



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА**

вариант № 5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

**Олимпиада школьников «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!»
по ФИЗИКЕ (11 класс)**

ВАСИЛЬЕВ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

Дата: 20 мая 2020 г.

ИТОГИ ПРОВЕРКИ:

№	1	2	3	4	Σ
В	3	5	4	4	89
З	13	20	20	20	

Апелляция: не подавалась

Итоговая оценка: 89 (восемьдесят девять)

1/1 Вопрос:

Итого $x = x_{\text{MAX}} \sin(\omega t + \varphi_0)$

Итого $v = v_{\text{MAX}} \cos(\omega t + \varphi_0)$ и

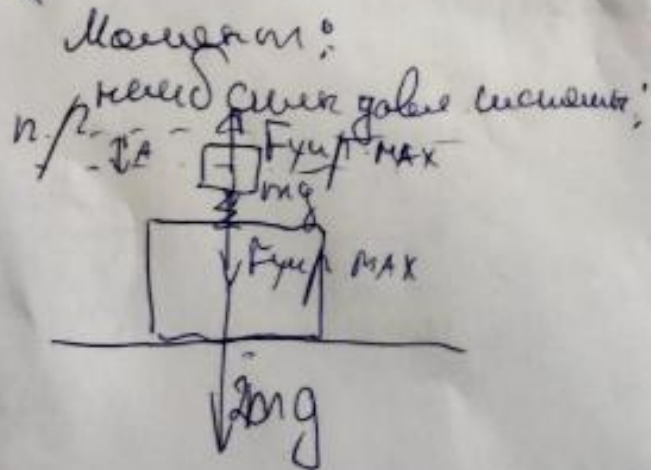
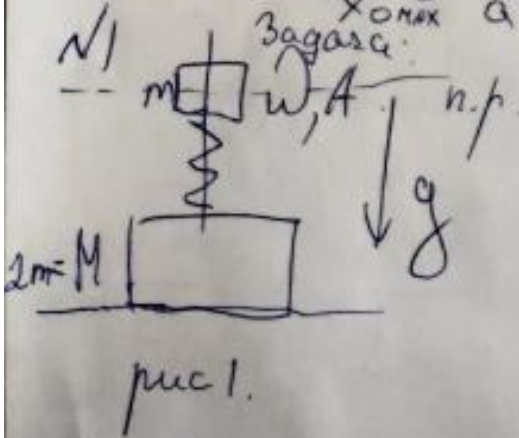
$a = -a_{\text{MAX}} \sin(\omega t + \varphi_0)$

$\sin(\omega t + \varphi_0) = \frac{x}{x_{\text{MAX}}} = -\frac{a}{a_{\text{MAX}}}$ где x_{MAX} и a_{MAX}

максимальное смещение от н.р. и макс. ускорение.

Значит: $\frac{x}{x_{\text{MAX}}} = -\frac{a}{a_{\text{MAX}}}$

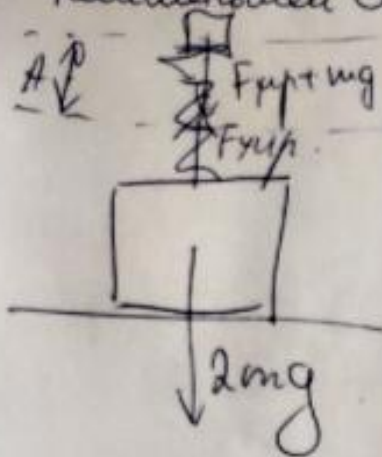
Итого: $\frac{x}{x_{\text{MAX}}} = -\frac{a}{a_{\text{MAX}}}$



(рис)

Маленький

наименьшей силой давит. Система:



н.р.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k = \omega^2 m.$$

Тогда по II з.т.

$$F_{max} = m\omega^2 A + 2mg.$$

$$F_{min} = 2mg - m\omega^2 A, \text{ если}$$

$$\omega^2 A < 2g.$$

Если же $\omega^2 A > 2g$, то $F_{min} = 0$ (масса
"подпрыгнет")

$$\text{Ответ: } \frac{F_{max}}{F_{min}} = \frac{m\omega^2 A + 2mg}{2mg - m\omega^2 A} = \frac{\omega^2 A + 2g}{2g - \omega^2 A}, \text{ если } \omega^2 A < 2g.$$

Ответ

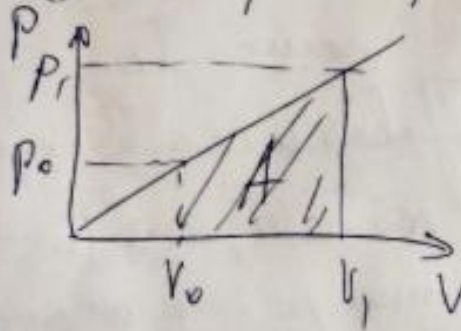
(2 стр.)

1/2

Розрост:

$$i = 3 (\text{огн. раз})$$

Игуче $p = \kappa V$, а p_0 и V_0 — нач. габел и одбене.



p_1 и V_1 — кон. габел. и одбене

$$A_{\text{раза}} = \frac{p_1 + p_0}{2} \cdot (V_1 - V_0) =$$

$$= \frac{p_1 V_1 + p_0 V_1 - p_1 V_0 - p_0 V_0}{2}$$

$$= \frac{\cancel{p_1 V_1} + \cancel{2V_0 V_1} - \cancel{2V_1 V_0} - p_0 V_0}{2}$$

$$= \frac{p_1 V_1 - p_0 V_0}{2}$$

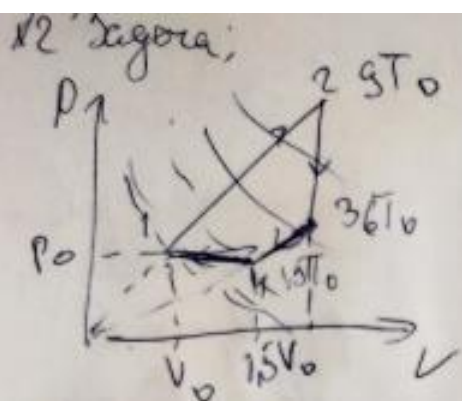
$$Q = A_{\text{раза}} + \Delta U = \frac{p_1 V_1 - p_0 V_0}{2} + \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_0 V_0)$$

$$Q = \frac{2(p_1 V_1 - p_0 V_0)}{2}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{2(p_1 V_1 - p_0 V_0)}{\frac{p_1 V_1 - p_0 V_0}{2}} = 4$$

3 аш

4. Оубен: Араза 6 6 араза
ураме сооду. кол-ва
менаше



$I = const$

Пуск наг. газа.
 p_0 и нач. об. V_0 , а
 мен. T_0

Проведём сеп. во изохору
 и расшир., что T_0 -наем.
 менее p_0 , и к ~~наем~~ /
 решим на ~~самой~~ ~~наем~~
 изохоре. Анализируем
 мен. V_0 и T_0 - нач.

Пуск L_1 и L_2 - матр. при наемке L_1 - L_2
 пох. и. Келвин, (2) и 4.3

$1.5T_0 \cdot DR = p_0 \cdot 1.5V_0$ (4 моря)

$6T_0 DR = L_2 V_3^2$ (3 моря)

$T_2 \cdot DR = L_1 V_2^2$ (2 моря; $V_3 = V_2$)
 (изох. ур.)

~~(4) : (3) \cdot (4) \Rightarrow 4 = \frac{L_1 V_3^2}{1.5 p_0 V_0} (*)~~

~~(2) : (4) \Rightarrow \frac{T_2}{1.5T_0} = \frac{L_1 V_2^2}{1.5 p_0 V_0} (**)~~

~~и $\frac{p_2}{p_0} = \dots$~~

(4) и (2)

$$(2):(3) \Rightarrow \frac{T_2}{6T_0} = \frac{\alpha_1 V_2}{\alpha_2 V_3} (V_2 = V_3) =$$

$$= \frac{\frac{P_2}{V_2}}{\frac{P_3}{1.5V_2}} = 1.5 \Rightarrow T_2 = 1.5 \cdot 6T_0 = 9T_0.$$

$$A_{\text{reza}} = \frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_3 V_3}{2} - \frac{P_0 \cdot 0.5 V_0}{2} =$$

$$= \frac{9DR T_0}{2} - \frac{6DR T_0}{2} - \frac{1.5DR T_0}{2} =$$

$$= \frac{5}{4} DR T_0$$

$$Q_{\text{reza}} = 2(9DR T_0 - DR T_0) = 16DR T_0.$$

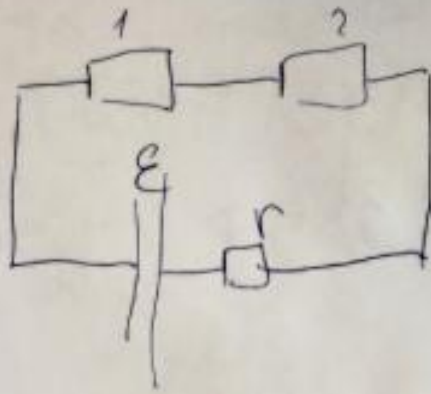
$$\eta = \frac{A_{\text{reza}}}{Q_{\text{reza}}} = \frac{\frac{5}{4} DR T_0}{16DR T_0} = \frac{5}{64}.$$

$$\text{Jawab: } \frac{T_{\text{MAX}}}{T_{\text{MIN}}} = 9; \quad \eta = \frac{5}{64}.$$

5 cup

1/3 Вопрос:

$$\left. \begin{aligned} I &= f_1(U_1) \\ I &= f_2(U_2) \end{aligned} \right\}$$



⇓

$$U_1 = f_1^{-1}(I); \quad \text{+ степень означает, что мы взяли функцию, обратную к от одной переменной}$$

$$U_2 = f_2^{-1}(I)$$

Тогда через выражение U_2 через I .

Тогда по 3-му закону, $I r + f_1^{-1}(I) + f_2^{-1}(I) = \varepsilon$

⇓

$$I = \dots \text{ (какое-то)}$$

1/3 Задача:

$$I(U) = I_0 \sqrt{\frac{U}{U_0}}$$

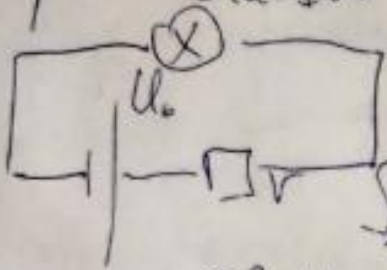
Пусть мы используем лампочку к лампочке для "идеальной" лампы.

Рассмотрим подключение одной лампы к лампочке

(6 балла)

№31 (поговорим)

$$IU = I_0 \sqrt{U_0} \Rightarrow I^2 = I_0^2 \cdot \frac{U}{U_0} \Rightarrow U = \frac{I^2 U_0}{I_0^2}$$



~~по 3-му закону, $I r + \frac{I^2 U_0}{I_0^2} = U_0$~~

$$IU = P = \frac{I^3 \cdot U_0}{I_0^2} = \frac{27}{64} P_0$$

$$I = \frac{3}{4} \sqrt[3]{\frac{P_0 I_0^2}{U_0}}$$

~~$I^2 U_0 + I^2 I_0^2 = U_0^2$
 $I^2 U_0 + I r I_0^2 - U_0 I_0^2 = 0$
 $D = \frac{I^2 I_0^4 + 4 U_0 I_0^2}{4}$
 $I = \frac{-I_0^2 + \sqrt{I_0^2 + 4 U_0 I_0^2}}{2 U_0}$~~

по 3-му закону,

$$I r + \frac{I^2 U_0}{I_0^2} = U_0$$

$$r = \frac{U_0 - \frac{I^2 U_0}{I_0^2}}{I} = \frac{U_0 - \frac{\frac{27}{64} P_0 I_0^4 \cdot U_0}{U_0^2}}{\frac{3}{4} \sqrt[3]{\frac{P_0 I_0^2}{U_0}}}$$

~~$\frac{U_0 I_0^2}{16 \sqrt[3]{\frac{P_0 I_0^2}{U_0}}}$~~

$$\frac{U_0 - \frac{9}{16} \sqrt[3]{\frac{P_0^2 \cdot U_0}{I_0^2}}}{\frac{3}{4} \sqrt[3]{\frac{P_0 I_0^2}{U_0}}}$$

(7 cup)

$$= \frac{4}{3} \cdot \frac{U_0}{I_0} - \frac{9}{16} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{U_0}{I_0} = \frac{U_0}{I_0} \left(\frac{16-9}{12} \right) = \frac{7}{12} \frac{U_0}{I_0}$$

Для нулевых укладок:

$$h, k \in \mathbb{Z}$$

По 3-му К-пу:

$$nU_0 + k \cdot I_0 \cdot \frac{7}{12} \frac{U_0}{I_0} = U_0 \cdot k$$

$$nU_0 + k \cdot \frac{7}{12} U_0 = k \cdot U_0$$

$$12n + 7k = 12k$$

$$12n = 5k$$

12 и 5 - взаимно простые числа,
и k наименьшее равно 5 и 12 соотвен-
ственно.

Ответ: 5 ламп.

Всеп

1/4

Вопрос:

Для собирающей линзы:

Линза d - расстояние от линзы до предмета,

1) Если предмет находится между линзой и фокусом, то

$$r = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F - d}, \text{ при увелич. } d, \Gamma \text{ будет уменьшаться}$$

2) Если предмет находится на в фокусе, то изображение бесконечно (бесконечное r)

3) Если предмет находится за фокусом линзы, то при увеличении d , Γ будет уменьшаться.

$$r = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F} \uparrow \downarrow$$

(Воп)

№4 Вопрос (уточнение)

Для ~~двух~~ рассеивающей линзы:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{dF}{d+F} = \frac{dF^2}{d+F}$$

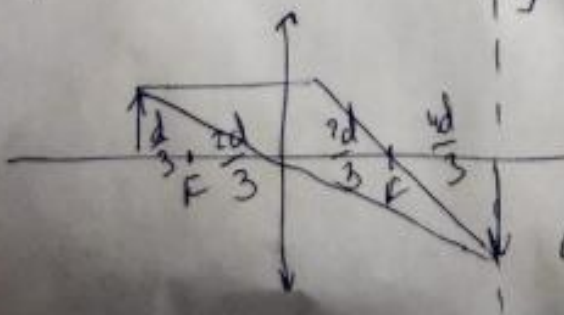
~~$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F}$$~~

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$$

При увеличении d , f будет уменьшаться
 №4 Задача

Линза увелич-ет \Rightarrow линза рассеивающая
 (увелич. действ-ая) $\Rightarrow \Gamma F = \Gamma_1 = 2$

$$\frac{f}{d} = 2 \Rightarrow f = 2d$$



По формуле линзы,

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{2d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{3}{2d} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{2d}{3}$$

(Оур)

на (ураг-не)

$|\Gamma_2| = \Gamma_2 = 5$ ~~и~~ Γ величина, а затем
мы ^{продолжим} ~~мы~~ ~~будем~~ ~~переходим~~ ~~к~~ ~~лучу~~.

По формуле Ньютона,

$$\left(\frac{d}{3} - s\right) \left(\frac{d}{3} + s'\right) = \frac{4d^2}{9}$$

$$\frac{4d^2}{9} + s' \left(\frac{d}{3} - s\right) - \frac{4sd}{3} = \frac{4d^2}{9}$$

$$s' = \frac{4sd}{d-3s} > 0.$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_1 + s'}{d - s} = \frac{2d + \frac{4sd}{d-3s}}{d-s} = 5$$

$$2d^2 - 6sd + 4sd = 5(d-s)(d-3s)$$

$$2d^2 - 6sd + 4sd$$

$$2d^2 - 2sd = 5d^2 - 20sd + 15s^2.$$

$$3d^2 - 18sd + 15s^2 = 0$$

$$d^2 - 6sd + 5s^2 = 0.$$

$$d = 5s; d = s.$$

Или

$d = 5S$ — расстояние, на которое
изображение более близко к предмету
стало от экрана.

Значит $d = 5S = 15 \text{ см}$.

$$S' = \frac{4sd}{d - 3S} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 15}{15 - 45} = 2d = 30 \text{ см}.$$

Ответ: $S' = 30 \text{ см}$.

(2 см)