



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Крохина Андрей Александрович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

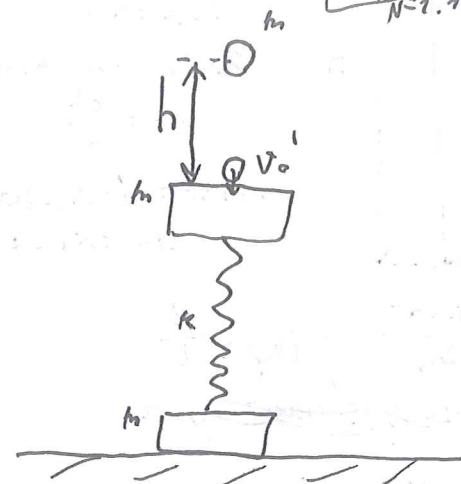
«17» февраля 2025 года

Подпись участника

[Signature]

Упражнение
№ 2.2.2.

m, k, g
 $h_{max} = ?$



ЗКН: ЗСЭ: $Ag h = \frac{Av_0^2}{2}$

$$v_0' = \sqrt{2gh}$$

ЗКН: ЗСН: $kv_0' = 2kv_0 \Rightarrow v_0 = \frac{v_0'}{2}$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

Плоск. движение системы:

$$F_0 = \frac{2mv_0^2}{2} = mv_0^2 \quad F_y = ky$$

$$F_y = 2mg = F_{max}$$

$$2mg - F_y = 2ma_y$$

$$2mg - ky = 2ma_y$$

$$N = mg + F_y$$

$$N > 0!$$

$$v_m = v_0$$

$$\Rightarrow F_0 = mg$$

$$2ma_y + ky = 2mg \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

$$a_y + \frac{k}{2m}y = g \quad - \text{упр. колеб.}$$

$$mg = F_y$$

$$A = \frac{mg}{k} + A = \frac{mg}{k}$$

$$mg = ky$$

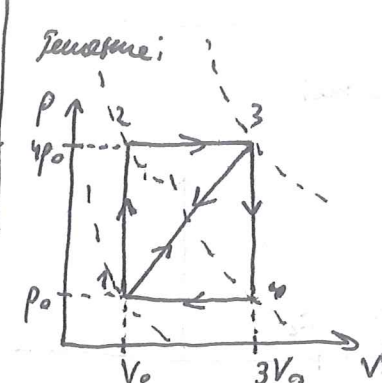
$$y = \frac{mg}{k}$$

$$\frac{2mv_0^2}{2}$$

Задача 2.2.2.

Упражнение
№ 2.2.2.

Дано:
 $i = 3$
 $h_2 = ?$
 $h_1 = ?$



Цикл 1: 1-2-3-1

Цикл 2: 1-3-4-1

Выясним КПД каждого цикла.
Цикл 1: V_0 - изохора, $4p_0$ - изохора, $3V_0$ - изохора, p_0 - изохора.
Цикл 2: V_0 - изохора, $4p_0$ - изохора, $3V_0$ - изохора, p_0 - изохора.

Первый цикл: процесс 1-2 и 2-3

$$Q_{12} = Q_{23} = \frac{p_0 V_0}{2} + 2p_0 V_0 = \frac{5p_0 V_0}{2}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} \text{ (изохора)}, \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (4p_0 V_0 - p_0 V_0) = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_0 \cdot 2V_0 + \frac{3}{2} (2p_0 V_0 - 4p_0 V_0) = 2p_0 V_0$$

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 2V_0 \text{ (площадь под графиком)} \Rightarrow A_1 = 3p_0 V_0$$

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_{12}} = \frac{3p_0 V_0}{\frac{5p_0 V_0}{2}} = \frac{6}{5}$$

Второй цикл: процесс 1-3

$$Q_{13} = Q_{34} = A_{13} + \Delta U_{13} = 5p_0 V_0 + \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{13}{2} p_0 V_0$$

$$A_{13} = \frac{1}{2} (p_0 + 4p_0) \cdot 2V_0 = 5p_0 V_0$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} (2p_0 V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 3p_0 = 3p_0 V_0$$

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_{13}} = \frac{3p_0 V_0}{\frac{13}{2} p_0 V_0} = \frac{6}{13}$$

$$\text{Выводим, что } \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{6}{13}}{\frac{6}{5}} = \frac{5}{13}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{5}{13} \approx 0,38$$

Zagreb 4.8.2.

Thermoback

Dana:

Температура:

7. H₂gehalt (H₁ u. H₂)

1) Главный расчет:

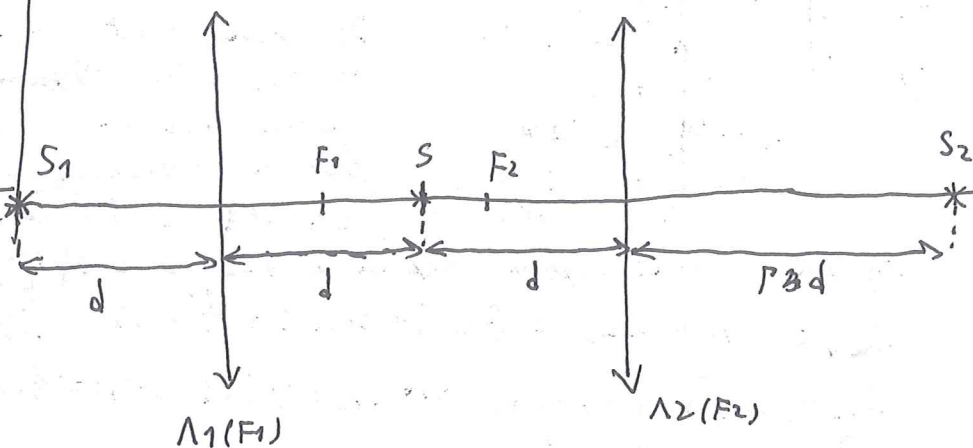
$$\Gamma_1 = 1$$

$$\Gamma_2 = \Gamma = 3$$

$$2:x = 5 \text{ cm}$$

$$\Gamma_1' = \Gamma_2'$$

d-?



Но первая мгла даёт изображение в натуральную величину $\Rightarrow$ предельно расположиться в её двойном фокусе $\Rightarrow$

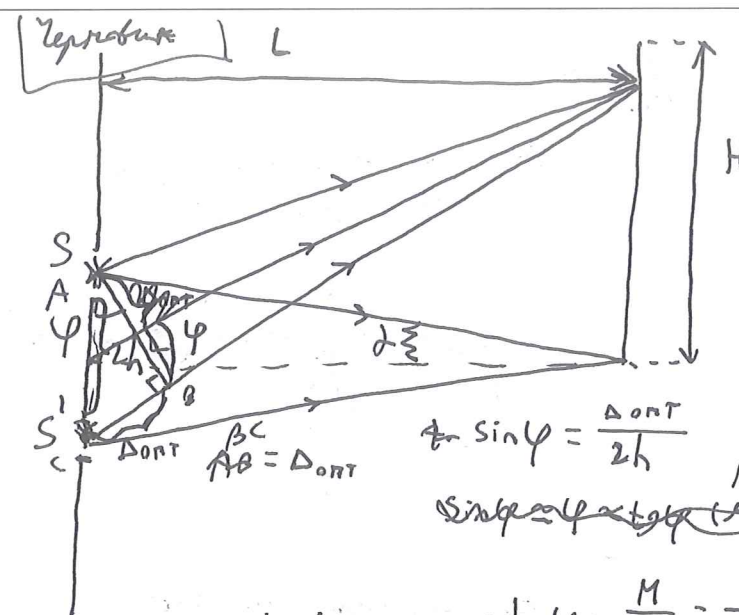
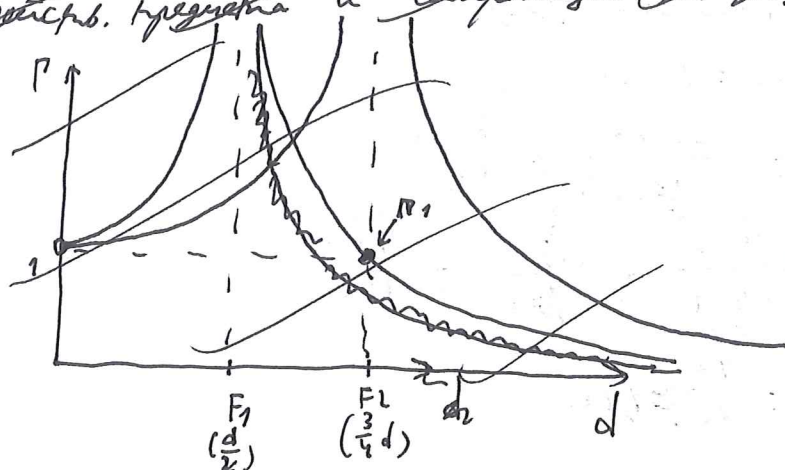
$$\Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$$

по p -н матрице можно для λ_2 : $\frac{df_2}{d\lambda_2} = \frac{r d^2}{r d}$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2}, \text{ zge } f_2 = Fd \Rightarrow \left(F_2 = \frac{d}{d + f_2} = \frac{d}{d + Fd} = \frac{1}{1 + F} \right)$$

$$F_2 = \frac{3d}{4} = \frac{3}{4}d$$

2) Связана ли x . Выходящая графика зависимости $f(x)$ для действ. треугольника и соответствующей функции.



Уровне ^{Рис.} наклепуна:

$$\Delta_{\text{opt}} = k\lambda$$

Уловие митинга;

$$\Delta_{\text{опт}} = \frac{\kappa \lambda}{2}$$

$$\Delta_{\text{опт}} = N \cdot \lambda_{\text{дл}} \text{ критерия.}$$

$$\tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha = \frac{h}{p}$$

$$\sin \phi = \frac{\Delta_{\text{opt}}}{2h} \quad ; \quad \phi = \frac{H}{L}$$

~~Sinkoff & Glick (1972) year~~

$2h$
 Δ
 $\varphi \sqrt{4h^2 - \Delta^2}$

$$\tan \theta = \frac{M}{L} = \frac{\Delta}{\sqrt{4h^2 - \Delta^2}}$$

$$L_{\Delta} = \mu \sqrt{4k^2 - \Delta^2} \quad \cancel{\times \mu \sqrt{4k^2 (NA)^2}}$$

$$L^2 \Delta^2 = H^2 (4b^2 - \Delta^2)$$

$$k^2 = \frac{L^2 \Delta^2}{4b^2 - \Delta^2} \Rightarrow k = \frac{L\Delta}{\sqrt{4b^2 - \Delta^2}}$$

$$\frac{2}{d} \sqrt{\frac{1}{2}}$$

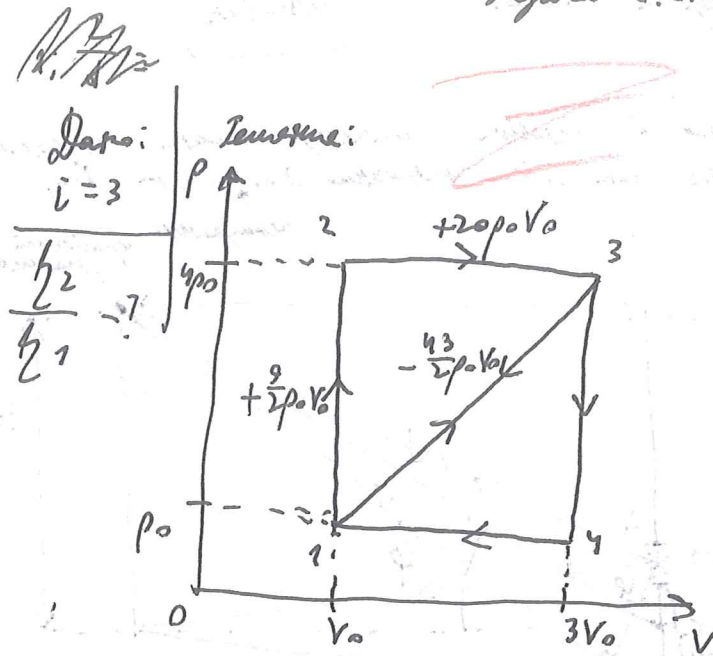
$$\frac{2}{25} = \frac{1}{20} + \frac{1}{120} \quad | \quad \frac{24}{300} = \frac{15}{300} + \frac{1}{200} \quad | \Rightarrow \frac{1}{200} = \frac{2}{300} = \frac{3}{450}$$

$$\frac{4}{3.25} = \frac{1}{30} + \frac{1}{75}$$

$$\frac{16}{300} = \frac{10}{300} + \frac{1}{50}$$

Задача 2.2.2.

Земельный
Земельный



Углерод 1; 1-2-3-1
термоста стабилизирован
на 12 и 23, полевую
термостат на углерод
влияет и вызывает реакцию.
раствор.

Узвук 2: 1-3-4-1
 Птичка разговаривает
 на 1-3, как будто бы перепо-
 нит на выдохе
 броне и обертывает
 хвостом, перья расправлены.

Депутат Народного собрания

Значит, 1;

$$a_{11} = a_{12} + a_{23}$$

Первое правило переноса:

$$1-2: Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}(\gamma p_0 V_0 - p_0 V_0) = \frac{1}{2} p_0 V_0$$

$$2-3: Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}(14p_0 V_0 - 4p_0 V_0) + 4p_0 \cdot 2V_0 = 20p_0 V_0$$

$$Q_{p1} = \frac{49}{2} \text{ p.p.v.}$$

$$R_{X1} = R_{31} = \frac{93}{2} \rho_0 V_0$$

$$h_{n2} = \frac{43}{2} \rho_0 v_0$$

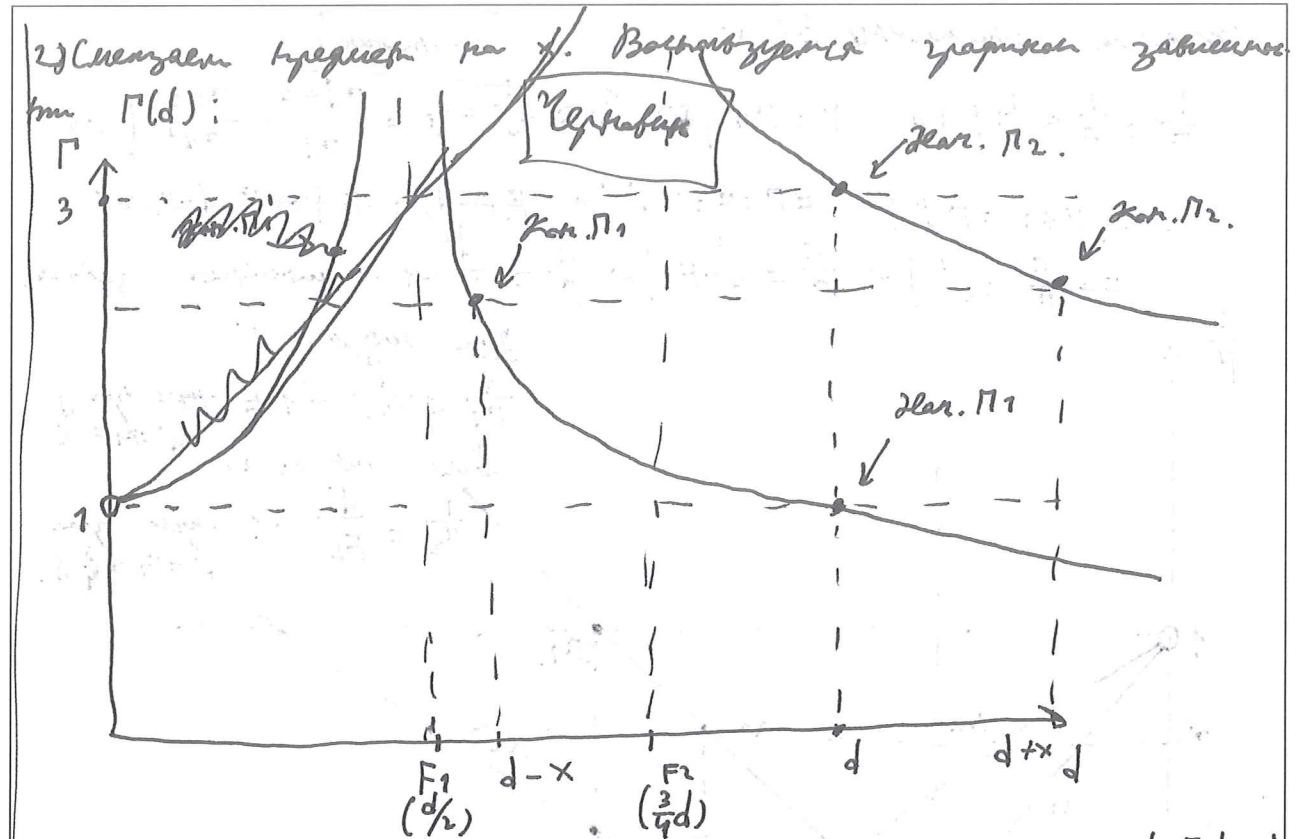
$$Q_{x2} = Q_{34} + Q_{74} = \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - 3p_0 V_0) + p_0 \cdot 2V_0 = \frac{24}{2} + 2 = \frac{34}{2} p_0 V_0$$

$$b_2 = \frac{a_{12} - a_{22}}{a_{22}} = 1 - \frac{a_{22}}{a_{22}} = 1 - \frac{34}{43} = \frac{9}{43}$$

$$\begin{array}{r} 6.43 \\ \hline 75 \overline{) 4342} \\ \underline{75} \end{array}$$

$$\sqrt{2} = \frac{6+2}{4+2}$$

61-19-41-32
(2.11)



$d_2 \uparrow$ и $d_1 \downarrow$ - процесс в одной чашке происходит $r_1' = r_2' = r'$.

по ф-ле точкой нулеи

$$\int \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{F_1'} \quad | \text{ zge } F_1' = F_1'(d-x) \quad | F_1 = \frac{d}{2}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{F_2'} \quad \text{2ge} \quad f_2' = f'(d+x) \quad | \quad F_2 > \frac{3}{4} d$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{d} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{r'(d-x)} = \frac{(d-x)(r'+1)}{r'(d-x)} \\ \frac{4}{3d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{r'(d+x)} = \frac{(d+x)(r'+1)}{r'(d+x)} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{Получим систему на } r' \\ \text{рез.} \end{array} \right.$$

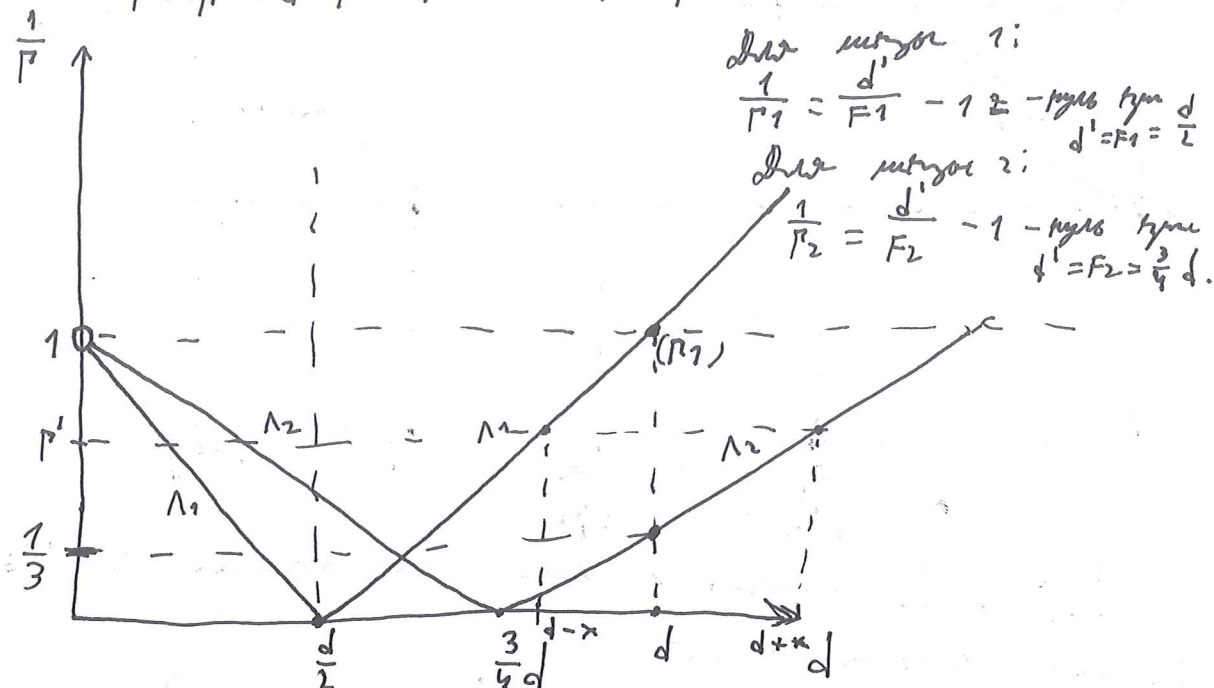
$$\frac{\left(\frac{2}{d}\right)}{\left(\frac{4}{3d}\right)} = \frac{\cancel{2} \cdot \cancel{3}}{\cancel{4} \cdot 1} = 1 - \text{выходное. Значит, для}$$

~~$\left(\frac{1}{2d}\right)$
Kakoti ho ny hafa fipetrahan' ny mpana.
Fipetrahan' ny mpana ho an' ny mpana ho an' $\Delta 1$.~~

Введем зависимость $\frac{1}{F}(d)$:

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d'} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d'} = \frac{F+d'}{Fd'} \Rightarrow F(F+d') = Fd' \Rightarrow F^2 + Fd' = Fd' \Rightarrow F^2 = 0$ (ошибка)

$\Rightarrow F(F+1) = Fd' \Rightarrow F^2 + F = Fd' \Rightarrow F(F+1) = Fd' \Rightarrow F(d-F) = F \Rightarrow F + \frac{F}{d-F} = d' \Rightarrow \frac{F}{d-F} = d' - F \Rightarrow \frac{1}{d-F} = \frac{d' - F}{F} = \frac{d'}{F} - 1$ — линейная зав-ть.



Начальные данные:

1: $d' = d$; $F = 1$ (P_1)

2: $d' = d$; $F = 3$ (P_2)

Конечные данные:
предположим, что предмет сместился влево на x . Тогда $d_1 \downarrow$, $d_2 \uparrow$.

По F -ле точкой можно:

$$\begin{cases} \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{F_1'(d-x)} = \frac{F_1'+1}{F_1'(d-x)} \\ \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{F_2'(d+x)} = \frac{F_2'+1}{F_2'(d+x)} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{d+x}{d-x} = \frac{\frac{3}{2}d}{\frac{1}{2}d} = \frac{d+x}{d-x} \Rightarrow 3d-3x = 3d+2x \Rightarrow d = 5x \Rightarrow d = 25 \text{ см.}$$

Ответ: $d = 25 \text{ см.}$

Задача 5.8.2.

Условие

Дано:

$\lambda = 0,5 \mu\text{м} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

$h = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$

$H = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

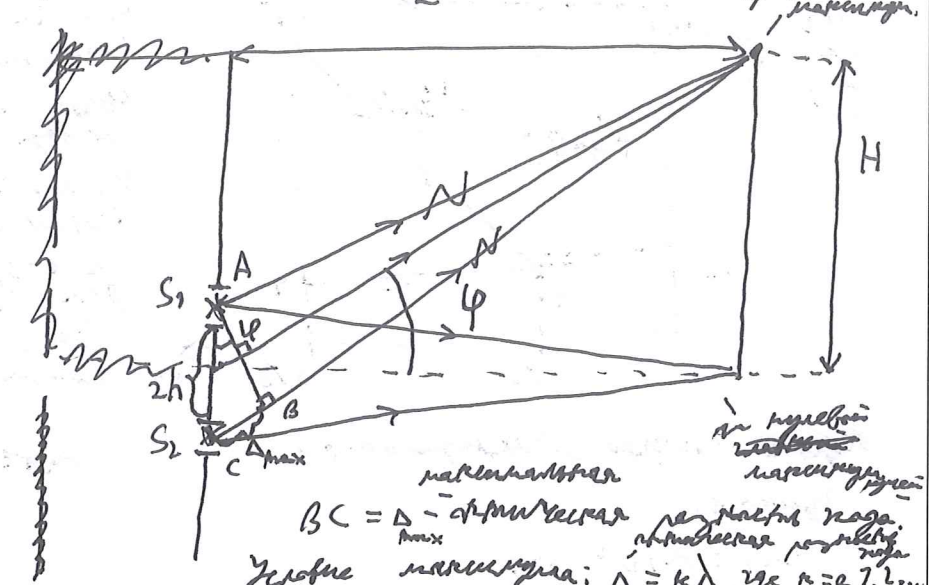
$N = 200$

$h \ll L$

$L \ll ?$

Решение:

Указано в условии интерференция, поэтому рассуждаем как при дифракции. Зеркала: L — расстояние между зеркалами, H — высота зеркала, h — высота источника, φ — угол дифракции, Δ — разность хода, Δ_{max} — максимальная разность хода, $\Delta = k\lambda$, где $k = 0, 1, 2, \dots$



$\tan \varphi = \frac{H}{L}$; $\sin \varphi = \frac{\Delta_{\text{max}}}{2h}$

$\Delta_{\text{max}} = N\lambda$

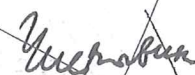
$$\Rightarrow \tan \varphi = \frac{N\lambda}{\sqrt{4h^2 - N^2\lambda^2}}$$

$\frac{H}{L} = \frac{N\lambda}{\sqrt{4h^2 - N^2\lambda^2}} \Rightarrow L = \frac{H\sqrt{4h^2 - N^2\lambda^2}}{N\lambda}$

$L = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 10^{-14}}}{200 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} \approx \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{200 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 1 \text{ м}$

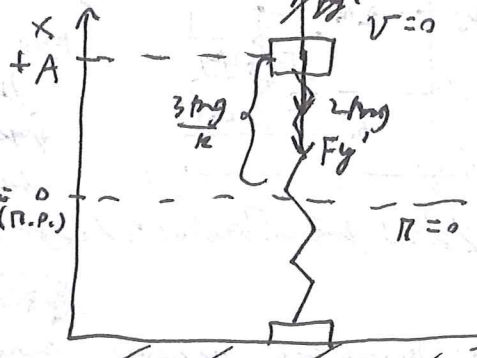
Ответ: $L \approx 1 \text{ м.}$

гос. канцеля.



Против $\kappa A = \sqrt{mg} \Rightarrow A = \frac{\sqrt{v}}{\kappa}$.

Почва равнинна, подвѣна;



$$F_g' = mg$$

и в конце и в начале каждой строки

kg / s² → $V_0^2 = \frac{4mg^2}{k}$

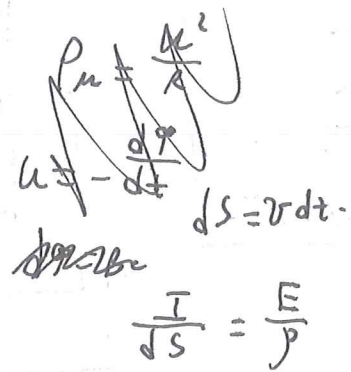
Умеровки

Умеровки

Черновик

Заметки:

Заметки:



$$j = \frac{I}{S} ; j = \lambda E = \frac{E}{\rho}$$

$$L_i = BV_d = \text{const}$$

$$\frac{B_i^2}{\mu} = I_m = \frac{B^2 v^2 d^2}{\mu} = I_m \Rightarrow B^2 = \frac{\mu R}{v^2 d^2} \Rightarrow B = \frac{\sqrt{\mu R}}{v d}$$

$$j = \frac{I}{S} = \frac{E}{\rho}$$

$$\Rightarrow E = Bv$$

$$\frac{I}{s} = \frac{BV}{p}$$

$$I = \frac{BVS}{\rho} = \frac{eN}{dA}$$

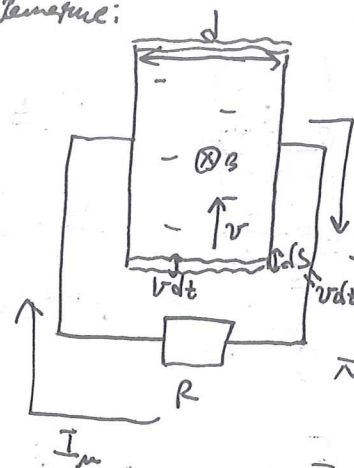
$$\frac{Bvd + S}{P} = eN$$

Задача 3.3.2.

Условие

Дано:
 $R = 0,4 \text{ Ом}$
 $d = 0,4 \text{ м}$
 $U = 0,1 \text{ В}$
 $P_m = 1 \text{ мВт} = 10^{-3} \text{ Вт}$
 $B = ?$

Решение:



Максимальный ток, текущий в резисторе R:

$$I_m^2 R = P_m \Rightarrow I_m = \sqrt{\frac{P_m}{R}}$$

Такой же ток будет протекать в резисторе по 3-му закону Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{B \cdot d \cdot \frac{dx}{dt}}{dt} = - B \cdot d \cdot I_m$$

по II закону Кирхгофа: $\mathcal{E}_i = U$ (напряжение на резисторе) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow U = B \cdot d \cdot I_m \text{ по 3-му закону Кирхгофа: } I_m = \frac{U}{R} \text{ тогда } \frac{B \cdot d \cdot U}{R} = \sqrt{\frac{P_m}{R}}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{U \cdot d} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{0,1 \cdot 0,4} = \frac{\sqrt{0,4 \cdot 10^{-3}}}{0,04} = \sqrt{\frac{0,1}{0,4}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Тл}$$

$$= \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Тл}$$

Ответ: $B = 0,5 \text{ Тл}$.

125

н-? внутр. сопротивление источника

Задача 2.1.2.

Условие

Дано:

$m = 0,1 \text{ кг}$
 $k = 100 \text{ Н/м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $h_{\text{max}} = ?$

Решение:

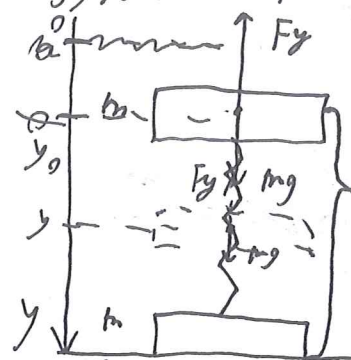
1) Закон сохранения энергии (ЗЭ) для маятника:

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$$

2) Вспомогательный закон сохранения энергии (ЗЭН) при ударе:

$$mv_0 = 2m v_0' \Rightarrow v_0' = \frac{v_0}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

3) Положение равновесия (до удара):



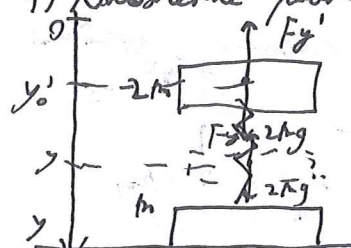
Берём ось в положении равновесия (до удара) за начало координат.

$$k y_0 = mg \Rightarrow y_0 = \frac{mg}{k}$$

23 кг (II закон динамики) в произвольной точке:

$$mg - k y = m a \Rightarrow a = g - \frac{k y}{m}$$

4) Положение равновесия (после удара):

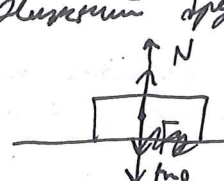


$$F_{y'} = 2mg$$

$$k y_0' = 2mg \Rightarrow y_0' = \frac{2mg}{k}$$

После удара, масса в положении равновесия и далее будет двигаться по дуге колебаний вокруг нового положения равновесия.

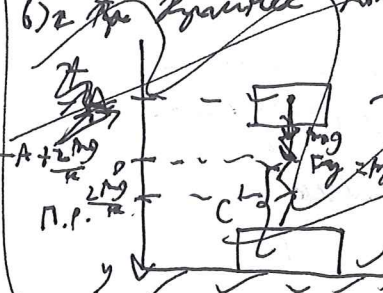
5) Определим условие того, чтобы масса не касалась горизонтальной поверхности. Минимум бруска не должен опускаться от поверхности: из предельном случае $N = 0$.



$$23 \text{ кг} \cdot mg = F_{y'}$$

Максимальная сила упругости достигается в момент остановки бруска. Значит, в этот момент, когда он в крайнем положении колебаний останавливается в крайнем положении сверху, на него должна действовать сила упругости $F_y = mg$.

6) 2. Крайнее положение сверху:



$$k(A + \frac{2mg}{k})^2 = 0 + \frac{k(A + \frac{2mg}{k})^2}{2} + mgh$$

$$mgh - mgh_0 = mg(h' - h_0) = mg(\frac{2mg}{k} + A + \frac{2mg}{k})$$