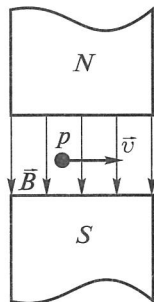


Примеры заданий с выбором ответа

1. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость v , перпендикулярную вектору индукции B магнитного поля, направленного вниз (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца F ?



- 1) вертикально вниз \downarrow
- 2) вертикально вверх \uparrow
- 3) горизонтально на нас \odot
- 4) горизонтально от нас \otimes

Проверь себя: Направление силы Лоренца определяем по правилу левой руки, учитывая, что протон — положительно заряженная частица: 4 пальца по направлению скорости, вектор магнитной индукции направлен в ладонь. Отогнутый большой палец будет направлен в плоскость рисунка.

Ответ: 4.

2. Нейтрон и электрон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени:

- 1) равно 0
- 2) равно 1
- 3) много больше 1
- 4) много меньше 1, но не равно нулю

Проверь себя: Сила Лоренца действует со стороны магнитного поля на 1) движущуюся, 2) **заряженную** частицу. В данном случае для нейтрона условие 2 не выполняется — у него нет заряда. Следовательно, действующая на него сила Лоренца равна нулю.

Ответ: 1.

3. Два первоначально покоившихся электрона ускоряются в электрическом поле: первый проходит разность потенциалов U , второй — $2U$. Ускорившиеся электроны попадают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны скорости движения электронов. Отношение радиусов кривизны траекторий первого и второго электронов в магнитном поле равно

- 1) -4
- 2) -2
- 3) 2
- 4) $\sqrt{2}$

Проверь себя: В электрическом поле происходит ускорение электронов за счёт совершения полем работы, идущей на увеличение кинети-

ческой энергии: $qU = \frac{mv^2}{2}$. Следовательно, второй электрон получит скорость, в $\sqrt{2}$ большую первого.

Так как вектор скорости электронов и вектор индукции магнитного поля перпендикулярны, то электрон описывает в нём окружность, причём сила Лоренца играет роль центростремительной силы:

$$F_{\text{лс}} = ma_{\text{цс}} = m \frac{v^2}{R} = qvB.$$

Следовательно, радиус окружности (кривизны траектории): $R = \frac{mv}{qB}$. Таким образом, радиус прямо пропорционален скорости.

Ответ: 4.

Пример задания с кратким ответом

4. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Что произойдёт с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы при увеличении скорости движения?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) радиус орбиты
- Б) период обращения
- В) кинетическая энергия

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Проверь себя: Повторяя теорию, вспомним, что радиус окружности, по которой движется заряженная частица в магнитном поле, может быть вычислен как $R = \frac{mv}{qB}$, а период — $T = \frac{2\pi m}{qB}$, т. е. радиус прямо пропорционален скорости, а период от скорости не зависит!

Кинетическая энергия $W = \frac{mv^2}{2}$ пропорциональна квадрату скорости. Таким образом, радиус орбиты увеличится, период обращения не изменится, кинетическая энергия увеличится.

А	Б	В
1	3	1

Ответ: 131.

Примеры заданий с развёрнутым ответом

5. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 4$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям с отношением радиусов $\frac{R_1}{R_2} = 2$. Определите отношение кинетических энергий $\frac{W_1}{W_2} = 2$ этих частиц.

Проверь себя: Рассуждая аналогично предыдущей задаче, получим:

$$\text{для скоростей: } \frac{v_1}{v_2} = \frac{q_1 R_1 \cdot m_2}{m_1 \cdot q_2 R_2} = \frac{2 \cdot 2}{4} = 1;$$

$$\text{для кинетических энергий: } \frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1 v_1^2}{m_2 v_2^2} = 4.$$

Ответ: 4.

6. Пучок протонов влетает в область однородного магнитного поля с индукцией $B = 0,1$ Тл перпендикулярно направлению поля. В этом поле протоны движутся по дуге окружности радиусом $R = 0,2$ м и попадают на заземлённую мишень. Рассчитайте мощность, выделившуюся в мишени во время попадания протонов. Сила тока в пучке $I = 0,1$ мА. Удельный заряд протона $q/m = 10^8$ Кл/кг.

Проверь себя: Выделение энергии при попадании пучка протонов в мишень происходит из-за того, что протоны, имеющие кинетическую энергию, тормозятся, отдавая свою энергию мишени. Следовательно, мощность:

$$P = \frac{W_{\text{полн}}}{t} = \frac{N \cdot \frac{m_p v^2}{2}}{t} = \frac{N \cdot m_p v^2}{2t}.$$

Скорость протонов найдём, зная радиус окружности, по которому они движутся в магнитном поле (вывод см. в теоретическом материале):

$v = \frac{q_p R B}{m_p}$. Так как нам известна сила тока в пучке, то: $I = \frac{q}{t} = \frac{q_p N}{t}$, следовательно, $\frac{N}{t} = \frac{I}{q_p}$.

$$\text{Окончательно получим: } P = \frac{N \cdot m_p v^2}{2t} = \frac{I \cdot m_p}{2 \cdot q_p} \cdot \left(\frac{q_p R B}{m_p} \right)^2 = \frac{I \cdot q_p \cdot (R \cdot B)^2}{2 \cdot m_p}.$$

Подставляя значения и учитывая, что $1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}$, получим:

$$P = \frac{I \cdot q_p \cdot (R \cdot B)^2}{2 \cdot m_p} = \frac{10^{-4} \text{ А} \cdot 10^8 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \cdot 0,04 \text{ м}^2 \cdot 0,01 \text{ Тл}^2}{2} = 2 \text{ Вт}.$$

Ответ: 2 Вт.