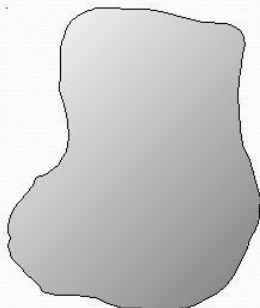


# **Тема 3.4.**

# **Магнитное поле**

Слово «магнит» произошло от названия города Магнесии (теперь это город Маниса в Турции).



«камень Геркулеса». «любящий камень», «мудрое железо», и «царственный камень»

Слово **МАГНИТ**

(от греческого. magnetis eitos)

Минерал, состоящий из:  $\text{FeO}$  (31%) и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (69%).



**Искусственные магниты - сталь, никель, кобальт.**



**Естественные магниты - магнитный железняк.**

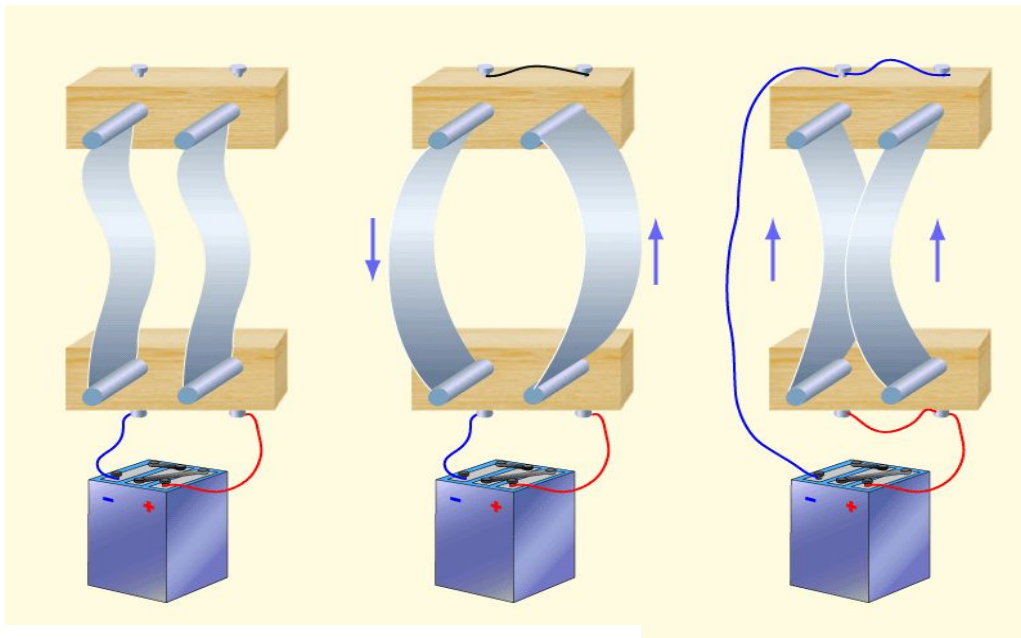


Природные магниты, т.е. кусочки **магнитного железняка** - магнетита (химический состав 31%  $\text{FeO}$  и 69%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), в разных странах назывались по-разному: китайцы называли магнит - чу-ши; греки - адамас и каламита.

- **Магнитное поле- вид материи, посредством которого взаимодействуют между собой **движущиеся** электрические заряды.**
- **Магнитное поле ,созданное постоянным током , называют стационарным ( постоянным)**

# Взаимодействие токов

**Андре Мари Ампер (1820)**



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

$$\begin{aligned} \mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/A}^2 \approx \\ &\approx 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ H/A}^2 \end{aligned}$$

# Закон взаимодействия параллельных токов

1.

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

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

- сила взаимодействия токов

Н

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

- магнитная проницаемость

1

вещества

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

- магнитная постоянная

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

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

- сила тока в первом

А

проводнике

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

- сила тока во втором

А

проводнике

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

- длина активной части

м

проводников

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

- расстояние между

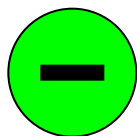
м

проводниками

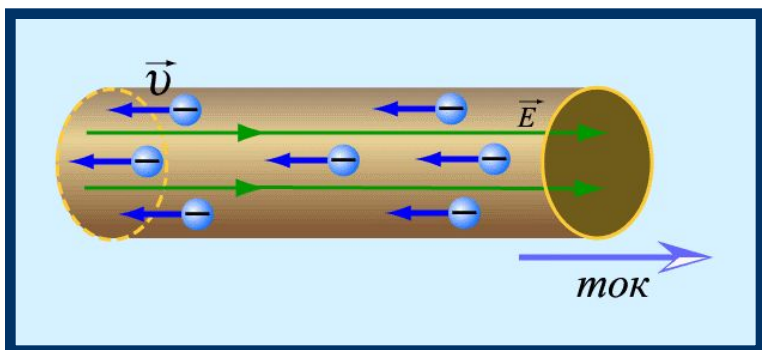
Два проводника длиной по **2 м**,  
находящиеся в **воздухе** на  
расстоянии **50 см** друг от друга,  
отталкиваются с силой **2 Н**.

Определите силу тока в первом  
проводнике, если по второму течет  
ток в **2 А**.

# Источники магнитного поля



**Движущиеся заряды**



**Электрические токи**

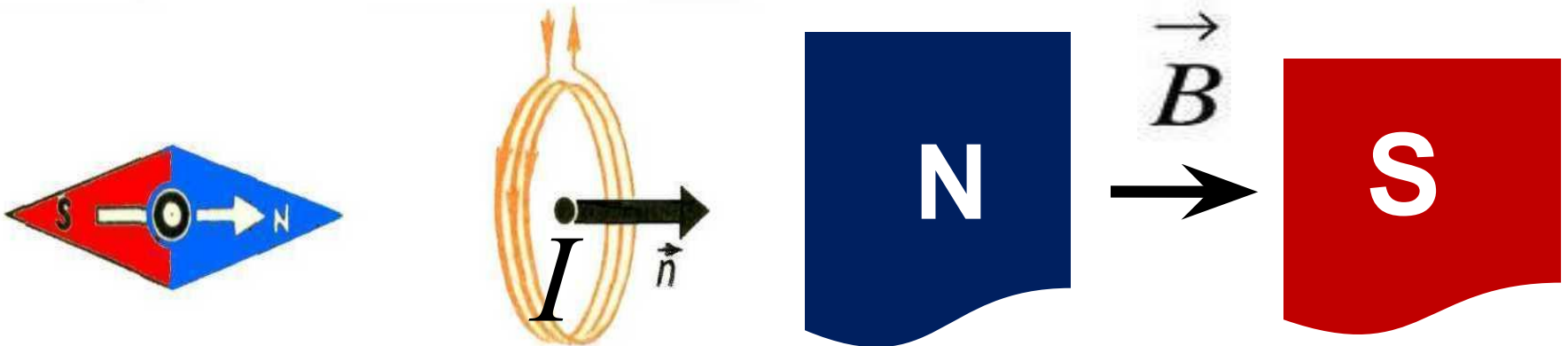


**Постоянные магниты**



# Характеристики магнитного поля

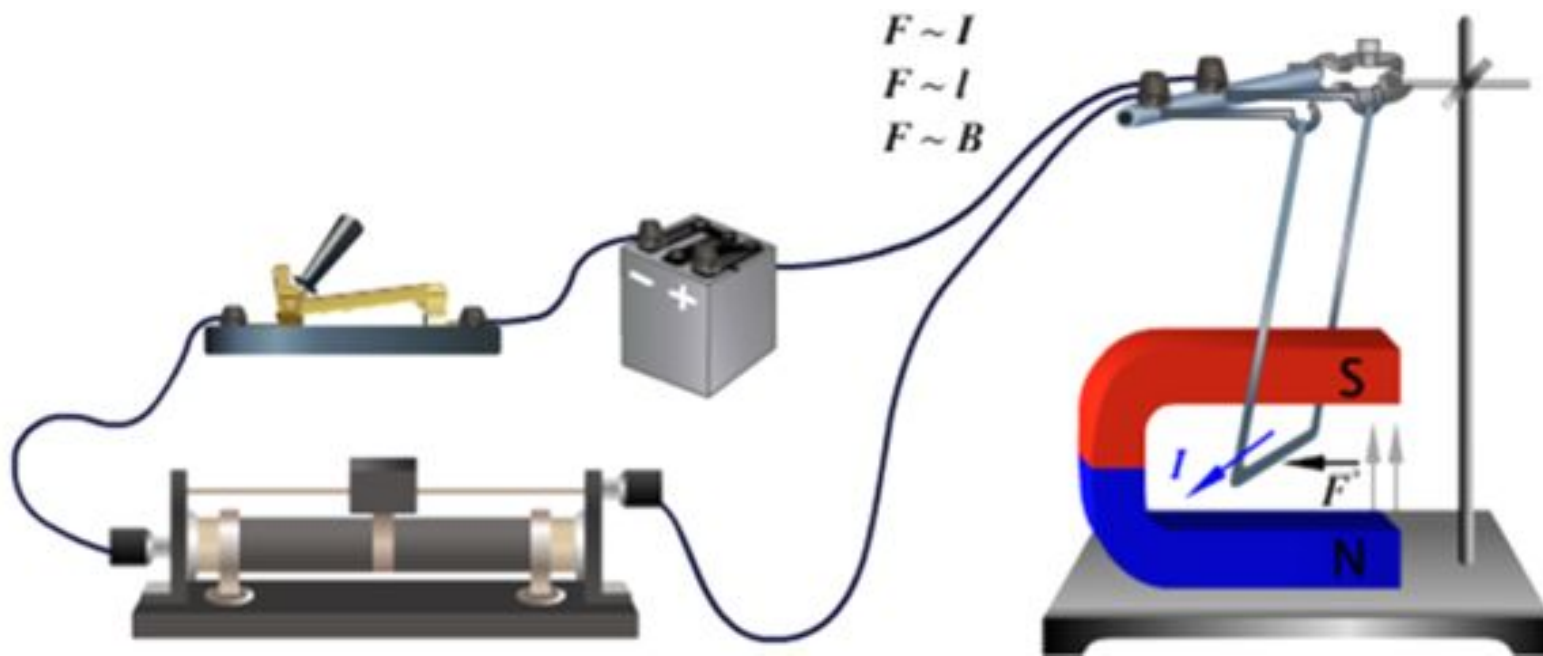
**Вектор магнитной индукции –  
силовая характеристика**





# Характеристики магнитного поля

## Модуль вектора магнитной индукции



$$B = \frac{F}{\ell I}$$

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

**№1**

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

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

**Вектор магнитной индукции**- векторная физическая величина, которая показывает **величину силы**, с которой магнитное поле действует на проводник **единичной длины** по которому проходит **единица тока**.

*За направление вектора магнитной индукции в любой точке принимается направление, указываемое северным концом магнитной стрелки.*

## 2. Определение вектора магнитной индукции

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

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

- Вектор магнитной индукции

Тл

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

- максимальная сила, с которой магнитное поле действует на проводник с током

Н

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

- длина проводника

м

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

- сила тока в проводнике

А

# Принцип суперпозиции

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



## Принцип суперпозиции:

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

Если имеется система проводников, по которой протекает ток, то вектор магнитной индукции результирующего поля равна векторной сумме векторов магнитной индукции каждого поля в отдельности.

3.

## Принцип суперпозиции магнитных полей

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

**B** - вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля

Тл

$F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$  - вектор магнитной индукции магнитного поля первого тока

Т

$F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$  - вектор магнитной индукции магнитного поля второго тока

л  
Тл

$F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$  - вектор магнитной индукции магнитного поля n-ого тока

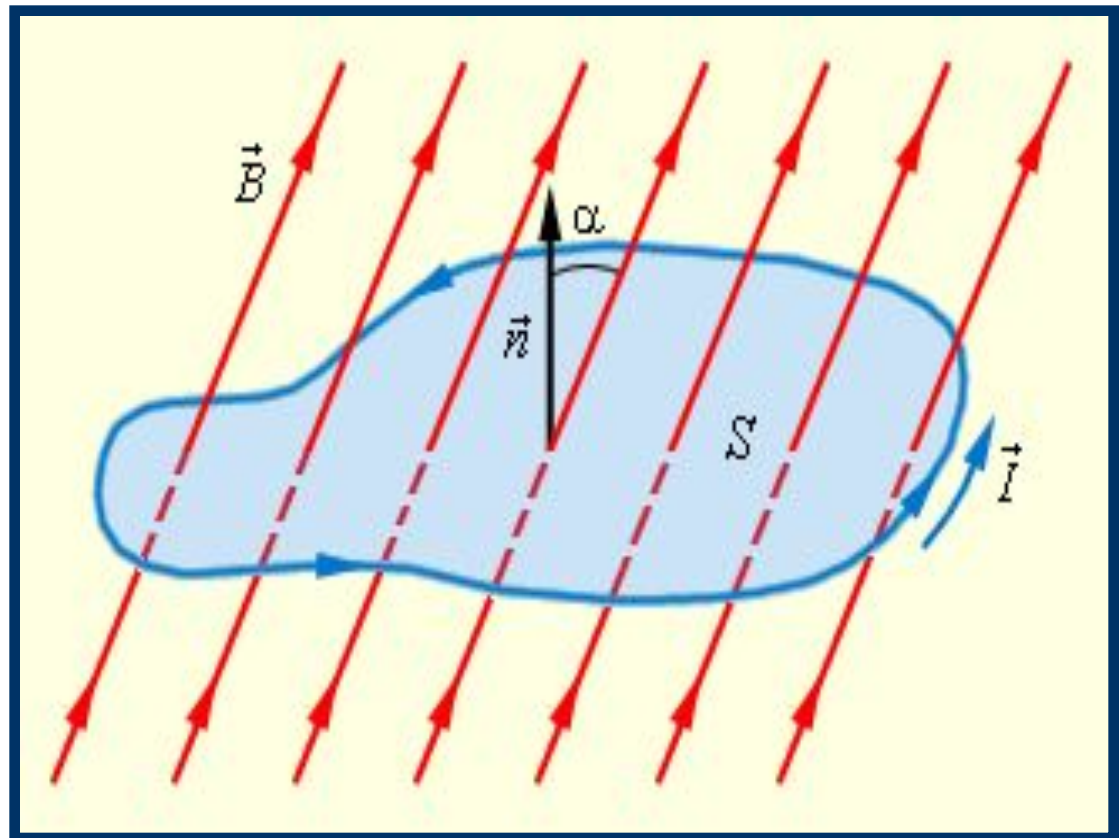
Тл

# Магнитный поток

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

$$1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2$$

$$A = B I_{\Delta} S$$



$$A_{\text{мп}} = I_{\Delta} \Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1)$$



## №2

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

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

**Магнитный поток**- физическая величина , равная произведению модуля вектора магнитной индукции на площадь поверхности, которую он пронизывает, и на косинус угла между векторами магнитной индукции и нормали к этой поверхности.

Энергетический  
СМЫСЛ:

**Магнитный поток**- величина, выражающая энергию, которая переносится магнитным полем через площадь, ограниченную замкнутым контуром.

Геометрический  
СМЫСЛ:

**Магнитный поток**- величина, пропорциональная числу линий магнитной индукции.

# 4. Определение магнитного потока

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

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

- магнитный поток

Вб

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

- вектор магнитной индукции

Тл

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

- площадь поверхности контура

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

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

- угол между вектором магнитной индукции и вектором нормали к поверхности

рад

# 5. Работа магнитного поля при перемещении проводника с током в магнитном поле

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

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

- работа магнитного поля

Дж

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

- сила тока

А

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

- изменение магнитного потока

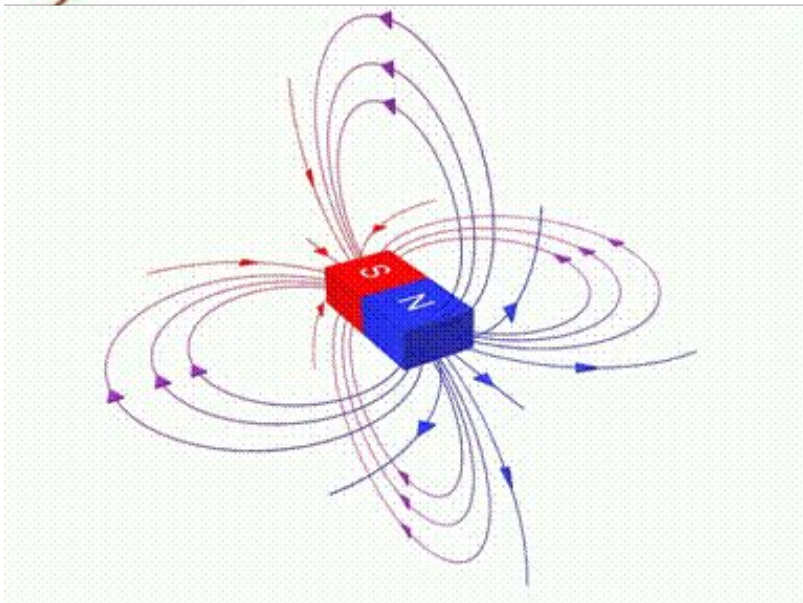
Вб

# Графическое изображение магнитных полей

## Линии магнитной индукции



1. **Замкнуты**
2. **Не пересекаются**
3.  **$\Phi \sim$  числу линий магнитной индукции**



**Магнитное поле –  
вихревое поле**

**№3** **Линии магнитной индукции**- это линии, касательные к которым в каждой точке направлены так же, как вектор магнитной индукции в этой точке.



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

**Свойства**  
**ЛМИ:**

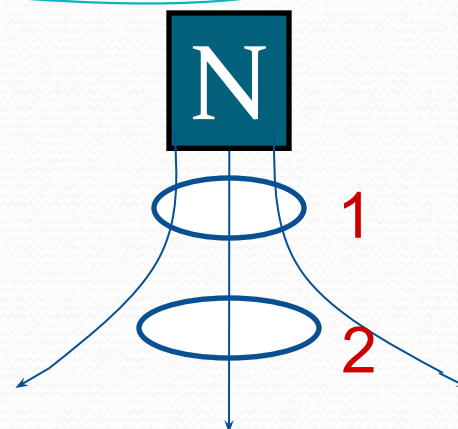
**1.ЛМИ** всегда замкнуты.

*Поля, силовые линии которых замкнуты, называются **вихревыми**. Работа таких полей по замкнутому контуру не равна нулю.*

**2.Не** пересекаются

**3.Магнитный поток**- величина, пропорциональная числу линий магнитной индукции.

**Магнитный поток**-  
величина,  
пропорциональная  
числу линий магнитной  
индукции.



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

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

$$\rightarrow \Delta\Phi < 0$$

**магнитный поток уменьшается**

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

$$\Phi_1 > \Phi_2$$

$$\rightarrow \Delta\Phi > 0$$

**магнитный поток увеличивается**