



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

вариант № 5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

ПОНАМАРЕВ ЕВГЕНИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ

Дата: 20 мая 2020 г.

ИТОГИ ПРОВЕРКИ:

№	1	2	3	4	Σ
В	3	5	4	5	85
З	10	20	20	18	

Апелляция: не подавалась

Итоговая оценка: 85 (восемьдесят пять)

Ответ: при $\omega^2 A < 2g$: $\frac{2g + \omega^2 A}{2g - \omega^2 A}$ ^{числовик}

при $\omega^2 A \geq 2g$ $\frac{F_{max}}{F_{min}}$ не определено,
 тк ~~будем~~ ~~опред~~ (при $\omega^2 A = 2g$ сила ~~F~~
 сингулярна).

11 Вопрос 1:



$$-kx = mA = m\ddot{x}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad x \cdot \frac{k}{m} = -\ddot{x}$$

$$\omega^2 x = -\ddot{x}$$

получим A ~~и~~ ~~амплитуда~~.

$$x = A \cdot \sin(\omega t)$$

$$\dot{x} = v = A\omega \cdot \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x} = a = -A\omega^2 \sin(\omega t)$$

подставим это в закон пружины

$$\omega^2 \cdot A \sin \omega t = +A\omega^2 \sin(\omega t) \Rightarrow 1 = 1$$

и т.д. $\omega^2 x = -\ddot{x}$ - формула задвижек

и колебаний, а $x = A \cdot \sin(\omega t)$ -
 формула, описывающая движение
 при таких колебаниях.

ЛИСТ 2 из 11

N 2

4 студента

вопрос:

$$P = \frac{1}{2} V$$

$$i = 3$$

какая температура:

$$A(Q) = ?$$

1) при заданных параметрах
найти температуру

$$Q = U + A.$$

$$2) U = \frac{3}{2} \nu RT$$

$$dA = PdV + VdP$$

$$dT = \frac{PdV + VdP}{\nu R}$$

$$dQ = \frac{3}{2} (PdV + VdP) + A = \frac{3}{2} PdV + \frac{3}{2} VdP + PdV$$

$$3) P = \frac{1}{2} V \Rightarrow dP = \frac{1}{2} dV \Rightarrow V = \frac{P}{2}$$

$$PV = \frac{1}{2} \nu RT \Rightarrow T = \frac{2PV}{\nu R}$$

$$4) dQ = \frac{5}{2} PdV + \frac{3}{2} VdP = \frac{5}{2} dA + \frac{3}{2} \left(\frac{P}{2} dV \right) =$$

$$= \frac{5}{2} dA + \frac{3}{2} dA = 4dA.$$

5) $dQ = 4dA$, температура зависит

от A и T из 11

выделенное ^{число} менше от работы в процессе,
 но $Q_{внешн} = 0$, $A_{внешн} = 0$.
 вывод: зависимость идеальной:

$$Q = 4A \quad \text{или} \quad A = \frac{Q}{4}$$

$$\text{ответ: } A = \frac{Q}{4} \quad \text{или} \quad Q = 4A.$$

N2 задача.

Дано:

$$J = \text{const}$$

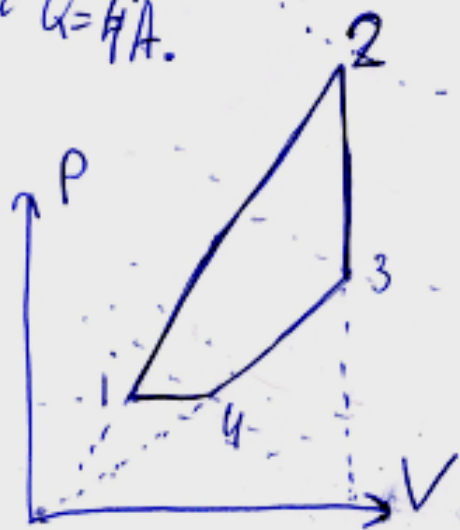
$$i = 3$$

$$K = 1,5$$

найти:

$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} - ?$$

$$\eta - ?$$



$$1) T_{\max} = T_2; T_{\min} = T_1$$

мк $p = \frac{\nu RT}{V}$, но
 наибольшая температура T_{\max}
 наименьшая температура T_{\min} (из процесса $1 \rightarrow 2$
 \rightarrow цикла)

$$2) T_3 = 6T_1; T_4 = 1,5T_1 = \frac{T_3}{4}$$

$$3) p_3 V_3 = \nu RT_3; p_2 V_3 = \nu RT_2$$

$$p_1 V_1 = \nu RT_1; p_1 V_1 = \nu RT_2$$

МСТ 4 из 11

УЧУМОВСЕК

$$P_1 V_4 = \nu R T_4 ;$$

$$V_4 \cdot \lambda_2 = V_3 ; \quad \lambda_2 = \sqrt{\frac{T_3}{T_4}} = \sqrt{\frac{1.5}{2}} = 0.87$$

$$4) \quad \frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} ; \quad \frac{V_4}{V_1} = \frac{T_4}{T_1} \Rightarrow V_4 = V_1 \cdot \frac{T_4}{T_1}$$

$$V_3 = V_1 \cdot 1.5 \cdot 2 = 3V_1 = V_2$$

$$5) \quad \lambda_1 = \frac{V_2}{V_1} = 3$$

(1-2 и 3-4 - процесси прямих линий
изохора и изобары: $P = \lambda V$, λ_1 и λ_2 - коэффициенты)

$$6) \quad T_2 = \lambda_1^2 \cdot T_1 = 9T_1 \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 9$$

7) найдем C_{max} процесса C_{Π}

$$dQ = dU + dA = \frac{3}{2} \nu R dT + PdV =$$

$$= C_{\Pi} dT \cdot \nu$$

$$dT = \frac{PdV + VdP}{\nu R} ; \quad P = \lambda V \Rightarrow dP = \lambda dV$$

$$C_{\Pi} = \frac{3}{2} R + \frac{PdV}{PdV + VdP} \cdot R = \frac{3}{2} R + \frac{PdV R}{PdV + \frac{P}{\lambda} \cdot \lambda dV} =$$

$$= 2R$$

А УСТУЖИ

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{C_{\text{пл}} \Delta T_1}{4} - 0 - \frac{C_{\text{пл}} \Delta T_2}{4} (6T_1 - 1,5T_1) - \frac{5}{2} R \Delta T_1}{C_{\text{пл}} \cdot \nu \cdot (9T_1 - T_1)}$$

УСЛОВИЯ

$$A_{14} = Q_{14} - \Delta U_{14} = \frac{5}{2} \nu R (T_4 - T_1) - \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_1) =$$

$$= R \nu (T_4 - T_1)$$

$$\eta = \frac{4 - 0 - \frac{9}{4} - 0,5}{2 \cdot 8} = \frac{4 - 2,25 - 0,5}{16} = \frac{1,25}{16} =$$

$$= \frac{10}{8 \cdot 8 \cdot 2} = \frac{5}{64}$$

Ответ: $\frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{min}}} = 9$; $\eta = \frac{5}{64}$

Л И С Т 6 из 11

№3

числа

Вопрос:

$$I = f_1(U)$$

$$I = f_2(U)$$

\mathcal{E}

r
найти
 I_1 ?

1) выражаем U от I

$$U = f_1^{-1}(I)$$

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

$$U = f_1^{-1}(I) + f_2^{-1}(I)$$

$$\mathcal{E} = Ir + f_1^{-1}(I) + f_2^{-1}(I)$$

выражаем I_1

№3 задача:

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

$$\mathcal{E} = U_0$$

$$P = \frac{27}{64} P_0$$

найти:

n_{\min} - ?

N - ?

$$1) P_0 = I_0 \cdot U_0$$

2) нк при подключении к батарее в наименьшем \mathcal{E} , мы получим P , а не P_0 , батарея не идеальная.

ЛИСТ 7 из 11

4 ученика

3) найти r - сопротивление цепи

$$4) P = I_1 U_1 ; U_0 = I_1 r + U_1 = I_1 r + \frac{I_1^2}{I_0^2} U_0$$

$$\frac{I_1^2 U_0}{I_0^2} \cdot I_1 = \frac{27}{64} U_0 I_0 \Rightarrow I_1^3 = \frac{27}{64} I_0^3 \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{3}{4} I_0 ; U_1 = \frac{I_1^2}{I_0^2} U_0 = \frac{9}{16} U_0$$

$$I_1 r = \frac{7}{16} U_0 ; r = \frac{\frac{7}{16} U_0}{\frac{3}{4} I_0} = \frac{7}{4 \cdot 3} \frac{U_0}{I_0} = \frac{7}{12} \frac{U_0}{I_0}$$

$$N U_0 = N I_2 r + \frac{n I_2^2}{I_0^2} U_0$$

$$N \left(U_0 - I_2 \frac{7 U_0}{12 I_0} \right) = \frac{n I_2^2}{I_0^2} U_0$$

$$N = \frac{I_2 \cdot 7}{12 I_0} N + \frac{n I_2^2}{I_0^2}$$

$$\frac{N(12 I_0 - 7 I_2)}{12 I_0} = \frac{n I_2^2}{I_0^2}$$

$$\frac{N}{n} = \alpha ; \alpha \frac{(12 I_0 - 7 I_2)}{12 I_0} = \frac{I_2^2}{I_0^2}$$

АИСТ 8 Aug 11

УУСМБЕК

$$\mathcal{L}(12I_0 - 7I_2) = \frac{12I_0^2}{I_0}$$

$$P_0 = I_2 \cdot U_2 = I_2 \cdot \frac{I_2^2 U_0}{I_0} = I_0 U_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2^3 U_0 = I_0^3 \cdot U_0 \Rightarrow I_2 = I_0$$

$$\mathcal{L}(12I_0 - 7I_0) = \frac{12I_0^2}{I_0}$$

$$\mathcal{L} \cdot 5I_0 = 12I_0$$

$$\mathcal{L} = \frac{12}{5} = \frac{N}{n} \Rightarrow N = \frac{12}{5} n$$

$$n = \frac{5}{12} N$$

$$n \in \mathbb{N} \Rightarrow n_{\min} = 5; N = 12$$

Омбем: $n_{\min} = 5; N = 12.$

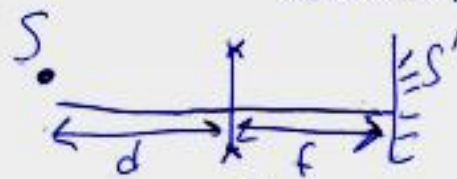
АНСТУУЗ 11

N4

вопрос:

$$\Gamma(d)$$

число Френеля



$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

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

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

$$\Gamma = \left| \frac{d - F}{d - F} \right|$$

Верхний знак - собирающая линза,

найти - рассеивающая линза.
N4 задача:

$$|\Gamma_1| = 2$$

$$S = 3 \text{ см}$$

$$|\Gamma_2| = 5$$

найти S' ?



$$1) 2d_1 = |f_1|, \Gamma_1 = \left| \frac{d_1 - F}{d_1 - F} \right|$$

$$\Gamma_2 = \left| \frac{d_2 - F}{d_2 - F} \right|$$

1) тк линза ~~рассеивающая~~
дана разное изображение на экране

ЛИСТ 10 из 10

1) Луза - сферическая, и $d > F$ уменьшится

$$1) 2d_1 = f_1 ; \Gamma_1 = \frac{F}{d_1 - F} ; \Gamma_2 = \frac{F}{d_2 - F}$$

$$2 = \frac{F}{d_1 - F} ; 5 = \frac{F}{d_2 - F}$$

в КГ выразим, но
значения меньше диаметра
лузы $\Rightarrow d_2 = d_1 - S$

$$2d_1 - 2F = F \Rightarrow d_1 = \frac{3}{2}F ; d_2 = \frac{6}{5}F$$

$$2) S = d_1 - d_2 = \frac{3}{2}F - \frac{6}{5}F = F \frac{15 - 12}{10} = \frac{1}{10}F = 0,3F$$

$$F = \frac{S \cdot 10}{0,3} = 10 \text{ см}$$

$$3) \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

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

$$f_1 = \frac{10 \cdot 15}{15 - 10} = 30 \text{ см} = \frac{F \cdot d_1}{d_1 - F}$$

$$f_2 = \frac{F \cdot d_2}{d_2 - F} = \frac{10 \cdot 12}{12 - 10} = 60 \text{ см}$$

$$S' = f_2 - f_1 = 30 \text{ см}$$

Ответ: $S' = 30 \text{ см}$

ЛУЗА 10 см