

# Часть 1

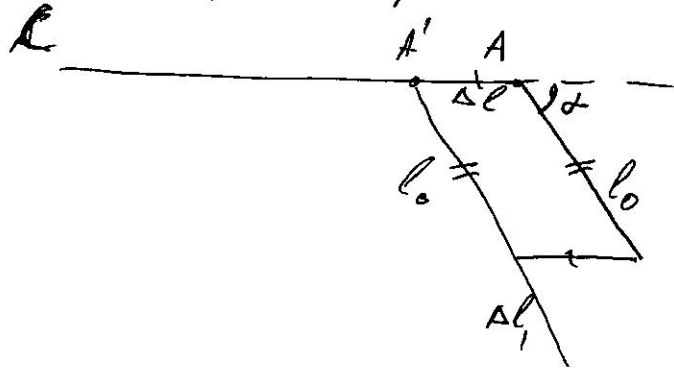
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202974**

ID профиля: **281626**

Вариант 3

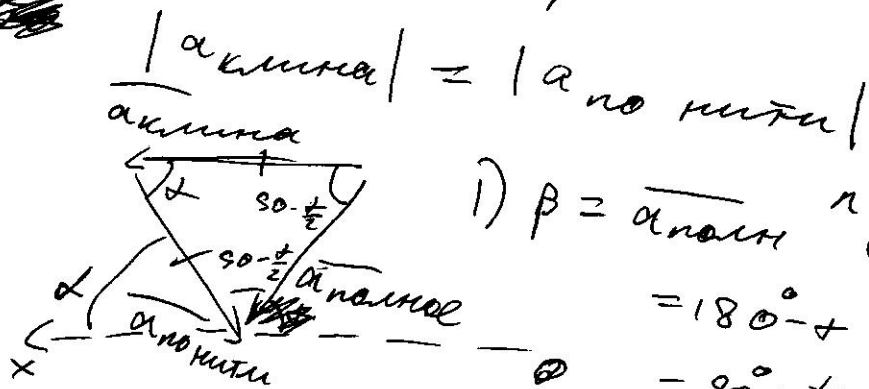
Кин. связь (через метод виртуальных перемещений)



$$\cos \alpha = \frac{5}{13} \quad \sin \alpha = \frac{12}{13}$$

Пусть произошло  $\Delta t$  и  
Т.А. сместилась на  $\Delta l$ .  
(малые величины).  
Т.к. нить нерастяжима,  
 $\Delta l_1 = \Delta l$ .

взяв вторую производную по времени от длины нити,  
получим;



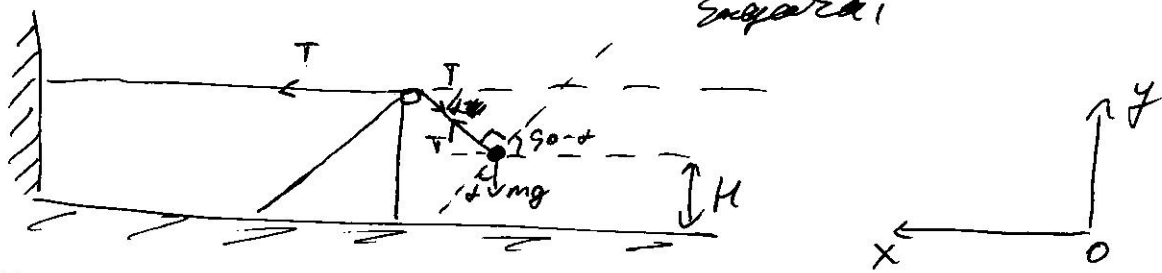
$$\begin{aligned} 1) \beta &= \overline{\alpha_{\text{полн}}} \wedge \overline{OX} = \\ &= 180^\circ - \alpha - (90^\circ - \frac{\alpha}{2}) = \\ &= 90^\circ + \frac{\alpha}{2} \end{aligned}$$

$$\sin \beta = \cos \frac{\alpha}{2} = \dots$$

$$\cos \alpha = \frac{5}{13} = \cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 1$$

$$\sin \beta = \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\cos \alpha + 1}{2}} = \sqrt{\frac{9}{13}}$$

$$\boxed{\sin \beta = \sqrt{\frac{9}{13}}}$$

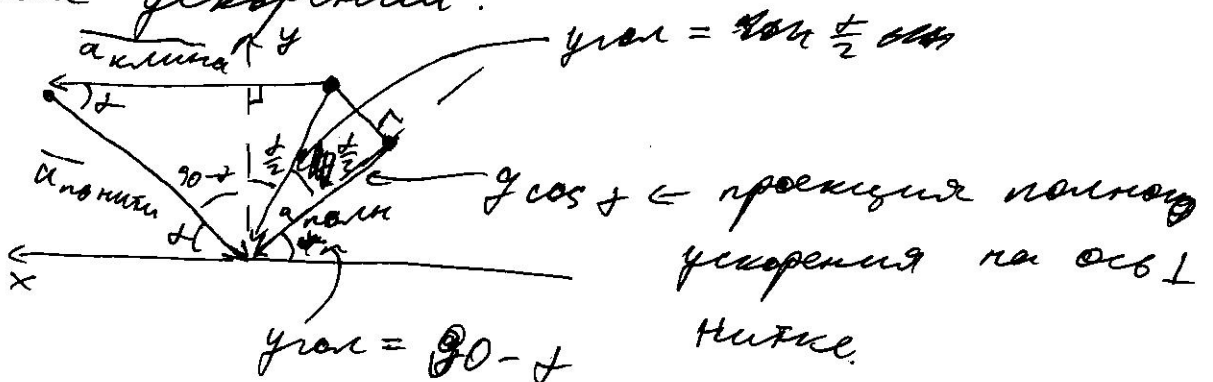


2) ИЗМ на ось, перпендикулярно нитке на шарик

$$mg \cos \varphi = m a_{\perp \text{ нитке}}$$

$$g \cos \varphi = a_{\perp \text{ нитке}}$$

Треугольник ускорений:



Рассчитаем угол: угол оси,  $\perp$  нитке с вертикалью =  $\varphi$ , угол между  $a_{\text{клина}}$  и  $a_{\text{перп}} = 90 - \frac{\varphi}{2}$

Из равенства прямоугольн.  $\Delta$  по ~~сторонам~~ и углу  $\frac{\varphi}{2}$ , следует, что проекция <sup>полного</sup> ускорения на вертикальную ось =  $g \cos \varphi$ .

Тогда  $|a_{\text{по нитке}}| = \frac{g \cos \varphi}{\sin \varphi} = g \cot \varphi = |a_{\text{клина}}|$

$$|a_{\text{клина}}| = \frac{5}{12} g$$

3) II ЗМ по оси OX на клин:

$$\text{Максима} = T(1 - \cos\alpha) = M \cdot g \sin\alpha$$

II ЗМ по оси OY на шарик:

$$mg \cos\alpha = mg - T \sin\alpha$$

$$T = \frac{mg(1 - \cos\alpha)}{\sin\alpha}$$

Подставим:

$$Mg \sin\alpha = \frac{mg(1 - \cos\alpha)^2}{\sin\alpha}$$

$$\frac{M}{m} \sin\alpha = \frac{(1 - \cos\alpha)^2}{\cos\alpha} = \left(\frac{8}{13}\right)^2 = \frac{64}{65}$$

$$\boxed{\frac{M}{m} = \frac{64}{65}}$$

4) ускорение <sup>шарика</sup>  $v$  по OY = const, начальная скорость = 0.

Тогда  $H = \frac{a_y \cdot l^2}{2} = \frac{g \cos^2\alpha \cdot l^2}{2}$

$$l = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{\cos\alpha} = \frac{13}{5} \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad \leftarrow \cos\alpha \geq 0$$

$$\boxed{l = \frac{1}{\cos\alpha} \sqrt{\frac{2H}{g}}}$$

Ответ:  $\sin\alpha = \sqrt{\frac{9}{13}}$ ,  $a_{\text{клин}} = \frac{5}{12}g$ ,  $\frac{M}{m} = \frac{64}{65}$ ,  $l = \frac{1}{\cos\alpha} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

Дано:

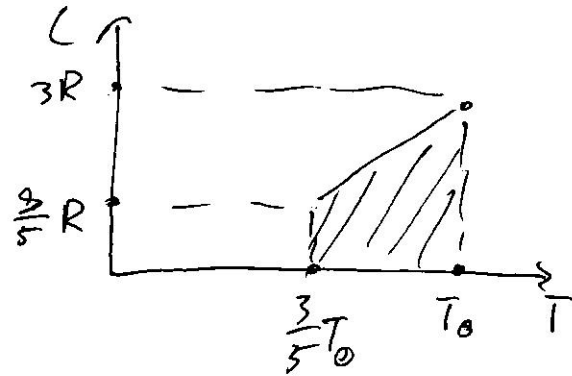
$$D, T_0, C(T) = 3R \frac{T}{T_0} \quad 1) - Q_1 = D \int_{T_0}^{\frac{3}{2}T_0} C(T) dT$$

$$T_k = \frac{3}{5}T_0$$

$$Q_1 = D \left(3 + \frac{3}{5}\right) R \cdot \frac{2}{5}T_0 = \frac{24}{10} \cdot \frac{2}{5} DRT_0 =$$

$$= 0,96 DRT_0$$

$$Q_1 = 0,96 DRT_0$$



2) Расчет при  $T_1$  A в процессе будет минималь-  
на, ← процесс с мин. тепловыделением.

$$D \frac{C(T_0) + C(T_1)}{2} (T_1 - T_0) = \Delta Q = D C_V (T_1 - T_0) + A$$

$$A = D \frac{(T_1 - T_0)}{2} \left( \frac{3R}{T_0} (T_1 + T_0) - 2C_V \right)$$

$$A = \frac{T_1 - T_0}{2} \cdot 3R \frac{T_1}{T_0}$$

$$C_V = \frac{i}{2} R, \quad i=3$$

$$D \frac{3R}{2T_0} T_1^2 - R \frac{3}{2} T_1 = A$$

$$T_{1, \min} = -\frac{b}{2a} = \frac{T_0}{2}$$

$$T_{\min} = \frac{T_0}{2}$$

$$3) A_{\min} = -\frac{3}{2T_0} \cdot \frac{T_0^2}{4} \cdot DR = -\frac{3}{8} T_0 DR$$

$$A_{\min} = -\frac{3}{8} T_0 DR$$

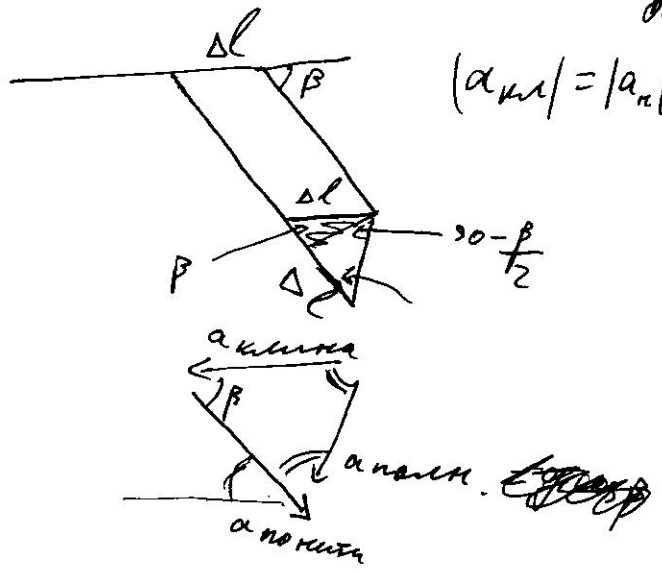
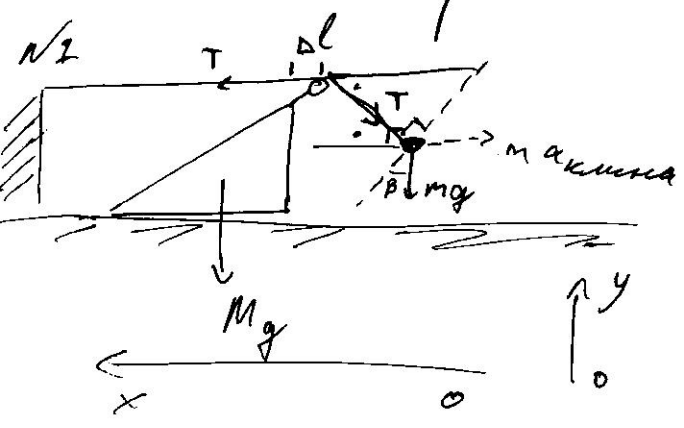
Ответ:  $Q_1 = 0,96 DRT_0, T_{\min} = \frac{T_0}{2}, A_{\min} = -\frac{3}{8} T_0 DR$

Эквивалент

Лист 1

$$L = l_0 + \Delta l_x = l_0 + \Delta l_y$$

$$|a_{\text{нп}}| = |a_{\text{к}}|$$



$$M a_{\text{кинн}} = T (1 - \cos \beta)$$

~~и cos~~

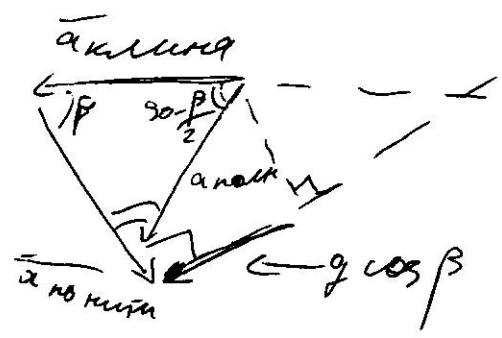
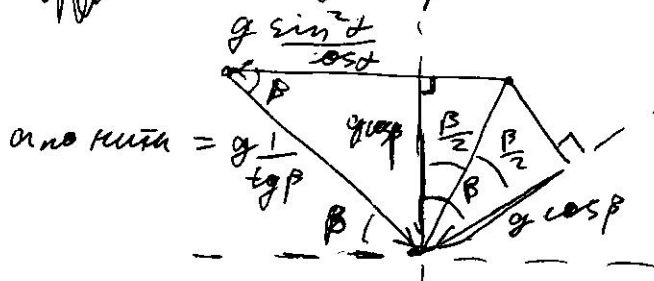
$$M a_{\text{кинн}} = T \sin \beta$$

$$mg \cos \beta = mg - T \sin \beta$$

Кин. связь:  $a_{\text{по нити}} = a_{\text{кинн}}$

$$\beta = \alpha$$

$$mg \sin \beta - T \cos \beta = m a_{\text{кинн}}$$



~~и cos~~

$$a_{\text{кинн}} = \frac{g \cos \beta}{\cos \frac{\beta}{2}}$$

$$\frac{mg(1 - \cos \beta)}{\sin \beta} = T \sin \beta$$

$$a_{\text{кинн}} = \frac{mg(1 - \cos \beta)}{M \sin \beta} = \frac{g \sin^2 \beta}{\cos \beta}$$

n/2

репробун

i=3

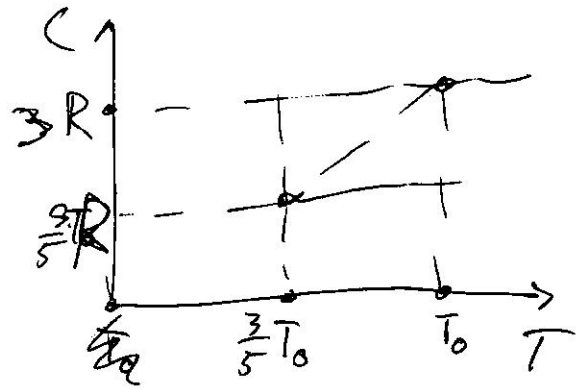
№2

$\nu, T_0$

$$C(T) = 3R \frac{T}{T_0}$$

~~$Q_1 = \int_{T_0}^{2/5 T_0} C(T) dT$~~

$$-Q_1 = \int_{T_0}^{2/5 T_0} C(T) dT$$



$$Q_1 = \int_{2/5 T_0}^{T_0} C(T) dT = \int_{2/5 T_0}^{T_0} 3R \frac{T}{T_0} dT = \frac{3R}{T_0} \left[ \frac{T^2}{2} \right]_{2/5 T_0}^{T_0} = \frac{3R}{T_0} \left( \frac{T_0^2}{2} - \frac{4T_0^2}{50} \right) = \frac{3R}{T_0} \left( \frac{25T_0^2 - 4T_0^2}{50} \right) = \frac{3R}{T_0} \cdot \frac{21T_0^2}{50} = \frac{63}{50} R T_0 = 1.26 R T_0$$

$$pV = \nu R T$$

~~$Q = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$~~

$$p dV + V dp = \nu R dT$$

$$C = C_v + \frac{p dV}{\nu R dT} = 3R \frac{T}{T_0} = C_v + \frac{p dV}{p dV + V dp}$$

$$\frac{3}{T_0} \frac{pV}{\nu} = C_v = \frac{p dV}{p dV + V dp} R$$

$$\left( \frac{3}{T_0} pV - C_v \right) (p dV + V dp) = p dV$$

$$\frac{3}{T_0} p^2 V dV + \frac{3}{T_0} p V^2 dp - C_v p dV - C_v V dp = p dV$$

$$C(T) p dV + C(T) V dp - C_v p dV - C_v V dp = p dV$$

$$\frac{dV}{V} (C(T) - C_v) = \frac{dp}{p} (C(T) - C_v)$$

n/2

Решение

$\Delta U$   
↓

луч 3

$$\frac{c(T_0) + c(T_1)}{2} (T_1 - T_0) = \Delta Q = \epsilon_{\sigma} (T_1 - T_0) + \Delta A$$

$$(T_1 - T_0) \left( \frac{c(T_0) + c(T_1)}{2} - \epsilon_{\sigma} \right) = \Delta A$$

$$\frac{(T_1 - T_0)}{2} \left( \frac{3R}{T_0} (T_1 + T_0) - 2\epsilon_{\sigma} \right) = \Delta A$$

$$\frac{(T_1 - T_0)}{2} \left( 3R \frac{T_1}{T_0} + 3R - 3R \right) = \Delta A$$

$$\frac{T_1 - T_0}{2} \cdot 3R \frac{T_1}{T_0} = \Delta A$$

$$\frac{3}{2T_0} (T_1 - T_0) T_1 = \Delta A$$

$$\frac{3}{2T_0} T_1^2 - \frac{3}{2} T_1 = \Delta A$$

a.  $T_{1 \min} = -\frac{b}{2a} = -\frac{-\frac{3}{2}}{2 \cdot \frac{3}{2}} T_0 = \frac{T_0}{2}$

$$A_{\min} = -\frac{3}{2T_0} \cdot \frac{T_0^2}{4} = -\frac{3}{8} T_0$$



# Часть 2

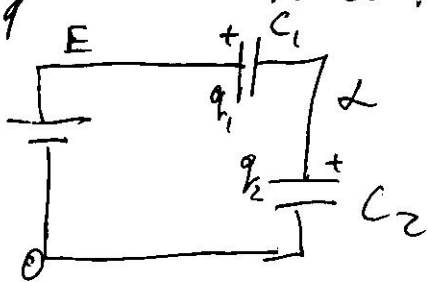
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202974**

ID профиля: **281626**

Вариант 3

До замыкания:



$$E - \varphi = \frac{q_1}{C_1}$$

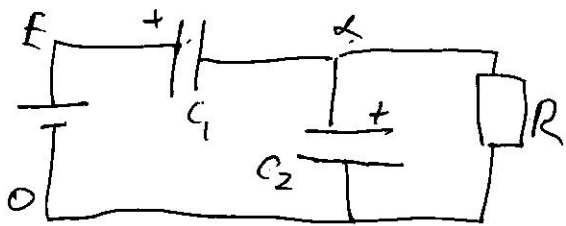
$$\varphi = \frac{q_2}{C_2}$$

Закон сохранения зарядов:  $(-q_1) + q_2 = 0$

$$E = \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) q_2$$

После замыкания напряжение на конденсаторах - ключа

ток через них не меняется, т.к.  $C \frac{dU}{dt} = I(t)$ ,  $I \neq 0$  для  $\forall t \Rightarrow$



$$\varphi = \frac{q_2}{C_2} = IR$$

$$I = \frac{E C_1}{(C_1 + C_2) R}$$

2) Силь. решим после замыкания:

через резистор ток не течет, т.к. ток не течет через  $C_1$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{C_1 E^2}{2} + Q = \frac{C_1 \left( E \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right) \right)^2}{2} + \frac{C_2 E^2 \frac{C_1^2}{(C_1 + C_2)^2}}{2} +$$

$$+ E \left( -\frac{E C_2 C_2}{C_1 + C_2} + E C_1 \right)$$

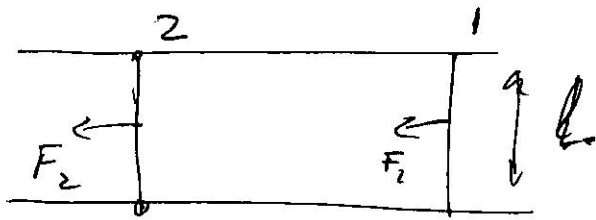
$$= \frac{E^2 C_1^2}{C_1 + C_2}$$

Знаменник;  $n/3$

Числитель

$$Q = \frac{4}{10} CE^2 + \frac{16}{50} CE^2 + E^2 C \cdot \frac{16}{5} = 2 CE^2$$

$$= \frac{36 + 160 - 100}{50} CE^2 = \frac{96}{50} CE^2 = 1,92 CE^2$$



$$\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S_{\text{замкнутый}}}{\Delta t} = -BLv_0$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BLv_0}{R}$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{BLv_0}{3R}$$

$$a_1 = \frac{BI_1 L}{2m} = \frac{B^2 L^2 v_0}{2mR}$$

$$a_2 = \frac{B^2 L^2 v_0}{3mR}$$

$$v_1(t) = v_0 + \frac{a_1 t^2}{2}$$

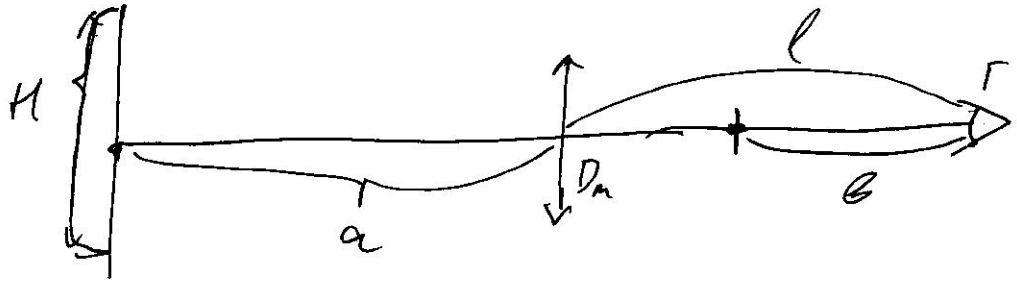
$$v_2(t) = \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$F = 18 \text{ cm}$$

$$H = 9 \text{ cm}$$

$$a = 72 \text{ cm}$$

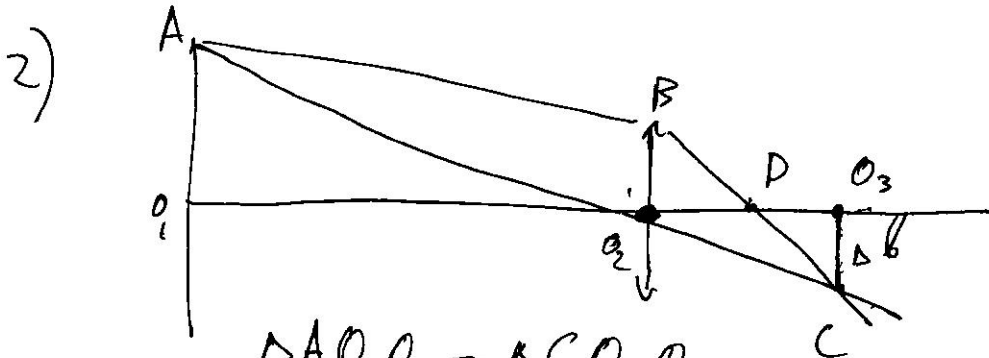
$$b = 24 \text{ cm}$$



$$\frac{l}{F} = \frac{l}{a} + \frac{1}{l-b}$$

$$\frac{aF}{a-F} = l-b$$

$$1) \quad l = b + \frac{aF}{a-F} = 48 \text{ cm}$$



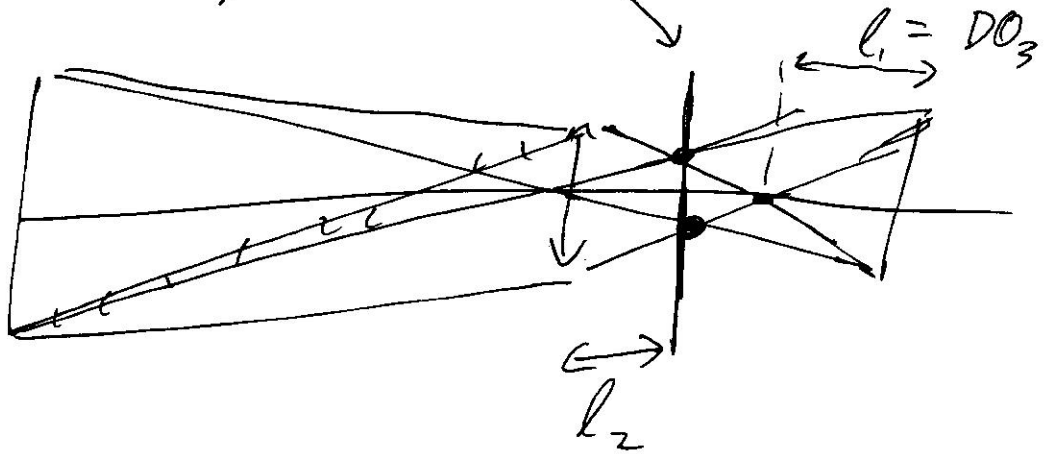
$$\frac{2\Delta b}{H} = \frac{l-b}{a}$$

$\triangle AO_1O_2 \sim \triangle CO_3O_2$

$$\triangle BDO_2 \sim \triangle CO_3O_2$$

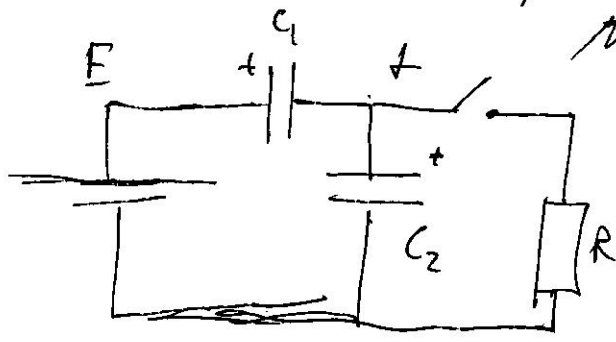
$$\frac{D_m}{2\Delta b} = \frac{O_2D}{DO_3} = \frac{D_m a}{H(l-b)}$$

3) Переносим экран



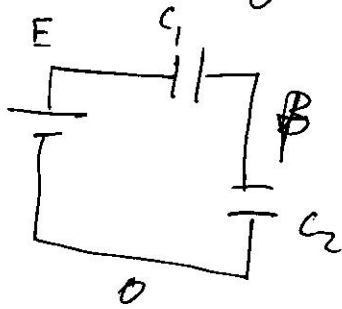
$$l_2 = \frac{ab}{DO_3} \cdot O_2 D -$$

Зеркало  
№3



~~U = IR~~  $C \dot{u} = I$

До размыкания,  
уравновесим. потенциалы:  $U_{лев} = U_{прав}$



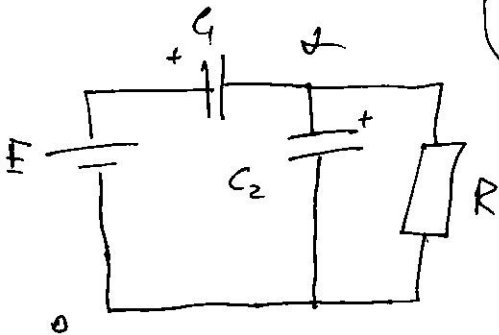
~~U = IR~~

$$E - \beta = \frac{q_1}{C_1}$$

$$E = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$$

$$\beta = \frac{q_2}{C_2}$$

$$-q_1 + q_2 = -q_2 \leftarrow 3C3$$



$$F = \frac{q_2}{C_2} = IR$$

$$I = \frac{q_2}{C_2 R} =$$

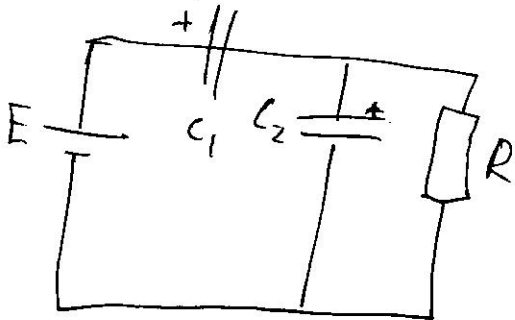
$$E = \frac{q_2}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$$

$$F = \left( \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_1} \right) q_2$$

~~U = IR~~

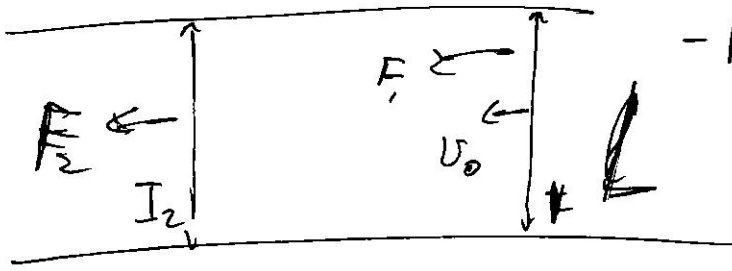
$$= \frac{E C_1 C_2}{(C_1 + C_2) R C_2}$$

Trans. потенциалы:



# Задача

W4



$$-B \frac{\Delta S}{\Delta t} = \mathcal{E} = -Blv_0$$

~~$\mathcal{E} = \dots$~~

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Blv_0}{R}$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2} = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{Blv_0}{3R}$$

$$F_1 = BI_1L = \frac{B^2L^2v_0}{R}$$

$$F_2 = BI_2L = \frac{B^2L^2v_0}{3R}$$

$$a_1 = \frac{B^2L^2v_0}{2mR}$$

$$a_2 = \frac{B^2L^2v_0}{3mR}$$



репробук

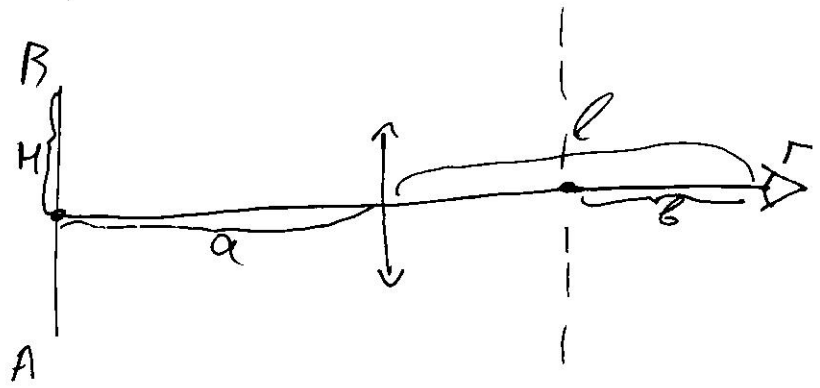
u/5

$$F = 18 \text{ cm}$$

$$H = 9 \text{ cm}$$

$$\alpha = 72 \text{ cm}$$

$$b = 24 \text{ cm}$$

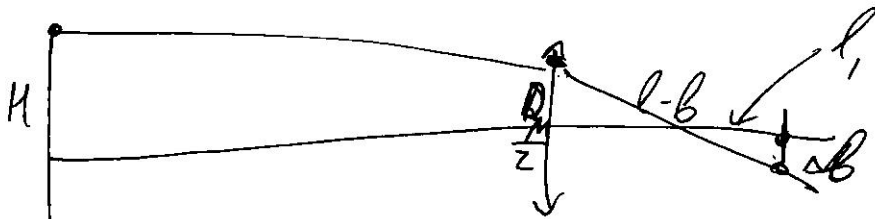


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{l-b}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{l-b}$$

$$\frac{\alpha F}{\alpha - F} = l - b$$

$$D) \frac{\alpha F}{\alpha - F} + b = l = 48 \text{ cm.}$$



$$\frac{\Delta b}{b} \rightarrow \frac{\Delta b}{l_1} = \frac{D_m}{2(l-b-l_1)}$$

~~u/5~~

$$l_1 D_m + 2 \Delta b l_1 = \Delta b \cdot 2(l-b)$$

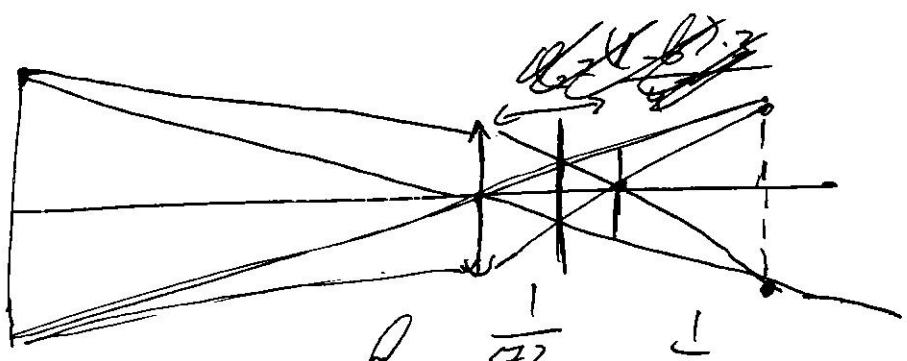
$$D_m = \frac{2 \Delta b}{l_1} (l-b)$$

$$D_m = \frac{2 \Delta b}{l_1} (l-b)$$

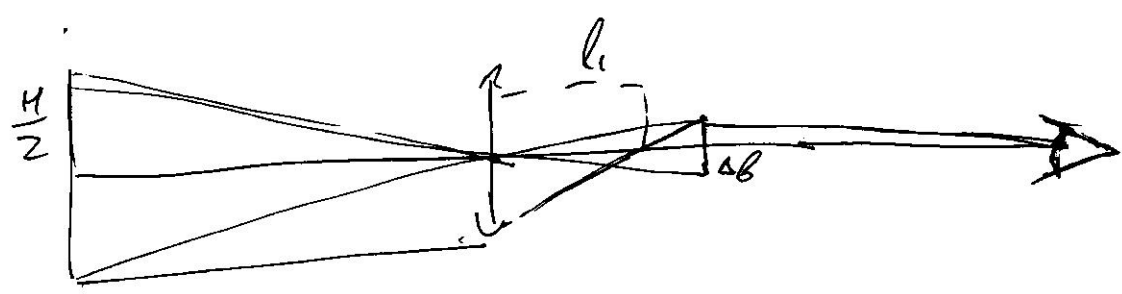
$$\frac{\Delta b}{l_1} = \frac{D_m}{2(l-b)}$$

№5

Зрешевин



$$\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{\frac{1}{72}}{\frac{1}{24}} = \frac{1}{4}$$



$$\frac{2\Delta b}{H} = \frac{l-b}{a} \quad \frac{l_1}{l-b-l_1} = \frac{D_m}{2\Delta b} = \frac{D_m a}{H(l-b)}$$

~~Handwritten scribbles~~

$$\frac{D_m}{2(l-b-l_1)} =$$

$$\frac{2\Delta b}{D_m} = \frac{l-b}{a}$$