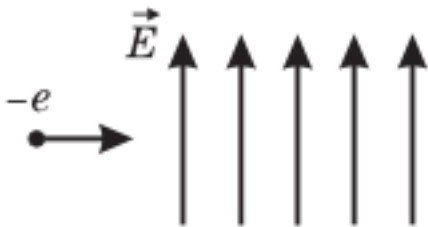


**Задания для подготовки к контрольной работе по теме
«Магнитное поле. Электромагнитная индукция»**

1. Горизонтальные рельсы, находящиеся в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, расположены на расстоянии $l = 0,5$ м друг от друга. На них лежит металлический стержень массой $m = 0,5$ кг, перпендикулярный рельсам. Какой величины ток I нужно пропустить по стержню, чтобы он начал двигаться? Коэффициент трения стержня о рельсы $\mu = 0,2$.

2. Свободная частица массой $m = 10^{-4}$ г, несущая заряд $q = 10^{-7}$ Кл, движется в плоскости, перпендикулярной однородному магнитному полю с индукцией $B = 1$ Тл. Найти период обращения частицы T . Силу тяжести не учитывать.

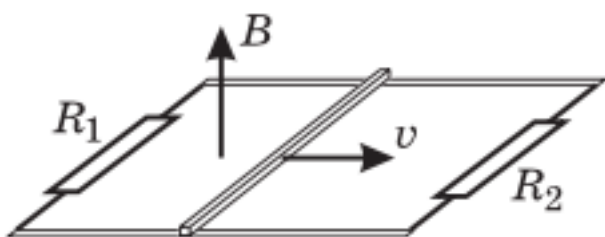
3. Электрон влетает в область пространства с однородным электрическим полем напряжённостью \vec{E} перпендикулярно силовым линиям ($E = 6 \cdot 10^4$ В/м). Определить величину и направление вектора индукции магнитного поля \vec{B} , которое надо создать в этой области пространства для того, чтобы электрон пролетел её, не отклоняясь от первоначального направления. Кинетическая энергия электрона $E_k = 1,6 \cdot 10^{-16}$ Дж, масса электрона $m = 9 \cdot 10^{-31}$ кг. Силой тяжести пренебречь.



4. Катушка из n одинаковых витков площадью S каждый присоединена к баллистическому гальванометру. Вначале катушка находилась между полюсами магнита в однородном магнитном поле с индукцией B , параллельной оси катушки. Затем катушку переместили в пространство, где магнитное поле отсутствует. Какое количество электричества q протекло через гальванометр? Сопротивление всей цепи R .

5. Кольцо радиуса $r = 1$ м, сделанное из тонкой проволоки, находится в однородном магнитном поле, индукция которого увеличивается пропорционально времени t по закону $B = kt$. Определить мощность N , выделяющуюся в кольце, если известно, что сопротивление кольца равно $R = 1$ Ом, вектор индукции \vec{B} составляет с нормалью к плоскости кольца угол $\alpha = 60^\circ$, $k = 1$ Тл/с.

6. По двум параллельным проводам движется проводящий стержень со скоростью $v = 20$ см/с, направленной вдоль проводов. Между концами проводов включены резисторы $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 4$ Ом. Расстояние между проводами $d = 10$ см. Провода помещены в однородное магнитное поле, индукция которого $B = 10$ Тл перпендикулярна плоскости, проходящей через провода. Найти силу тока I , текущего по стержню. Сопротивлением проводов, стержня и контактов между ними пренебречь.



Ответы:

1. $I = 20 \text{ A}$.
2. $T \approx 6,28 \text{ с}$.
3. $B \approx 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$.
4. $q = BS\eta/R$.
5. $N \approx 2,5 \text{ Вт}$.
6. $I = 0,15 \text{ A}$.

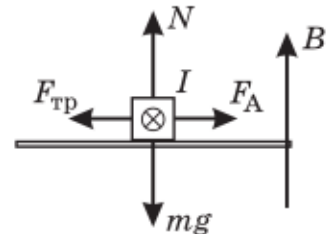
Решения:

1.

Решение. На стержень действуют силы, изображенные на рисунке, где показан вид на рассматриваемую систему сбоку. Здесь mg — модуль силы тяжести, N — модуль суммы нормальных составляющих силы реакции рельсов, F_A — модуль силы Ампера, $F_{\text{тр}}$ — модуль суммарной силы трения. Стержень придет в движение, если $F_A > F_{\text{тр}}$. Учитывая, что $F_A = IBl$, а максимальное значение силы трения покоя $F_{\text{тр}} = \mu N$,

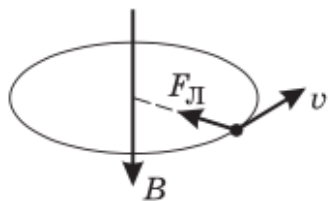
получаем: $I > \frac{\mu mg}{Bl} = 20 \text{ A}$.

Ответ. $I = 20 \text{ A}$.



2.

Решение. Со стороны магнитного поля на частицу действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости частицы v и магнитной индукции B .



Под действием этой силы частица совершает движение по окружности радиусом R , описываемое уравнением

$m \frac{v^2}{R} = qvB$. Учитывая, что период обращения частицы

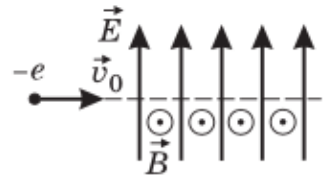
связан с ее скоростью и радиусом окружности соотношением

$T = \frac{2\pi R}{v}$, получаем: $T = \frac{2\pi m}{qB} \approx 6,28 \text{ с}$.

Ответ. $T \approx 6,28 \text{ с}$.

3.

Решение. В однородном электрическом поле напряженностью \vec{E} электрон будет двигаться под действием кулоновской силы $\vec{F}_k = -|e|\vec{E}$ по параболической траектории (здесь $|e|$ — абсолютная величина заряда электрона). Для того чтобы электрон двигался прямолинейно, нужно создать такое однородное магнитное поле, в котором действующая на электрон сила Лоренца \vec{F}_L в каждой точке его траектории была бы равна кулоновской силе по величине и противоположна ей по направлению, т. е. $\vec{F}_L = -\vec{F}_k$. Модуль силы Лоренца $F_L = |e|v_0B_{\perp}$, ее направление определяется правилом левой руки. Здесь v_0 — скорость электрона, B_{\perp} — модуль составляющей вектора магнитной индукции, перпендикулярной скорости. Очевидно, что сила Лоренца будет направлена против кулоновской силы в том случае, если магнитная индукция направлена перпендикулярно начальной скорости электрона и напряженности электрического поля. Применяя правило левой руки с учетом того, что заряд электрона отрицателен, находим, что вектор магнитной индукции \vec{B} должен быть перпендикулярным плоскости рисунка, и направлен на нас.



Составляя равенство $|e|E = |e|v_0B$ и учитывая, что $v_0 = \sqrt{2E_k / m}$, получа-

$$\text{ем: } B = E \sqrt{\frac{m}{2E_k}} \approx 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл.}$$

Отв е т. $B \approx 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл.}$

4.

Решение. Магнитный поток, пронизывающий катушку в начальный момент, равен $\Phi = nSB$. Пусть катушка удаляется из магнитного поля за время Δt . Поскольку изменение магнитного потока за это время $\Delta\Phi = \Phi$, величина ЭДС индукции $\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{nSB}{\Delta t}$. Ток в цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, протекший за время Δt

заряд $q = I\Delta t = \frac{BSn}{R}$. Это количество электричества и будет зарегистрировано баллистическим гальванометром, который измеряет прошедший через него заряд.

$$\text{Отв е т. } q = \frac{BSn}{R}.$$

5.

Решение. Магнитный поток через площадь, ограниченную контуром, $\Phi = BS \cos \alpha = kt \cdot \pi r^2 \cos \alpha$. Величина ЭДС индукции, возникающей в кольце,

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \pi r^2 k \cos \alpha. \text{ Выделяющаяся в кольце мощность } N = \frac{\mathcal{E}^2}{R}.$$

$$\text{Отв е т. } N = \frac{\pi^2 r^4}{R} k^2 \cos^2 \alpha \approx 2,5 \text{ Вт.}$$

6.

Решение. При движении в магнитном поле проводящего стержня в нем возникает ЭДС индукции $\mathcal{E} = Bvd$. В левом и правом контурах, образованных стержнем и неподвижными проводниками, текут токи $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1}$

и $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2}$. Ток, текущий по стержню, $I = I_1 + I_2$.

Ответ. $I = Bvd \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = 0,15 \text{ А.}$