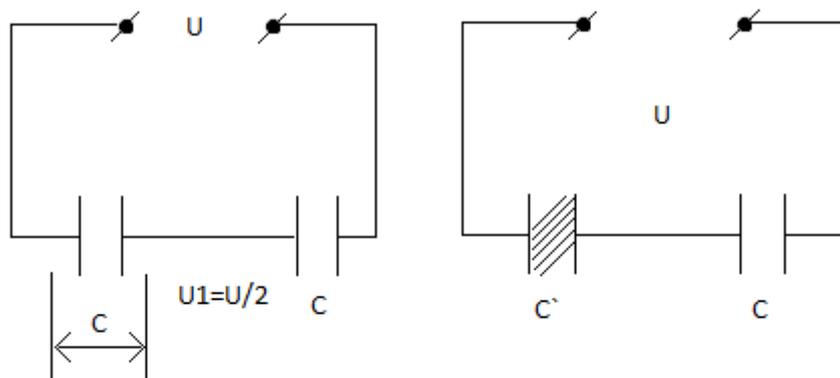


Задача 1.(15 баллов)

Два одинаковых последовательно соединенных воздушных конденсатора подключены к источнику постоянного напряжения. Затем один из конденсаторов заполняют диэлектриком. При этом энергия электрического поля изменяется в 3 раза. Определить диэлектрическую проницаемость вещества, заполняющего конденсатор. Ответ округлить до целых.

Решение:



1) Заряд конденсатора $Q_1 = \frac{CU}{2}$

Энергия конденсатора $W_1 = \frac{Q_1^2}{2C} = \frac{CU^2}{8}$

2) После введения пластины:

$$Q_2 = \frac{\varepsilon CU}{(\varepsilon + 1)}$$

$$W_2 = \frac{Q_2^2}{2\varepsilon C} = \frac{\varepsilon CU^2}{2(\varepsilon + 1)^2}$$

$$W_1 = 3W_2$$

$$\frac{CU^2}{8} = \frac{3CU^2}{2(\varepsilon + 1)^2}$$

$$12\varepsilon = (\varepsilon + 1)^2$$

$$\varepsilon^2 - 10\varepsilon + 1 = 0$$

$$\varepsilon = 9,89$$

Второй корень квадратного уравнения не имеет физического смысла(

$$\varepsilon = 5 - \sqrt{24} < 1)$$

Задача2.(15 баллов)

Частица массой $5 \cdot 10^{-24}$ кг и зарядом $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл влетает в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл, перпендикулярно его границе. Через какое время его скорость изменится на противоположную? Скорость частицы перпендикулярна индукции магнитного поля.

Решение:

$$m = 5 \cdot 10^{-24} \text{ кг}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$B = 1 \text{ Тл}$$

$$\vec{v} \perp \vec{B}$$

$$\vec{v}' = -\vec{v}$$

$$t = ?$$

Частота обращения заряженной частицы в магнитном поле: $\omega = \frac{qB}{m}$

$$\text{Период: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$$

За половину периода скорость изменит направление на противоположное:

$$t = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB}$$

$$t = 0,1 \text{ мс}$$

Задача3.(20 баллов)

Сколько атомов двухвалентного металла выделится при электролизе на электроде площадью 1 см^2 за 5 мин при плотности тока $0,1 \text{ А/дм}^2$

Решение:

Выделившаяся масса:

$$m = kIt = kjSt \text{ -Первый закон Фарадея}$$

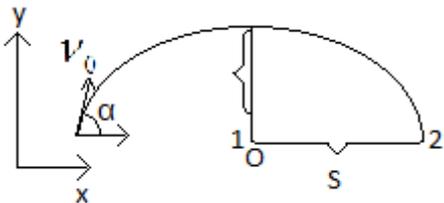
$$k = \frac{M_{\text{мол}}}{ZeN_A} jSt$$

$$N = \nu N_A = \frac{m}{M_{\text{мол}}} N_A = \frac{jSt}{Ze} = \frac{0,1 \cdot 10^2 \cdot 300 \cdot 10^{-4}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2} = \frac{3}{3,2} \cdot 10^{19-4+3} = 9,4 \cdot 10^{17}$$

Задача 4.(25 баллов)

Снаряд, выпущенный со скоростью $v=20$ м/с под углом 60° к горизонту, в верхней точке своей траектории разорвался на два осколка, массами m и $2m$. Большой осколок упал под местом разрыва через 2 с. На каком расстоянии от него упадет второй осколок? Пренебречь сопротивлением воздуха. Ответ округлить до целых.

Решение:



Будем рассматривать движение по осям:

y : до

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$H_{\max} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = 15 \text{ м}$$

В момент разрыва:

$$3m \cdot 0 = 2m v_{1y} - m v_{2y} \Rightarrow v_{2y} = 2v_{1y}$$

$$\text{Для первого осколка: } H + v_{1y}T - \frac{gT^2}{2} = 0 \Rightarrow v_{1y} = \frac{gT}{2} - \frac{H}{T} = 2,5 \text{ м/с}$$

$$\text{Для второго осколка: } H - v_{2y}t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$\text{Для определения времени: } 5t^2 + 5t - 15 = 0$$

Отсюда найдем $t=1,3$ с

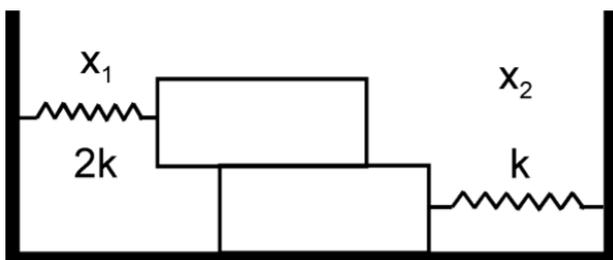
$$\text{X в момент разрыва: } 3mv_0 \cos \alpha = 2m \cdot 0 + mv_{2x}$$

$$\text{Отсюда } v_{2x} = 30 \text{ м/с}$$

$$S = v_{2x}t = 39 \text{ м}$$

Задача 5. (25 баллов)

Два одинаковых бруска массами по 100 г каждый лежат один на другом на гладкой горизонтальной поверхности. Верхний прикреплен к вертикальной стене слева пружиной с жесткостью $2k$, нижний прикреплен к вертикальной стене справа пружиной с жесткостью $k = 10 \text{ Н/м}$. Коэффициент трения между брусками $0,5$. Определите максимально возможную амплитуду гармонических колебаний этой системы, если в положении равновесия правая пружина растянута на 2 см. Ответ записать в см и округлить результат до целых.



Решение:

При амплитудах большей максимальной начинается проскальзывание между телами. Поэтому при максимальной амплитуде сила трения покоя между брусками принимает свое максимальное значение равное силе трения скольжения.

В положении равновесия действующие силы на колеблющееся тело массой $2m$ равны.

$$2kx_1 = kx_2 \Rightarrow x_1 = \frac{x_2}{2}$$

Теперь сместим эту систему от положения равновесия вправо и запишем закон Ньютона: $2ma = 3kA$

Система движется как единое целое, поэтому ускорение каждого бруска равны ускорению системы.

Для верхнего тела закон Ньютона можно записать так: $ma = 2k(A + x_1) - \mu mg$

Решая систему совместно, получим выражение для смещения, которое является амплитудой

$$A = \frac{2\mu mg - kx_2}{k} = 6 \text{ см}$$