



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

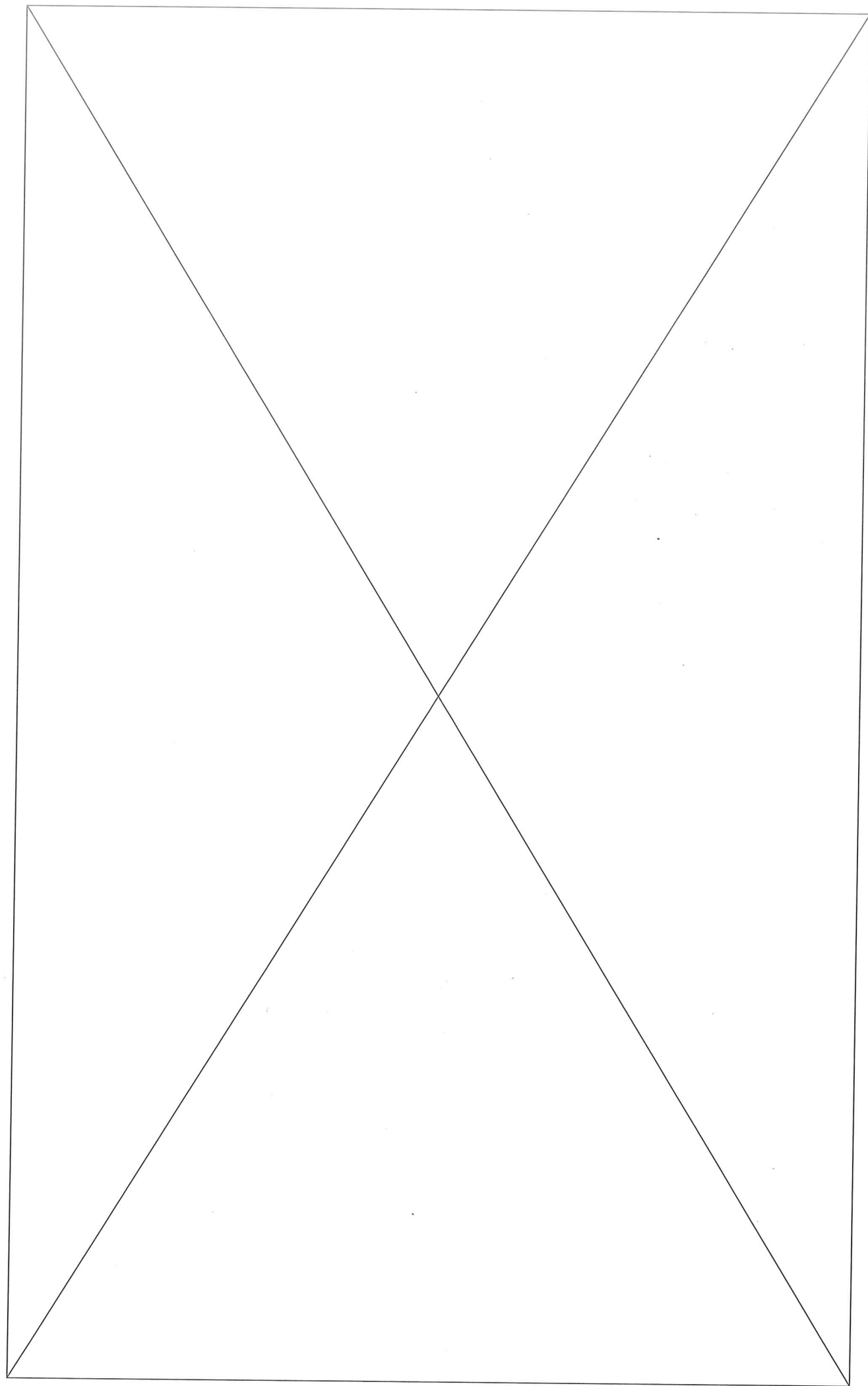
Котельниковой Татьяны Николаевны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

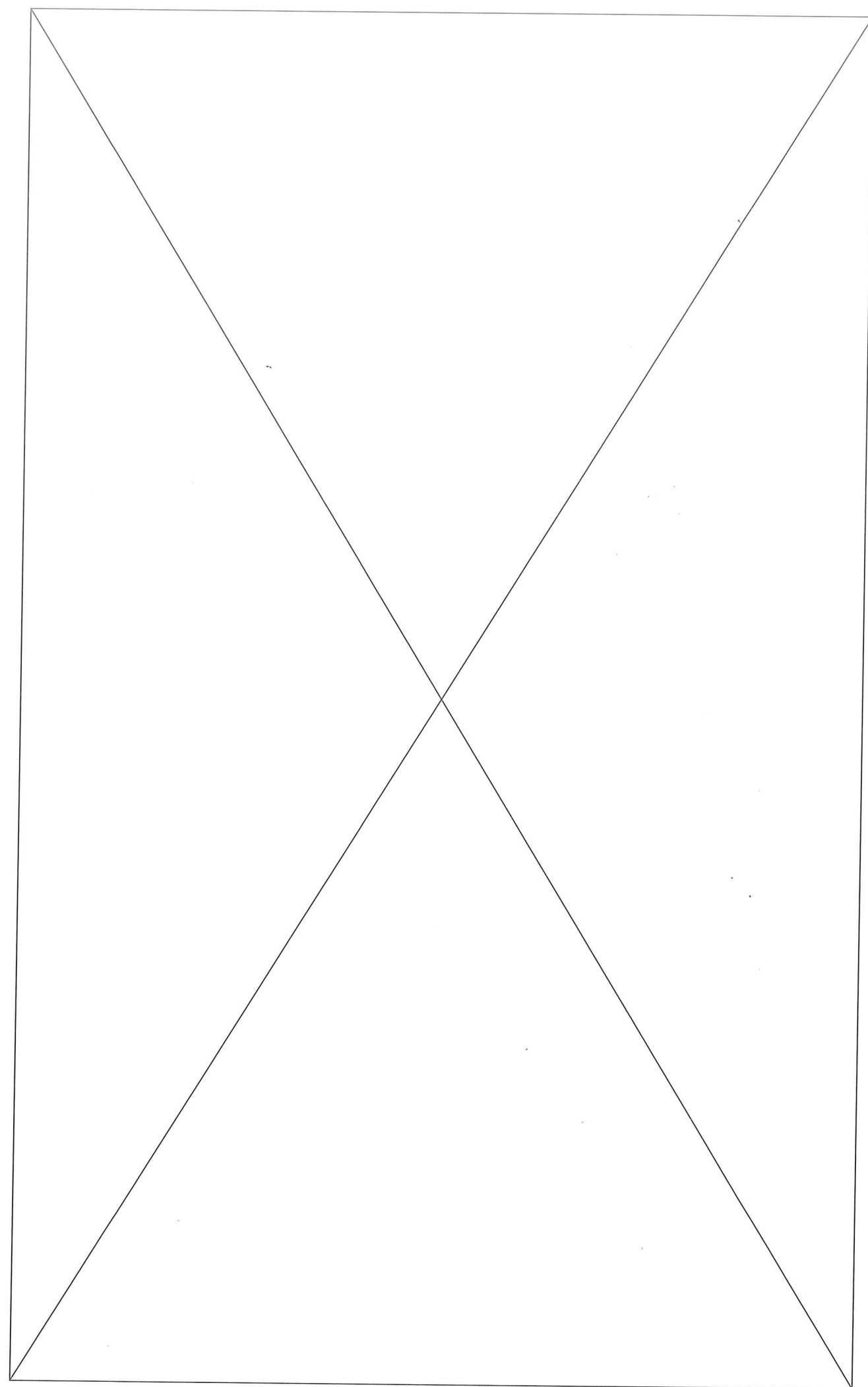
« 13 » февраля 2026 года

Подпись участника

ТН



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

$$Mv_{ur} - mv_n = 0$$

$$\frac{m_{ur} v_{ur}}{m_n \cdot v_n \cdot \cos \alpha} = m_{ur} v \quad \text{т.к.}$$

$$mgh = \frac{mv_{ur}^2}{2}$$

$$Mv_{ur} - mv_n \cos \alpha = 0$$

$$h = \frac{v_{ur}^2}{2g}$$

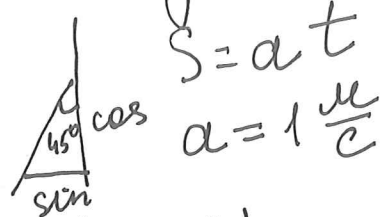
$$m v_n \sin \alpha = M v_0 \quad v_0 = \frac{L}{\tau}$$

$$M v_{ur} = m v_n \cos \alpha$$

$$v_{ur} = \frac{m v_n \cos \alpha}{M}$$

$$m v_n \sin \alpha = ML$$

$$\frac{m v_n \sin \alpha}{M} = \frac{L}{\tau \sin \alpha}$$



$$s = at \quad a = 1 \frac{m}{c}$$

$$v_{ur} = \frac{L \cos \alpha}{\tau \sin \alpha}$$

$$v_{ur} = \frac{L \operatorname{ctg} \alpha}{\tau}$$

$$0,5 = F - 1,5 \quad 2,5 = 10 \quad 20 \cdot 0,5 = 10 \quad \times \frac{0,415}{500}$$

$$20 \cdot 0,05 = 1 \quad \times \frac{0,415}{500}$$

$$\frac{207500}{207500}$$

$$n_2 > n_1 \Rightarrow \alpha > \beta$$

$$\mu mg = 0,3 \cdot 5$$

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\Delta x}{d} \quad \beta = \frac{\Delta x}{d}$$

$$n_1 \cdot d = n_2 \cdot \beta$$

$$\frac{200}{1000} \times \frac{83}{5} \quad 415 \mid 8300$$

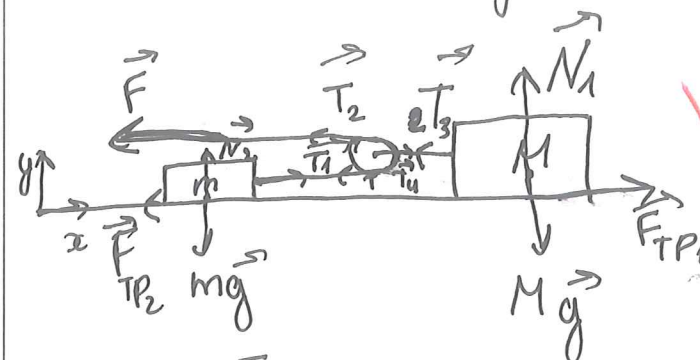
$$0,415 = 8,3 \cdot 0,05$$

36.

$$\begin{array}{r} 8,3 \\ \times 0,05 \\ \hline 0,415 \end{array}$$

48-30-54-02 (4.3)

Черновик Задача 1



✓ Блок невесомый и не растяжимый  
⇓  
Сила натяжения во всех её точках равна по модулю

$$T_1 = T_2 = F$$

$$\text{Блок невесомый} \Rightarrow T_3 = 2F$$

$$\text{По 3 закону} \quad T_3 = T_4 = 2F$$

$$\text{По 2 закону Ньютона:}$$

$$\begin{cases} m a_1 = T_1 - F_{TR2} \\ M a_2 = T_3 - F_{TR1} \\ N_1 = Mg \\ N_2 = mg \end{cases}$$

Бруски приходят в движение одновременно, значит оба будут двигаться. Тогда по закону Ньютона-Кувалда:

$$\begin{cases} F_{TR2} = \mu N_2 \\ F_{TR1} = \mu N_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} m a_2 = F - \mu mg \\ M a_1 = 2F - \mu Mg \end{cases}$$

Расстояние, которое пройдут до встречи бруски:

$$S_1 = \frac{a_1 t^2}{2} \quad S_2 = \frac{a_2 t^2}{2} \quad \Delta x = S_1 + S_2$$

$$\Delta x = \frac{t^2}{2} (a_1 + a_2) \quad a_1 + a_2 = \frac{2 \Delta x}{t^2}$$

$$\begin{cases} m a_2 = F - \mu mg \\ 2 m a_1 = 2F - 2 \mu mg \end{cases} \Rightarrow a_1 = a_2 \quad F = m \frac{2 \Delta x}{t^2} + \mu mg +$$

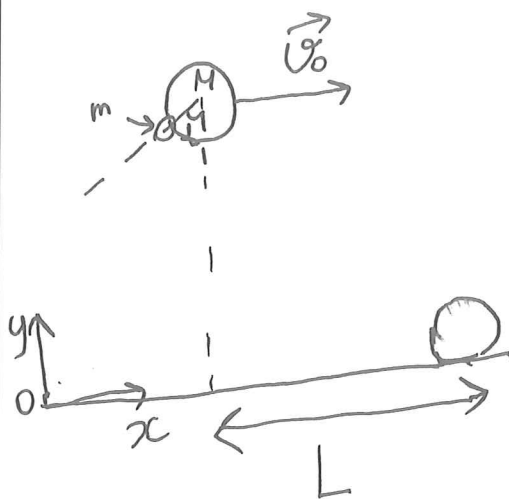
$$F = 0,5 \cdot \left( \frac{2 \Delta x}{t^2} + 0,3 \cdot 10 \right) = 0,5 \cdot \frac{2 \Delta x}{t^2} + 1,5$$

Ответ: 2 Н ✓

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | W  
20 | 20 | 19 | 20 | 20 | 99  
Помогите мне научиться решать задачи

Чистовик

Задача 2



$$L = v_0 \tau \Rightarrow v_0 = \frac{L}{\tau}$$

Время столкновения мало  $\Rightarrow$  выполняется закон сохранения импульса.

$$Ox: m v_n \sin \alpha = (M+m) v_{cm} \quad (1)$$

$$Oy: m v_n \cos \alpha = M v_{cm} = 0 \quad (2)$$

$M \gg m \Rightarrow M+m \approx M$   $v_n$  - скорость пули до столкновения

$$v_{cm} \quad (2): m v_n \sin \alpha = M v_0 \quad v_{cm}$$

$$m v_n \cos \alpha = M v_{cm}$$

$$m v_n \sin \alpha = M v_0$$

$$m v_n \sin \alpha = \frac{ML}{\tau}$$

$$\frac{m v_n}{M} = \frac{L}{\tau \cdot \sin \alpha} \quad (4)$$

Подставим (4) в (3):

$$v_{cm} = \frac{L \cdot \cos \alpha}{\tau \cdot \sin \alpha} \quad v_{cm} = \frac{L}{\tau} \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

По закону сохранения энергии для шара в момент падения:

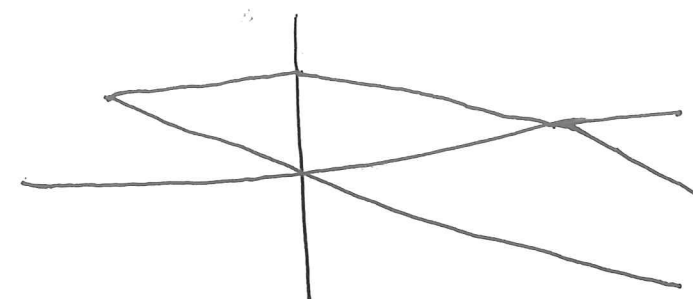
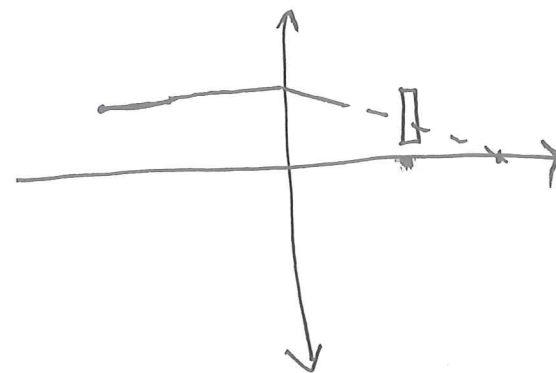
$$Mg \Delta h = M v_{cm}^2 \quad \Delta h = \frac{v_{cm}^2}{g} = \frac{L^2 \operatorname{ctg}^2 \alpha}{2L^2 g}$$

После столкновения по вертикали тело пройдет  $h = \frac{g \tau^2}{2}$

$$H = h + \Delta h = \frac{g \tau^2}{2} + \frac{L^2 \operatorname{ctg}^2 \alpha}{2L^2 g} = \frac{10 \cdot 4}{2} + \frac{400 \cdot 1}{2 \cdot 4 \cdot 10} = 20 + 5 = 25 \text{ м}$$

Ответ: 25 м

Черновик



$$74400 \mid 9,3$$

$$800 - \frac{660 \cdot 10^3}{3,30}$$

$$\frac{744}{9,3 \cdot 10^{-2}}$$

$$\frac{744 \cdot 10^3}{9,3}$$

$$8 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3$$

$$q = I \cdot t$$

$$\frac{q}{t} = I \quad 11 \cdot 10^{-3} \cdot 6$$

$$I_3 = I_2 + I_1$$

$$q_3 = q_1 + q_2$$

$$q_2 = q_3 - q_1$$

$$m = k \cdot q$$

$$m_2 k_2 = \frac{m_3}{k_3} = \frac{m_1}{k_1}$$

$$\frac{6}{1,05 \cdot 10^5}$$

$$\times 93$$

$$\times 93$$

$$\frac{600 \mid 105}{525 \mid 5,71}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BD}{AB}$$

Черновик

$$P = \eta UI$$

$$Q = \eta UI t$$

$$p = nkT$$

$$p = \frac{N_0}{V} kT$$

$$P_{100} = \frac{N_{max}}{V} kT$$

$$Q = L \cdot m$$

$$pV = \nu RT$$

$$p = nkT$$

$$v = \frac{\nu R}{nk}$$

$$pV = \nu KT$$

$$\nu R = \nu K$$

$$\frac{\nu}{N_A} R = \nu k$$

$$k = \frac{R}{N_A}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{P}{P_0}$$

max

$$\frac{N_0}{N_{max}} = 0,415$$

$$m = \frac{\eta UI t}{k}$$

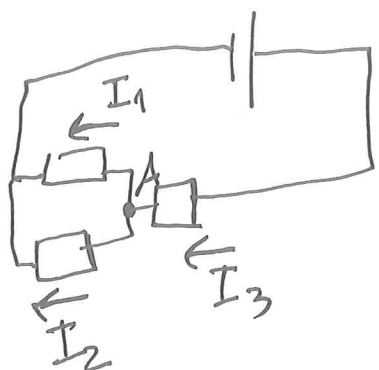
$$p = \frac{\nu R}{V N_A} T$$

$$P_{max} = \frac{N_{max}}{V} kT$$

$$v = \frac{m}{\mu}$$

48-30-54-02  
(4.3)

Черновик Задача 3



По 1 правилу Кирхгофа для узла A:

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I = \frac{q}{t} \quad q = I t$$

q - заряд, прошедший через ванночку

$$q_2 = q_3 - q_1 \quad | \cdot t$$

$$m = k \cdot q$$

$$q_2 = q_3 - q_1$$

$$m_1 = k_1 \cdot q_1 \quad m_3 = k_3 \cdot q_3$$

$$q_1 = \frac{m_1}{k_1} \quad q_3 = \frac{m_3}{k_3}$$

$$\frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}$$

$$m_2 = k_2 \left( \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)$$

$$m_2 = \rho \cdot V \quad V = S \cdot d$$

$$m_2 = \rho S d \quad d = \frac{m_2}{\rho S}$$

$$d = k_2 \left( \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) \rho S = 1,1 \cdot 10^{-6} \left( \frac{1744 \cdot 10^{-6}}{93 \cdot 10^{-8}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-7}} \right)$$

$$= 10^{-4} \left( \frac{1744}{93} - \frac{660}{330} \right) = \frac{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10^{-4}}{(8-2) \cdot 10^{-85}} = \frac{1,05}{1,05} \approx 5,71 \cdot 10^{-85} \mu$$

$$d = 5,7 \mu\text{м} \quad d \approx 57 \mu\text{м} \approx 60 \mu\text{м}$$

Ответ: 5,7 мкм 60 мкм ✓

Чистовик Задача 3

По закону Джоуля-Ленца:

$P = UI$   $P_{наг} = UI\eta$  По закону Ома:

$Q_{наг} = \frac{U^2 \eta \tau}{r}$   $I = \frac{U}{r}$

$Q_{отг} = \lambda m$   $Q$  - количество теплоты  $m$  - масса испарившейся воды

$Q_{наг} = Q_{отг}$   $\tau = 100^\circ C$ ,  $t$  - температура кипения,  $m$  - масса испарившейся воды

$\frac{U^2 \eta \tau}{r} = \lambda m$   $m = \frac{U^2 \eta \tau}{r \lambda}$

$\Delta V = \frac{m}{\mu}$   $\Delta V = \frac{U^2 \eta \tau}{r \lambda \mu}$

$\varphi_0 = \frac{V_0}{V_{max}} = \frac{V_0}{P_{нас} V}$  По закону Менделеева-Клапейрона:

$V_0 = V_{max} \cdot \varphi_0$   $P_{нас} V = V_{max} R T_0$   
 $V_0 = \frac{P_{нас} \cdot V \cdot \varphi_0}{R T_0}$   $V_{max} = \frac{P_{нас} V}{R T_0}$

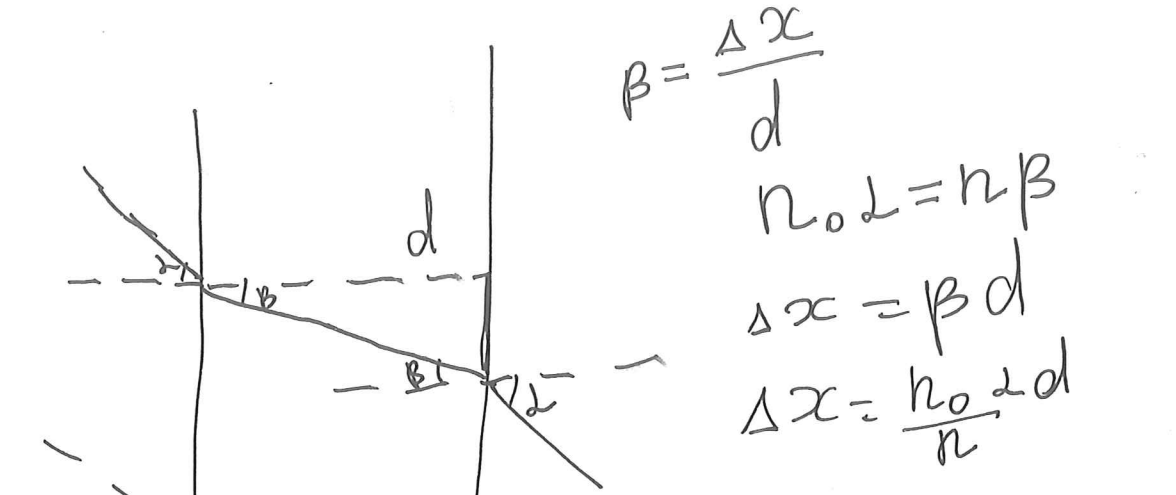
$\varphi = \frac{M}{V} = \frac{m + V_0 \cdot \mu}{V} = \frac{U^2 \eta \tau}{r \lambda V} + \frac{P_{нас} \cdot V \cdot \varphi_0 \mu}{R T_0 V}$

$\varphi = \frac{U^2 \eta \tau}{r \lambda V} + \frac{P_{нас} \varphi_0 \mu}{R T_0}$  *форм-а V по условию  $\varphi_0$  и  $\eta$  в %*

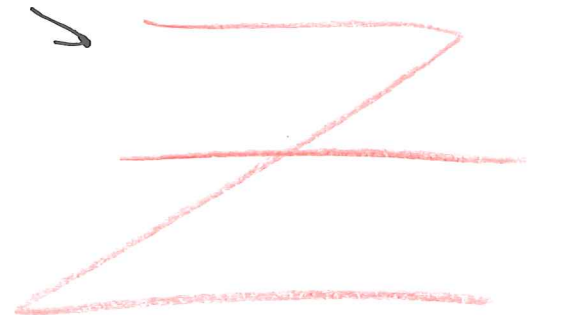
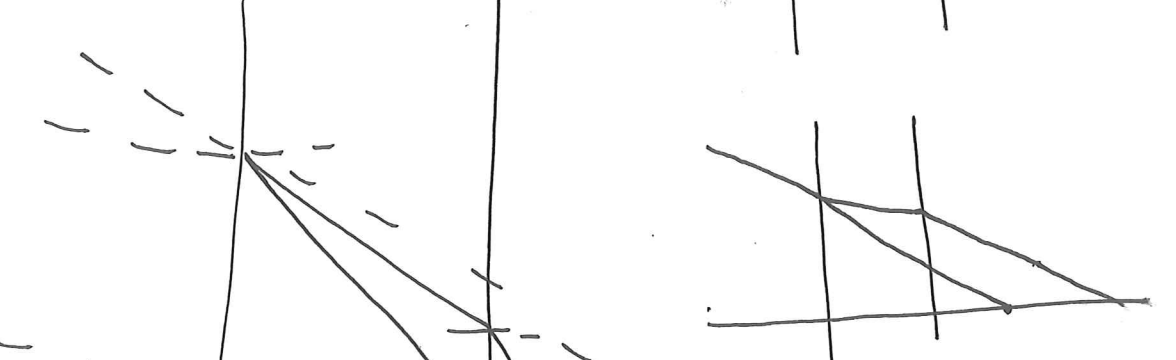
$\varphi = \frac{100^2 \cdot 0,8 \cdot 23 \cdot 10^2}{80 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 50} + \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 0,415 \cdot 0,018}{8,3 \cdot 300}$   
 $= \frac{1}{500} + \frac{36 \cdot 0,05}{300} = \frac{1}{500} + \frac{36}{6000} = \frac{1}{500} + \frac{6}{1000} = \frac{8}{1000} \frac{кг}{м^3}$

Ответ:  $8 \frac{кг}{м^3}$

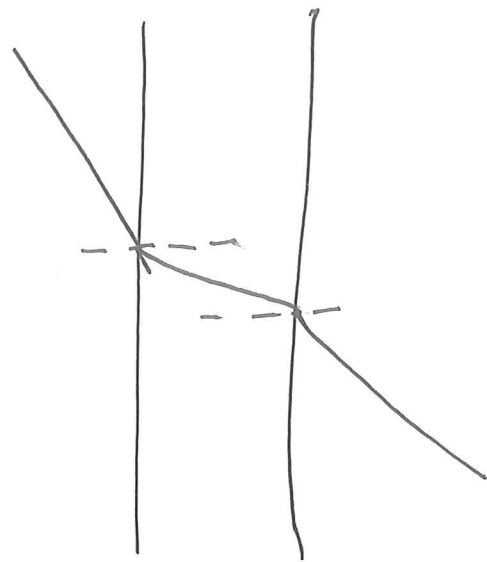
Чертовик



$\beta = \frac{\Delta x}{d}$   
 $n_0 d = n \beta$   
 $\Delta x = \beta d$   
 $\Delta x = \frac{n_0 d}{n} d$



Черновик



$$AB = d \cdot \alpha$$

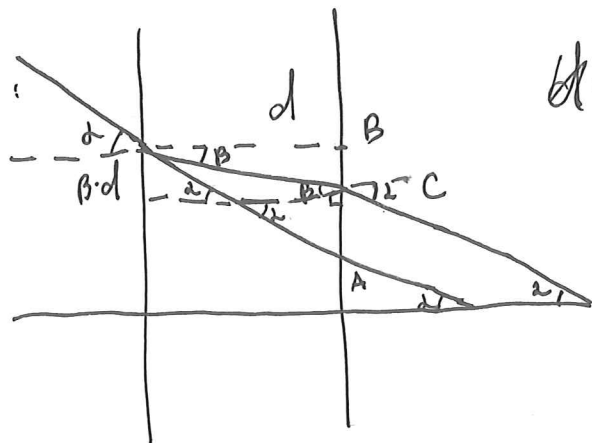
$$BC = d \cdot \beta$$

$$AC = d\alpha - d\beta$$

$$\frac{AC}{AB} = \frac{d\alpha - d\beta}{d\alpha} = 1 - \frac{\beta}{\alpha}$$

$$x = d \cdot \left(1 - \frac{\beta}{\alpha}\right)$$

$$n_0 \alpha = n \beta$$



$$\cos \beta = \frac{d}{l}$$

$$d = l$$

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{n_0}{n}$$

$$d \cdot \alpha - \beta \cdot d = d(\alpha - \beta)$$

$$\frac{d(\alpha - \beta)}{d\alpha} = 1 - \frac{\beta}{\alpha}$$

$$x = d \left(1 - \frac{n_0}{n}\right)$$

$$x = 3 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,5}\right) = 3 \cdot \frac{0,5}{1,5} = 1$$



48-30-54-02  
(4,3)

Чистовик

Задача 5

AB = d

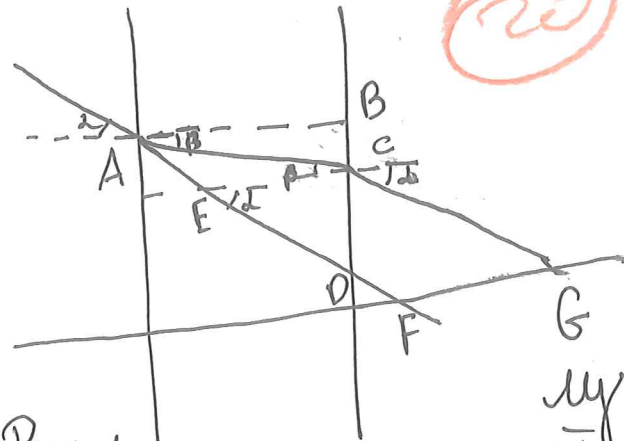


Рис 1

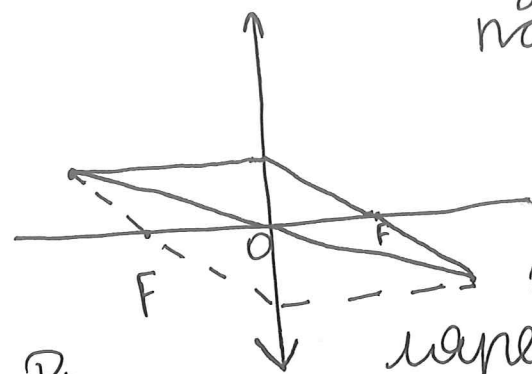


Рис 2

лучи параллельны  
FO всегда прохо-  
дит через фокус.  
По свойству  
G обратимости  
лучей, луч, проходя-  
щий через фокус выйдет  
параллельно FO. Такой  
(рис 2)

Такой луч не пред-  
лится в пластин-  
ке, т.к он перпендику-  
лярен её поверхности.

Отсюда следует, что и изображение  
до без пластины и с ней лежит на  
той же прямой, которой принадлежат  
этот луч (т.к. изображение - точка  
пересечения всех лучей)

На рисунке 1 изображены ход луча  
луча в пластине и ход того же луча  
если бы пластина отсутствовала

FG - искомое расстояние  
луч, выходящий из плоскопараллельной  
пластины параллелен входящему лучу  
EF || CG => ECGF - паралелограмм  
EC || FG => EC = FG = x

Но BD = AB в ΔABD: BD = AB · tg α  
BD = AB · tg α в ΔABC: BC = AB · tg β  
CD = BD - BC

Истовик Задача 5 (продолжение)  
 $BD = AB \cdot \operatorname{tg} \alpha$   
 $BC = AB \cdot \operatorname{tg} \beta$   
 $CD = BD - BC$

Углы малы  $\Rightarrow$  приближенно малых углов:  
 $\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$ ;  $\operatorname{tg} \beta \approx \beta$   
 $\sin \alpha \approx \alpha$ ;  $\sin \beta \approx \beta$

$$CD = AB \cdot \alpha - AB \cdot \beta$$

$B \triangle ECD$

$\triangle ECD \sim \triangle ABD$  (по 2 углам)  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{EC}{AB} = \frac{CD}{BD} \quad EC = \frac{CD \cdot AB}{BD}$$

$$EC = \frac{AB^2(\alpha - \beta)}{AB \alpha} = \frac{\alpha - \beta}{\alpha} AB$$

По закону Снеллиуса:

$$n_0 \sin \alpha = n \sin \beta$$

$$n_0 \alpha = n \beta \quad \beta = \frac{n_0}{n} \alpha$$

$n_0$  - показатель преломления воздуха

$$\left\{ \begin{array}{l} EC = \frac{\alpha - \beta}{\alpha} \cdot AB \\ AB = d \end{array} \right.$$

$$EC = d \left( 1 - \frac{\beta}{\alpha} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\beta}{\alpha} = \frac{n_0}{n} \end{array} \right.$$

$$EC = d \left( 1 - \frac{n_0}{n} \right)$$

$$x = EC = 3 \left( 1 - \frac{1}{1,5} \right) = 3 \cdot \frac{0,5}{1,5} = 1 \text{ см}$$

Ответ: 1 см

