

Протон и электрон влетают в однородное магнитное поле. Скорость частиц направлена перпендикулярно линиям индукции поля. Как соотносятся периоды вращения протона и электрона в магнитном поле?

2.

Определить индуктивность фрагмента длиной ℓ бесконечно длинного соленоида, если его сопротивление R , а проволока имеет массу m .

3. Левому концу длинной горизонтальной натянутой струны сообщается простое гармоническое колебательное движение с частотой 250 Гц и амплитудой 2,6 см. Сила натяжения струны 140 Н, линейная плотность 0,12 кг/м. При $t=0$ с конец струны смещен вверх на 1,6 см и движется вверх. Вычислите длину образующейся волны. Вычислите величину волнового вектора. Написать выражение, описывающее бегущую волну.

4.

Материальная точка одновременно участвует в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях, уравнения которых $x = \cos 2\pi t$ и $y = \cos \pi t$. Найдите уравнение траектории точки. Вычертите траекторию точки с соблюдением масштаба, указав направление движения точки.

① На протон и электрон, движущиеся в магнитном поле действует сила Лоренца.

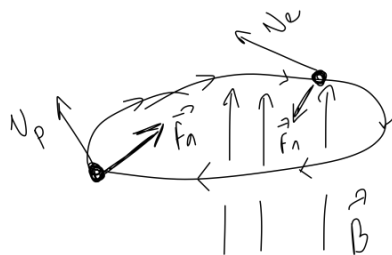
$$F_n = q v B \sin \alpha, \text{ поперек центростремительная } q v B \sin \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

частицы вращаются, движутся по окружности $\Rightarrow \alpha = 90^\circ, \sin \alpha = 1$

$$R = \frac{mv}{qB}; T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\frac{T_e}{T_p} = \frac{2\pi m_e}{q_e B} \cdot \frac{q_p B}{2\pi m_p} = \frac{m_e \cdot q_p}{m_p \cdot q_e} = -\frac{m_e}{m_p}$$

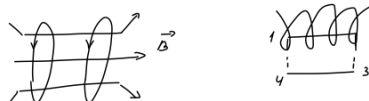
$$\frac{T_e}{T_p} = -\frac{9 \cdot 109 \cdot 10^{-31}}{1.673 \cdot 10^{-27}} = -5.445 \cdot 10^{-4}$$



② L, R, m $L = ?$

Бесконечно длинный соленоид -

- магнитное поле внутри соленоида является однородным. (т.к. $\vec{B} \parallel$ оси соленоида)



Возьмем воображаемый прямоугольный контур 12341. И учтем 34 на том же расстоянии от соленоида, что и 12. Тогда $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_1^2 B dl + \int_2^3 B dl + \int_3^4 B dl + \int_4^1 B dl \approx 0$

$$\oint_L B dl = \int_1^2 B dl = \mu_0 \mu_0 \sum I; \Rightarrow B = \mu_0 \mu_0 n I \text{ (внутри)}$$

$$B = \mu_0 \mu_0 \frac{N}{L} I; \Phi = BNS = \mu_0 \mu_0 \frac{N^2}{L} SI \Rightarrow L = \mu_0 \mu_0 N^2 \frac{S}{L}$$

N - полное число витков. S - площадь поперечного сечения

$$S = \pi r^2; R = \rho \frac{L_p}{S_p}; m = \rho_{pp} \cdot V_{pp} = \rho_{pp} \cdot S_p \cdot L_p; L_p = 2\pi r \cdot N$$

L_p - длина проволоки; ρ - собственное сопротивление; ρ_{pp} - плотность проволоки

$$\begin{cases} S = \pi r^2 \\ L_p = 2\pi r \cdot N \end{cases} \Rightarrow S = \frac{\pi \cdot L_p^2}{4\pi^2 N^2}$$

$$\begin{cases} R = \rho \frac{L_p}{S_p} \\ m = \rho_{pp} S_p L_p \end{cases} \Rightarrow m R = \rho \cdot \rho_{pp} \cdot L_p^2 \Rightarrow L_p = \sqrt{\frac{m R}{\rho \cdot \rho_{pp}}}$$

$$S = \frac{\pi \cdot m R}{4\pi^2 N^2 \cdot \rho \rho_{pp}} \Rightarrow L = \frac{\mu_0 \mu_0 \cdot N^2}{L} \cdot \frac{\pi m R}{4\pi^2 N^2 \cdot \rho \rho_{pp}} = \frac{\mu_0 \mu_0 m R}{L \rho \rho_{pp} 4\pi}$$

$$④ \quad x = \cos 2\pi t, \quad y = \cos \pi t$$

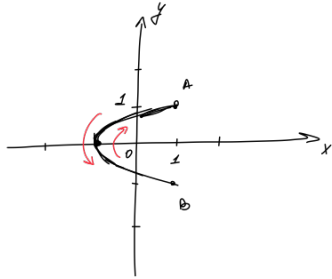
$$y(x) = ?$$

$$x = \cos 2\pi t = 2\cos^2 \pi t - 1 = 2y^2 - 1$$

$$x - 2y^2 = -1$$

$$y^2 = \frac{x+1}{2}$$

график - парабола, ветви вправо



$$x \in [-1; 1], \quad y \in [-1; 1]$$

$$x(0) = 1; \quad y(0) = 1$$

$$x(1) = 1; \quad y(1) = -1$$

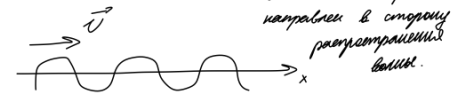
после замкнутого т. В
идет движение в т. А

$$③ \quad v = 250 \text{ Гц}; \quad A = 2.6 \text{ см}; \quad F_H = 140 \text{ Н}; \quad \rho_{\text{пл}} = 0.12 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

$$\xi(x, 0) = 1.6 \text{ см}$$

$$\xi(x, t) = ? \quad \lambda = ?$$

$$\xi(x, t) = A \cdot \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$



касательный вектор
направлен в сторону
распространения
волны.

$$\lambda = \frac{v}{\nu}; \quad \rho_{\text{пл}} = \frac{m}{l};$$

$$v = \sqrt{\frac{F_H}{\rho_{\text{пл}}}}$$

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{1}{\nu} \cdot \sqrt{\frac{F_H}{\rho_{\text{пл}}}}$$

скорость распространения
в продольных волнах

$$\lambda = \frac{1}{250} \cdot \sqrt{\frac{140}{0.12}} \quad m = 0.14 \text{ м}$$

$$\xi(0, 0) = A \cdot \cos \varphi_0 = 1.6 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 52^\circ \approx 0.91\pi$$

$$2.6 \cdot \cos \varphi_0 = 1.6$$

$$\omega = 2\pi\nu = 2 \cdot \pi \cdot 250 \text{ Гц} = 1571 \text{ рад/с} \quad \Rightarrow \quad \xi(x, t) = 0.026 \cos(1571t - 45x + 0.91\pi)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.14 \text{ м}} = 45 \text{ м}^{-1}$$