

Шифр 703503

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

+1  


Сит. 3. +1  


**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**  
**на олимпиаде «Шаг в будущее»**

соревнования по образовательному предмету физике  
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Муханова Диана


Шаяхметовна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Байконур  
ТБОУ «Музей «МЖМ им. В.К. Телешева» 11 класс

Регистрационный номер 5315

Вариант задания №8

Дата проведения « 03 » 03 2019 г.

Подпись участника 

61 / ШКОЛЬСКОЕ ЗАДАНИЕ

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
12	0	9	15	15	10					61

Шифр

703503

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 8

Задача 1.

Дано:

$$\nu = 5 \cdot 10^{18} \text{ Гц}$$

$$E_{\text{ф}} = 0,4 E_{\text{ф}}$$

$$\lambda = ?$$

Решение:

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$E_{\text{ф}} = E_{\text{вып}} + E_{\text{е}}$$

$$E_{\text{ф}} = h\nu$$

$$\lambda = cT$$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda} + 0,4 E_{\text{ф}}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = E_{\text{ф}} - 0,4 E_{\text{ф}}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = 0,6 E_{\text{ф}}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = 0,6 h\nu$$

$$\frac{c}{\lambda} = 0,6 \nu$$

$$\lambda = \frac{c}{0,6 \nu}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{0,6 \cdot 5 \cdot 10^{18} \text{ Гц}} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 1 \text{ нм}$$

Ответ:  $\lambda = 1 \text{ нм}$



### Задача 3.

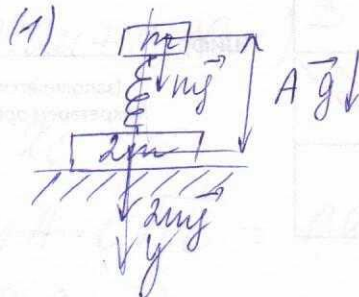
Дано:

$T, A$

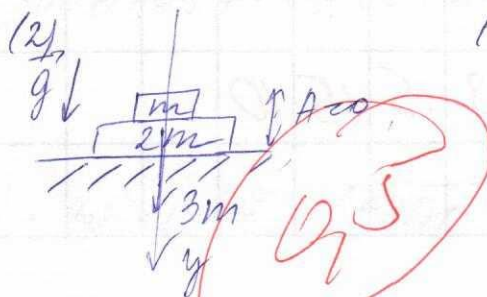
Решение:

$$F_g = F_{mg} + A \quad F_g = F_{max} + A$$

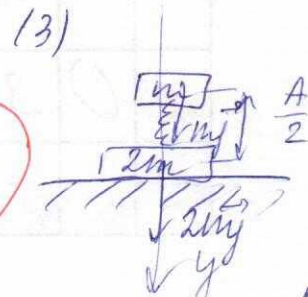
$F_g - ?$



$$F_{g1} = 3mg + A$$



$$F_{g2} = 3mg + 0 = 3mg$$



$$F_{g3} = 3mg + \frac{A}{2}$$

$$\left. \begin{array}{l} F_{g1} > F_{g2} \\ F_{g1} > F_{g3} \end{array} \right\} \Rightarrow F_{g1} - \text{макс. сила гравитации.}$$

Ответ:  $F_{g1} = 3mg + A$  ? *разрешено*

### Задача 4.

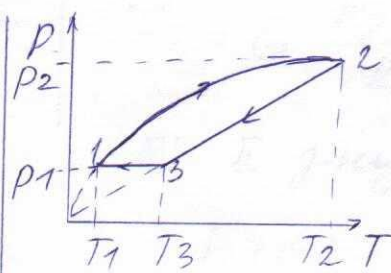
Дано:

$$p = \lambda \sqrt{T}$$

$$n = 3$$

$$\frac{T_2}{T_1} = n = 3$$

$\eta - ?$



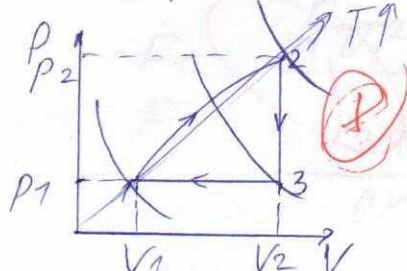
$$1-2: p = \lambda \sqrt{T} \quad \lambda = \text{const (по усл)}$$

$$T \uparrow, p \uparrow$$

$$2-3: V = \text{const} \quad T \downarrow, p \downarrow$$

$$3-1: p = \text{const} \quad T \downarrow$$

Нерисую графика в координатах P-V:



Если провести изотерму, то видно, что  $T_2 > T_3 > T_1$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = n = 3 \Rightarrow T_2 = 3T_1$$

из уравнения состояния:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_1 V_2 = \nu R T_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = 3T_1 \nu R \\ p_1 V_2 = \nu R T_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} \\ T_1 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} \\ T_3 = \frac{p_1 V_2}{\nu R} \end{cases}$$

Анализ в коор. P-V - S процесс по графикам

$$\int_{V_1}^{V_2} \lambda \sqrt{T} dV = \lambda \int_{V_1}^{V_2} T^{\frac{1}{2}} dV = \lambda \left. \frac{2T^{\frac{3}{2}}}{3} \right|_{V_1}^{V_2} = \lambda \cdot \frac{2}{3} (\sqrt{V_2^3} - \sqrt{V_1^3})$$

$$Q_{\text{замр}} = A_{23} + A_{31} + \Delta U_{23} + \Delta U_{31}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{зам}} &= 0 + p_1(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}(p_2 - p_1)V_2 + \frac{3}{2}p_1(V_2 - V_1) = \\
 &= p_1V_2 - p_1V_1 + \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_2 + \frac{3}{2}p_1V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 = \\
 &= \bar{V}RT_3 - \bar{V}RT_1 + \frac{3}{2}\bar{V}R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2}\bar{V}RT_1 = \bar{V}R(T_3 - T_1 + \frac{3}{2} \cdot 3T_1 - \frac{3}{2}T_1) = \\
 &= \bar{V}R(T_3 - T_1 + \frac{3}{2}(3T_1 - T_1)) = \bar{V}R(T_3 + 2T_1) = \bar{V}R(\frac{p_1V_2}{\bar{V}R} + \frac{2 \cdot p_1V_1}{\bar{V}R}) = \bar{V}R \cdot \frac{p_1(V_2 + 2V_1)}{\bar{V}R} = p_1(V_2 + 2V_1)
 \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{d \cdot \frac{2}{3}(\sqrt{V_2^3} - \sqrt{V_1^3})}{p_1(V_2 + 2V_1)} \cdot 100\%$$

0,45

Ответ:  $\eta = \frac{d \cdot \frac{2}{3}(\sqrt{V_2^3} - \sqrt{V_1^3})}{p_1(V_2 + 2V_1)} \cdot 100\%$

Задача 5.

Дано:

$$\mathcal{E} = 10 \text{ В}$$

$$U_0 = 4 \text{ В}$$

$$C = 30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$L = 0,3 \text{ Гн}$$

$$I_m = ?$$

$$U_c = ?$$

Решение:

По закону сохранения энергии:

$$W_m = W_{\text{магн}}$$

$$\frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{CU_0^2}{L}}$$

$$I_0 = I_0$$

$$\frac{\mathcal{E}}{r_2} = \sqrt{\frac{CU_0^2}{L}}$$

$$r = \frac{\mathcal{E}}{\sqrt{\frac{CU_0^2}{L}}}$$

$$r = \frac{10 \text{ В}}{\sqrt{\frac{30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot (4 \text{ В})^2}{0,3 \text{ Гн}}}} = 15,8 \text{ Ом}$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r_2}$$

$$0,45$$

Z - общее сопротивление цепи

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2}$$

$$W = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$X_L = LW$$

$$X_C = \frac{C}{W}$$

$$\Rightarrow Z = \sqrt{\left(\frac{L}{\sqrt{LC}} - C\sqrt{LC}\right)^2} = \frac{L}{\sqrt{LC}} - C\sqrt{LC}$$

$$Z = \frac{0,3 \text{ Гн}}{\sqrt{0,3 \text{ Гн} \cdot 30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}} - 30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot \sqrt{30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 0,3 \text{ Гн}} = 99,99 \text{ Ом}$$



$$I_m = \frac{\mathcal{E}}{(Z+r)^2}$$

$$I_m = \frac{10 \text{ В}}{(99,99 \text{ Ом} + 15,8 \text{ Ом})^2} = 0,0007457 \approx 0,001 \text{ А}$$

$$U_c = I_m \cdot Z_c$$

$$U_c = 0,001 \text{ А} \cdot \sqrt{Z_c} = 0,001 \text{ А} \cdot 30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot \sqrt{0,314 \cdot 30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 9 \cdot 10^{-11} \text{ В}$$

Ответ:  $I_m = 0,001 \text{ А}$ ,  $U_c = 9 \cdot 10^{-11} \text{ В}$ .  
Задача 6.

Дано:

$$r = 9r_3$$

$$v_1 = 7,9 \text{ км/с}$$

$$v_g = ?$$

Решение:

$$F_1 = G \frac{M_y \cdot m}{r_3^2} \quad (1)$$

$$F_2 = G \frac{M_y \cdot m}{R^2} = G \frac{M_y \cdot m}{(9r_3)^2} \quad (2)$$

то в г-ну Н:

$$F = ma$$

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_1 = \frac{mv_1^2}{r_3} \quad (1)$$

$$F_2 = \frac{m(v_1 + v_g)^2}{9r_3} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \frac{mv_1^2}{r_3} = G \frac{M_y \cdot m}{r_3^2} & (1) \\ \frac{m(v_1 + v_g)^2}{9r_3} = G \frac{M_y \cdot m}{(9r_3)^2} & (2) \end{cases} \quad (1):(2)$$

$$\frac{\cancel{m} v_1^2 \cdot 9r_3}{r_3 \cdot \cancel{m} (v_1 + v_g)^2} = \frac{\cancel{G} M_y \cdot \cancel{m} \cdot 81 r_3^2}{r_3^2 \cdot \cancel{G} M_y \cdot \cancel{m}}$$

$$\frac{9v_1^2}{(v_1 + v_g)^2} = \frac{81}{1}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр

703503

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 8

$$9/1(V_1 + V_2)^2 = 9V_1^2$$

$$9V_1^2 + 18V_1V_2 + 9V_2^2 = V_1^2$$

$$8V_1^2 + 18V_1V_2 + 9V_2^2 = 0$$

$$9V_2^2 + 18V_1V_2 + 8V_1^2 = 0$$

$$9V_2^2 + 142,2V_2 + 499,28 = 0$$

$$a = 9, b = 142,2, c = 499,28$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$$D = 20220,84 - 17974,08 = 2246,76 = (47,4)^2$$

$$V_{g1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

$$V_{g1,2} = \frac{-142,2 \pm 47,4}{18}$$

$$\Delta U = \frac{V_1}{3} = 2,08 \cdot 10^3 \text{ МВ}$$

$$0,5$$

$$V_{g1} = \frac{-142,2 + 47,4}{18} = -5,26 \text{ км/с}$$

$$V_{g2} = \frac{-142,2 - 47,4}{18} = -10,53 \text{ км/с}$$

$$|V_{g1}| = |-5,26| = 5,26 \text{ км/с} - \text{минимальная } V$$

$$|V_{g2}| = |-10,53| = 10,53 \text{ км/с} - \text{максимальная } V$$

$$\text{Ответ: } V_{g1} = 5,26 \text{ км/с}$$

Всего девять баллов

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
						9				9

Шифр

703503

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 5

C.3.

Дано:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$\mu = 59 \cdot 10^{-3} \text{ Кл/м}^2$$

$$z = 2$$

$$\mu_{\text{Fe}} = 8800 \text{ Кл/м}^3$$

$$I_1 = 100 \text{ мА} = 0,1 \text{ А}$$

$$\eta_1 = 90\%$$

$$I_2 = 1,1 \text{ А}$$

$$\eta_2 = 40\%$$

$$\eta(I) = ?$$

$$m = \frac{1}{e N_A} \cdot \frac{M}{z} \cdot I t$$

$$m_{\text{Fe}} = \eta m$$

$$\eta = \frac{m_{\text{Fe}}}{m}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{Fe}} \cdot e N_A \cdot z}{\mu I t}$$

$$a = \frac{e N_A z}{\mu}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{Fe}} a}{I \cdot t}$$

$$I \uparrow \Rightarrow \eta \downarrow$$

