

Неевин Кирилл Р3113

Рубежный контроль 2. Работа над ошибками.

Вариант 5.

+ Вопрос 1. Выберите правильное выражение для вектора намагниченности:

$$\vec{J} = \vec{M} = \frac{\sum \vec{p}_m}{V} \leftarrow \begin{array}{l} \text{магнитный дипольный момент} \\ \text{состома} \end{array}$$

НАМАГНИЧЕННОСТЬ = магнитный момент единицы объёма вещества.

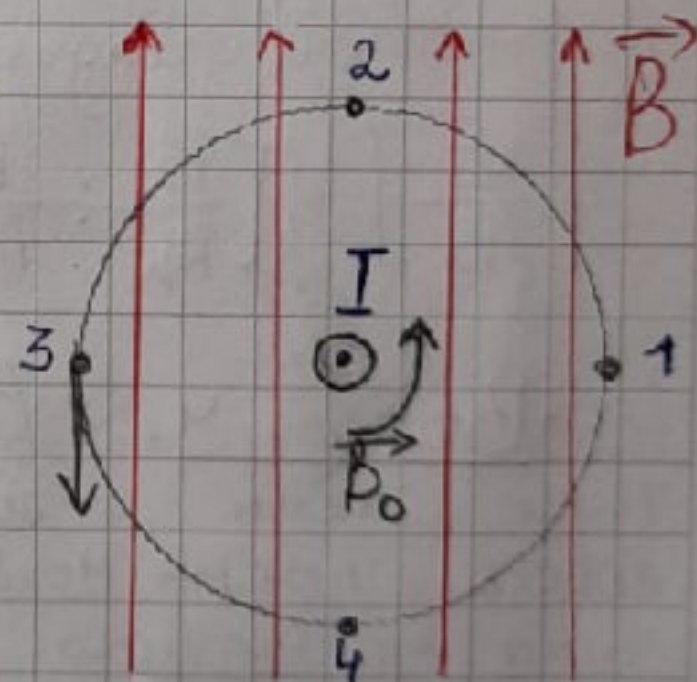
+ Вопрос 2. В однородное магн. поле с вект. инд. В помещён длинный прямой провод с током I. Выберите точку, в которой суммарная магнитная индукция может быть нулевой.

Ток направлен на нас \Rightarrow
магнитн. индукция по прав.

Будавчика против часовой стр.

Значит, если $|\vec{B}_0| = |\vec{B}|$, то в

Точке "3" может быть равна нулю.



+ Вопрос 3. Какую размерность в системе СИ имеют следующие физические величины?

• Ротор напряжённости магнитного поля:

Т.к. по формуле ротора берётся производная по направлению, то размерность ротора H равна:

$$[H] = \left[\frac{A}{m} \right] \quad [\text{rot } H] = \left[\frac{A}{m^2} \right]$$

• Поток электрической индукции:

$$[\Phi] = [D \cdot S] = \left[\frac{K_n}{m^2} \cdot m^2 \right] = [K_n]$$

↑
электр. индукц.
↑
пл. рамк.

• Произведение силы тока и магнитн. потока:

$$[I \cdot \Phi] = [A \cdot T_n \cdot m^2] = \left[\frac{A \cdot H}{A \cdot m} \cdot m^2 \right] = [H \cdot m]$$

• Отношение электрической напряжённости к магнитной индукции:

$$\left[\frac{E}{B} \right] = \left[\frac{H}{K_n} : \frac{H}{A \cdot m} \right] = \left[\frac{H}{K_n} \cdot \frac{A \cdot m}{H} \right] = \left[\frac{m}{c} \right]$$

✚ Вопрос 4. Во внешнее магнитное поле \vec{B}_0 поместили стакан с водой, молекулы в которой не имеют собств. магнитного момента. Какой станет в воде величина магнитного поля B и как будет направлен вектор намагн. \vec{J} воды.

Вода — диамагнетик, диамагнетики намагничиваются против внешнего поля, ну и их магн. индукция против вн. поля \Rightarrow

Ответ: B станет меньше B_0 на доли %, вектор \vec{J} будет направлен против вектора \vec{B}_0 .

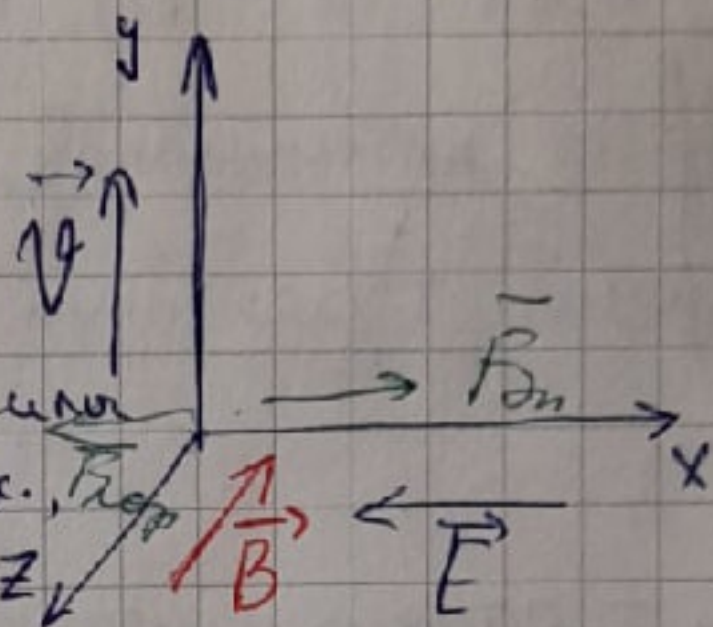
+ Вопрос 5. Пучок электронов проходит через область с однородным электрическим и магнитным полями, направления которых перпендикулярны скорости пучка. Направление вектора \vec{E} эл. напряж. показано на рисунке. Как должен быть направлен вектор \vec{B} магнитной индукции для того, чтобы скомпенсировать отклонение пучка, создаваемое электрическим полем?

Электроны движутся в сторону обратную \vec{E} (закон Кулона).

\vec{B} отклоняет по правилу силы

Лоренца (ук. пальца по напр. движ. магн. лин. в ладонь) **ПОЛОЖ.**

Ответ: в отриц. напр. Oz.



+ Вопрос 6. Выберите все правильные выражения для энергии магнитного поля контура с током. Здесь I — сила тока в контуре, L — индуктивность контура, Ψ — магнитный поток через площадь, ограниченную контуром.

$$W = \frac{LI^2}{2}$$

$$W = \frac{\Psi I}{2}$$

$$\Psi = L \cdot I$$

Задача 2 В однородное магнитное поле, перпендикулярно линиям индукции, влетают протон ($m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг) и альфа-частица ($m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27}$ кг), ускоренные одинаковой разностью потенциалов. Найти отношение радиусов кривизны траекторий частиц. Изобразить траектории частиц.

• R_1 - радиус кривизны траектории протона, R_2 - альфа-частицы

• Если заряженная частица была ускорена разностью потенциалов U , то её скорость v по ЗСЭ:

$$q \cdot U = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2q \cdot U}{m}}$$

• Частица движется в магнитном поле под действием силы Лоренца по окружности, следовательно, её скорость перпендикулярна вектору магнитной индукции ($\alpha = 90^\circ$). Радиусу 2-ой закон Ньютона:

$$F_n = B \cdot v \cdot q \cdot \sin \alpha = B v q$$

$$F_n = F_y \Leftrightarrow F_y = m a_y \quad a_y = \frac{v^2}{R}$$

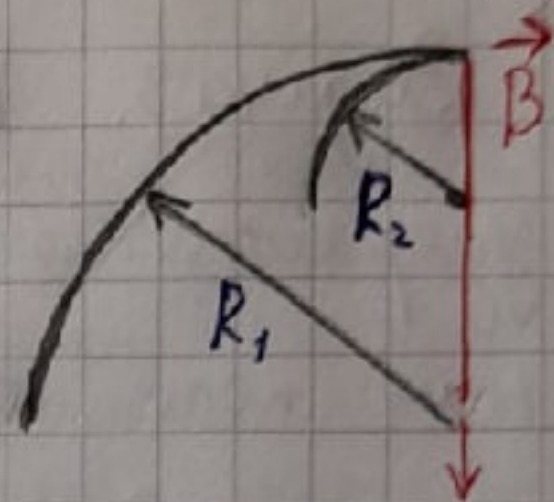
$$B \cdot v \cdot q = \frac{mv^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{mv}{Bq}$$

$$R = \frac{m}{Bq} \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{q}}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um_d}{q_d}}}{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um_p}{q_p}}} = \sqrt{\frac{m_d}{2e}} : \sqrt{\frac{m_p}{e}} = \sqrt{\frac{m_d}{2m_p}}$$

$$= \sqrt{\frac{6,64}{2 \cdot 6,64 \cdot 10^{-27}}} \approx 0,35 \sqrt{2}$$

Ответ: $\frac{R_2}{R_1} = 0,35 \sqrt{2}$



Задача 1 Бесконечный прямой провод изогнут под прямым углом в вертикальной плоскости, как показано на рисунке. По проводу идет ток $I = 5,0 \text{ A}$. Найти направление и величину магнитной индукции в точке С, равноудаленной от частей провода на расстояние $a = 50 \text{ см}$

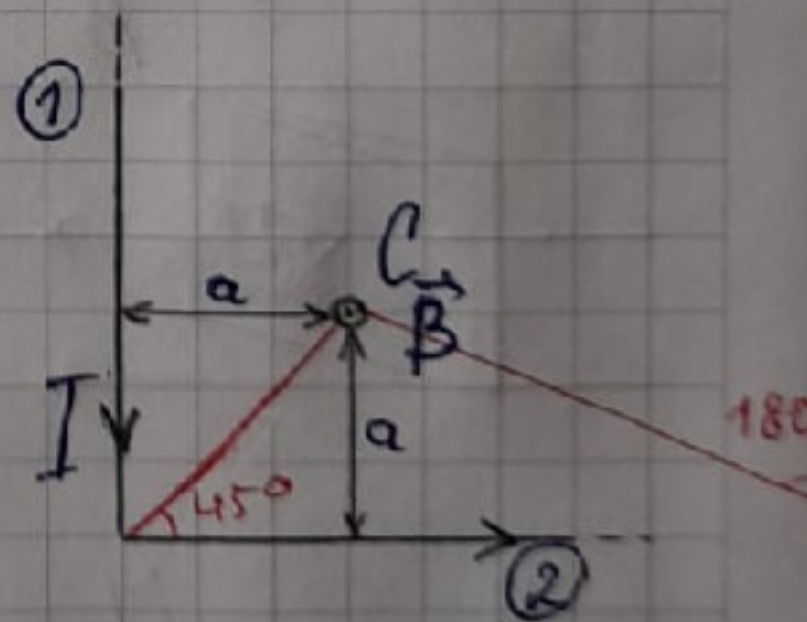
\vec{B} направлен на нас.

В силу симметрии можем рассматривать, как 2 отдельных провода

$$|\vec{B}| = |\vec{B}_1| + |\vec{B}_2|$$

$$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 \right)$$

$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}, \cos 180^\circ = -1$

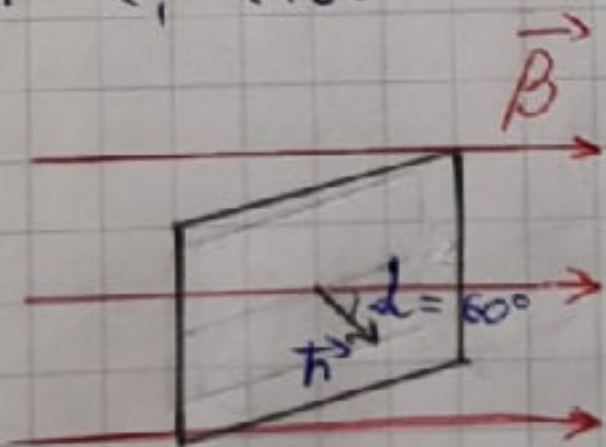


$$\beta = 2\beta_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 \right) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2 \cdot \pi \cdot 0,5} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 \right) =$$

$$= 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ (Тл)}$$

Ответ: $\beta = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$.

† Задача 3. Квадратная рамка с током 50 мА удерживается неподвижно в однородном магнитном поле так, что её магнитный момент соос. угол 60° с направлением магнитной индукции. Сторона рамки 5,0 см. Момент удерживающей силы 50 мкН·м. Определить величину магнитной индукции однородного поля и работу, которую совершит сила Ампера, если рамку отпустить так, чтобы она повернулась в полож. равновес.



Момент удерживающей силы

$$\vec{M} = [\vec{p}_m, \vec{B}]$$

Магнитный поток

$$p_m = I \cdot S = I \cdot a^2$$

$$M = I \cdot a^2 \cdot B \cdot \sin \alpha$$

$$B = \frac{M}{I a^2 \sin \alpha} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{50 \cdot 10^{-3} \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 0,02 \text{ (Тл)}$$

$$A = I \Delta \Phi = I \cdot B \cdot \cancel{S \cos 0^\circ} = I B \cdot S \cdot \sin \alpha =$$

$$= I \cdot B \cdot a^2 \cdot \sin 60^\circ = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx$$

$$\approx 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ (Дж)} \uparrow$$

$$H = I \cdot \Delta \Phi = IBS \cos \varphi - IBS \cos \alpha$$

Задача 4. Электромагнитный контур состоит из конденсатора с ёмкостью $5,0 \text{ мкФ}$ и соленоида с индуктивностью $0,5 \text{ Гн}$ с сопротивлением 50 Ом .
 Определить циклическую частоту собственных колебаний контура и время, за которое энергия колебаний в нём будет уменьшаться в раз.

1

$$A = IBS(1 - \cancel{\cos 60^\circ}) = \frac{IBS}{2}$$

+