

# Теоретическая часть

**Сила Лоренца** — сила, с которой электромагнитное поле действует на точечную заряженную частицу

$$\mathbf{F} = q (\mathbf{E} + [\mathbf{v} \times \mathbf{B}])$$

$$F_L = q[v, B]$$

$$F_L = q v B \sin \alpha$$

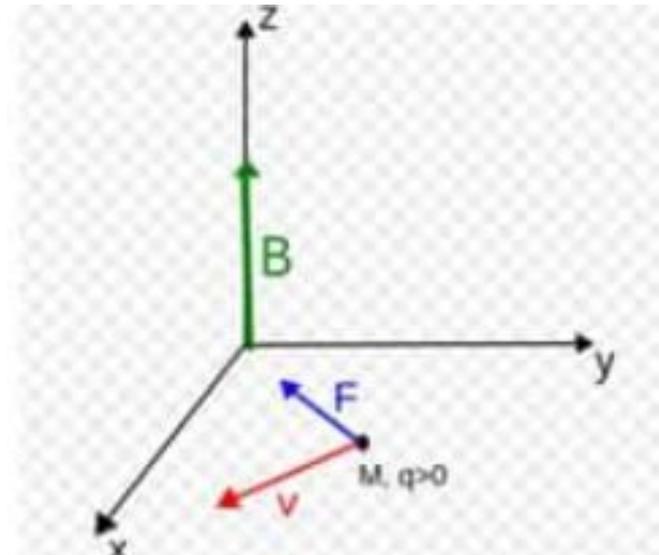
$F_L$  — модуль силы Лоренца

$|q|$  — модуль заряда частицы

$U$  — скорость частицы

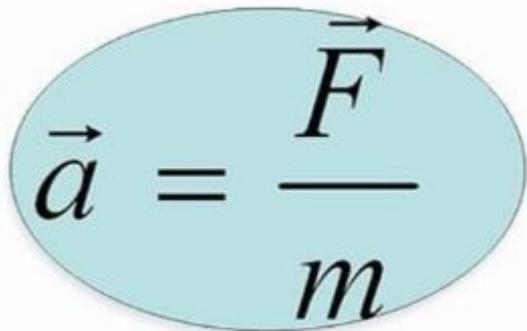
$B$  — магнитная индукция поля

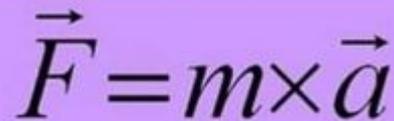
$\alpha$  — угол между вектором магнитной индукции и вектором скорости заряженной частицы

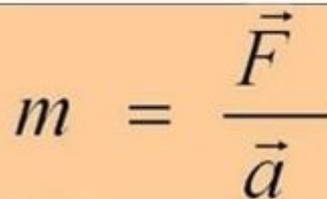


# Теоретическая часть

**Второй закон Ньютона.** Тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор пока на него не действует сила или действие сил скомпенсировано.


$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$


$$\vec{F} = m \times \vec{a}$$


$$m = \frac{\vec{F}}{\vec{a}}$$

$a$  - ускорение ( $\text{м/с}^2$ )

$F$  - равнодействующая всех сил, приложенных к телу (Н)

$m$  - масса (кг)

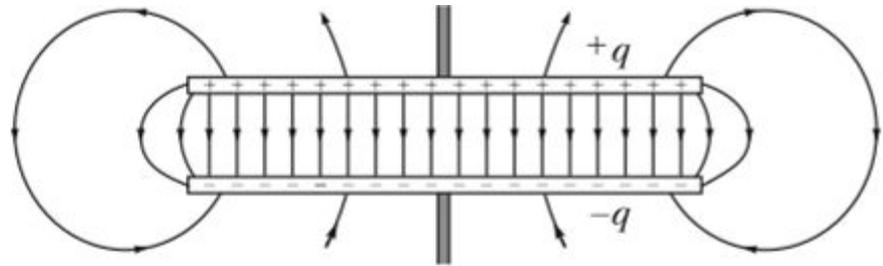
# Теоретическая часть

**Напряженность электрического поля** - векторная физическая величина, характеризующая электрическое поле в данной точке и равная отношению  $F$ , действующей на неподвижный точечный заряд, помещённый в данную точку поля, к величине этого заряда  $q$ :  $F = E \cdot q$

**Сила Кулона** сила взаимодействия двух точечных зарядов в вакууме пропорциональна их величинам  $q_1$  и  $q_2$  и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними  $r$ .

$$E = F/q$$

$$C = \frac{q}{\varphi} = \frac{q}{Ed} = \frac{q}{(\sigma/\epsilon\epsilon_0)d} = \frac{qS\epsilon\epsilon_0}{qd}$$



# Теоретическая часть

**Полная энергия** релятивистской частицы складывается из энергии покоя релятивистской частицы и ее кинетической энергии:

$$E = E_0 + T$$

где  $E$  — полная энергия движущейся частицы;

$E_0$  — энергия покоя указанной частицы;

$T$  — ее кинетическая энергия

**энергия покоя** —  $E_0 = m_0 c^2$ , где  $m_0$  — масса покоя релятивистской частицы (масса частицы в собственной системе отсчета);  $c$  — скорость света в вакууме,  $c \approx 3,0 \cdot 10^8$  м/с;

Связь между массами  $m_0$  (масса покоящейся частицы) и  $m$  (масса движущейся частицы) определяется в

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

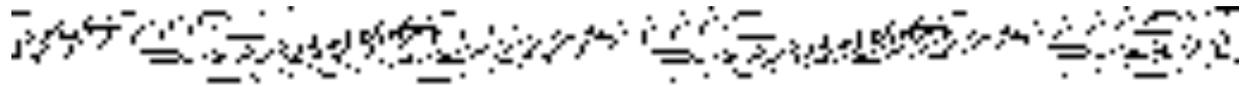
где  $m_0$  — масса частицы в той системе отсчета, относительно которой частица покоится;

$m$  — масса частицы в той системе отсчета, относительно которой частица движется со скоростью  $v$ ;

$c$  — скорость света в вакууме,  $c \approx 3,0 \cdot 10^8$  м/с.

# Теоретическая часть

Время, за которое частица в однородном МП  
сделает один полный оборот,  
называется **периодом**.



**Шаг винтовой линии** – это расстояние, которое пролетает заряженная частица за время равное периоду обращения

**Задача 1.** Вывести формулу, связывающую магнитную индукцию  $B$  поля циклотрона и частоту  $\nu$  приложенной к дуантам разности потенциалов. Найти частоту приложенной к дуантам разности потенциалов для дейтонов, протонов и  $\alpha$ -частиц. Магнитная индукция поля  $B = 1,26$  Тл.

**Задача 2.** Вывести формулу, связывающую энергию  $W$  вылетающих из циклотрона частиц и максимальный радиус кривизны  $R$  траектории частиц. Найти энергию  $W$  вылетающих из циклотрона дейтонов, протонов и  $\alpha$ -частиц, если максимальный радиус кривизны  $R = 48,3$  см; частота приложенной к дуантам разности потенциалов  $\nu = 12$  МГц.

**Задача 3.** Максимальный радиус кривизны траектории частиц в циклотроне  $R = 35$  см; частота приложенной к дуантам разности потенциалов  $\nu = 13,8$  МГц. Найти магнитную индукцию  $B$  поля, необходимого для синхронной работы циклотрона, и максимальную энергию  $W$  вылетающих протонов.