



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Вологда  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

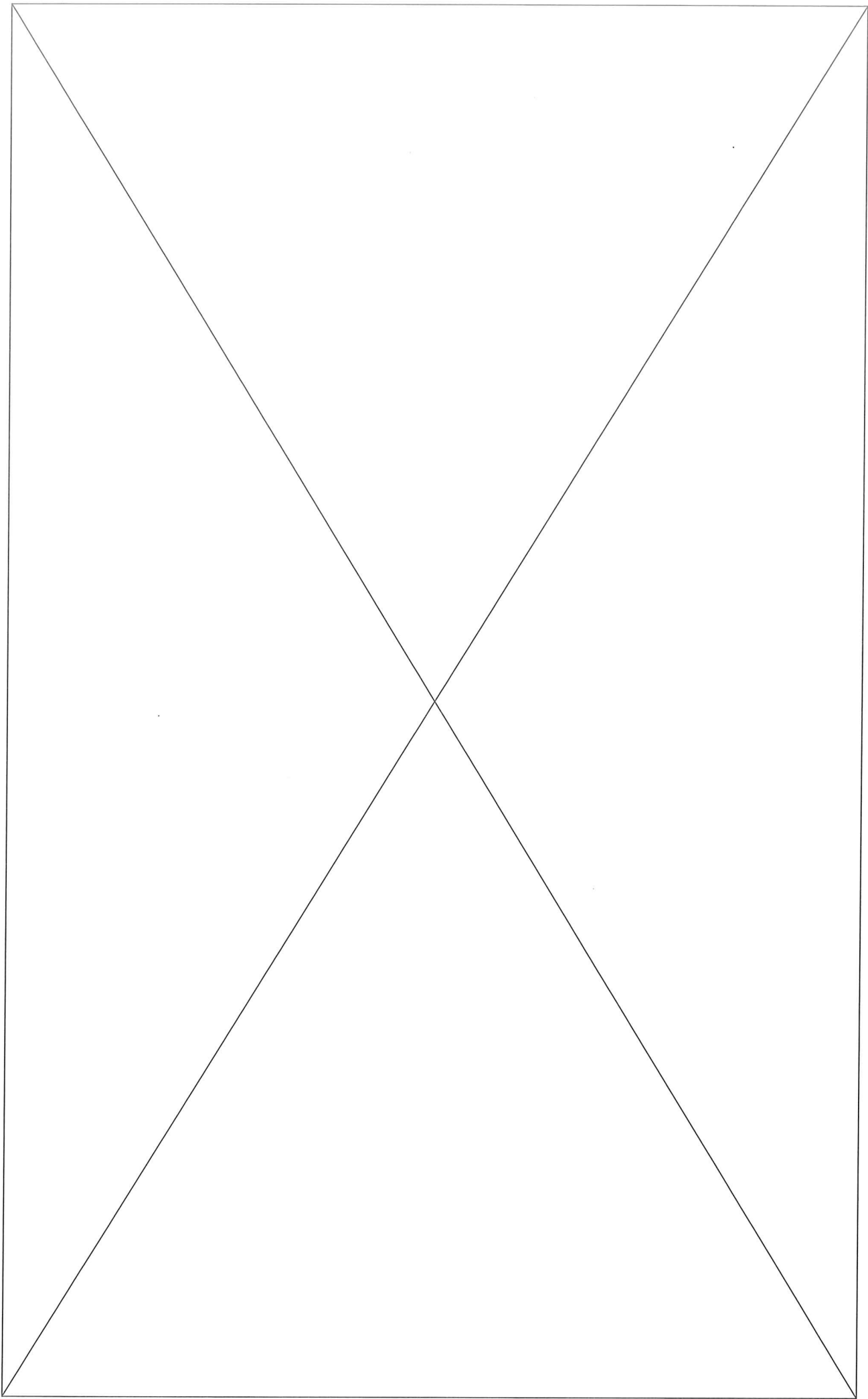
Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

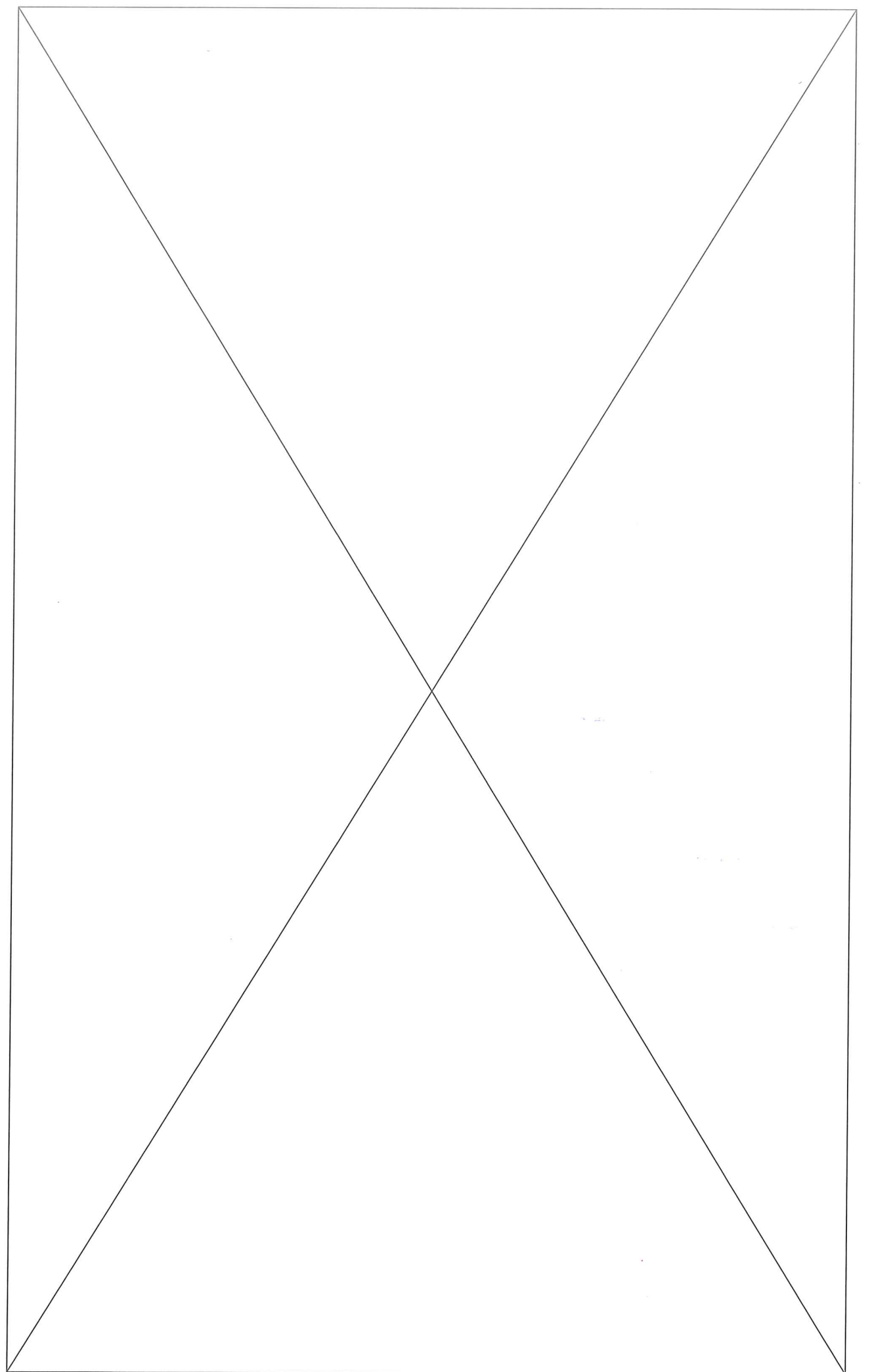
Шнаковецкого Андрея Алексеевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«13» февраля 2026 года

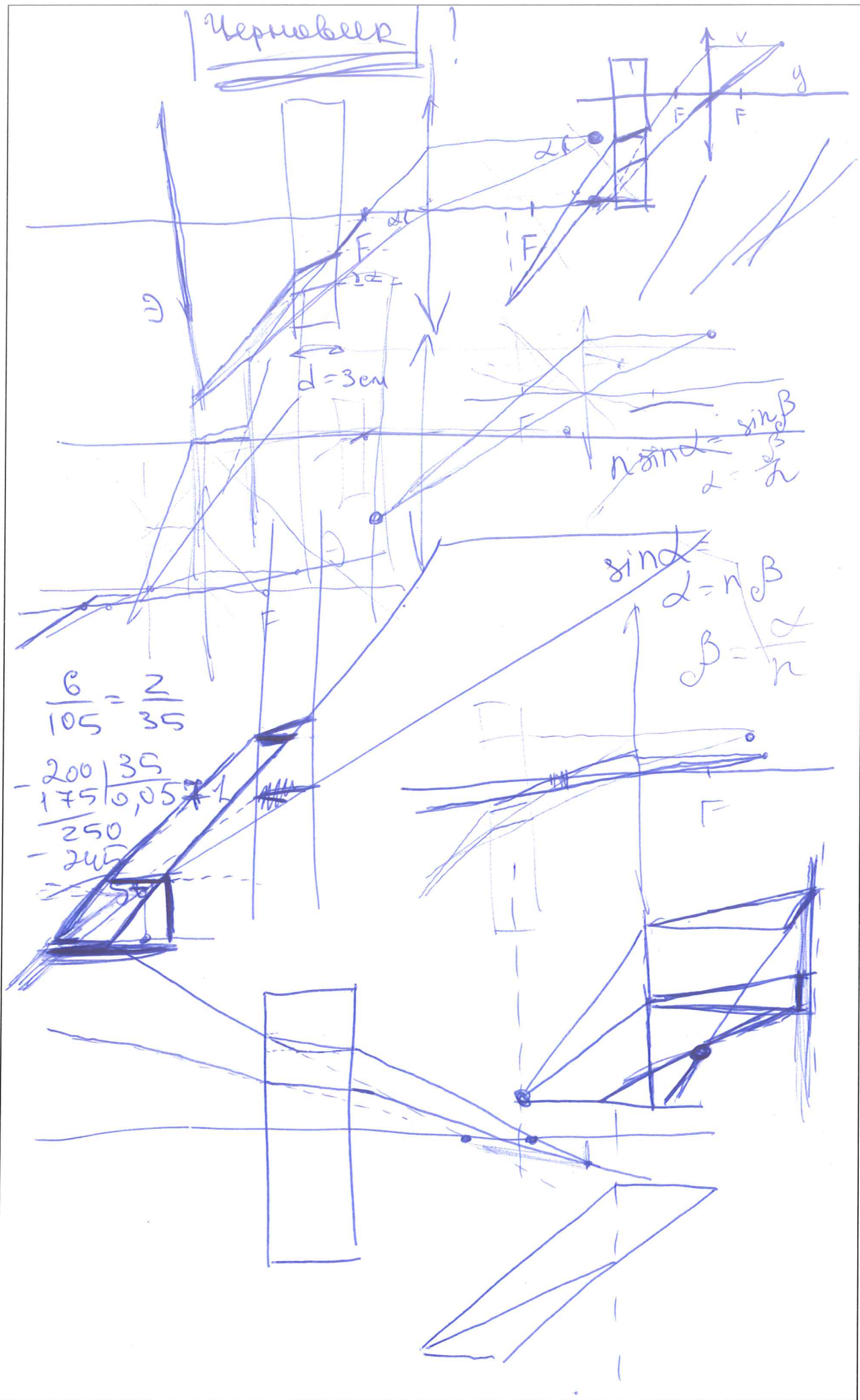
Подпись участника



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



32-62-97-35 (4.10)

Задача 2. Чистовик

$\alpha = 45^\circ$   
 $v_n$   
 $v_{\text{тан}}$

$x(t) = 0 + v_{\text{носил}} t$  ( $t=0$  — момент выстрела)

$x(\tau) = L = v_{\text{носил}} \tau$   
 $\Rightarrow v_{\text{носил}} = \frac{L}{\tau}$

$y(t) = h - \frac{g t^2}{2}$   
 $y(\tau) = 0 = h - \frac{g \tau^2}{2} \Rightarrow h = \frac{g \tau^2}{2}$

До выстрела шарик уже пролетит  $(H-h)$ ;  
 $\Rightarrow$  по ЗСЭ:  $ell g H = ell g h + \frac{ell v_1^2}{2}$ , где  $v_1$  — скорость в момент выстрела

Удар абсолютно упругий  $\Rightarrow$  ЗСЭ:  
 $ell \vec{v}_1 + m \vec{v}_n = (m + ell) \vec{v}_{\text{носил}}$ , где  $m$  — масса пули,  $v_n$  — скорость пули

$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{ell v_1}{(m + ell) v_{\text{носил}}}$   
 $\Rightarrow v_1 = \frac{(m + ell) v_{\text{носил}} \cdot \tan \alpha}{ell}$

Из ЗСЭ:  $2g(H-h) = v_1^2$   
 $H-h = \frac{(m + ell)^2 v_{\text{носил}}^2 \cdot \tan^2 \alpha}{2g ell^2}$

$\Rightarrow M = (M - h) + h$

$M = \left(\frac{m+ell}{ell}\right)^2 \cdot \frac{v_{max}^2 + g^2 d^2}{2g} + \frac{g r^2}{2}$  Число верк

$M = \left(\frac{m+ell}{ell}\right)^2 \cdot \frac{L^2 + g^2 d^2}{2g r^2} + \frac{g r^2}{2}$

$m \ll ell$

$\Rightarrow M \approx \frac{L^2 + g^2 d^2}{2g r^2} + \frac{g r^2}{2}$

$M = \frac{20^2 + 10^2 \cdot 2^2}{2 \cdot 10 \cdot 2^2} + \frac{10 \cdot 2^2}{2} =$

$= \frac{400 \cdot 1}{20 \cdot 4} + \frac{10 \cdot 4}{2} = 5 + 20 = \underline{25 \text{ м}}$

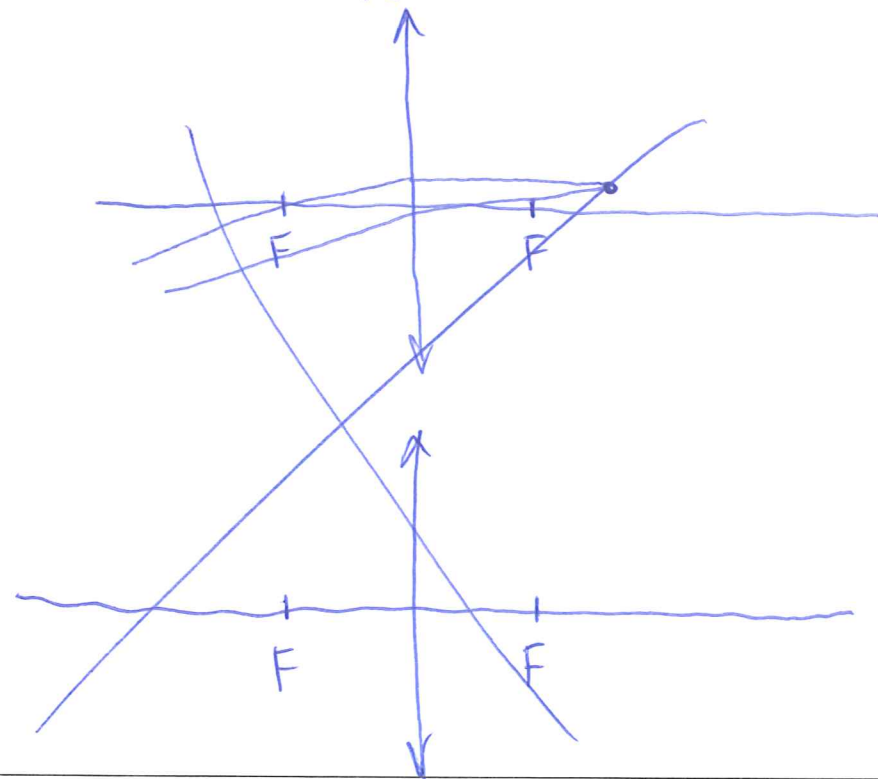
Ответ:  $M = 25 \text{ м}$ .

Задача 5<sup>5</sup>

20

За мизеа на экране формируется действ. изображение  $\Rightarrow$  миза собирающ.

20:



$0,8 \cdot 4000 = 3200$

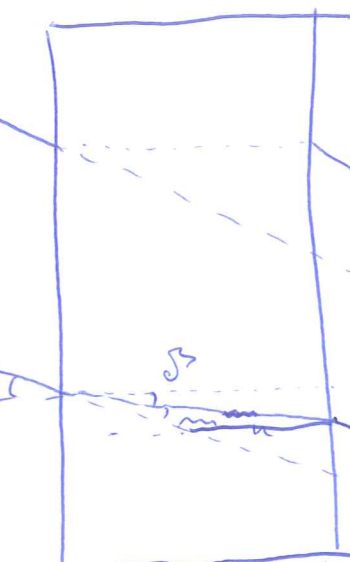
$\frac{3200}{20 \cdot 5} = \frac{0,8}{20 \cdot 5} = \frac{0,8}{100} = \frac{8}{1000} = 0,008$

$\frac{5800}{5775} = 1,155$

$\frac{2500}{2310} = 0,05021$

$\frac{1900}{1900} = 1$

58



$\frac{1155}{87} = 13$

$\frac{285}{285} = 1$

$0,415 \cdot 2000 \cdot 0,018 = 15$

$\frac{8,3 \cdot 300}{415 \cdot 2} = 2,4$

$\frac{830 \cdot 3}{830 \cdot 3} = 1$

$\frac{6}{105} = \frac{2}{35}$

$m_1 = k_1 \cdot q_1 = 0,008$

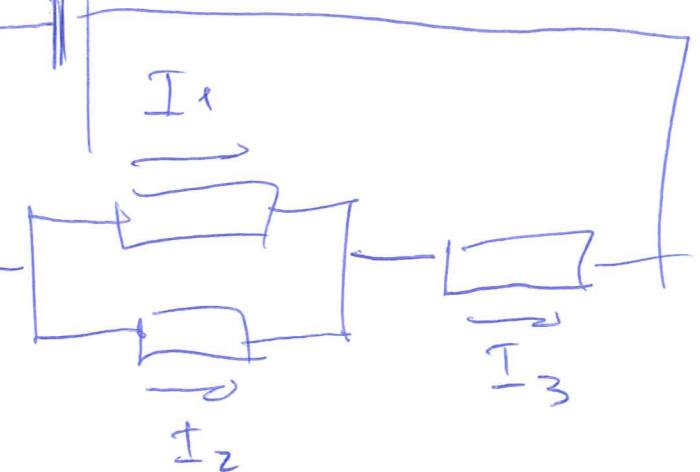
$m_2 = k_2 \cdot I_2$

$m_3 = k_3 \cdot I_3$

$\frac{200}{175} = 1,143$

$\frac{250}{245} = 1,02$

$\frac{450}{450} = 1$



Из геометрии:  $BA = \frac{d}{\cos \gamma}$ ; Числавер

$\angle BAE = \beta - \gamma$ ;

$\angle ABC = \gamma$  (напреед. лучам.)

$\Rightarrow$  по т. син в  $\triangle ABC$ :  $\Rightarrow \angle ACB = 180^\circ - \beta$

$\frac{AB}{\sin \angle ACB} = \frac{BC}{\sin \angle BAE}$

$\frac{d}{\cos \gamma \cdot \sin(180^\circ - \beta)} = \frac{BC}{\sin(\beta - \gamma)}$

$BC = \frac{d \cdot \sin(\beta - \gamma)}{\cos \gamma \cdot \sin \beta}$ ;

$BC = \omega_1 = x = d \cdot \frac{\sin(\beta - \gamma)}{\cos \gamma \cdot \sin \beta}$ ;

по 3-му закону:  $1 \cdot \sin \beta = n \cdot \sin \gamma$   
Все углы падения меньше по усл.

$\Rightarrow x \approx d \cdot \frac{\beta - \gamma}{1 \cdot \beta}$

$\beta = n \cdot \gamma$

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

$x = d - \frac{d}{n}$ ;

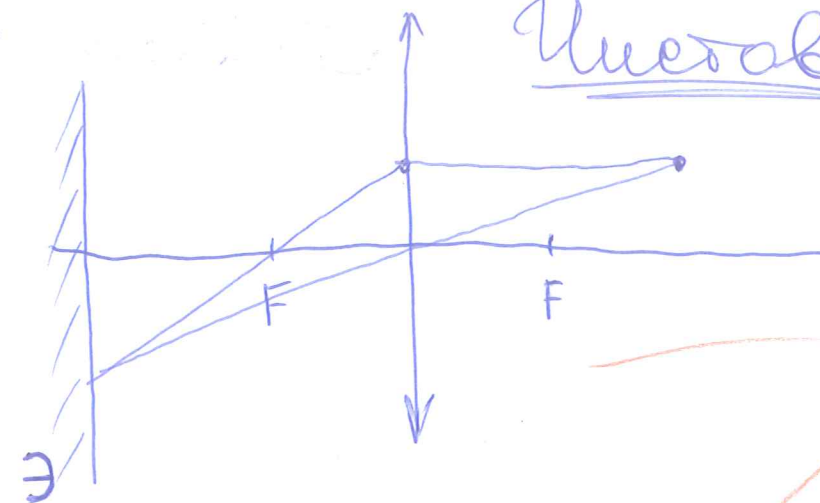
$x = 3 - \frac{3}{1.5} = 1 \text{ см}$

Ответ:  $x = 1 \text{ см}$ .

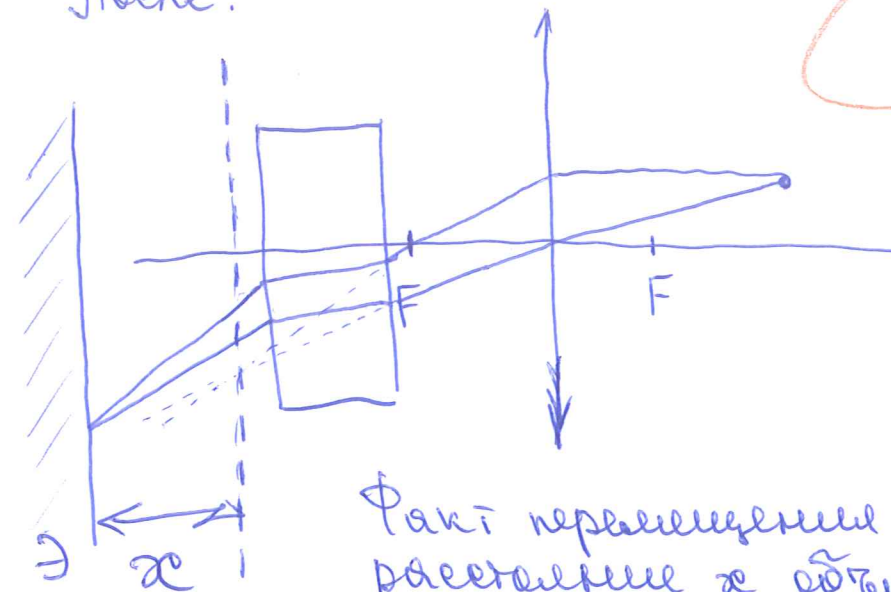
32-62-97-35  
(4.10)

ДО:

Числавер

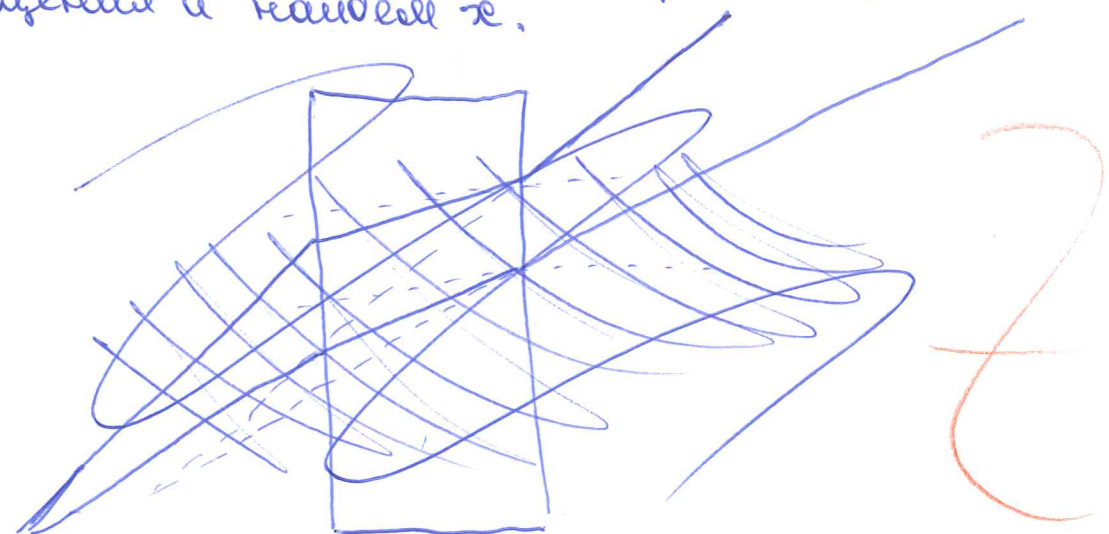


Точка:

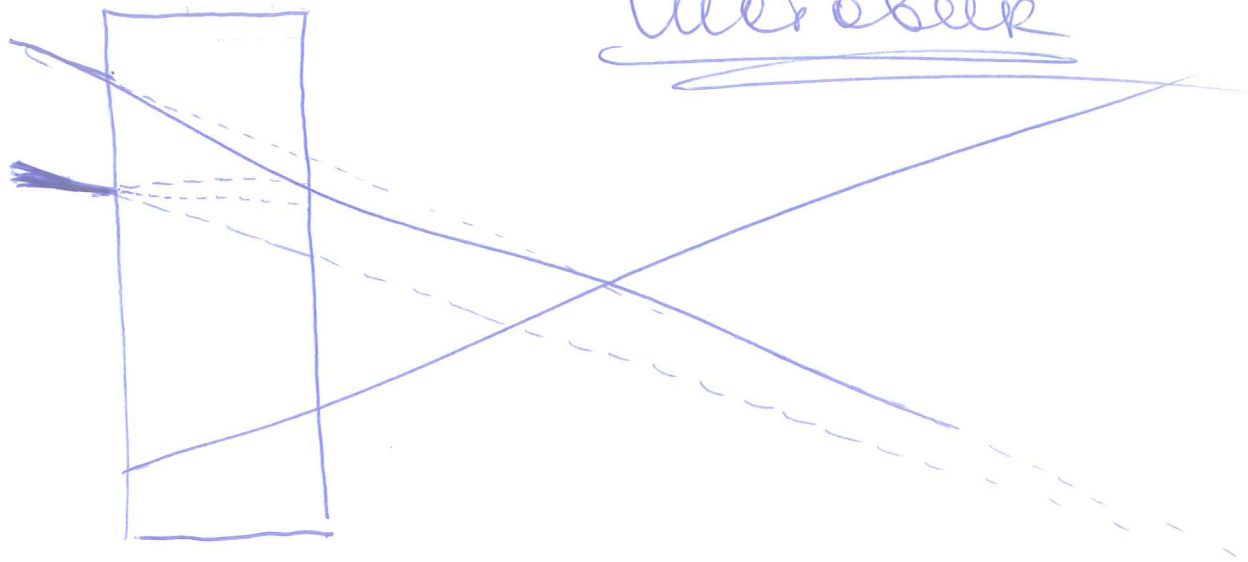


Факт перемещения экрана на расстоянии  $x$  соответствует тем,

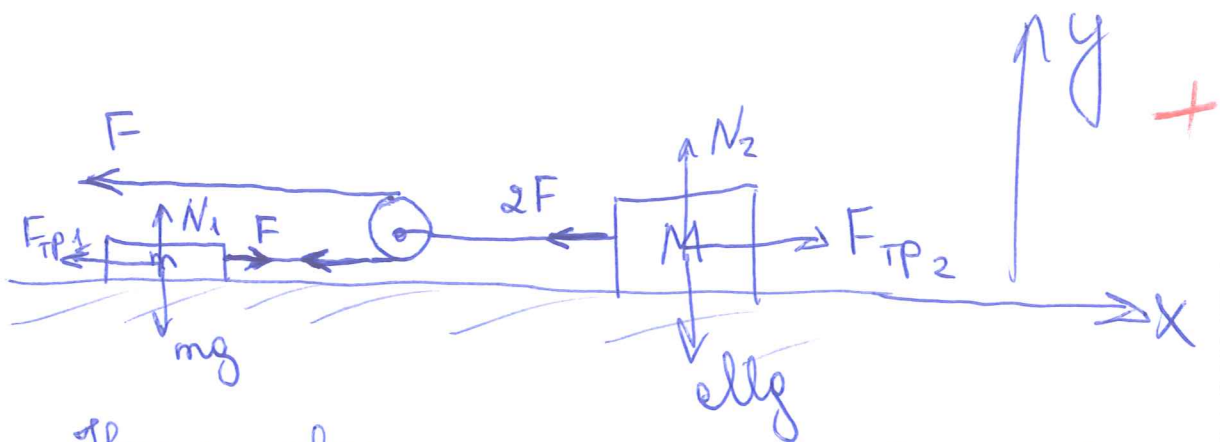
что несколько параллельных лучей проходят лучи на входе и на выходе, в результате того угол падения лучей не меняется, но лучи "сдвигаются" по горизонтали. Это сдвигение и есть  $x$ . При помощи этого сдвигения и найдём  $x$ .



Учетовек



№1



Дать невесомая, нерастяжимая, блок невесо-  
мый,  $\Rightarrow$  на брусок  $m$  действует сила  $F$   
вправо, а на брусок  $2F$  влево. (т.к. блок подвижн.)

По II з. П. для  $m$ :  $\vec{m}\vec{a} = \vec{F}_{тр1} + m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N}_1$

$a_y: ma_y = 0 = N_1 - mg$

$N_1 = mg$

$a_x: ma_x = ma = F - F_{тр1}$

$ma = F - \mu N_1$

$ma = F - \mu mg$

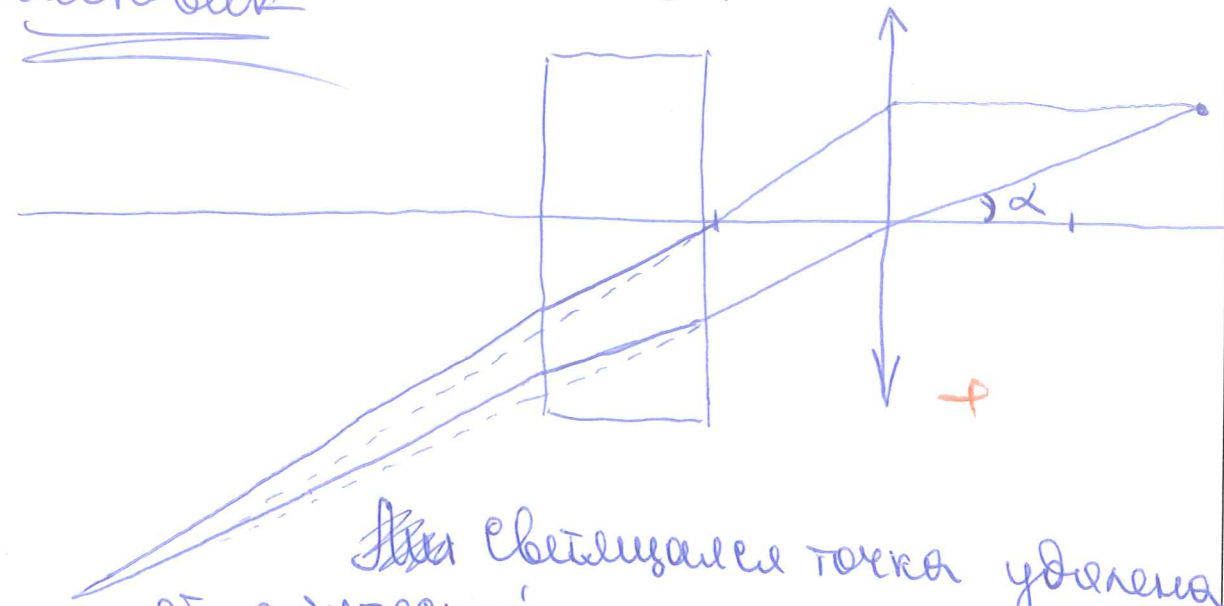
По II з. П. для  $ell$ :  $\vec{ell}\vec{A} = \vec{F}_{тр2} + ell\vec{g} + 2\vec{F} + \vec{N}_2$

$a_y: ellA_y = 0 = N_2 - ellg$

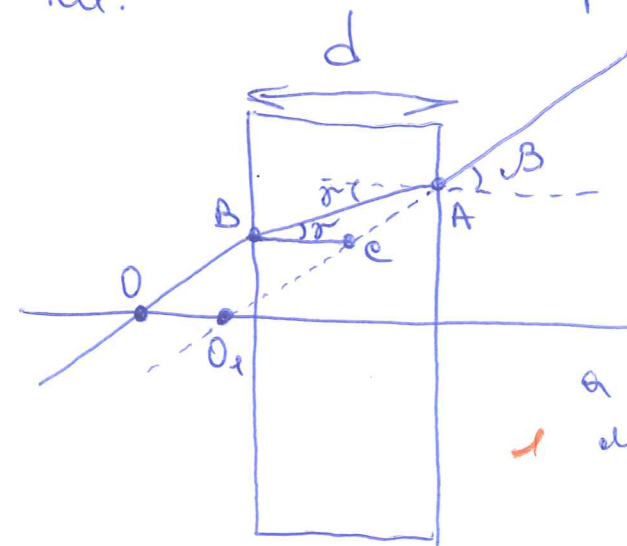
$N_2 = ellg$

$a_x: ellAx = -ellA = 2F + F_{тр2}$

Учетовек Задача 5 (продолжение)



Для светящейся точки удалена  
от оптической оси на небольшое  
расстояние  $\Rightarrow \alpha \rightarrow 0 \Rightarrow$  мнимый  
луч проходит через точку параллель-  
но оптической, почти не преломился.  
(Доказ-во: По 3-му Снелла:  $1 \cdot \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$ ,  
где  $\beta$  - угол преломления; углы малы  $\Rightarrow \alpha = n \cdot \beta$   
 $\beta = \frac{\alpha}{n}$ , но  $\alpha \rightarrow 0 \Rightarrow \beta \rightarrow 0 \Rightarrow$  преломление  
почти нет,  $\Rightarrow$  мнимый луч ~~почти~~ почти  
параллелен оптической оси.  $\Rightarrow$  наша задача -  
найти смещение верхнего луча по горизонта-  
ли.



Луч от падает на  
пластинку под  
углом  $\beta$  а угол  
 $\alpha$  - угол преломления.

Отметим, что  $OB \parallel O_1C$ ,  
(т.к. луч выйдет в  
пластинку, преломится,  
а на выходе опять прело-  
мится  $1 \cdot \sin \beta = n \cdot \sin \alpha$   
 $n \cdot \sin \alpha = 1 \cdot \sin \theta$   
 $\Rightarrow \theta = \beta$ )

$\Rightarrow OB \parallel O_1C$  - пар-лам ( $O_1$  - изобразительная точка, где  
форм. изображение;  $O$  - точка, где форм. изобр.  
после прохождения пластин.)  $\Rightarrow OO_1 = BC$  (по св-ву пар-лам)

$\Rightarrow$  не парилось  $m = \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda c}$ ; Учитывая

Найдём обе величины  $\rho_0$  вначале:

$$\phi_0 = \frac{P_0}{P_{нас}} \Rightarrow P_0 = \phi_0 P_{нас};$$

Из ур-я Менделеева-Клапейрона:

$$P_0 V = \nu R T_0$$

$$\phi_0 P_{нас} V = \frac{m_0}{\mu} R T_0 \quad | \cdot \frac{1}{V}$$

$$\phi_0 P_{нас} = \frac{\rho_0 R T_0}{\mu}$$

$$\rho_0 = \frac{\phi_0 P_{нас} \mu}{R T_0};$$

Утого:  $\rho_{абс} = \frac{m + m_0}{V} = \frac{m}{V} + \frac{m_0}{V} = \frac{m}{V} + \rho_0$

$$\rho_{абс} = \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda c V} + \frac{\phi_0 P_{нас} \mu}{R T_0} \quad \checkmark$$

$$\rho_{абс} = \frac{0,415 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 0,018}{8,3 \cdot 300} + \frac{415 \cdot 2 \cdot 0,018}{83 \cdot 30} =$$

$$= \frac{0,18}{30} = \frac{18}{1000 \cdot 3} = \frac{6}{1000} = 0,006 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 6 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

Ответ:  $\rho_{абс} = 6 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$ .

$$\rho_{абс} = \frac{0,8 \cdot 200^2 \cdot 2300}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 50} + \frac{0,415 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 0,018}{8,3 \cdot 300} = \frac{8 \cdot 4 \cdot 23 \cdot 10^5}{8 \cdot 23 \cdot 5 \cdot 10^7} +$$

$$+ \frac{415 \cdot 2 \cdot 0,018}{830 \cdot 3} = 0,8 \cdot 10^{-2} + 0,006 = 0,008 + 0,006 = 0,014 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$= 14 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$  Ответ:  $\rho_{абс} = 14 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$ . *не совсем*

32-62-97-35 (4.10)

$$dA = \mu N_2 + 2F$$

Учитывая

$$dA = \mu \ell g + 2F;$$

$$\Rightarrow a = \frac{F - \mu m g}{m}; \quad A = \frac{\mu \ell g + 2F}{\ell}; \quad +$$

~~$\Rightarrow \Delta x =$~~   ~~$\tau$~~  ~~Исход из формулы~~  
 $x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{a t^2}{2};$

$$\Delta x = \frac{a \tau^2}{2} + \frac{A \tau^2}{2} \quad +$$

$$\Delta x = \frac{(a+A) \tau^2}{2} = \left( \frac{F - \mu m g}{m} + \frac{\mu \ell g + 2F}{\ell} \right) \frac{\tau^2}{2}$$

$$\Delta x = \frac{F \ell - \mu m \ell g + 2F m - \mu m \ell g}{m \ell} \cdot \frac{\tau^2}{2}$$

$$\frac{2 m \ell \Delta x}{\tau^2} = F(\ell + 2m) - 2 \mu m \ell g \quad +$$

$$F = \frac{\frac{2 m \ell \Delta x}{\tau^2} + 2 \mu m \ell g}{\ell + 2m}$$

$$F = \frac{\frac{4 m^2 \Delta x}{\tau^2} + 4 \mu m^2 g}{4m} = \frac{\frac{m \Delta x}{\tau^2} + \mu m g}{1}$$

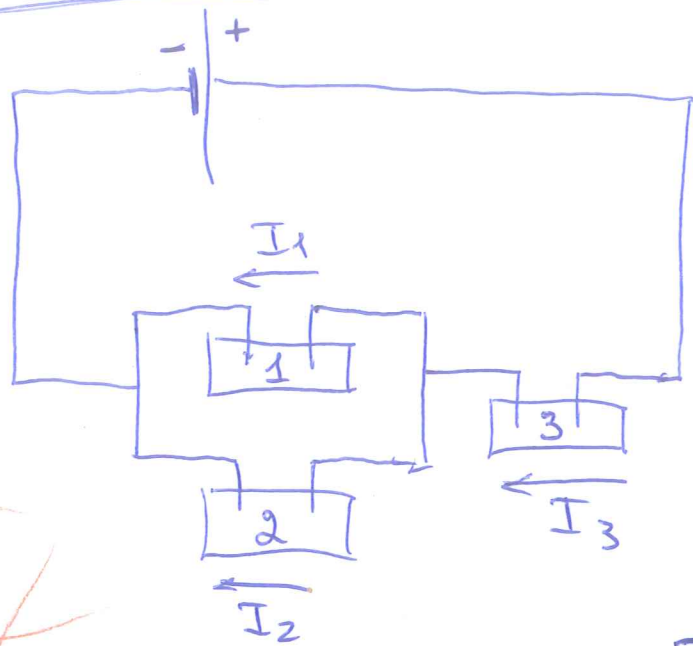
$$F = \frac{m \Delta x}{\tau^2} + \mu m g; \quad +$$

$$F = \frac{0,5 \cdot 1}{1^2} + 0,3 \cdot 0,5 \cdot 10 = 0,5 + 1,5 = 2 \text{ Н}$$

Ответ:  $F = 2 \text{ Н}$ . 20

Чистовик

Задача 4 (про электр. ванны)



Тучет через ванну 3 течёт ток  $I_3$ , через 2  $\rightarrow I_2$ , а через 1  $\rightarrow I_1$ ;

Поэтому по I правлену Кирхгофа:  
 $I_3 = I_1 + I_2$  ✓

$m = kq$ ;  $\Rightarrow m_1 = k_1 q_1 = k_1 I_1 t$   
 $m_2 = k_2 q_2 = k_2 I_2 t$   
 $m_3 = k_3 q_3 = k_3 I_3 t$

$I_3 = I_1 + I_2 \cdot t$

$I_3 t = I_1 t + I_2 t$

$q_3 = q_1 + q_2 \Rightarrow \frac{m_3}{k_3} = \frac{m_2}{k_2} + \frac{m_1}{k_1}$

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

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

$m_2 = \rho V = \rho S h$ ;

$\Rightarrow \rho S h = m_3 \frac{k_2}{k_3} - m_1 \frac{k_2}{k_1}$

$h = \frac{m_3 \frac{k_2}{k_3} - m_1 \frac{k_2}{k_1}}{\rho S}$  ✓ Чистовик

$h = \frac{744 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^8} - 660 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^7}}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10^{-4}} =$

$= \frac{80 \cdot 10^{-4} - 200 \cdot 10^{-5}}{1,05 \cdot 100} = \frac{80 \cdot 10^{-4} - 20 \cdot 10^{-4}}{1,05 \cdot 100} =$

$= \frac{60 \cdot 10^{-4}}{1,05 \cdot 100} = \frac{60 \cdot 10^{-3}}{105 \cdot 10} = \frac{60}{1050} \cdot 10^{-3} = \frac{2}{35} \cdot 10^{-3} \approx$

$\approx 0,057 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 0,05 \text{ мм}$

Ответ:  $h = 0,05 \text{ мм}$ .

$\approx 57 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 57 \text{ мкм} \approx 60 \text{ мкм}$

Ответ:  $h = 60 \text{ мкм}$ . ✓

Задача 3 (про влажность)

Вначале ~~в~~ в комнате масса водяного пара была равна  $m_0 = \rho_0 \cdot V$ .

Потом после испарения масса стала равна  $m_0 + m \Rightarrow$  абс. влажность равна

$\rho_{\text{абс}} = \frac{m_0 + m}{V}$ ;

$\eta \rho_{\text{эл}} = \rho_{\text{исп}}$

$\eta \frac{U^2}{R} = P_{\text{исп}} \cdot t$

$\eta \frac{U^2 t}{R} = Q_{\text{исп}} = \rho_{\text{исп}} V$