

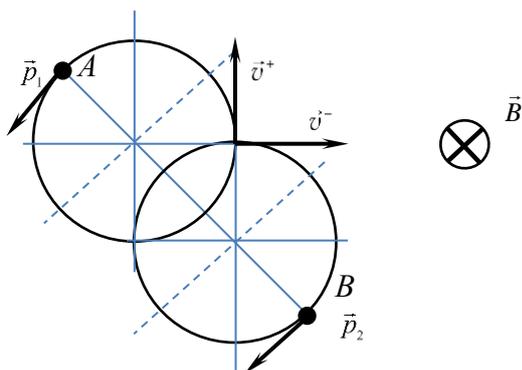
ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ

11 класс

8. Скорости двух разноимённо заряженных частиц, движущихся в однородном магнитном поле с известной магнитной индукцией B из одной точки, одинаковы и в некоторый момент времени перпендикулярны друг другу и перпендикулярны линиям магнитной индукции. Определите, на каком расстоянии друг от друга будут находиться частицы, когда изменение импульса этой системы частиц достигнет максимально возможного значения, равного K . Модуль заряда частиц известен и равен Q .

В начальный момент времени скорости частиц \vec{v}^+ и \vec{v}^- перпендикулярны друг другу, частицы движутся по окружностям (см.рис.). Начальное значение импульса системы частиц $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{P}_n$, причем $P_n = mv\sqrt{2}$. Изменение импульса системы станет максимальным, когда $\vec{P}_k = -2m\vec{v}$ (см.рис.), модуль изменения импульса системы $|\Delta P| = (2 + \sqrt{2})mv = K$. Радиусы лоренцевых окружностей одинаковы ($R = \frac{mv}{QB}$). Расстояние

между частицами в этот момент времени $AB = 2R = \frac{2K}{(2 + \sqrt{2})QB}$.



*Если изменить знаки зарядов частиц, рисунок изменится, а ответ – нет.

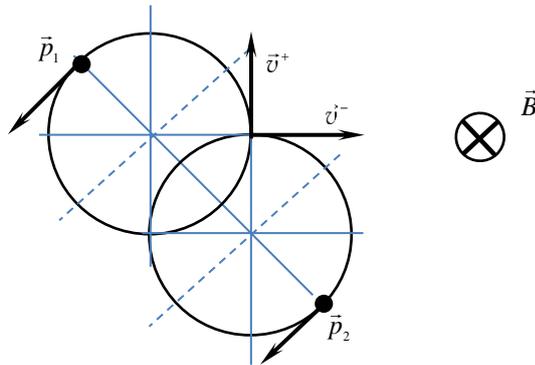
9. Скорости двух разноимённо заряженных частиц, движущихся в однородном магнитном поле с известной магнитной индукцией B , одинаковы и в начальный момент времени перпендикулярны друг другу и перпендикулярны линиям магнитной индукции. Определите, через какой минимальный промежуток времени импульс системы этих двух частиц достигнет максимального значения. Модуль заряда частиц известен и равен Q , массы частиц одинаковы и равны m .

В начальный момент времени скорости частиц \vec{v}^+ и \vec{v}^- перпендикулярны друг другу, частицы движутся по окружностям (см.рис.), периоды обращения частиц одинаковы. Максимальное значение модуля импульса системы частиц $|\vec{p}_1 + \vec{p}_2| = 2mv$ достигается через

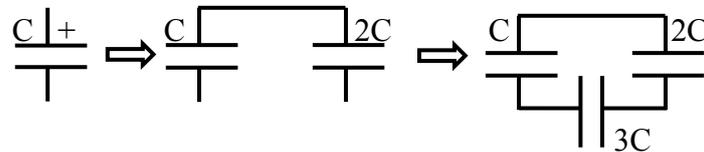
время $\tau = \frac{3T}{8}$ (T - период обращения). Если изменить направление одного из векторов (\vec{v}^+ , \vec{v}^-

или \vec{B}) то $\tau^* = \frac{T}{8}$.

Ответ: $\tau = \frac{3\pi m}{4QB}$, $\tau^* = \frac{\pi m}{4QB}$



10. К конденсатору ёмкостью C и зарядом q присоединили последовательно незаряженный конденсатор ёмкостью $2C$. Затем схему замкнули незаряженным конденсатором ёмкостью $3C$. Какое количество теплоты выделилось в системе?

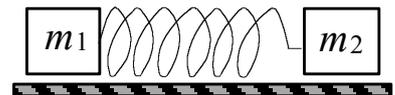


Решение

Так как заряд системы не изменяется, а конденсаторы $2C$ и $3C$ соединены последовательно друг другу и параллельно конденсатору C , то

$$Q = \frac{q^2}{2C} - \frac{q^2}{2 \cdot \left(C + \frac{2C \cdot 3C}{2C + 3C} \right)} = \frac{q^2}{2C} \cdot \left(1 - \frac{5}{5 + 6} \right) = \frac{q^2}{2C} \cdot \frac{6}{11} = \frac{3q^2}{11C}$$

11. На противоположных концах горизонтальной невесомой недеформированной пружины укреплены два различных по массе груза. Пружину растянули, приложив к грузам одинаковые по величине, но противоположные по направлению силы. При этом одно из тел сместилось на расстояние a , а другое – на $b = 4a$. Каким будет период колебаний, если отпустить оба груза одновременно? Коэффициент жесткости пружины k . Тела и пружина находятся на гладком горизонтальном столе. Масса более легкого тела равна m_1 .



Решение

Центр масс X_d системы остается на месте. Используя связь между смещениями тел, получим, например, для первого тела:

$$m_1 a_1 + k \Delta x_1 \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} = 0.$$

Это уравнение гармонических колебаний с периодом

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{k(m_1 + m_2)}}.$$

Большее смещение у легкого тела, т.е. масса тяжелого $4 m_1$. Тогда

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{k(m_1 + m_2)}} = 4\pi \sqrt{\frac{m_1}{5k}}.$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Отборочный этап. Очная форма.

12. Маленький тяжёлый шарик массой m , подвешенный на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Минимальное значение силы натяжения нити в процессе движения шарика равно $T_1 = 0,6mg$. Определите максимальное значение этой силы.

Решение.

В точке максимального отклонения ускорение только тангенциальное, поэтому из второго закона Ньютона получаем

$$\begin{aligned} ma_n &= T_1 - mg \cos \alpha \\ \cos \alpha &= 0,6 \end{aligned}$$

В момент прохождения положения равновесия ускорение шарика равно

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{v^2}{l} \\ ma_n &= T_{\max} - mg \end{aligned}$$

$$m \frac{v^2}{2} = mgH = mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{mgl}{5}$$

$$a_n = \frac{v^2}{l} = \frac{2}{5}g.$$

$$T_{\max} = ma_n + mg = 1,8mg.$$