Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

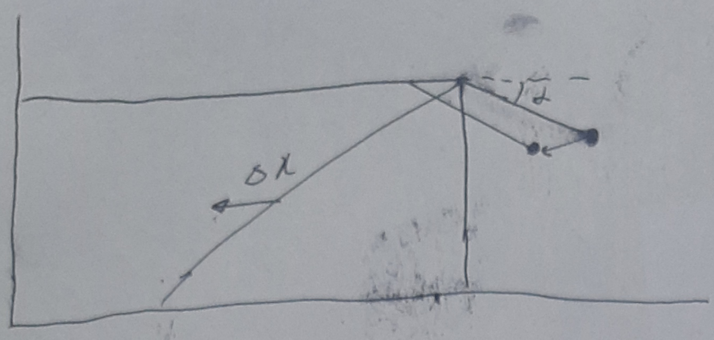
Шифр: **21203402**

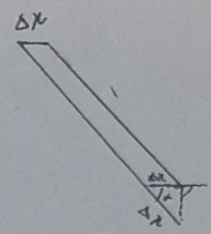
ID профиля: **282558**

Вариант 2

1

N 1

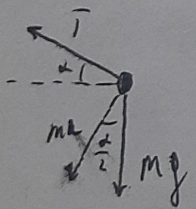




1) пусть клин сместился на Δx влево, тогда шар сместится на $2\Delta x \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$, под углом $90-\frac{\alpha}{2}$ к горизонту. Это соотношение верно для любого момента времени, поэтому продифференцировав вектор перемещения шара дважды, мы получим сонаправленный с ним вектор ускорения. Его угол к вертикали $90-(90-\frac{\alpha}{2}) = \frac{\alpha}{2}$

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{1}{10}}$$

2) Сила на шар:



$$\begin{cases} T\cdot\cos\alpha = ma\sin\frac{\alpha}{2} \\ mg - T\sin\alpha = ma\cos\frac{\alpha}{2} \end{cases}$$

$$a\cos\frac{\alpha}{2} = g - \frac{a\sin\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow a = \frac{g}{\cos\frac{\alpha}{2}+\frac{\sin\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha}}$$ - ускорение шара

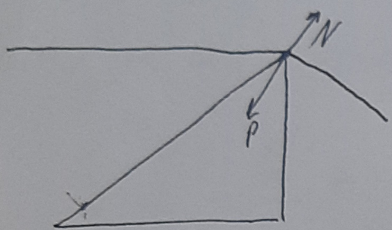
из пункта 1 ускорения шара и клина относятся как

$$\frac{a_к}{a_ш} = \frac{1}{2\sin\frac{\alpha}{2}} \qquad a_к = \frac{g}{\sin\alpha\left(1+\frac{2\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\cos\alpha}\right)}$$

(2)

$$a_к = \frac{g}{\sin\alpha\left(1+\frac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha}\right)} = \cancel{\frac{g}{\frac{3}{5}+\frac{\frac{1}{5}}{\frac{4}{5}}} = \frac{20g}{17}} = \frac{4g}{3}$$

3) т.к. нить не имеет массы, то сумма сил на нее 0



сила P направлена под углом $90-\frac{\alpha}{2}$ к гор.

$$P = 2T\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{2T}{\sqrt{10}}$$

$$Ma_к = P\cdot\cos\left(90-\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{2T}{10}$$

$$ma_m = \frac{T\cos\alpha}{\sin\frac{\alpha}{2}}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha\cdot 10}{\sin\frac{\alpha}{2}\cdot 2} = \frac{8}{2}\sqrt{10} = 4\sqrt{10}$$

4) $$a_m = \frac{g}{\cos\frac{\alpha}{2}+\frac{\sin\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha}} = \frac{g}{\frac{3}{\sqrt{10}}+\frac{5\cdot 3}{5\cdot 4\sqrt{10}}} = \frac{4g\sqrt{10}}{15}$$

спроецируем на ось y, сонаправленную с g:

$$a_y = \frac{4g\sqrt{10}}{15}\cdot\frac{3}{\sqrt{10}} = \frac{12g}{15}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{15H}{6g}}$$

(2)

(3)

N2

1) $dQ = \nu C\, dT = \nu \frac{5}{2}\frac{R}{T_0} T\, dT$

$$Q_1 = -\frac{\nu 5 R}{2 T_0}\int_{T_0}^{T_0/2} T\, dT = -\frac{5\nu R}{4 T_0}\left(\frac{T_0^2}{4} - T_0^2\right) = \frac{15 R T_0 \nu}{16}$$

2) $dQ = \nu C_V\, dT + dA$

$$dA = \left(\frac{5R}{2T_0}T - C_V\right)\nu\, dT$$

Гелий - одноатомный $\Rightarrow C_V = \frac{3}{2}R$

$$A = \nu\int_{T_0}^{T}\left(\frac{5R}{2T_0}T - C_V\right)dT = \nu\left(\frac{5R}{4T_0}(T^2 - T_0^2) - C_V(T - T_0)\right) =$$

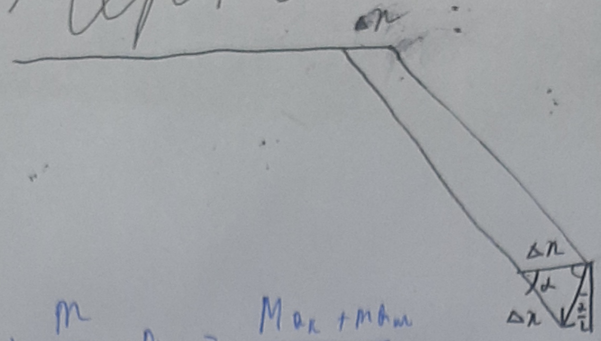
$$= \frac{5\nu R}{4T_0}T^2 - \nu C_V T + T_0\left(-\frac{5\nu R}{4} + \nu C_V\right)$$

$A_{min} \Rightarrow T = \frac{C_V \cdot 2T_0}{5R} = \frac{3}{5}T_0$ (парабола)

3) $A = \frac{9}{20}\nu R T_0 - \nu\frac{9}{10}T_0 R + T_0 \nu R \frac{1}{4} = -\frac{4\nu R T_0}{20} = -\frac{\nu R T_0}{5}$

21203402 (U282558 M1267570)

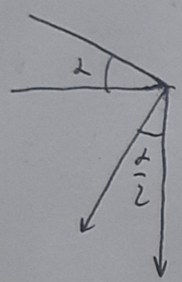
Черновик



$$\frac{g}{3} = \frac{M}{M+m}\cdot a_x + \frac{m}{M+m}\cdot a_m = \frac{Ma_x + ma_m}{M+m} =$$

$$= \frac{a_x + \frac{m}{M}a_m}{1+\frac{m}{M}} = \frac{\frac{4}{3}g + 4\sqrt{10}\cdot\frac{4g\sqrt{10}}{15}}{1+4\sqrt{10}} = \frac{\frac{4}{3}+\frac{160}{15}}{1+4\sqrt{10}} = \frac{180}{5+20\sqrt{10}}$$

$$1-\cos\alpha = 1-\cos^2\frac{\alpha}{2}+\sin^2\frac{\alpha}{2} = 2\sin^2\frac{\alpha}{2}$$



$$g - T\sin\alpha = ma\cos\frac{\alpha}{2}$$

$$T\cos\alpha = ma\sin\frac{\alpha}{2}$$

$$g - \frac{\sin\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha}a = a\cos\frac{\alpha}{2}$$

$$a = \frac{g}{\cancel{\frac{\sin\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\frac{\alpha}{2}\cos\alpha}}\cos\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha}}$$

$$\frac{T}{m} = \frac{a\sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\alpha} = \frac{4g}{15}\,\frac{\sqrt{10}}{\sqrt{10}}\,\frac{5}{4} = \frac{g}{3}$$

$$\frac{g}{\left(\cos\frac{\alpha}{2}+\frac{\sin\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)}2\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{g}{\sin\alpha + \frac{2\sin^2\frac{\alpha}{2}\sin\alpha}{\cos\alpha}} = \frac{g}{\sin\alpha\left(1+\frac{2\sin^2\alpha}{\cos\alpha}\right)}$$

$$\left(1+\frac{1}{\cos\alpha}-1\right)\sin\alpha = \frac{3}{5}\cdot\frac{5}{4} = \frac{3}{4}$$

$4\sqrt{10}$ · 15

$16\cdot 10 < 225$

$15 \times 15 = 75, 15 \ldots 225$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21203402**

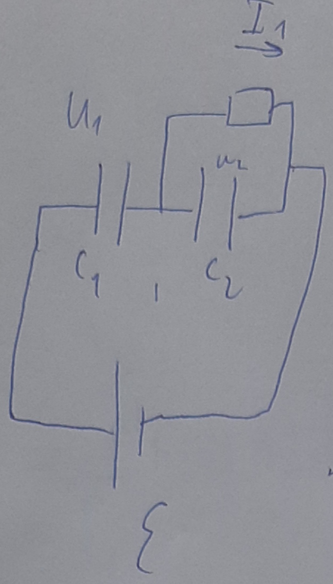
ID профиля: **282558**

Вариант 2

№3

1

1)

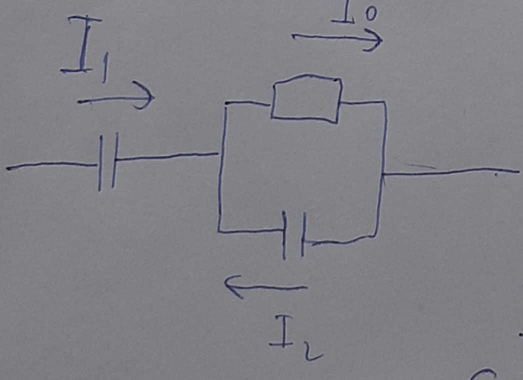


1) $\begin{cases} U_1 + U_2 = \varepsilon \\ 3CU_1 = CU_2 \end{cases}$

$\begin{cases} U_2 = \frac{3}{4}\varepsilon \\ U_1 = \frac{1}{4}\varepsilon \end{cases}$ $\quad I = \frac{3\varepsilon}{4R}$

2)

3)



$I_0 = I_1 + I_2$

$\varepsilon = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow 0 = \frac{\dot{q}_1}{C_1} + \frac{\dot{q}_2}{C_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_1 = 3I_2$

$I_0 = 4I_2 = -4\frac{dq_2}{dt} = -4C\frac{dU_2}{dt}$

(2)

$$\cancel{4C\frac{dU_2}{dt}} =$$

$$\int_0^Q dQ = \int_0^\infty I_0 \cdot U_2 \, dt = -\int_{U_2}^{0} 4C U_2 \, dU_2 = 2C U_2^2 = \frac{18}{16} C \mathcal{E}^2$$

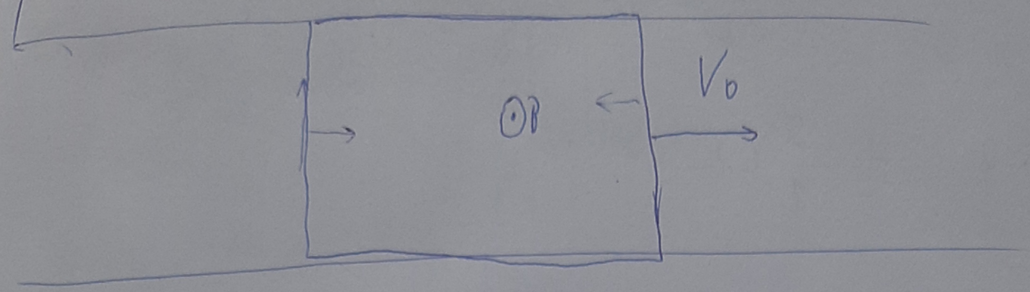
3) $I' = 4I_0$

$U = I'R = 4I_0 R$

№4

③

1)



$$|\mathcal{E}| = \dot{\Phi} = B\cdot\dot{S} = BL\cdot V_0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{5R} = \frac{BLV_0}{5R}$$

$$F_2 = BIL = \frac{B^2L^2V_0}{5R}$$

$$a_2 = \frac{B^2L^2V_0\cdot 2}{5Rm}$$

2) Через продолжительное время обе перемычки будут иметь равную скорость. В любой момент времени на них действуют одинаковые силы, значит их ускорения относятся как $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$ в любой момент времени, значит $\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{1}{2}$

$$V_0 - \Delta V = 2\Delta V = u$$

$$\Delta V = \frac{V_0}{3} \qquad \boxed{u = \frac{2}{3}V_0}$$

3) $-a_1 = \frac{B^2L^2(v-u)}{5Rm} \Big| \cdot dt$ (4)

$+\quad a_2 = \frac{2B^2L^2(v-u)}{5Rm} \Big| \cdot dt$

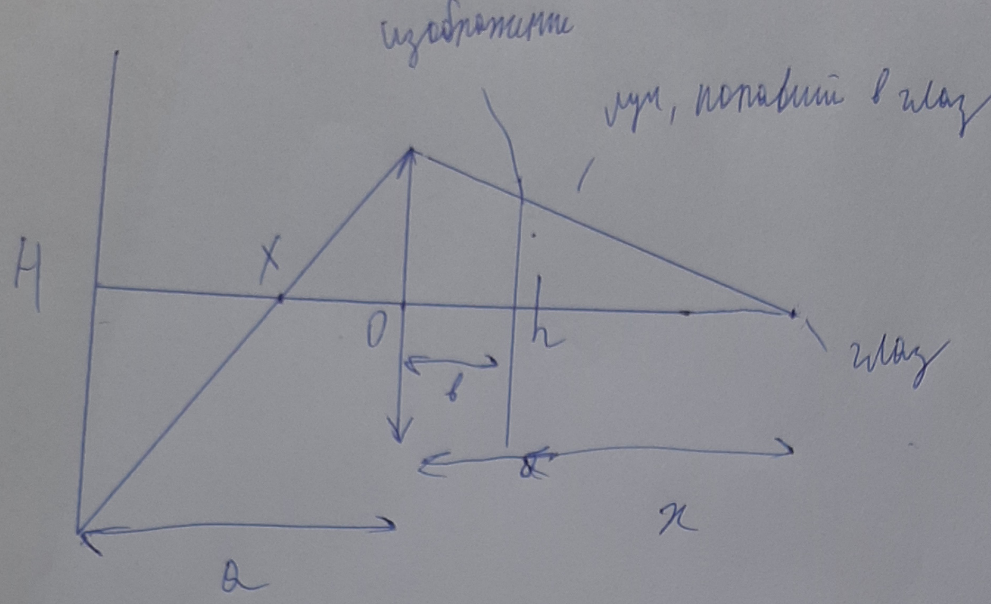
$-dv = \frac{B^2L^2}{5Rm} \, dl$

$\int_0^{\frac{2}{3}v_0} du = \frac{B^2L^2}{5Rm} \int_{l_0}^{l_0+\Delta l} 2\,dl$

$\frac{2}{3}v_0 = \frac{2B^2L^2}{5Rm}\Delta l$

$\boxed{\Delta l = \frac{5Rmv_0}{3B^2L^2}}$

21203402 (U282558 M1267571)



$$b = \frac{Fa}{a-F} = 16 \text{ см} \qquad x = b + 24 = 40 \text{ см}$$

$$\frac{h}{H} = \frac{b}{a} \Rightarrow h = \frac{b}{a} H = 3 \text{ см}$$

$$\frac{Дм}{2x} = \frac{h}{2 \cdot 24} \Rightarrow Дм = \frac{hx}{24} = 5 \text{ см}$$

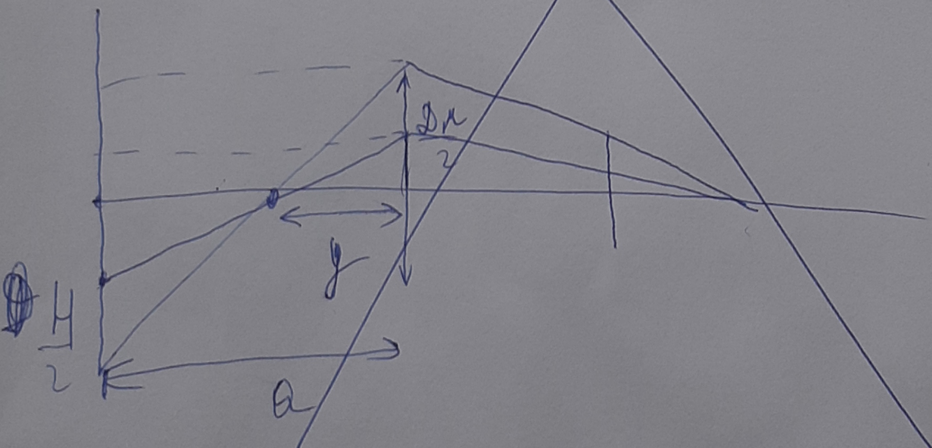
3) Из симметрии следует, что все лучи, попавшие в глаз, пройдут через X, если туда поставить экран, то ничего не будет видно

$$\frac{OX}{Дм} = \frac{a}{H} \qquad OX = 26{,}7 \text{ см} \quad F = 12 \text{ см}$$

6

3) Если поместить экран в фокус, то его изобра-
а) жение будет размером с линзу и закроет все остальное. Ответ: на расстоянии 12 см слева от линзы

б) Все лучи, попадающие в глаз проходят через 1 точку за линзой (это следует из подобия треугольников ABC и A'B'C'), если в нее поставить экран, то он полностью перекроет обзор

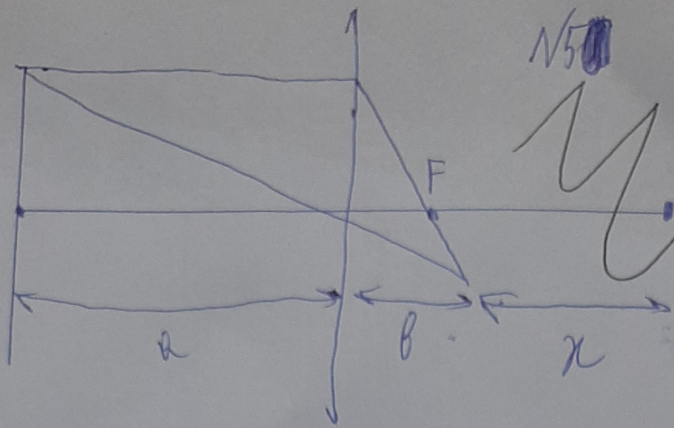


$$\frac{Дл}{y} = \frac{Дл+H}{a} \qquad y = \frac{Дл}{Дл+H}a \approx \cancel{17{,}1\text{ см}}\ \frac{10}{19}\cdot 48 = 25{,}3\text{ см}$$

Ответы: 40 см, 10 см, 25,3 см; 12 см

№5

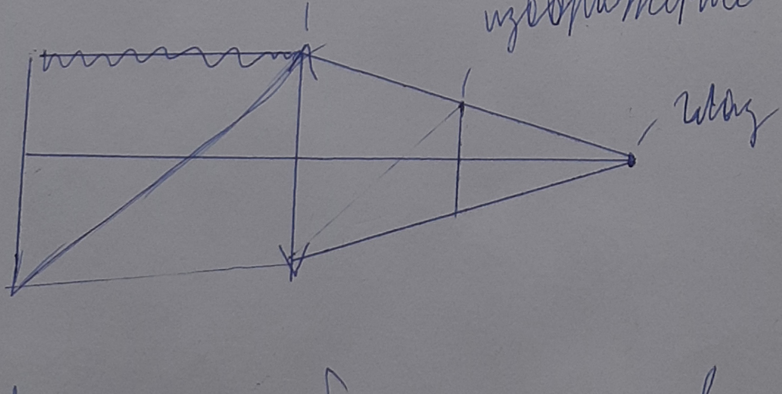
Черновик



$в = \frac{Fa}{a-F} = \frac{12 \cdot 48}{36} = 16$ см

$x = в + 24 = 40$ см

Если наблюдатель видит края, то он видит и весь циферблат. Для этого необходимо, чтобы существовал луч, который, выходя из края, попадает в глаз.

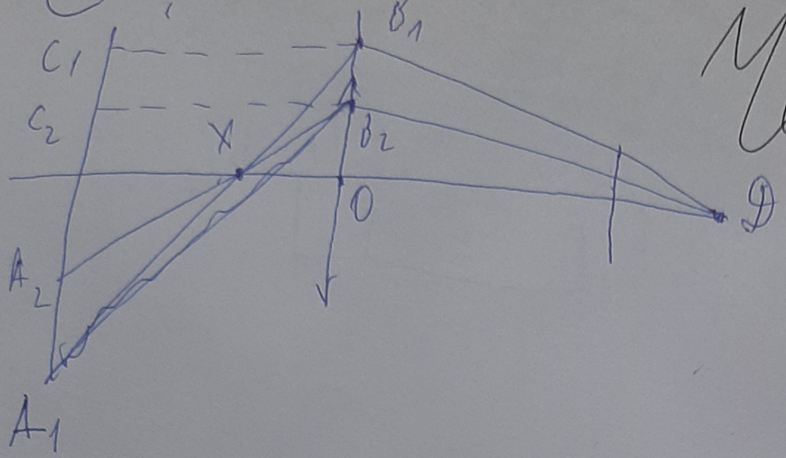


г) высота изображения $h = \frac{в}{a} H = \frac{H}{3}$

$\frac{Dм}{2x} = \frac{h}{24}$ $Dм = 2\frac{hx}{24} = 10$ см

21203402 (U282558 M1267571)

1 :



Черновик

т.к. $\frac{A_2C_2}{A_1C_1} = \frac{B_1O}{B_2O}$ и так для любого луча, то все они проходят через X