

Олимпиадная работа по физике
ученика 11 "А" класса МАОУ гимназия № 6
Каримова Руслана Тимуровича, 08.08.2001.

№ 3.

Дано:

СИ

$$V = 30 \text{ м}^3$$

$$t_1 = 10^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 20^\circ \text{C}$$

$$\mu = 100 \text{ кПа}$$

$$\mu = 29 \text{ г/моль}$$

$$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$t_0 = -273^\circ \text{C}$$

$$\Delta m = ?$$

$$283 \text{ К}$$

$$293 \text{ К}$$

$$10^5 \text{ Па}$$

$$0,029 \text{ г/моль}$$

Решение:

до включения отопления имеем

$$\rho V = \frac{m_1}{\mu} R t_1, \text{ а после -}$$

$$\rho V = \frac{m_2}{\mu} R t_2. \text{ Тогда}$$

$$m_1 = \frac{\rho V \mu}{R t_1}, \quad m_2 = \frac{\rho V \mu}{R t_2}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \rho V \mu \cdot \frac{1}{R} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) =$$

$$= \frac{\rho V \mu}{R} \left(\frac{t_2 - t_1}{t_1 t_2} \right)$$

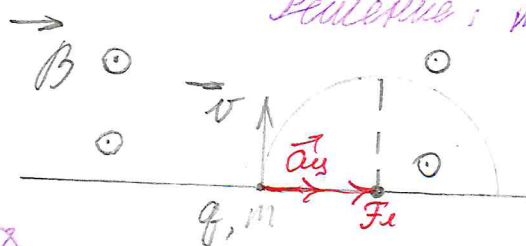
T - абсолютная
температура

$$\Delta m = \frac{10^5 \cdot 30 \cdot 0,029}{8,3} \left(\frac{293 - 283}{283 \cdot 293} \right) \approx 1,264 \text{ кг}$$

В комнате уменьшилась примерно на 1,264 кг. 86

Дано:
 q, v, B
 $x_{\text{max}} = ?$

Решение: т.к. $v \perp B$, то $F_L = m a_{\text{ц.г.}}$



$a_{\text{ц.г.}} = \frac{v^2}{r}$, r - радиус
окружности, по которой
движется частица,
значит, $x_{\text{max}} = r$.

$$a_{\text{ц.г.}} = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{Bq}$$

Ответ: $x_{\text{max}} = \frac{mv}{Bq}$ 96.

NR

Дано:

$$a = 10 \text{ см}$$

$$\rho_{\text{ж20}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{к}} = 800 \text{ кг/м}^3$$

1) h - ?2) $h_{\text{к}}$ - ?

Решение:

1) условие плавания тел:

$$F_A = mg$$

$$\rho_{\text{ж20}} g V_{\text{погр}} = \rho_{\text{л}} V_{\text{л}} g$$

$$\rho_{\text{ж20}} V_{\text{погр}} = \rho_{\text{л}} V_{\text{л}}$$

$$\rho_{\text{ж20}} V_{\text{погр}} = \rho_{\text{л}} \cdot a^3$$

$$V_{\text{погр}} = \frac{\rho_{\text{л}} \cdot a^3}{\rho_{\text{ж20}}}$$

$$V_{\text{погр}} = \frac{900 \cdot 0,001}{1000} = 9 \cdot 10^{-4} (\text{м}^3)$$

Высоту верхней грани кубика над уровнем воды назовем h по формуле $h = \frac{V_{\text{непогр}}}{a^2}$, в то время как

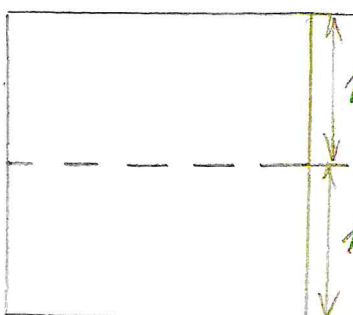
$$V_{\text{непогр}} = a^3 - V_{\text{погр}}$$

$$V_{\text{непогр}} = 0,001 - 9 \cdot 10^{-4} = 10^{-4} (\text{м}^3)$$

$$h = \frac{10^{-4}}{10^{-2}} = 10^{-2} (\text{м}) = 1 (\text{см})$$

2) Во втором случае на тело действуют две архимедовы силы, уравновешенные силой тяжести:

$$F_{A_{\text{ж20}}} + F_{A_{\text{к}}} = mg$$



Также нетрудно заметить, что $a^3 = V_{\text{погр ж20}} + V_{\text{погр к}}$

$$\rho_{\text{ж20}} g V_{\text{погр ж20}} + \rho_{\text{к}} g V_{\text{погр к}} = \rho_{\text{л}} \cdot a^3 \cdot g$$

$$\rho_{\text{ж20}} V_{\text{погр ж20}} + \rho_{\text{к}} V_{\text{погр к}} = \rho_{\text{л}} V_{\text{погр ж20}} + \rho_{\text{л}} V_{\text{погр к}}$$

$$V_{\text{погр ж20}} (\rho_{\text{ж20}} - \rho_{\text{л}}) = V_{\text{погр к}} (\rho_{\text{л}} - \rho_{\text{к}})$$

$$\frac{V_{\text{погр ж20}}}{V_{\text{погр к}}} = \frac{\rho_{\text{л}} - \rho_{\text{к}}}{\rho_{\text{ж20}} - \rho_{\text{л}}} = \frac{900 - 800}{1000 - 900} = 1 \Rightarrow V_{\text{погр ж20}} = V_{\text{погр к}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{погр к}} = 0,5 a^3$$

$$h_{\text{к}} = \frac{V_{\text{погр к}}}{a^2} = \frac{0,5 a^3}{a^2} = 0,5 a = 0,5 \cdot 0,1 = 5 (\text{см})$$

Ответ: 1) $h = 1 \text{ см}$; 2) $h_{\text{к}} = 5 \text{ см}$.

Дано:

$\varepsilon = 2$	СИ
$E = 100 \text{ В}$	
$C_0 = 10000 \text{ пФ}$	10^{-4} Ф

1) $A = ?$
2) $Q = ?$

№ 4
Решение: $E = U = 100 \text{ В}$
1) Первоначально энергия конденсатора была

$$W_{c1} = \frac{q^2}{2C_0 \varepsilon}, \text{ затем}$$

$$W_{c2} = \frac{q^2}{2C_0}. \text{ Тогда имеем}$$

$$A = W_{c2} - W_{c1}$$

$$A = \frac{q^2}{2C_0} - \frac{q^2}{2C_0 \varepsilon} = \frac{q^2}{2C_0} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

$$A = \frac{(\varepsilon C_0 U)^2}{2C_0} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

$$A = \frac{\varepsilon^2 C_0^2 U^2}{2C_0} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = \frac{\varepsilon^2 U^2 C_0}{2} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

$$A = 0,5 \cdot 4 \cdot 10000 \cdot 10^{-4} (1 - 0,5) = 0,25 \cdot 4 \cdot 10000 \cdot 10^{-4} = 1 (\text{Дж})$$

2) После удаления пластины в цепи пройдет заряд Δq , при этом $\Delta q = \varepsilon C_0 U - C_0 U = C_0 U (\varepsilon - 1)$.

Воспользуемся законом сохранения энергии.

$$\frac{(\varepsilon C_0 U)^2}{2C_0} = \frac{(C_0 U)^2}{2C_0} + C_0 U^2 (\varepsilon - 1) + Q$$

$$Q = \frac{\varepsilon^2 C_0^2 U^2}{2C_0} - \frac{C_0^2 U^2}{2C_0} - C_0 U^2 (\varepsilon - 1)$$

$$Q = \frac{\varepsilon^2 C_0 U^2}{2} - \frac{C_0 U^2}{2} - C_0 U^2 (\varepsilon - 1)$$

$$Q = C_0 U^2 (0,5 \varepsilon^2 - 0,5 - (\varepsilon - 1))$$

$$Q = 10^{-4} \cdot 10^4 (0,5 \cdot 4 - 0,5 - 2 + 1) = 0,5 (\text{Дж}) \quad \text{Ответ: 1) } A = 1 \text{ Дж; 2) } Q = 0,5 \text{ Дж}$$

Дано:

$$\omega = 33 \text{ мин}^{-1}$$

$$a = 3g$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1) $r = ?$

2) $\mu = ?$

СИ

$$0,55 \text{ кг}$$

N 1.

Решение:

1) так как $a = a_{\text{ц.у.}} = \omega^2 r$, то

$$r = \frac{a}{\omega^2} = \frac{a}{4\pi^2 \omega^2} = \frac{3g}{4\pi^2 \omega^2}$$

$$r = \frac{7,5}{\pi^2 \cdot 0,55^2} \approx 2,5 \text{ (м)}$$

2) $F_{\text{тр}} = \mu N$, $N = m \cdot 3g \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} = 3\mu mg$$

Чтобы люди не скользят, также должно выполняться условие $F_{\text{тр}} = mg$. В итоге имеем:

$$mg = 3\mu mg$$

$$1 = 3\mu$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

106

Ответ: 1) $r \approx 2,5 \text{ м}$;
2) $\mu = \frac{1}{3}$.