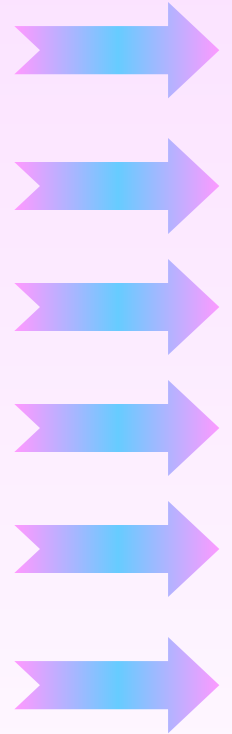


Магнитное поле

Магнитное поле

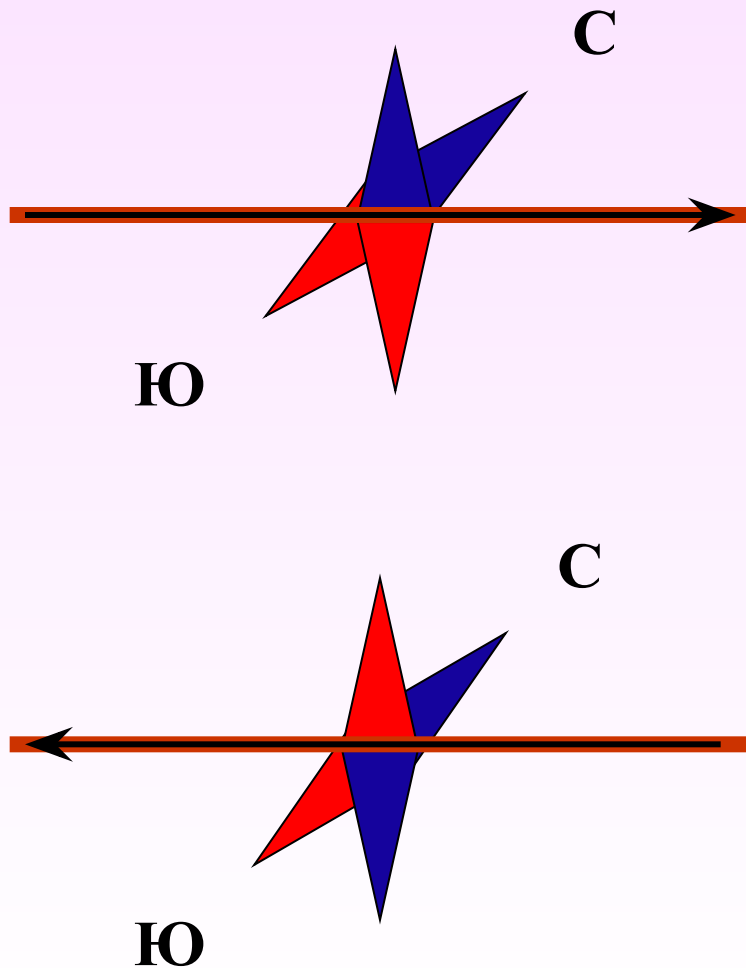
- Опыт Эрстеда
- Взаимодействие токов
- Магнитная индукция
- Сила Ампера
- Сила Лоренца
- Магнитные свойства вещества



Опыт Эрстеда

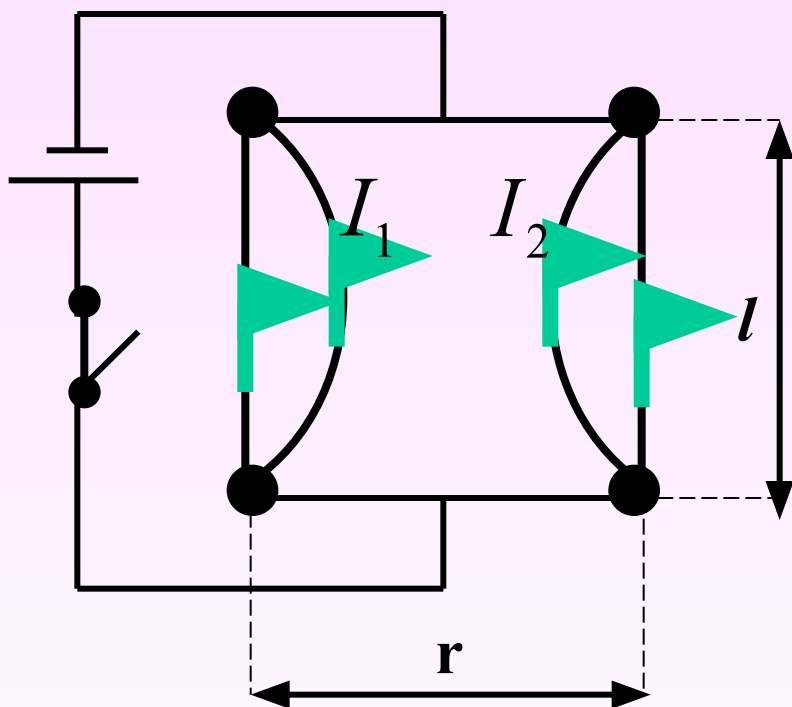
1820

г.

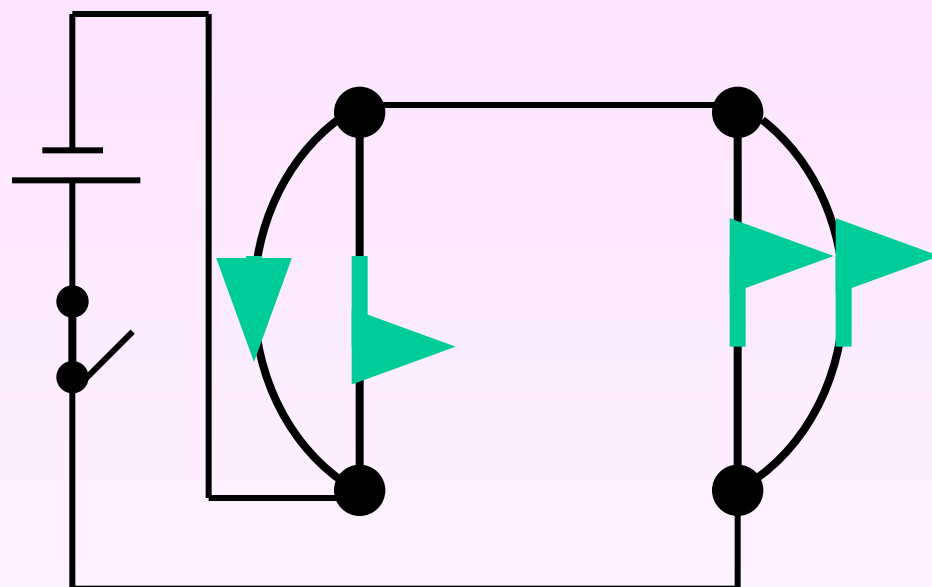


*При прохождении
электрического
тока по
проводнику
магнитная
стрелка
располагается
перпендикулярно
проводнику.*

Взаимодействие токов



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



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





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

- **Определение.** 
- **Модуль вектора магнитной индукции.** 
- **Некоторые значения магнитной индукции.** 
- **Магнитная индукция прямого проводника.** 
- **Линии магнитной индукции.** 
- **Соленоид.** 
- **Магнитное поле Земли.** 

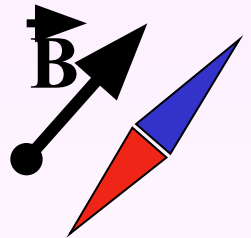


Магнитная индукция

- Магнитное поле проявляет себя действием на проводники с током.
- **Магнитная индукция** – силовая характеристика магнитного поля. (Магнитная индукция определяет силу, с которой магнитное поле действует на внесенный в него проводник с током).

$$[B] = Tл \quad (\text{тесла})$$

- Магнитная индукция – векторная величина.
- За направление вектора магнитной индукции принимается направление от южного полюса магнитной стрелки, помещенной в данное магнитное поле к северному.



Магнитная индукция

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.

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

$$1Tл = \frac{1H}{1A \cdot 1м}$$

*Некоторые значения
магнитной индукции*

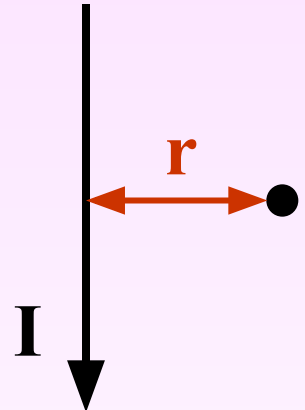


Некоторые значения магнитной индукции

- Магнитное поле Земли в Европе – $2 \cdot 10^{-5}$ Тл
- Магнитное поле Земли максимальное – $7 \cdot 10^{-5}$ Тл
- Магнитное поле стрелок компаса – 0,01 Тл
- Магнитное поле подковообразного магнита – до 0,2 Тл
- Магнитное поле солнечных пятен – 0,4 Тл
- Магнитное поле ферромагнитного сердечника – до 1 Тл
- Магнитное поле в ускорителе – до 10 Тл
- Магнитное поле нейтронных звезд – 10 Тл



Магнитная индукция


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

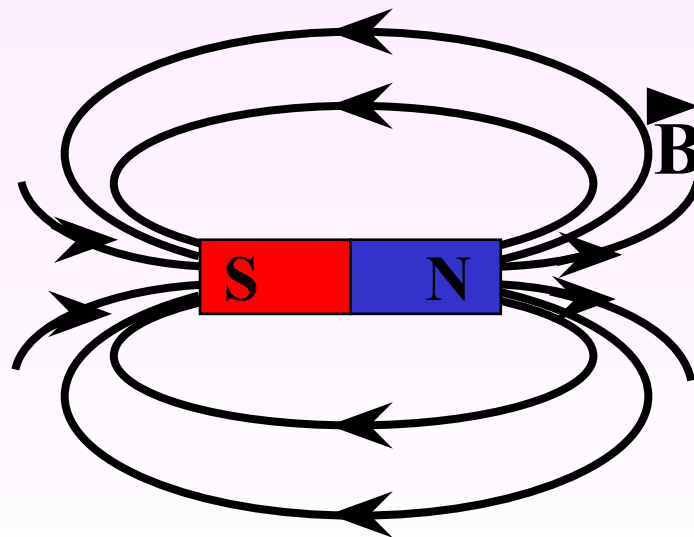
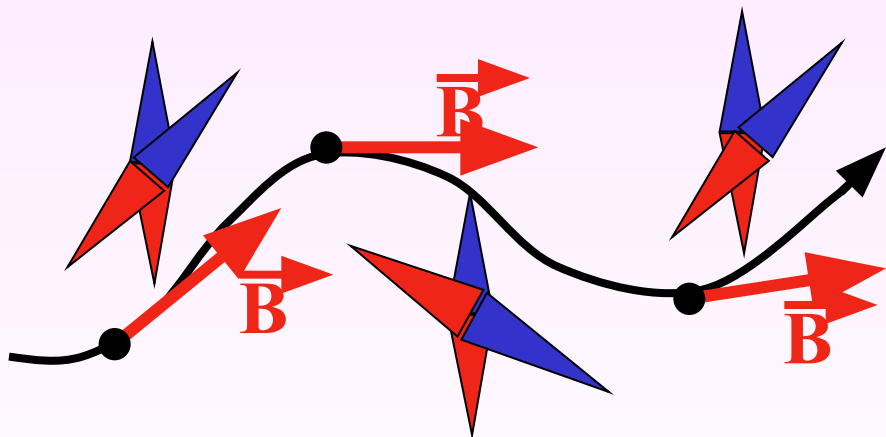
$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$$

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

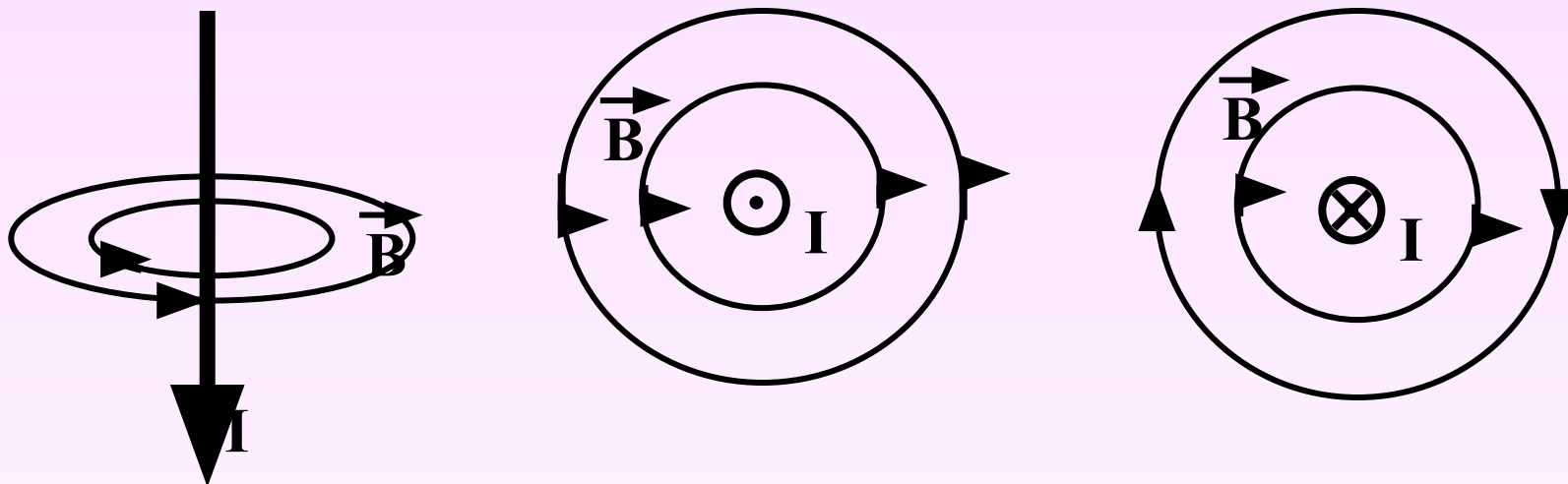


Линии магнитной индукции

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



Линии магнитной индукции

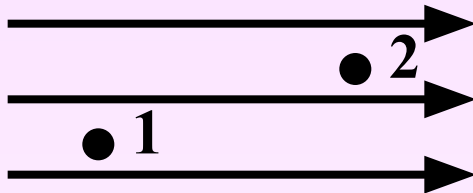


Линии магнитной индукции всегда замкнуты.
Магнитное поле – вихревое поле.
Магнитных зарядов, подобных электрическим в природе нет.



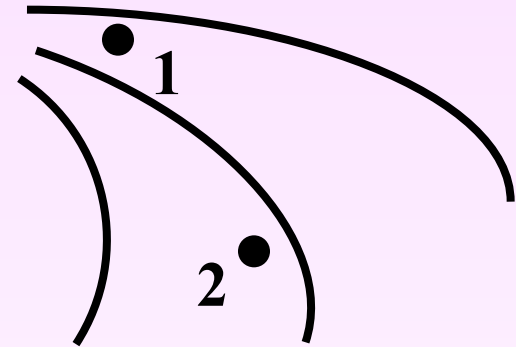
Магнитное поле

однородное



$$B_1 = B_2$$

неоднородное

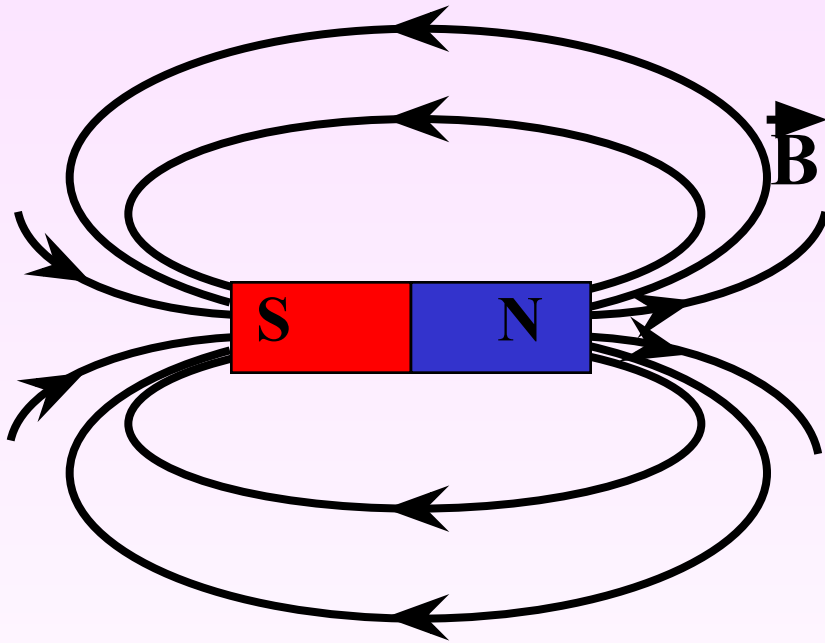


$$B_1 > B_2$$

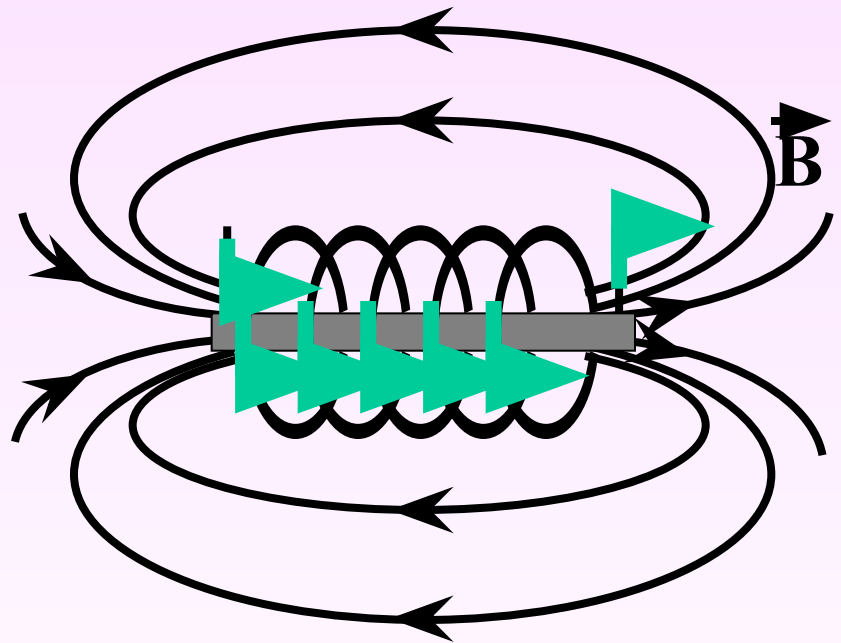


Линии магнитной индукции

постоянный магнит



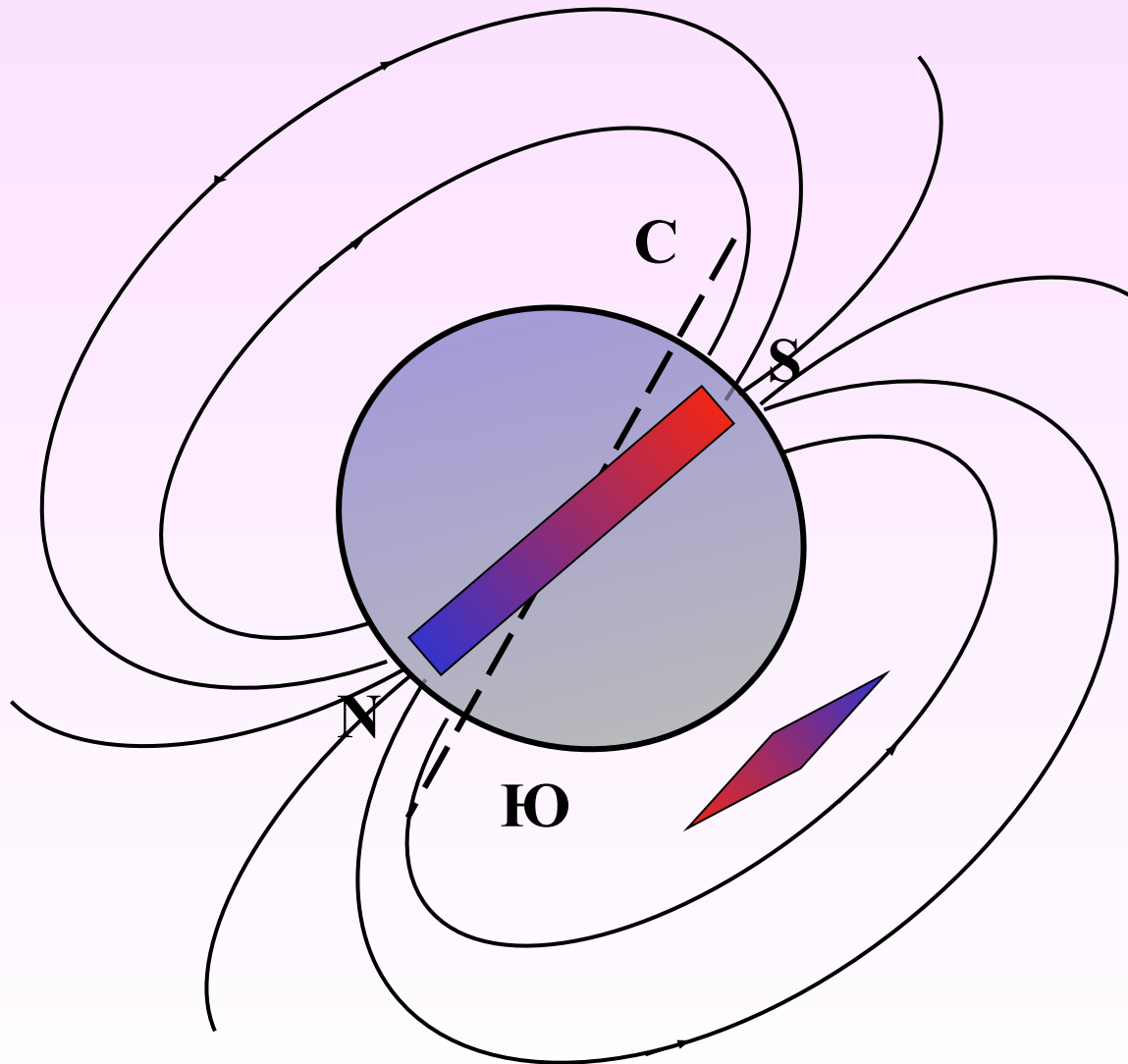
соленоид



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



Магнитное поле Земли



Сила Ампера

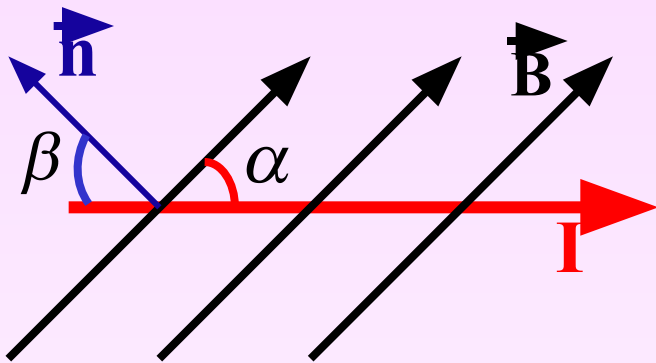


Сила Ампера – сила, с которой магнитное поле действует на помещенный в него проводник с током.

- Значение силы Ампера 
- Примеры силы Ампера 
- Применение силы Ампера 
- Вращающий момент 



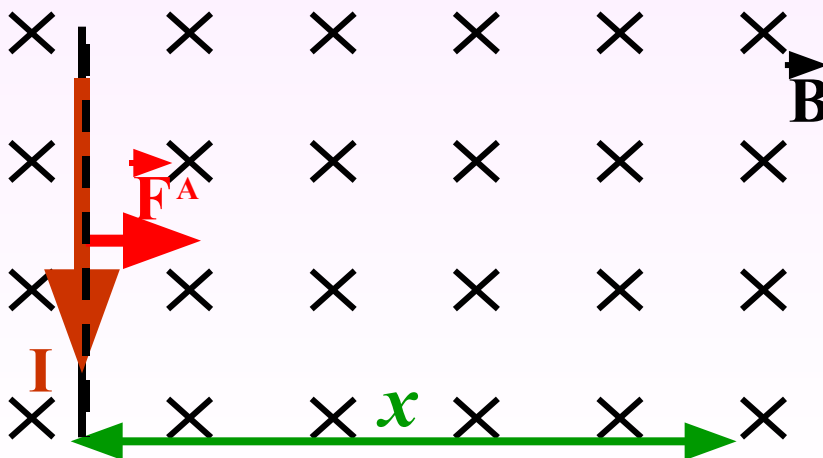
Сила Ампера



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

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

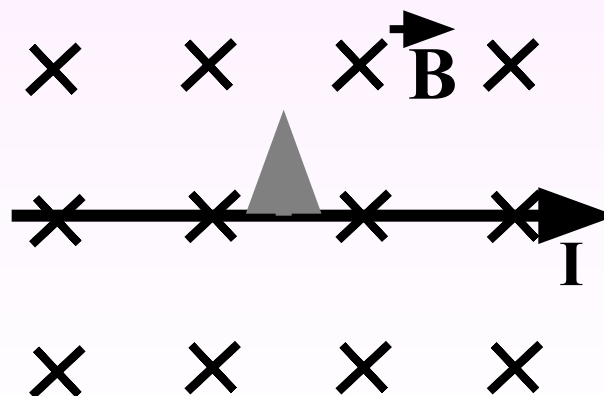
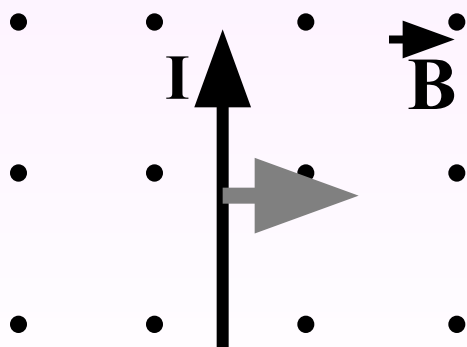
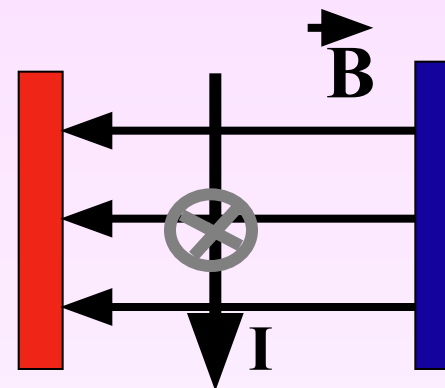
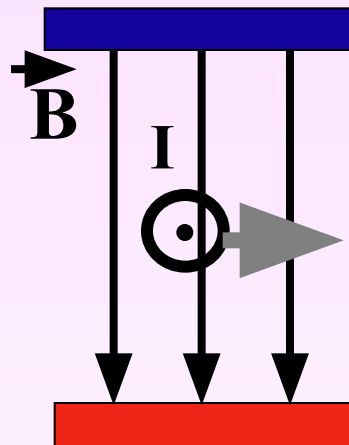
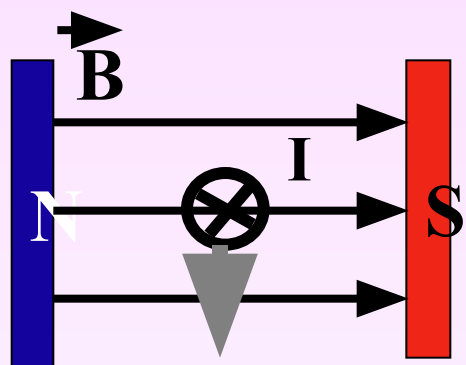
$F_A = IBl \sin \alpha$
 $F_A = IBl \cos \beta$



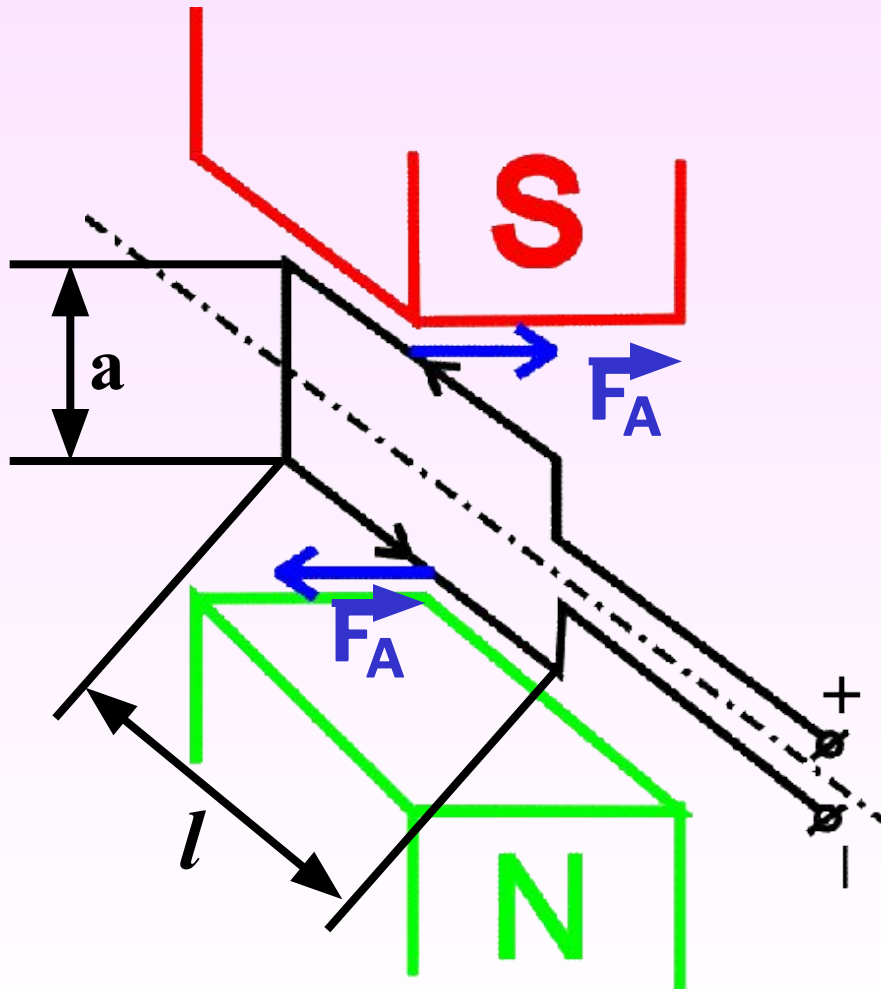
$$A = IBlx$$



Сила Ампера



Вращающий момент



$$M = 2F_A \frac{a}{2}$$

$$F_A = IBl$$

$$M = IBla = IBS$$

$$(S = la)$$

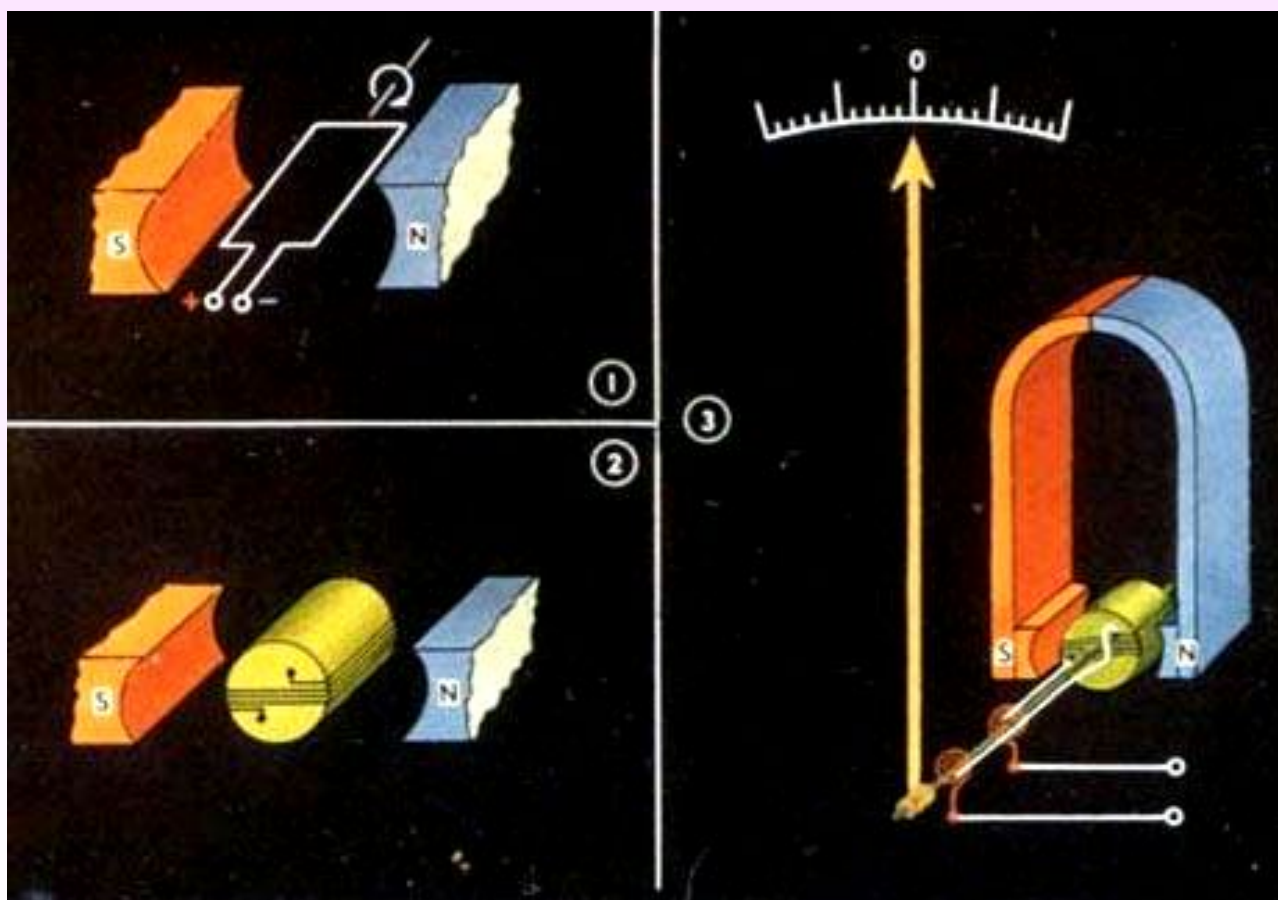


Применение силы Ампера

- Электроизмерительные приборы.
- Громкоговоритель.



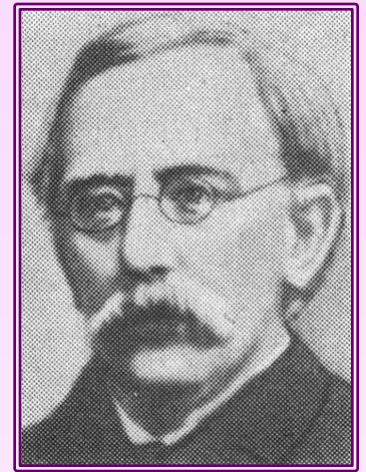
Электроизмерительные приборы



Громкоговоритель



Сила Лоренца

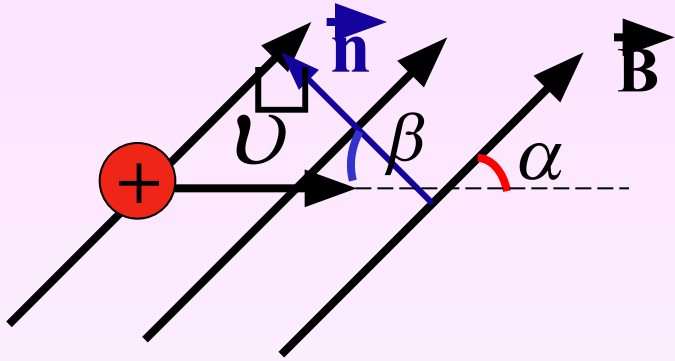


Сила Лоренца – сила, с которой магнитное поле действует на движущуюся заряженную частицу.

- **Формула для расчета.** 
- **Движение заряженной частицы в магнитном поле.** 
- **Примеры.** 
- **Масс-спектрограф.** 



Сила Лоренца



$$F_{\text{Л}} = qvB \sin \alpha$$

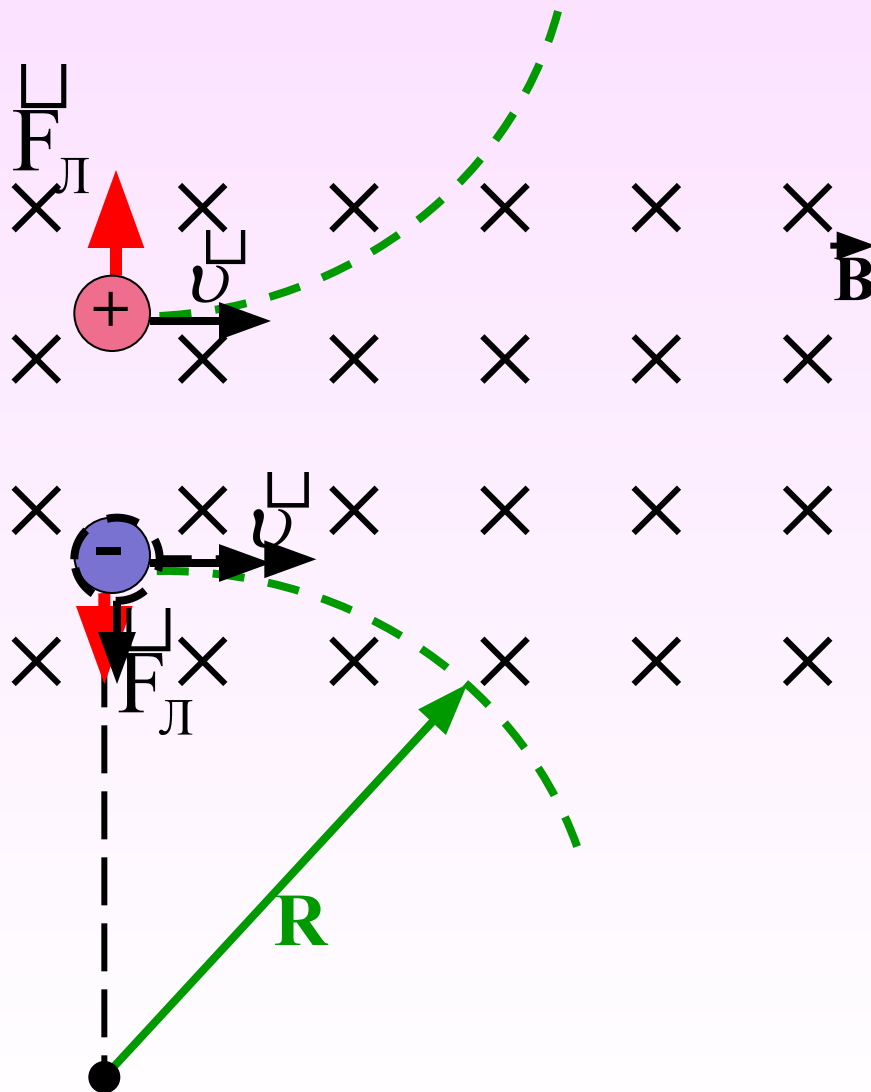
$$F_{\text{Л}} = qvB \cos \beta$$

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

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



Сила Лоренца



$$F_L = qvB$$

$$F_L = ma_y$$

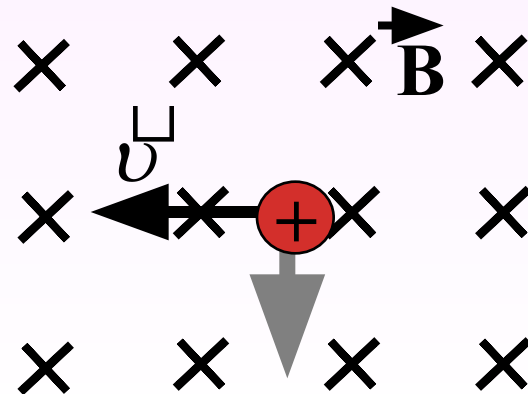
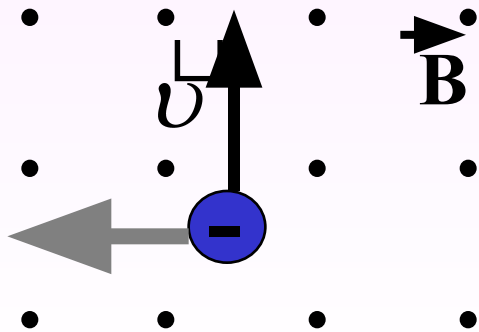
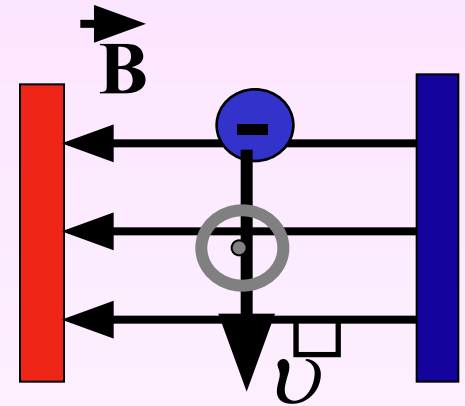
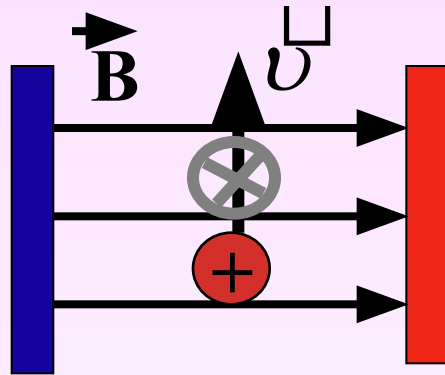
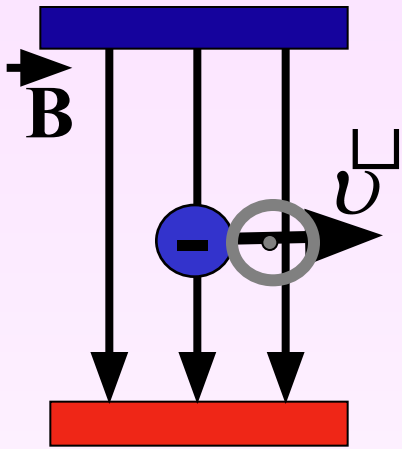
$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

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

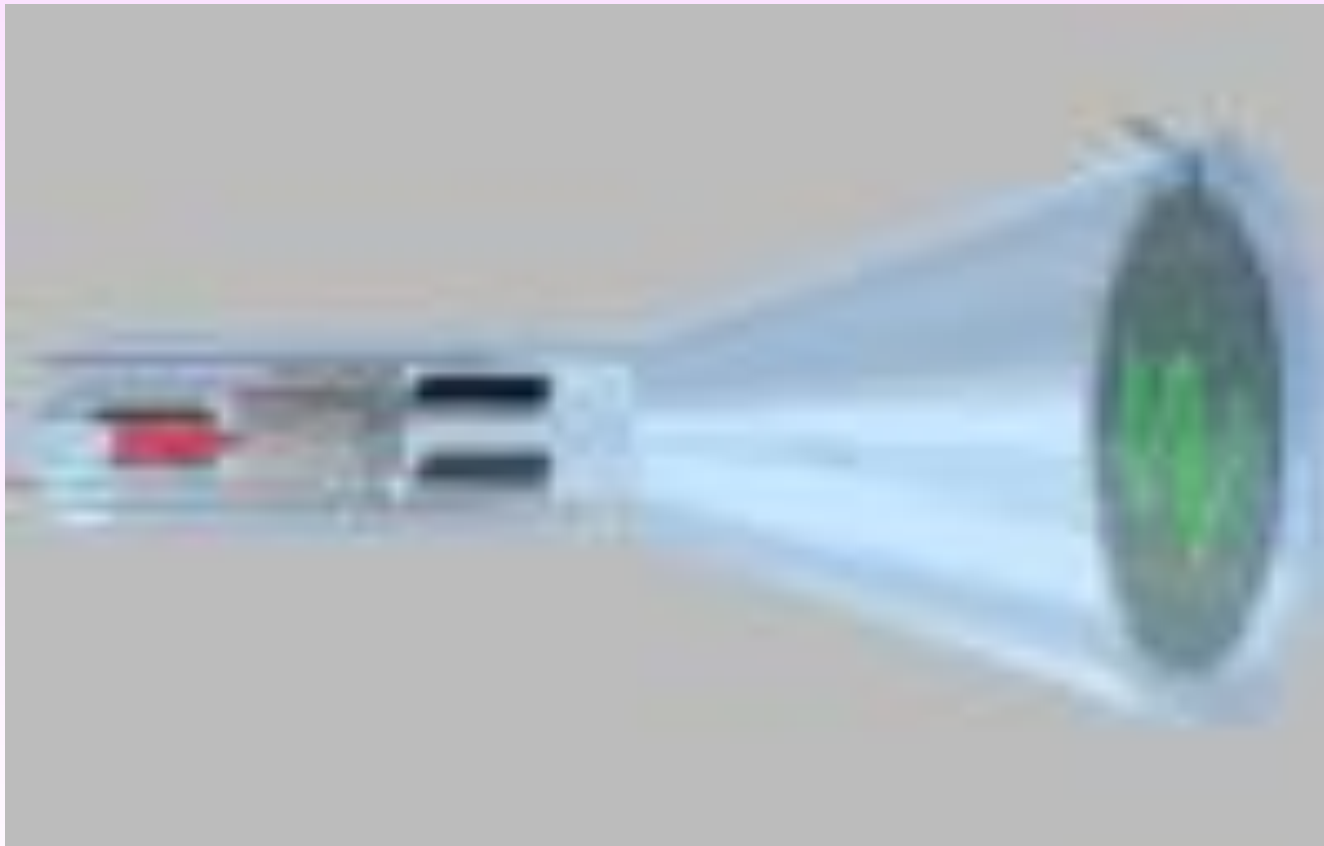
$$R = \frac{mv}{qB}$$



Сила Лоренца



Сила Лоренца



Масс-спектрограф

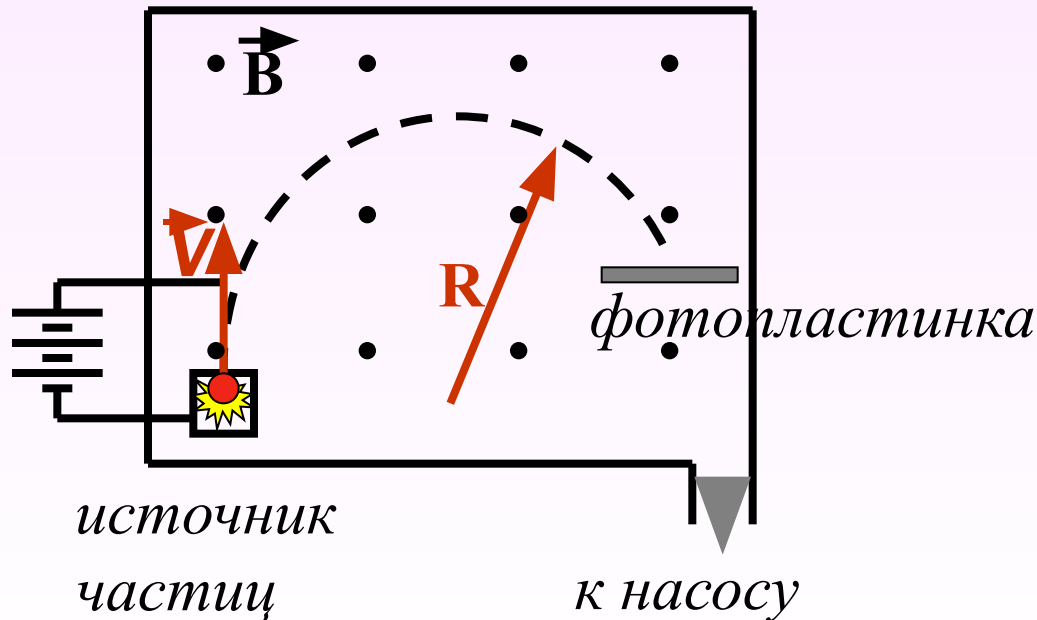
Масс-спектрограф – прибор, позволяющий разделять заряженные частицы по их удельным зарядам.

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{RB} \quad \text{удельный заряд}$$

$$\frac{mv^2}{2} = qU$$

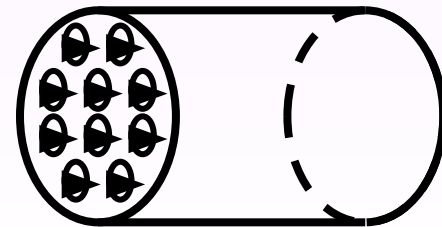
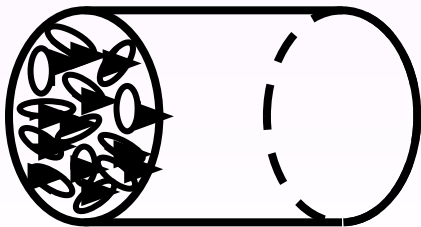
$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{2U}{R^2 B^2}$$



Магнитные свойства вещества

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



Магнитные свойства вещества

<i>вид вещества</i>	<i>ферро-магнетики</i>	<i>пара-магнетики</i>	<i>диа-магнетики</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>темпера- турная зави- симость</i>	<i>М уменьшается с повышением температуры. (При достижении температуры Кюри маг. свойства не проявляются).</i>	<i>М уменьшается с повышением температуры</i>	<i>М не зависит от температуры</i>
<i>примеры</i>	<i>железо, кобальт, никель</i>	<i>алюминий, платина, кислород</i>	<i>вода, висмут, поваренная соль</i>

