

ШИФР 16021

Класс 11 Вариант 8 Дата Олимпиады 3.03.2018

Площадка написания Газпром-класс МБОУ г. Мурманска
Гимназия N10

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ 19		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	2	2	5	4	4	2	19	девятнадцать	

N1

$v_1 = ?$

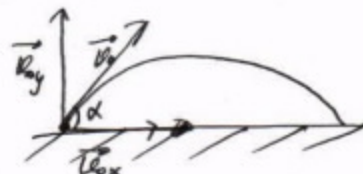
$m = 1 \text{ кг}$

$\alpha = 30^\circ$

$E_{k0} = 10 \text{ Дж}$

Закон движения по вертикальной оси: $h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} =$

$= v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$, т.к. $\frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2}$



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

Определим время полёта (т.е. $h=0$): $v_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2}$

$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2} \Leftrightarrow gt = 2v_0 \sin \alpha \Leftrightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ (это полное время полёта), значит $t_{\text{возлёт}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$. Найдём h_{max} .

т.е. $v_y = 0$: $h = \frac{gt^2}{2} = g \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ По закону сохранения энергии:

$E_{k0} = E_k + E_n$, т.к. в $t=0 \Rightarrow h=0 \Rightarrow E_n=0$ и в h_{max} в E_k входит только горизонтальная составляющая скорости.

$E_{k0} = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_{\text{max}}$ (ЗСЭ в касальный момент времени и при h_{max}) $\Rightarrow$

$\frac{mv_1^2}{2} = E_{k0} - mgh_{\text{max}} \Leftrightarrow mv_1^2 = 2(E_{k0} - mgh_{\text{max}}) \Leftrightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2(E_{k0} - mgh_{\text{max}})}{m}}$

Найдём v_0 : $E_{k0} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2E_{k0}}{m}}$. Тогда $v_1 = \sqrt{\frac{2(E_{k0} - mg \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g})}{m}}$

$= \sqrt{\frac{2(E_{k0} - mg \cdot \frac{2E_{k0} \cdot \sin^2 \alpha}{m \cdot 2g})}{m}} = \sqrt{\frac{2(E_{k0} - E_{k0} \cdot \sin^2 \alpha)}{m}} = \sqrt{\frac{2(10 - 10 \cdot \frac{1}{4})}{1}} = \sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $\sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 3,873 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

см. лист N2

№2

$\Delta p = ?$ | $\Delta p = p_2 - p_1$, т.к. $p = \rho g h \Rightarrow \Delta p = \rho g (h_2 - h_1)$. Объем цилиндра
 ρ | $V_{\text{цил}} = S \cdot h \Rightarrow \Delta p = \rho g \left(\frac{V_2}{S_2} - \frac{V_1}{S_1} \right)$; $\frac{V_1 + V_2}{T} = Q, V_1 = QT - V_2$
 $\frac{V}{T} = Q$ | $\Delta p = \rho g \left(\frac{V_2}{S_2} - \frac{QT - V_2}{S_1} \right)$. $\Delta h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{2V_2 - QT}{S}$. Найдем диаметр
 S_1 | конического сечения: $S = \pi R^2, R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \Rightarrow D = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}}$. Знаем
 S_2 | $\Delta p = \rho g \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}} (\sqrt{S_2} - \sqrt{S_1}) \right)$. Q - это скорость поступления шиг-
 кости. $\frac{S_2}{S_1} = \frac{V_2}{V_1}$.

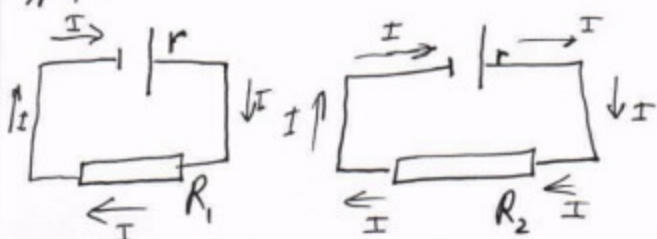
№3

$Q = ?$ | По первому началу термодинамики: $Q = \Delta U + A$. По условию
 M | $U = cT$ (1 моль), значит $U = \nu cT$. Также $U = \frac{i}{2} \nu RT$.
 ν | Газ: $T \uparrow; V \uparrow; p \downarrow$. $P_{\text{газа}} = \frac{Mg}{S}$
 $U = cT$ | $V_{\text{поршня}} = 0 \Rightarrow A = \frac{Mv^2}{2}$.
 $\Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{const.}$ $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$.


 $A \rightarrow E_k$, т.к.
 - По закону сохранения энергии: $pV = \nu RT, \nu R = \text{const}$
 Знаем $Q = \frac{Mv^2}{2} + \Delta T c \nu$.

$p_1 - p_2 = \frac{Mg}{S}; V_2 - V_1 = S \Delta h$.

№4



По закону Ома: $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ $P_1 = P_2$

$P = UI = \varepsilon I = \frac{\varepsilon^2}{R}$ $I_1 = \frac{\varepsilon_1}{2+r}, I_2 = \frac{\varepsilon_2}{8+r}$

$\varepsilon = I(R+r)$ - напряжение во всей цепи.

Мощности, выделяемые на резисторах, равны, поэтому $\frac{\varepsilon_1^2}{2+r} = \frac{\varepsilon_2^2}{8+r}$

$8\varepsilon_1^2 + \varepsilon_1^2 \cdot r = \varepsilon_2^2 + \varepsilon_2^2 \cdot r \Leftrightarrow r(\varepsilon_1^2 - \varepsilon_2^2) = 2\varepsilon_2^2 - 8\varepsilon_1^2$ см. лист №3

N4 (продолжение)

$$r = \frac{2(\varepsilon_2^2 - 4\varepsilon_1^2)}{\varepsilon_1^2 - \varepsilon_2^2} \text{ - Ответ.}$$

N5

I - ? U_m $0,75U_m$

Если U_m изменяется по закону косинуса, тогда: $U = U_m \cdot \cos \omega t$;
Значит $I = I_m \cdot \cos(\frac{\pi}{2} + \omega t)$, по закону приведения:
 $I = I_m \cdot \sin \omega t$. Значит в данный момент: $0,75U_m = U_m \cdot \cos \omega t$

$\Rightarrow \cos \omega t = 0,75$. Тогда по основному тригонометрическому тождеству: $\sin^2 x + \cos^2 x = 1 \Rightarrow \sin x = \pm \sqrt{1 - \cos^2 x}$, нам необходимо, чтобы $\sin \omega t > 0$ (т.к. $I \geq 0$) $\Rightarrow \sin \omega t = \sqrt{1 - 0,75^2} =$

$\approx 0,66$, значит $I = I_m \cdot 0,66$. Также по закону сохранения энергии: $\frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2} \Rightarrow LI_m^2 = CU_m^2 \Rightarrow I_m^2 = \frac{CU_m^2}{L} \Rightarrow I_m = U_m \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$.

Значит $I = 0,66 U_m \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$. По формуле Томпсона: $T = 2\pi \sqrt{LC}$,

$\omega = 2\pi \nu \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

N6

$v_{\min} - ?$ $R_{\text{орб}} = 5R_3$

Для того, чтобы космический корабль преодолел тяготение Земли ему необходимо иметь вторую космическую скорость. $F_{\text{тяг}} = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ $v_{2\text{косм}} = \sqrt{2gR}$, $v_{1\text{косм}} = \sqrt{gR}$.

При движении по дуге у корабля существует центрострем. ускорение. $a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R}$.
По II закону Ньютона: $F_{\text{тяг}} = ma \Rightarrow G \frac{m_1 m_2}{R^2} = \frac{mv^2}{R_{\text{орб}}} \Leftrightarrow \frac{GM}{R_3^2} = \frac{v^2}{5R_3} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{5GM}{R_3}}$ - эта та v , с которой движется корабль.

Значит $v_{2\text{косм}} = \sqrt{2} \cdot v = \sqrt{2} \cdot 18,7 \approx 26,4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. $\Delta v = 26,4 - 18,7 \approx 7,74 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

Ответ: $7,74 \frac{\text{км}}{\text{с}}$