



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №2

Место проведения Москва
город

дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

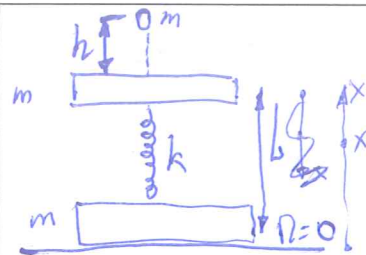
Олимпиада школьников „Ломоносов 2024/2025“
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Шюткина Дарина Всеволодовна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
[Подпись]



$2ah = v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$ Черновик
 зсу: $mv_0 = 2mu \Rightarrow u = \frac{v_0}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$
 зсу: $\frac{kx_0^2}{2} + mgL + mgh + mgb = \frac{2mv_0^2}{2} + 2mgx + \frac{k(x_0 + L - x)^2}{2}$

$\left(\frac{2mu^2}{2}\right) + (mg(L-x)) + \frac{k(x_0+x)^2}{2} = 0$

$m \cdot \dot{u} \cdot 2u + 2mgx + \frac{k}{2} \cdot 2(x_0+x) \cdot x = 0$

$m\ddot{x} - 2mg + kx_0 + kx = 0$

$m\ddot{x} + kx = 2mg - kx_0 = mg$

$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = g$

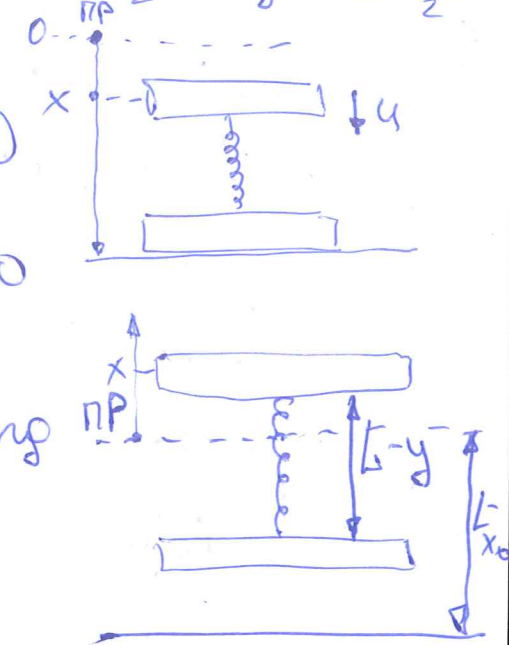
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow C = \frac{mg}{k}$

$x = A \sin \omega t + B \cos \omega t + \frac{mg}{k}$

$\dot{x} = A\omega \cos \omega t - B\omega \sin \omega t$

$0 = B + \frac{mg}{k} \Rightarrow$

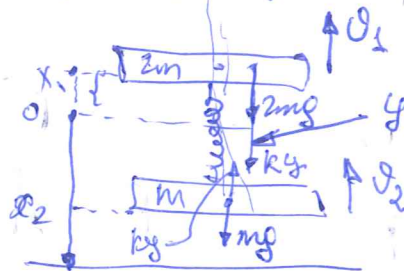
$\omega_0 = A\omega \Rightarrow A = \frac{\omega_0}{\omega} = \omega_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$



$t=0; x=0;$

$\dot{x} = \omega_0$

$2mg + ky = \max$



$R = \frac{2mv_0^2}{2} + \frac{m\omega_0^2}{2} \quad 2m:$

$\Pi = 2mgx + \frac{kx^2}{2} \quad \dot{y} = v_1 - v_2$

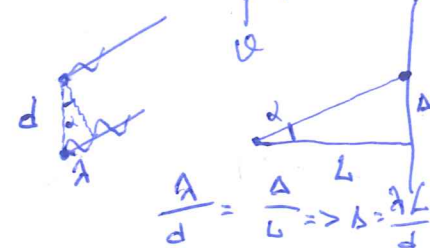
$y = L - (L - x_0 + x) = (x_0 - x)$

$kx_0 - kx + kx = m \frac{dv_2}{dt} \Rightarrow F_n$
 $k(z-x) = m\ddot{x} \quad E_f$

$90^\circ B = E_f$

$E = UB, \quad I \cdot d$

$U = 0.8d$



$\frac{A}{d} = \frac{A}{L} \Rightarrow d = \frac{AL}{d}$

43-36-08-63
(2.8)

1/2.2.2. $i=3 \Rightarrow C_v = \frac{3}{2}R, C_p = \frac{5}{2}R$ Черновик

1) $A_{\Sigma}(1-2-3-1) = A_{\Sigma}(1-3-4-1) = S_{A-KQ} = \frac{3P_0 \cdot 2V_0}{2} = 3P_0V_0$

2) P-m 1-2-3-1.

1-2: $V = \text{const}; P \uparrow \Rightarrow Q_{12} > 0$ $\downarrow$ R-во в. ба газе.

2-3: $P = \text{const}; V \uparrow \Rightarrow Q_{23} > 0$

3-1: $P \downarrow; V \downarrow \Rightarrow Q_{31} < 0$

$Q_{1231} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}VR(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}VR(T_3 - T_2) =$
 $= \frac{3}{2}(12P_0V_0 - P_0V_0) + \frac{5}{2}(12P_0V_0 - 4P_0V_0) = \frac{3}{2}P_0V_0 + 10P_0V_0 = \frac{49}{2}P_0V_0$

3) P-m 1-3-4-1.

1-3: $V = \text{const}; P \uparrow \Rightarrow Q_{13} > 0$

3-4: $V = \text{const}; P \downarrow \Rightarrow Q_{34} < 0$

4-1: $P = \text{const}; V \downarrow \Rightarrow Q_{41} < 0$

$Q_{41341} = Q_{13}$

$I_{3-4} T \Delta: Q_{13} = \frac{3}{2}VR(T_3 - T_1) + A$

$A = \frac{1}{2}(\text{из формулы}) \frac{P_0 + 4P_0}{2} \cdot 2V_0 = 5P_0V_0$ (масса газа постоянна)

$Q_{13} = \frac{3}{2}(12P_0V_0 - P_0V_0) + 5P_0V_0 = \frac{33}{2}P_0V_0 + \frac{10}{2}P_0V_0 = \frac{43}{2}P_0V_0$

4) $\eta_{1231} = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{1231}} = \frac{3P_0V_0}{\frac{49}{2}P_0V_0} = \frac{6}{49}$

$\eta_{1341} = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{1341}} = \frac{3P_0V_0}{\frac{43}{2}P_0V_0} = \frac{6}{43} \oplus$

$\frac{\eta_{1341}}{\eta_{1231}} = \frac{\frac{6}{43}}{\frac{6}{49}} = \frac{49}{43}$

Ответ: $\frac{\eta_{1341}}{\eta_{1231}} = \frac{49}{43}$

14.8.2. ~~Решение~~

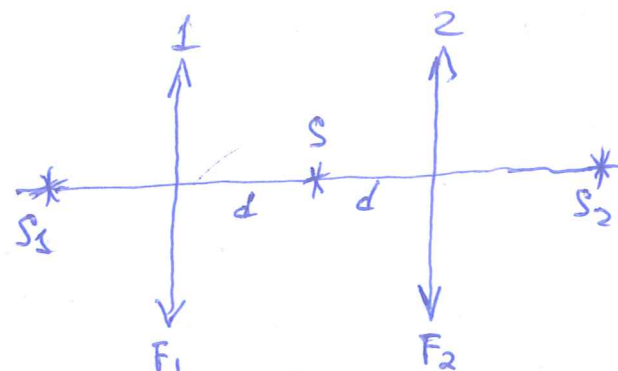
Черновик

1) Р-м случай 1.

S-предмет,

S₁ и S₂ — его

изображения.

S₁ — действ. Изр. $P_1 = 1 \Rightarrow d = 2F_1$ (+)S₂: Ф-на точечной массы: (учем, что $P = \frac{F}{d} = 3$)

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{3}{3d} + \frac{1}{3d} = \frac{4}{3d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{3}{4}d = \frac{3}{4} \cdot 2F_1 = \frac{3}{2}F_1.$$

2) Р-м случай 2. Если, что световая перемещалась влево, чтобы увеличить P на 1 мм и уменьшить на 2. Ф-ны точ. масс: ($P_2 = \frac{F_1}{d-x} = \frac{F_2}{d+x}$)

$$1: \frac{1}{F_1} = \frac{1}{(d-x)} + \frac{1}{P_2(d-x)}$$

$$2: \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{P_2(d+x)}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{F_1} = \frac{P_2+1}{P_2(d-x)} \\ \frac{1}{F_2} = \frac{P_2+1}{P_2(d+x)} \end{cases} \rightarrow$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(P_2+1) \cdot P_2(d+x)}{P_2(d-x) \cdot (P_2+1)} = \frac{d+x}{d-x} \quad \text{Уч. п. 1; } F_2 = \frac{3}{2}F_1$$

$$\frac{3F_1}{2F_1} = \frac{d+x}{d-x} \Rightarrow 3d-3x=2d+2x \Rightarrow d=5x=25\text{ см}$$

Ответ: $d=5x=25\text{ см}$

Нет букв. решения

Черновик

$$2) A_z = \frac{3P_0 \cdot 2V_0}{2} = 3P_0V_0.$$

$$Q_{K1} = \frac{3}{2}IR(T_2-T_1) + \frac{5}{2}IR(T_3-T_2) = \frac{3}{2}(4P_0V_0 - P_0V_0) + \frac{5}{2}(12P_0V_0 - 4P_0V_0) = \frac{9}{2}P_0V_0 + \frac{40}{2}P_0V_0 = \frac{49}{2}P_0V_0.$$

$$Q_{K2} = \frac{3}{2}IR(T_3-T_1) + \frac{P_0+4P_0}{2} \cdot 2V_0 = \frac{3}{2}(12P_0V_0 - P_0V_0) + 5P_0V_0 = \frac{33}{2}P_0V_0 + \frac{10}{2}P_0V_0 = \frac{43}{2}P_0V_0.$$

$$\eta_1 = \frac{3P_0V_0}{\frac{49}{2}P_0V_0} = \frac{6}{49} \rightarrow \eta_2 = \frac{6}{\frac{43}{6}} = \frac{36}{43}$$

$$\eta_2 = \frac{3P_0V_0}{\frac{43}{2}P_0V_0} = \frac{6}{43} \rightarrow \eta_1 = \frac{6}{\frac{49}{6}} = \frac{36}{49}$$

$$d = 2F_1.$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{3}{3d} + \frac{1}{3d} = \frac{4}{3d}$$

$$F_2 = \frac{3}{4}d = \frac{3}{4} \cdot 2F_1 = \frac{3}{2}F_1.$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{P(d-x)} = \frac{P+1}{P(d-x)}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{P(d+x)} = \frac{P+1}{P(d+x)}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(P+1)P(d+x)}{P(d-x)(P+1)} = \frac{d+x}{d-x}$$

$$\frac{3F_1}{2F_1} = \frac{d+x}{d-x} \Rightarrow 3d-3x=2d+2x \Rightarrow d=5x.$$

$$E = q\phi_B \Rightarrow E = qVB \Rightarrow U = qVBd. P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow \frac{q^2 B^2 d^2}{R} = \frac{PR}{VPR} \Rightarrow \frac{q^2 B^2 d^2}{R} = \frac{PR}{VPR}$$

№ 1.1.2.

(Чистовик)

1) Р-м качаю.

Пружина спрета на x_0 .

$$mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{k}$$

$$N_0 = kx_0 + mg = 2mg. \quad (+)$$

2) Пуля шарик падает на брусок со ск-тью v_0 .Из баллистики, $v_0 = \sqrt{2gh}$, где h - нар. высоты.3) ~~В~~ Имеем ЗСД столкновения бруска и шарика.

$$mv_0 = 2mv \Rightarrow v_0 = \frac{v_0}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}} \quad (+)$$

4) Все соударения будут совершать только потенциальные силы, т.к. N -сила Р-ции стола - приложена к неподв. точке, или её нет (в случае отрыва).ЗСД: $K + \Pi = \text{const}$,

$$\dot{K} + \dot{\Pi} = 0. \quad (+)$$

5) Р-м движение бруска вниз.

Для произв. момента:

$$\left(\frac{2m\dot{u}^2}{2}\right) - 2mg(x) + \frac{k(x_0+x)^2}{2} = 0. \quad (+)$$

$$m \cdot 2u \cdot \dot{u} - 2mgx + \frac{k}{2} \cdot 2(x_0+x) \cdot u = 0$$

$$2m\dot{x}^2 - 2mgx + kx_0 + kx = 0$$

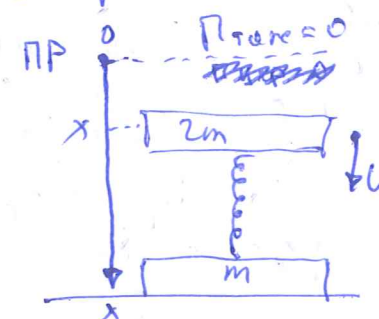
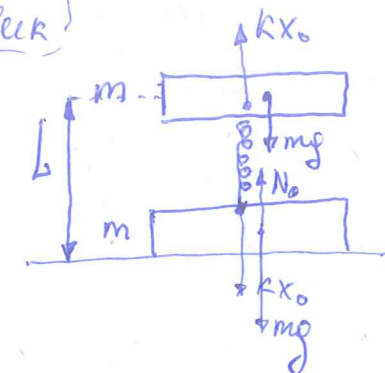
$$2m\dot{x}^2 + kx = mg \quad | : 2m$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{2m}x = \frac{g}{2} \rightarrow \text{пр-е гарм. колеб.}$$

$$x = A \sin \omega t + B \cos \omega t + C$$

$$v_x = A\omega \cos \omega t - B\omega \sin \omega t$$

$$\frac{g}{2} = \omega^2 C = \frac{g}{2} \Rightarrow C = \frac{g}{2} \cdot \frac{2m}{k} = \frac{mg}{k}$$



1.1.2. продолжение,

(Числовик)

Изн. усл: $t=0; x=0; v_x=v_0$

$$\begin{cases} 0 = B + \frac{mg}{k} \\ v_0 = A\omega \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} B = -\frac{mg}{k} \\ \sqrt{\frac{gh}{2}} = A \cdot \sqrt{\frac{k}{2m}} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{mgh}{k}} \end{cases}$$

Ищем:

$$\begin{cases} x = \sqrt{\frac{mgh}{k}} \sin \omega t - \frac{mg}{k} \cos \omega t + \frac{mg}{k} \\ v_x = \sqrt{\frac{mgh}{k}} \cdot \omega \cdot \cos \omega t + \frac{mg}{k} \cdot \omega \cdot \sin \omega t \end{cases}$$

б) Дв-е без трения гарм. колеб.

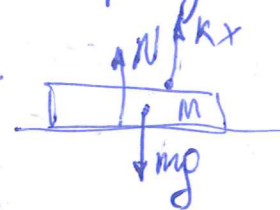
Если, что ситуация может измениться только при дв-ии вверх. Тогда отсюда может оторваться нижний брусок, и сила упругости пружины будет изменяться в зависимости от его дв-я.

Крайний случай, k -ый как интересует $\rightarrow N=0$.

$$mg = N + kx; N = mg - kx \rightarrow \text{запишем.}$$

$$* mg = kx = kx_0$$

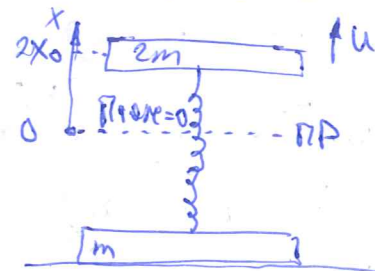
$x = x_0$. Пружина должна быть растянута на x_0 , чтобы произошел отрыв.



Если, что для достижения $h_{\max}$ ск-ть 2m также должна закупиться (иначе отрыв не случится)

ТР- состояние на $x_0 \Rightarrow y$ как $x = 2x_0$.

$$\text{ЗСЭ: } \frac{2mv_0^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + 2mg \cdot 2x_0 + \frac{kx_0^2}{2}$$



$$mv_0^2 = mv^2 + 4mgx_0$$

$$\frac{gh}{2} = v^2 + 4gx_0$$

$$h_{\max} = 8x_0 = \frac{8mg}{k}$$

предлож. на сл. листе

$$h_{\max} = \frac{8 \cdot 0,1 \cdot 10}{100} = 0,08 \text{ м}$$

N 3.3.2

1) $P_m = \frac{U^2}{R} = \text{const}$, мощность установилась $\Rightarrow$ установилась напр.

2) В начале положит. заряды ~~дв-ся~~ ^{отклоняется} вправо под действием F_n . Затем между пластинами устанавливается некоторое поле E , к-ое компенсирует F_n и заряды дв-ся установившею.

Уст. сост: $F_n = Eq$

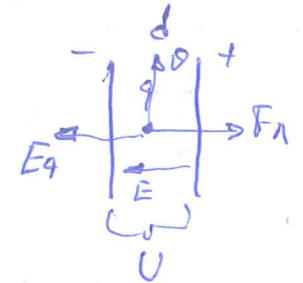
$$q \cdot U = E \cdot d$$

$$E = U \cdot d \cdot d$$

$$U = U \cdot d \cdot d$$

$$3) P_m = \frac{U^2}{R} \Rightarrow (U \cdot d)^2 \cdot d^2 = P_m \cdot R \Rightarrow d = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{U}$$

материал на сл. листе.



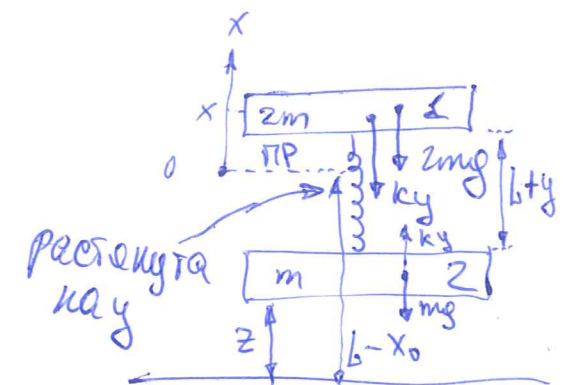
N 1.1.7. продолж.

4) Сильное обсеменение невозможности ~~не~~ гарн. колеб. после отрыва:

234 г и 2 м:

$$-2mg - ky = 2ma_x$$

$$a_{x_1} + \frac{k}{2m} y = -g$$



Теперь y — это не координата x , как было ранее. Значит, колебания негармонич.

$$L + y = L - x_0 + x - z, \text{ где } L - \text{общ. длина пружиной в недеформир. сост.}$$

$$y = -x_0 + x - z$$

дв-ся м. 234 г и 2 м:

$$ky - mg = ma_{x_2} \Rightarrow ky = mg + ma_{x_2}$$

$$a_{x_1} + \frac{mg + ma_{x_2}}{2m} = -g \Rightarrow a_{x_1} + \frac{g}{2} + \frac{a_{x_2}}{2} = -g - \text{не гарн.}$$

закон ~~материала~~. Ответ: $k_{\text{max}} = \frac{8mg}{\kappa} = 0,08 \text{ м.}$

№3.3.2. продолж.

{Четовик}

$$B = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-1}}}{0,1 \cdot 0,4} T_n = \frac{2 \cdot 10^{-2} T_n}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,5 T_n.$$

Ответ: $B = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{I_d} = 0,5 T_n$. 12,5 м-? внутр. сопротивление источника -?

№5.8.2.

д) Δ -шаг одной полосы.

$$\Delta = \frac{\lambda L}{d}, \text{ где } d - \text{ширина щели.}$$

$$\frac{H}{\Delta} = N \Rightarrow H = \Delta N = \frac{\lambda L N}{d} - \text{для ситуации, где зеркала чет.}$$

Каждая точка зеркала сама становится источником волн в силу Принципа Гюйгенса.

~~///~~

Оценка
ученика "75"
е "71" на "75"

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовникому
от участника заключительного этапа по
профилю Физика
Ишотина Оррелавы Весоловдовича

апелляцию.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный
результат заключительного этапа, а именно 71 балл,
поскольку считаю, что:

1) в задании 14.8.2 получено правильное решение и
правильный ответ. 2 балла сняты за отсутствие буквенно-
го решения, хотя в критериях оценки не прописано его
обязательное наличие. С точки зрения размерностей мой
ответ также верен, т.к. P — безразмерная величина, и
мой буквенный ответ дан в верных единицах измерения. Если под-
ставить в авторский ответ данное в условии $P=3$, то получим
мой ответ 5х. В связи с тем прошу добавить к работе 2 балла.

2) в задании 13.3.2 в условии нет указания о том, что требуется найти
нулевое сопротивление. Написано, что требуется проволочка, а
провода — вещества с малым сопротивлением. Кроме того, если
дифференцировать функцию мощности по переменной Γ , получим,
что $P \rightarrow \max$, если $\Gamma \rightarrow 0$. В связи с тем считаю эту задачу верно
решенной в рамках данного условия и прошу добавить к работе
8 баллов.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на
результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю,
что мой индивидуальный предварительный результат может
быть изменен, в том числе в сторону уменьшения
количества баллов.

07.03.2023. Ишотина В.