

## Тема урока: Магнитное поле. Закон Ампера. Сила Лоренца.

### 1. Прочитайте конспект и кратко запишите в тетрадь

Задание: Угадайте о каком предмете идет речь?

Приоритет на его изобретение оспаривают Испания, Италия, Португалия, Франция, а также арабские страны;

Есть сведения, что этот предмет в виде статуэтки императора с вытянутой рукой помог китайским войскам совершить маневр в тумане и выиграть битву еще в 27 веке до н.э.; Первое письменное упоминание об его использовании в мореплавании относится к 11 веку.

Ответ: ?

О каких явлениях мы будем говорить? - о магнитных.

#### **Объяснение нового материала**

Неподвижные электрические заряды создают вокруг себя электрическое поле.

Движущиеся заряды создают магнитное поле. Вокруг любого магнита существует магнитное поле.

Магнитное поле – особый вид материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися электрически заряженными частицами.

Магнитное поле обладает рядом свойств:

- ✓ магнитное поле порождается только движущимися зарядами, в частности электрическим током;
- ✓ в отличие от электрического поля магнитное поле обнаруживается по его действию на движущиеся заряды (заряженные тела);
- ✓ магнитное поле материально, так как оно действует на тела, и следовательно, обладает энергией;
- ✓ магнитное поле обнаруживается по действию на магнитную стрелку.

Впервые магнитное поле вокруг проводников с токами опытным путем обнаружил датский физик Эрстед в 1820г. Чтобы обнаружить магнитное поле в какой-либо области необходимо внести в эту область проводник с током.

Магнитное поле на схемах условно изображаются магнитными силовыми линиями, которые называются линиями индукции магнитного поля.

Линии магнитной индукции не пересекаются друг с другом. Являются замкнутыми, т.е. не имеют ни начала, ни конца и всегда охватывают проводник с током.

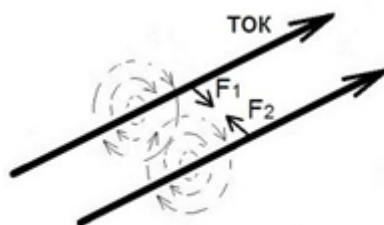
Поле, линии индукции которого всегда замкнуты, называется вихревым.

Направление линий индукции магнитного поля прямолинейного тока определяется **правилом правого винта (правило буравчика)**: если поступательное движение винта происходит по направлению тока в проводнике, то направление вращения головки винта показывает направление линий индукции магнитного поля.

Для магнитного поля кругового тока или соленоида используется **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.

Тело, изготовленное из специальных сортов стали, прочно сохраняющее свою намагниченность после удаления из внешнего поля, называется постоянным магнитом.

Если токи в проводниках имеют одинаковые направления, то проводники притягиваются с равными по



ПРИТЯЖЕНИЕ



ОТТАЛКИВАНИЕ

величине силами.

Сила взаимодействия параллельных токов прямо пропорциональна произведению сил токов выбранной длины проводника и обратно пропорциональна расстоянию между проводниками.

$$F_{\parallel} = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi a}$$

$\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7} \text{ Н/м}$  - магнитная постоянная

$\ell$  - длина провода

$a$  - расстояние между проводами

$\mu$  - магнитная проницаемость среды

На проводник с током действует сила Ампера, т.е

Сила Ампера - это сила, с которой магнитное поле действует на электрический ток:

$$F_A = BI\ell \sin \alpha$$

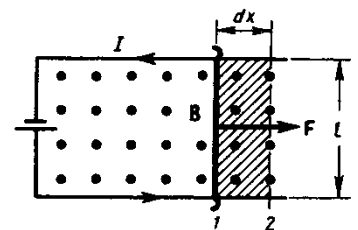
$B$  - вектор магнитной индукции (Тл)

Сила Лоренца - это сила, с которой магнитное поле действует на единичный движущийся электрический заряд.

$$F_L = qvB \sin \alpha$$

Направление силы Ампера и силы Лоренца определяется по правилу левой руки: если расположить левую руку так, чтобы линии индукции  $\vec{B}$  входили в ладонь, а вытянутые пальцы были направлены вдоль тока, то отведенный большой палец укажет направление силы, действующей на проводник (на заряженную частицу).

Т.к. на проводник с током в магнитном поле действуют силы, то при перемещении этого проводника будет совершаться работа. Присоединим два медных стержня к источнику электрической энергии и замкнем их подвижным проводником. Тогда в цепи пойдет ток. Вокруг контура будет однородное магнитное поле с индукцией  $B$ . На проводник будет действовать сила Ампера (правило левой руки) и он начнет перемещаться вправо.



Подсчитаем работу.

$$A = F_A \cdot \Delta v = BI\ell \Delta v \sin \alpha$$

$$\text{Т.к. } \alpha = 90^\circ, \text{ то } A = BI\ell \Delta v = IB\Delta S = I\Delta\Phi$$

$\Phi$  - магнитный поток (Вб)

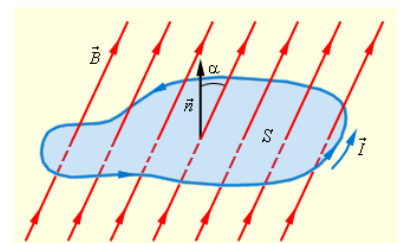
Произведение магнитной индукции на площадь замкнутого контура проводника называется магнитным потоком

Если

$\alpha = 0$ , то  $\Phi = B \cdot S$  - принимает максимальное значение

$\alpha \neq 0$ , то  $\Phi = B \cdot S \cos \alpha$

$\alpha = 90^\circ$ , то  $\Phi = 0$  - принимает минимальное значение



В 1820г французские ученые Био и Савар показали, что во всех случаях магнитная индукция в произвольной точке пропорциональна силе тока, зависит от формы, размеров проводника, расположения этой точки по отношению к проводнику и от среды.

Результаты этих опытов были обобщены фр. математиком Лапласом

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r} \text{ — для прямолинейного тока (} r \text{ — расстояние)}$$

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2r} \text{ для кругового тока (} r \text{ — радиус)}$$

$$B = \frac{\mu\mu_0 I \omega}{\ell} \text{ для соленоида (} \omega \text{ — число витков, } \ell \text{ — длина провода)}$$

$$\Phi = BS \text{ (для каждого)}$$

Напряженность магнитного поля – векторная величина, характеризующая магнитное поле и определяется следующим образом.

$$H = \frac{I}{2\pi r} \text{ для прямолинейного тока}$$

$$H = \frac{I}{2r} \text{ — для кругового тока}$$

$$H = \frac{I \omega}{\ell} \text{ для соленоида}$$

Вещества, намагничивающиеся под влиянием магнитного поля, называются **магнетиками**.

Вещества у которых магнитная проницаемость немного меньше  $\mu_0$ , называют диамагнетиками.

К ним относятся: висмут, кремний, водород

Вещества у которых магнитная проницаемость немного больше  $\mu_0$ , называют парамагнетиками.

К ним относятся : марганец, алюминий азот

Вещества у которых магнитная проницаемость во много раз больше  $\mu_0$ , называют ферромагнетиками.

К ним относятся: железо, сталь, чугун, никель, кобальт

**Д.з.: Решите задачи и ответьте на вопросы:**

#### **Задача 1**

Определить силу, с которой однородное магнитное поле действует на проводник длиной 20 см, если сила тока в нем 300 мА, расположенный под углом 45 градусов к вектору магнитной индукции. Магнитная индукция составляет 0,5 Тл.

#### **Задача 2**

Какова скорость заряженного тела, перемещающегося в магнитном поле с индукцией 2 Тл, если на него со стороны магнитного поля действует сила 32 Н. Скорость и магнитное

поле взаимно перпендикулярны. Заряд тела равен 0,5 мКл.

1 вариант

На «5»

1. Какова индукция магнитного поля в котором на проводник с длиной 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.

2. В однородном магнитном поле с индукцией 0,8 Тл на проводник с током в 30 А, длина которого 10 см, действует сила 1,5 Н. Найти угол между векторам магнитной индукции и силой тока.

3. Электрон движется в вакууме со скоростью  $3 \cdot 10^6$  м/с в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,1 Тл. Чему равна сила, действующая на электрон, если угол между направлением скорости электрона и линиями индукции равен  $90^\circ$ .

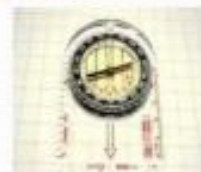
4. В направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает в магнитное поле электрон со скоростью 10 Мм/с. Найти индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг/.

Приложение 1

## ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОВ



Магнит, изготовленный в виде стрелки, используют в компасах



Жесткие диски и акустические системы



В строительстве и на промышленных предприятиях



Электромашинные генераторы и электродвигатели



В медицинской терапии и диагностике



# Напряжённость магнитного поля

- Вторая характеристика магнитного поля

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0 \mu} \left( \frac{A}{M} \right) \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м}$$

$\mu$  относительная магнитная проницаемость среды

$\mu_a = \mu_0 \mu$  абсолютная магнитная проницаемость

$\mu = 1$  воздух

$\mu > 1$  парамагнетики

$\mu < 1$  диамагнетики

$\mu \gg 1$  ферромагнетики