

Теоретическая часть

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

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

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

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

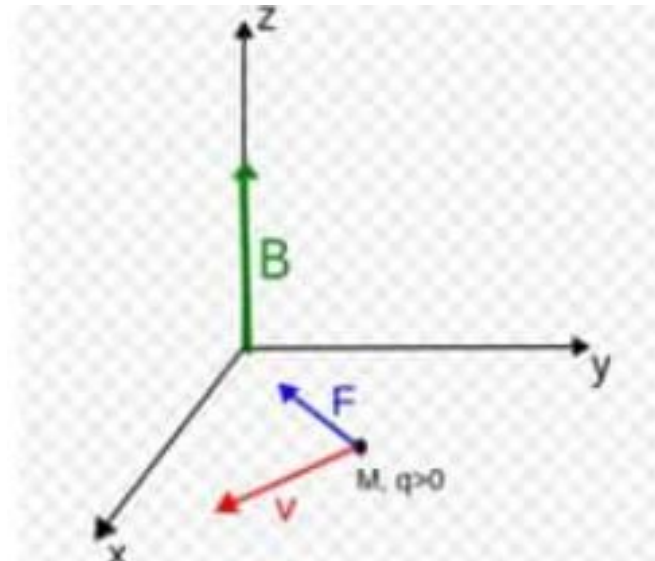
F_L — модуль силы Лоренца

$|q|$ — модуль заряда частицы

U — скорость частицы

B — магнитная индукция поля

α — 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 (м/с^2)

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

m - масса (кг)

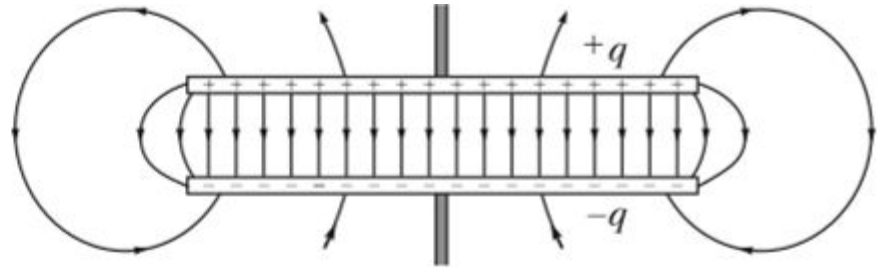
Теоретическая часть

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

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

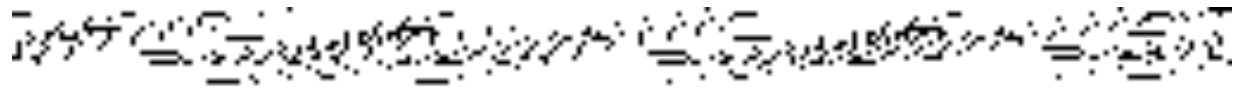
где m_0 — масса частицы в той системе отсчета, относительно которой частица покоится;

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

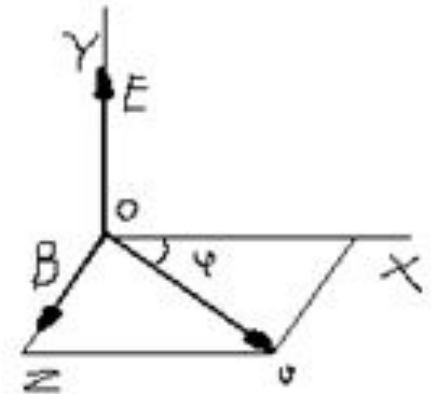
Время, за которое частица в однородном МП
сделает один полный оборот,
называется **периодом**.



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

Задача 1. Пучок нерелятивистских протонов проходит, не отклоняясь, через область, в которой созданы однородные поперечные взаимно перпендикулярные электрическое и магнитное поля с $E=120\text{кВ/м}$ и $B=50\text{мТ}$. Затем пучок попадает на заземленную мишень. Найти силу, с которой пучок действует на мишень, если ток в пучке $I=0,80\text{мА}$

Задача 2. Нерелятивистские протоны движутся прямолинейно в области, где созданы однородные взаимно перпендикулярные электрическое и магнитное поля с $E = 4,0\text{кВ/м}$ и $B = 50\text{мТ}$. Траектория протонов лежит в плоскости xz (рис. 3.102) и составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с осью x . Найти шаг винтовой линии, по которой будут двигаться протоны после выключения электрического поля.



Задача 3. Протоны ускоряют в циклотроне так, что максимальный радиус кривизны их траектории $r = 50\text{см}$. Найти:

- кинетическую энергию протонов в конце ускорения, если индукция магнитного поля в циклотроне $B = 1,0\text{Т}$;
- минимальную частоту генератора циклотрона, при которой в конце ускорения протоны будут иметь кинетическую энергию $T = 20\text{МэВ}$.