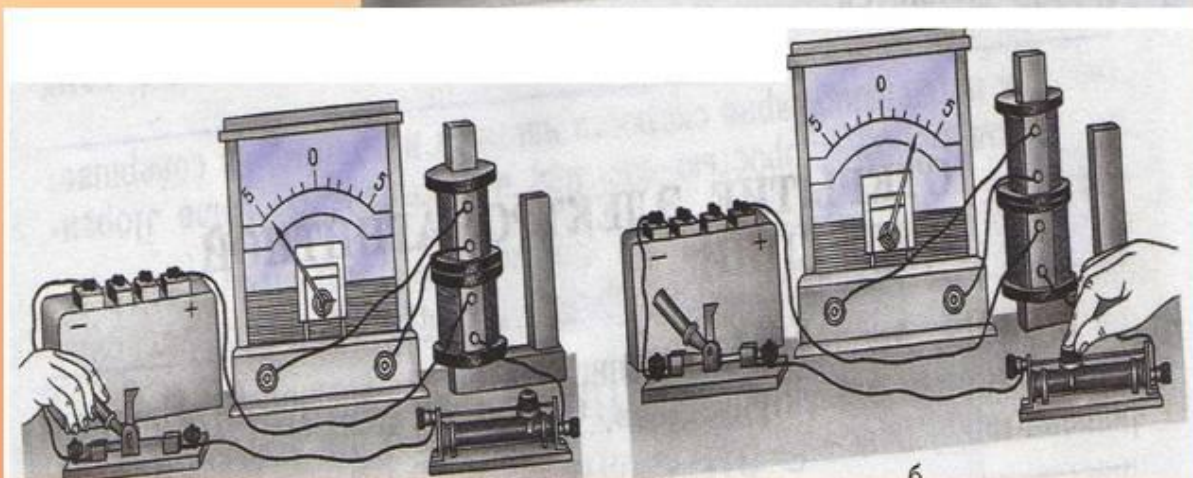
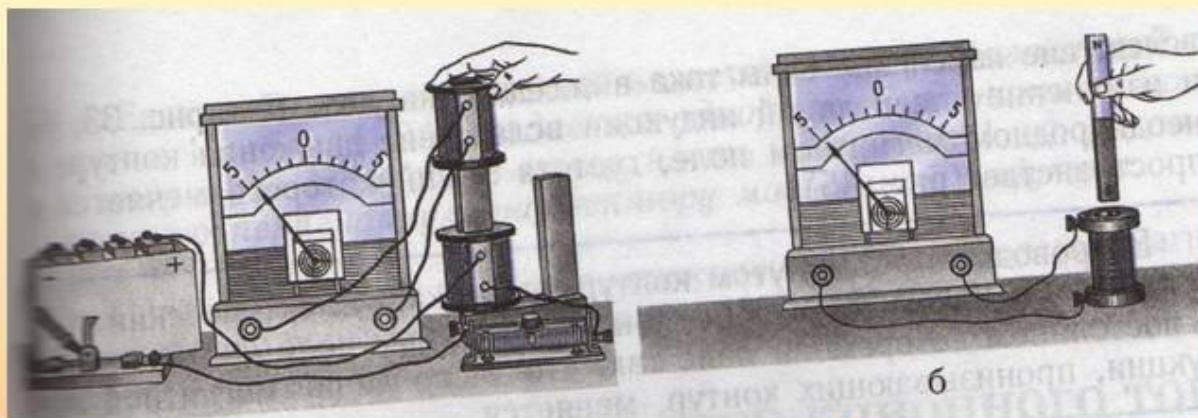


Майкл Фарадей

английский физик

**Явление
электромагнитной
ИНДУКЦИИ:**
При всяком изменении
магнитного потока,
пронизывающего контур
замкнутого проводника, в
этом проводнике возникает
электрический (индукционный
или наведенный) ток,
существующий в течение
всего процесса изменения
магнитного потока.

Открытие явления электромагнитной индукции. М. Фарадей.

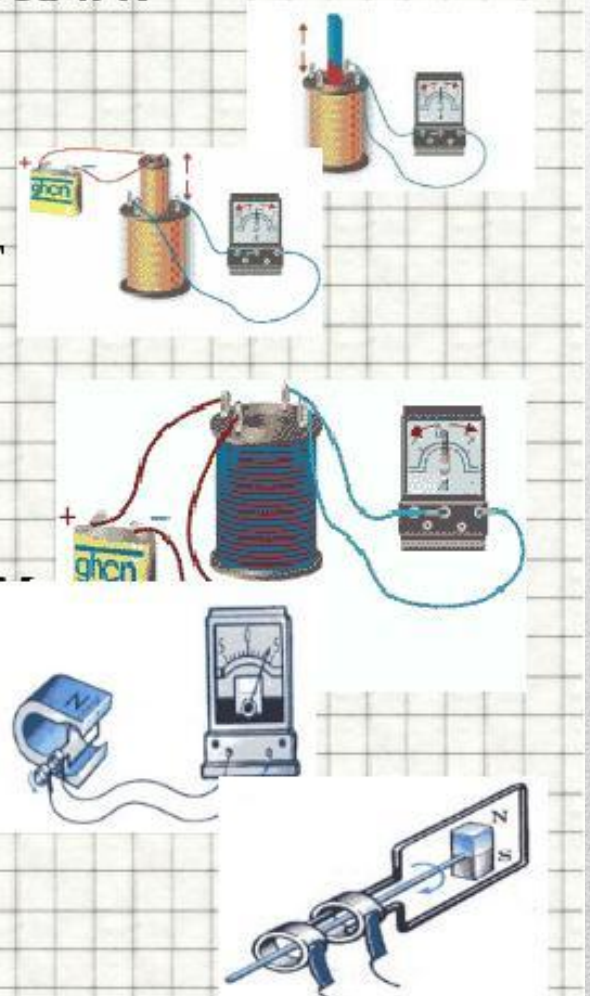


Открытие опытным путём явления электромагнитной индукции

Выводы

Явление электромагнитной индукции наблюдается в случаях:

- движение магнита относительно катушки (или наоборот);
- движение катушек относительно друг друга;
- изменение силы тока в цепи первой катушки (с помощью реостата или замыкание и размыканием выключателя);
- вращением контура в магнитном поле
- вращением магнита внутри контура.

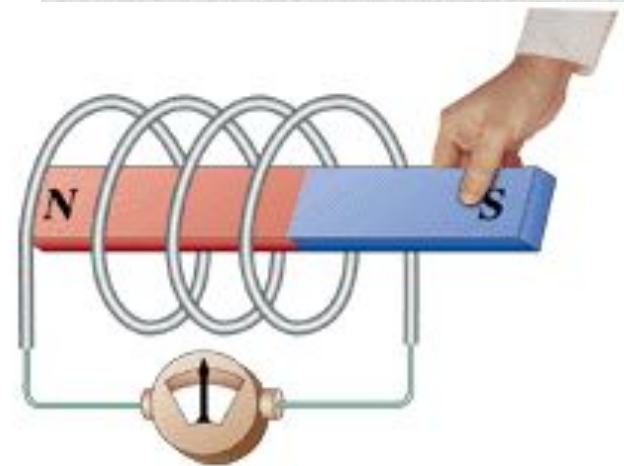
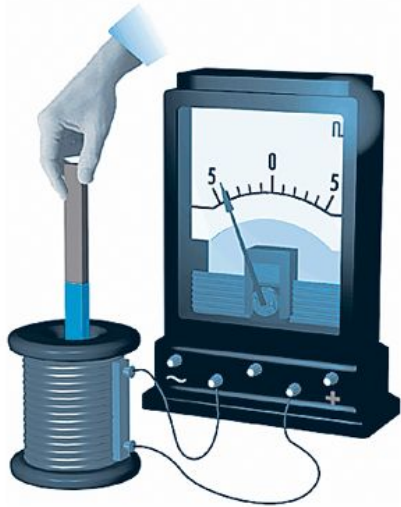


Тема 15.

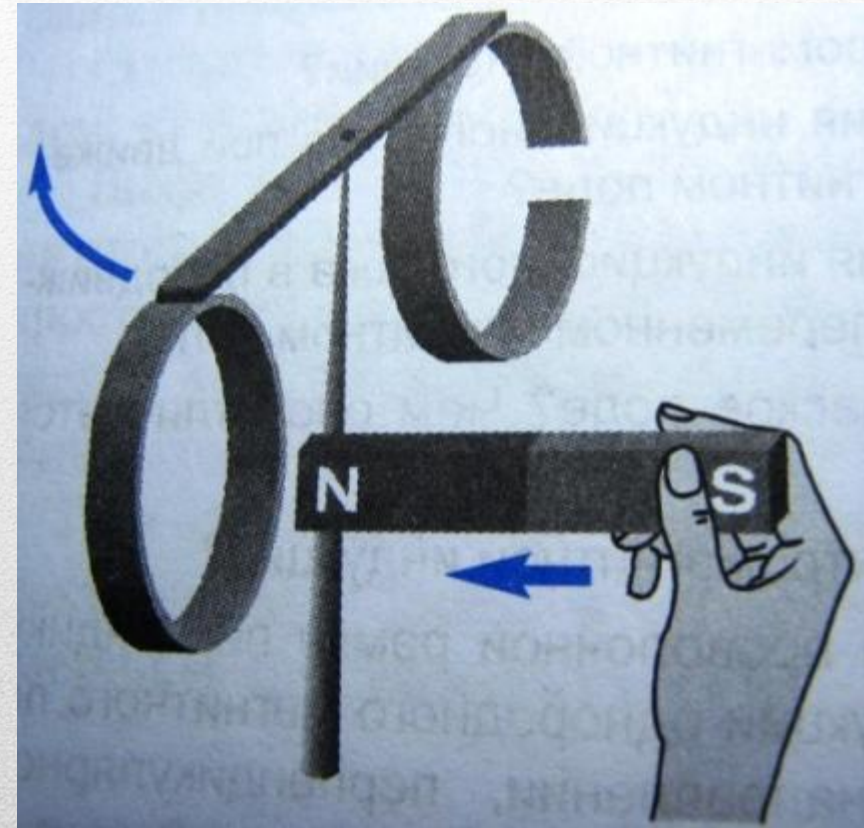
Направление индукционного тока
Правило Ленца.

Направление индукционного тока

Вспомним опыт Фарадея: направление отклонения стрелки амперметра (а значит, и направление тока) может быть различным.



Если приблизить магнит к проводящему кольцу, то оно начнет отталкиваться от магнита. Это отталкивание можно объяснить только тем, что в кольце возникает индукционный ток, обусловленный возрастанием магнитного потока через кольцо, а кольцо с током взаимодействует с магнитом.



Правило Ленца



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



**Индукционный
ток
всегда имеет
такое
направление,
при котором
возникает**

**противодействие
причинам**

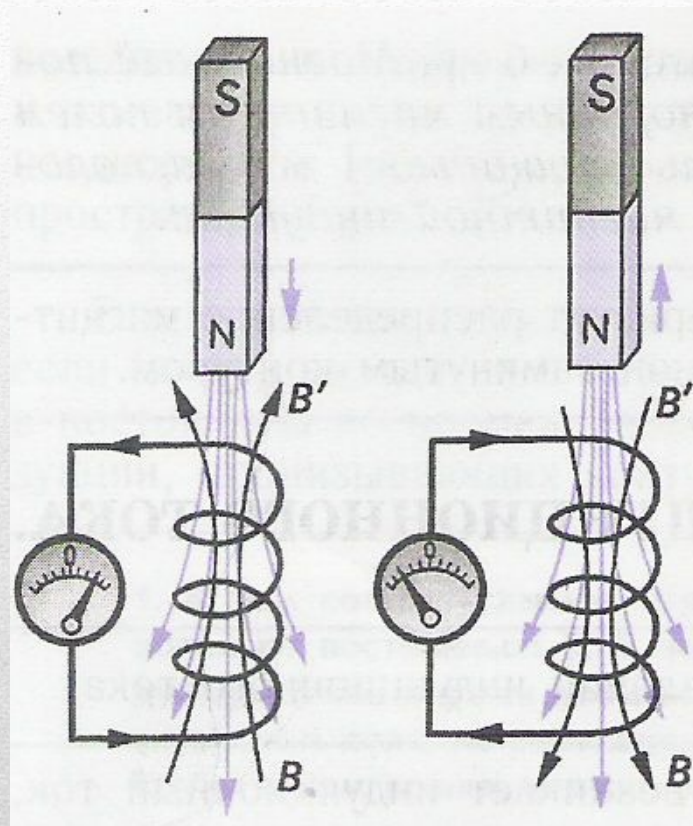
Если магнитный поток через контур возрастает, то направление индукционного тока в контуре таково, что вектор магнитной индукции созданного этим током поля направлен противоположно вектору магнитной индукции внешнего магнитного поля.

Если магнитный поток через контур уменьшается, то направление индукционного тока таково, что вектор магнитной индукции созданного этим током поля сонаправлен вектору магнитной индукции внешнего поля.

Правило Ленца

Алгоритм определения направления индукционного тока

1. Определить направление линий индукции внешнего поля B (выходят из N и входят в S).
2. Определить, увеличивается или уменьшается магнитный поток через контур (если магнит вдвигается в кольцо, то $\Delta\Phi > 0$, если выдвигается, то $\Delta\Phi < 0$).
3. Определить направление линий индукции магнитного поля B' , созданного индукционным током (если $\Delta\Phi > 0$, то линии B и B' направлены в противоположные стороны; если $\Delta\Phi < 0$, то линии B и B' сонаправлены).
4. Пользуясь правилом буравчика (правой руки), определить направление индукционного тока.



$\Delta\Phi$
характеризуется изменением
числа линий B , пронизывающих
контур.



Тема 16.

Вихревое электрическое поле

Всякое изменение магнитного поля порождает **индукционное электрическое поле** (в нем наблюдается **индукционный ток**).
Индукционное электрическое поле является **вихревым**.

Индукционное электрическое поле (вихревое электрическое поле)

1. вызывается изменениями магнитного поля
2. силовые линии замкнуты -
- вихревое поле
3. источники поля указать
нельзя

Электростатическое поле

1. создается неподвижными электрическими зарядами
 2. силовые линии поля разомкнуты - -потенциальное поле
 3. источниками поля являются электрические заряды
-