

Шифр

703505

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

Сит.З. + 1  


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

соревнования по образовательному предмету физике  
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Коченов Андрей Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Байконур, ТБОУ, лицей  
"МКШ им. В.К. Челомеев", 11 класс

Регистрационный номер 5435

Вариант задания 8

Дата проведения « 3 » 03 2019 г.

Подпись участника 

45 (срок пед.)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
12	0	15	18	0	0					45

703505

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 8

№1.

Дано:

$$\nu = 5 \cdot 10^{18} \text{ Гц}$$

$$E_\gamma = (1 - 0,4) E_\gamma$$

$$E_\gamma' = ?$$

Энергия фотона  $E_\gamma = h\nu$

После рассеивания

$$E_\gamma = 0,6 E_\gamma$$

$$E_\gamma' = 0,6 \cdot h\nu$$

$$(E_\gamma = h\nu)' = \frac{hc}{\lambda'}$$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda'} = 0,6 \cdot \nu, \Rightarrow \lambda' = \frac{c}{0,6 \cdot \nu}$$

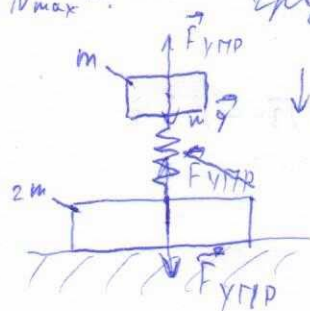
$$\lambda' = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{0,6 \cdot 5 \cdot 10^{18} \text{ Гц}} = 10^{-10} \text{ м}$$

Ответ:  $10^{-10} \text{ м}$ .

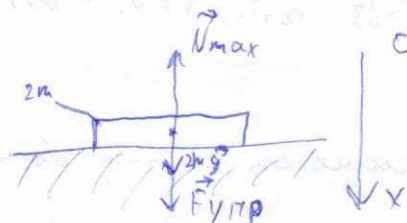
№3.

$A, T, m, 2 \text{ м}$   
 $N_{\text{max}} = ?$

Рассмотрим положение маятника, когда пружина действует на груз  $2 \text{ м}$  с максимальной силой.



Рассмотрим силы, действующие на груз  $2 \text{ м}$ .



Поск. груз покоится, по I з. Н.:

$$F_{yup} + 2mg + N_{\text{max}} = 0$$

$$\text{ОХ: } F_{yup} + 2mg = N_{\text{max}}$$

$F_{yup} = ?$

Формула периода колебаний для пружинного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$



Первая сила упругости:

$$F_{\text{упр}} = kA = \frac{4\pi^2 mA}{T^2}$$

$$2mg + F_{\text{упр}} = N_{\text{max}}$$

$$N_{\text{max}} = 2mg + \frac{4\pi^2 mA}{T^2}$$

$$M_{\text{max}} = 2m(g + \frac{2\pi^2 A}{T^2})$$

Ответ:  $2m(g + \frac{2\pi^2 A}{T^2})$

или:

$$3mg + \frac{4\pi^2 mA}{T^2}$$

Дано:

$$\begin{aligned} 1 \rightarrow 2: p &= \alpha \sqrt{T} \\ \frac{T_2}{T_1} &= n = 3 \\ \frac{T_2}{T_1} &= 3, i=3 \\ \eta &=? \end{aligned}$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

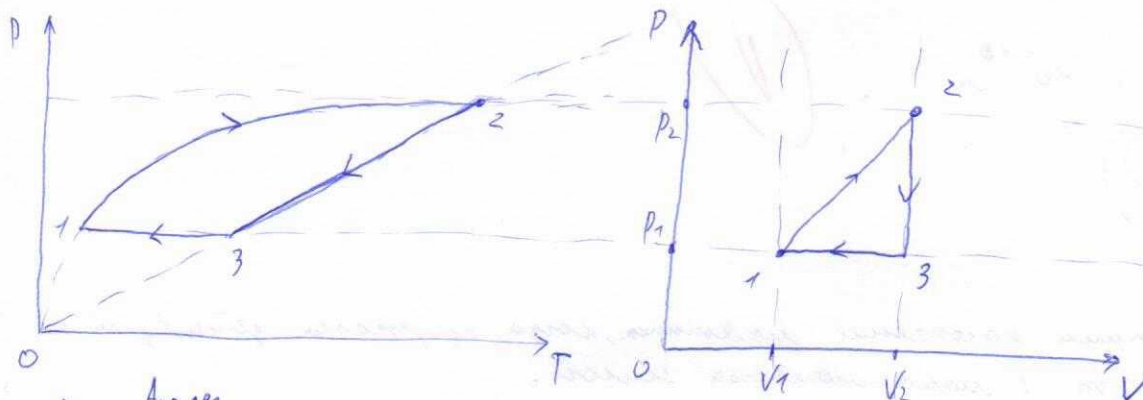
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1 T_2}{T_1 p_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\alpha \sqrt{T_1} \cdot 3 T_1}{T_1 \cdot \alpha \sqrt{T_2}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} = \sqrt{3}, \Rightarrow V_2 = \sqrt{3} V_1$$

$$p_1 = \alpha \sqrt{T_1}, p_2 = \alpha \sqrt{T_1} \cdot \sqrt{3}$$

$$V_2 = \sqrt{3} V_1, A_{12} = \alpha \sqrt{T_1} \cdot V_1 (2 - \sqrt{3})$$



$$\eta = \frac{A_{\text{полз.}}}{Q_{\text{подп.}}} \quad A_{\text{полз.}} = \oint p \cdot dV \text{ по циклу}$$

$$\begin{aligned} A_{12} &= (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) \frac{1}{2} = \frac{1}{2}(\alpha \sqrt{T_1} \cdot \sqrt{3} - \alpha \sqrt{T_1})(\sqrt{3} V_1 - V_1) = \alpha \sqrt{T_1} \cdot V_1 (\sqrt{3} - 1)^2 \frac{1}{2} = \\ &= \alpha \sqrt{T_1} \cdot V_1 (2 - \sqrt{3}) \end{aligned}$$

$$Q_{\text{подп.}} = Q_{12}, \text{ т.к. нет работы от } 0 \text{ или } \text{длина } T.$$

Уравнение непрерывности:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}, \quad 1 \rightarrow 2: p \uparrow, V \uparrow, T \uparrow, \Rightarrow \Delta U_{12} > 0, A_{12} > 0, Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (3T_1 - T_1) = 3 \nu R T_1$$

$$A_{12} = \frac{p_2 + p_1}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{\alpha \sqrt{T_1} \cdot \sqrt{3} + \alpha \sqrt{T_1}}{2} \cdot (V_1 \cdot \sqrt{3} - V_1) = \frac{\alpha \sqrt{T_1} V_1 (\sqrt{3} + 1)(\sqrt{3} - 1)}{2} = \alpha \sqrt{T_1} V_1$$

$$Q_{12} = 3 \nu R T_1 + \alpha \sqrt{T_1} V_1$$

Уравнение Менделеева для 1:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$a \sqrt{T_1} V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow Q_{12} = 3 a \sqrt{T_1} \cdot V_1 + a \sqrt{T_1} V_1 = 4 a \sqrt{T_1} V_1$$

$$\eta = \frac{a \sqrt{T_1} V_1 (2 - \sqrt{3})}{4 a \sqrt{T_1} V_1} \cdot 100\% = \frac{(2 - \sqrt{3}) \cdot 100\%}{4} \approx 6,7\%$$

Omkleven:  $\eta = 6,7\%$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
						30				30

Шифр

703505

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 5

C.3.

П.к. в диапазоне от 0 до 1,5 А зависимость  $\eta(I)$  можно считать линейной, то

$\eta(I) = KI + b$ , где  $K$ , очевидно, меньше 0.

Составим систему для  $I_1 = 0,1 \text{ А}$ ,  $\eta_1 = 0,9$  и  $I_2 = 1,1 \text{ А}$ ,  $\eta_2 = 0,4$

$$\begin{cases} 0,9 = 0,1K + b & (1) \\ 0,4 = 1,1K + b & (2) \end{cases}$$

Как же в условии сказано, что при  $I=0$ ,  $\eta \neq 0$ ,  $\Rightarrow b > 0$

$$(2) - (1): -0,5 = K$$

$$K = -0,5 \quad (3)$$

$$(3) \rightarrow (1): 0,9 = -0,1 \cdot 0,5 + b$$

$$b = 0,95$$

Имеем  $\eta(I) = (-0,5I + 0,95) \cdot 100\%$  (в процентах)

Кроме того, в условии сказано, что  $m_{vi} < m$ , значит это должно соответствовать  $\eta(I)$  при  $I_1$  и  $I_2$ .

$$\frac{m}{m_{vi}} > 1.$$

При  $I_1 = 0,1 \text{ А}$ :

$$\frac{m}{m_{vi}} = \frac{1}{\eta} \quad \frac{m}{m_{vi}} = \frac{1}{(-0,5I_1 + 0,95)} \quad \frac{m}{m_{vi}} = \frac{1}{(-0,5 \cdot 0,1 + 0,95)} = 1,111 \dots$$

При  $I_2 = 1,1 \text{ А}$

$$\frac{m}{m_{vi}} = \frac{1}{(-0,5 \cdot 1,1 + 0,95)} = 2,5, \text{ условие соблюдается.}$$

