

Часть 1

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

Шифр: **21201835**

ID профиля: **255583**

Вариант 1

Чистовик

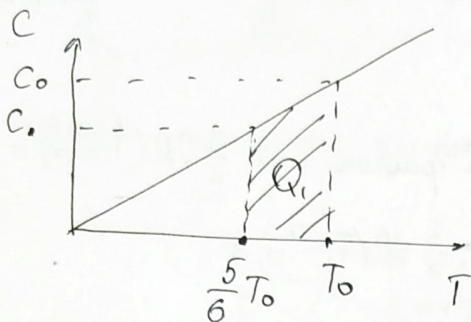
N2 1) $Q_1 = ?$

$$C(T) = 2R \frac{T}{T_0}$$

для малых изменений ΔQ :

$$\Delta Q = C \Delta T \Delta T$$

$Q_1 =$ "S-фигура" $\cdot V$



$$C_0 = C(T_0) = 2R \frac{T_0}{T_0} = 2R$$

$$C = C\left(\frac{5}{6}T_0\right) = 2R \frac{5T_0}{6T_0} = 2R \cdot \frac{5}{6} = \frac{5}{3}R$$

Искомая нам фигура - трапеция \Rightarrow "S-фигура" =

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \left(2R + \frac{5}{3}R\right) \cdot \left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right) = \frac{R}{2} \cdot \frac{11}{3} \cdot \frac{T_0}{6} = \frac{11}{36} R T_0$$

$$Q_1 = \frac{11}{36} V R T_0$$

2) ~~ΔQ~~ И начало термодинамики ~~для~~ вблизи точки, куда хотим прийти

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

Пусть Δ - очень малые приращение величин!

$$\Delta U = \frac{i}{2} V R \Delta T ; i=3$$

$$\Delta A = p \Delta V \quad A \rightarrow \min \Rightarrow A' = 0 \Rightarrow \Delta A = 0$$

Тогда получим:

$$\Delta Q = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

$$V 2R \frac{T_1}{T_0} \Delta T = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

$$\boxed{T_1 = \frac{3}{4} T_0}$$

~~$$\Delta Q = \frac{1}{2} \cdot (C + C_0) (T_0 - T_1) =$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \left(2R + 2R \frac{T_1}{T_0}\right) (T_0 - T_1)$$~~

Чистовик

3) Теперь запишем 1 канал термодинамики для ^{состояния} связи параллельного и конечного процессов, теперь Δ — не малое приращение, а разность конечной и начальной величин. (начальн. сост: T_0, C_0 ; конечн. — та точка, где $A \rightarrow \min$)

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

$$\Delta A = \Delta Q - \Delta U = \text{"S. функция"} - \frac{3}{2} VR(T_1 - T_0) =$$

$$\ominus \frac{1}{2} \cdot (C_0 + C_1)(T_1 - T_0)V - \frac{3}{2} VR(T_1 - T_0) \neq$$

$$C_1 = 2R \cdot \frac{3T_0}{4T_0} = \frac{3}{2}R$$

$$\Delta A = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2}R + 2R \right) \left(\frac{3}{4}T_0 - T_0 \right) V - \frac{3}{2} VR \left(\frac{3}{4}T_0 - T_0 \right) =$$

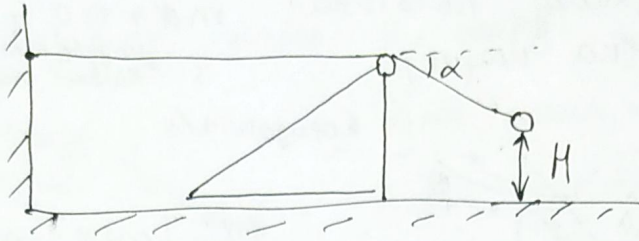
$$\ominus - \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{2}R \cdot \frac{1}{4}T_0 V + \frac{3}{2} VR \cdot \frac{1}{4}T_0 = \frac{3}{8} VR T_0 - \frac{7}{16} VR T_0 =$$

$$\ominus \frac{6}{16} VR T_0 - \frac{7}{16} VR T_0 = \left(-\frac{1}{16} VR T_0 \right) = A_{\min}$$

$$\text{Ответ: } Q_1 = \frac{11}{36} VR T_0, \quad T_1 = \frac{3}{4} T_0, \quad A_{\min} = -\frac{1}{16} VR T_0.$$

Чистовик

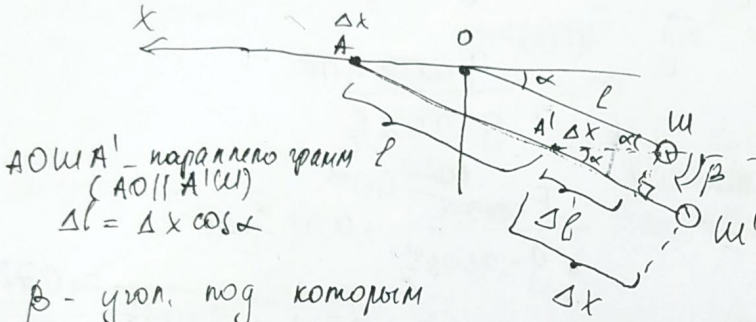
N1



$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\alpha = \text{const}$$

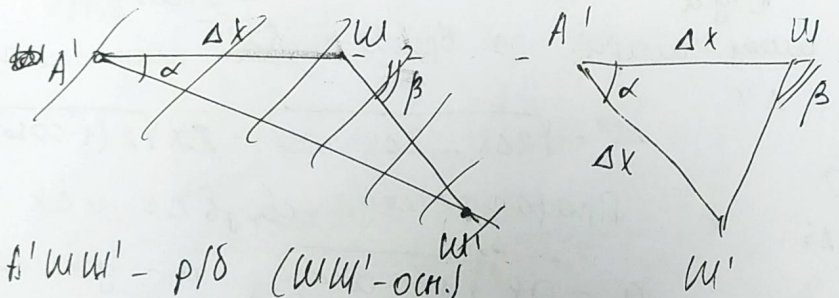
Рассмотр. элемент клина на Δx :



$AO \perp A'W$ - параллельно грани ℓ
 ($AO \parallel A'W$)
 $\Delta \ell = \Delta x \cos \alpha$

W - нормальное
 полш. шара
 W' - касательное полш.
 шара

β - угол, под которым
 происходит движ. шара.
 $\triangle A'A'W$ $\triangle A'W'W'$:

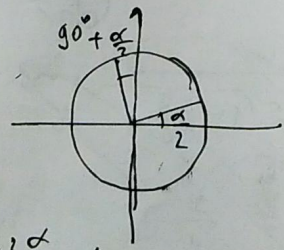


$\triangle A'W'W'$ - р/б ($W'W'$ - осн.)

$$\angle A'W'W' = \angle A'W'W' = \frac{180^\circ - \alpha}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \angle \beta = 180^\circ - 90^\circ + \frac{\alpha}{2} \text{ (как смежные)} = 90^\circ + \frac{\alpha}{2}$$

Три угл. окружн.:



$$\sin \frac{\alpha}{2} = -\cos(90^\circ + \frac{\alpha}{2})$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{4}{5}$$

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

$$\frac{3}{5} + 1 = \frac{8}{5} = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} \rightarrow \frac{4}{5} = \cos^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{1 - \frac{4}{5}} = \sqrt{\frac{1}{5}} \Rightarrow \beta = \arccos\left(-\sqrt{\frac{3}{5}}\right)$$

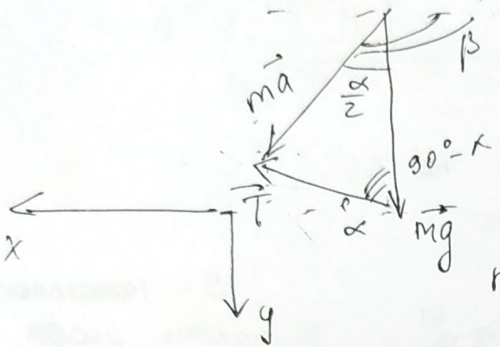
Исходник

2) Рассеянный

Δ скорости сил:

По 2 закону Ньютона: $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$
 (ка шарик) T - сила натяжения

горизонтал



$OX: T \cos \alpha = m a \sin \frac{\alpha}{2}$ (1)

$Oy: mg = m a \cos \frac{\alpha}{2} + T \sin \alpha$ (2)

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

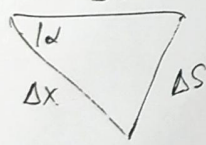
в (1): $T \cos \alpha = \frac{T \cos \alpha \sin \alpha}{g - a \cos \frac{\alpha}{2}} \cdot a \sin \frac{\alpha}{2}$

$a = \frac{g}{\tan \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2}} = 0,72g \approx 7,2 \frac{M}{c^2}$

$\text{ctg} \alpha (g - a \cos \frac{\alpha}{2}) = a \sin \frac{\alpha}{2}$

$g = a \left(\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\text{ctg} \alpha} + \cos \frac{\alpha}{2} \right) \rightarrow a = \frac{g}{\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\text{ctg} \alpha} + \cos \frac{\alpha}{2}}$

Δs - путь шара за время, пока клин сместился на Δx .



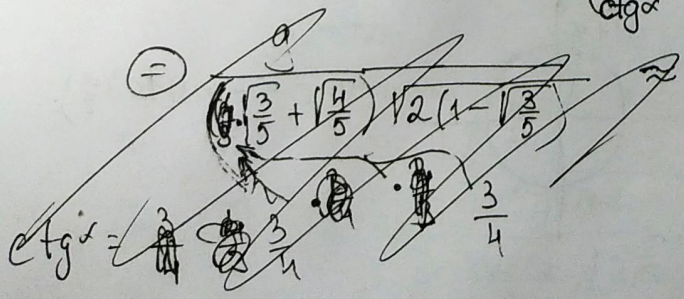
$\Delta s^2 = \sqrt{2\Delta x^2 - 2\Delta x^2 \cdot \cos \alpha} = \Delta x \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$

Продифференцируй, связав Δs и Δx 2 раза:

$a = a_k \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$

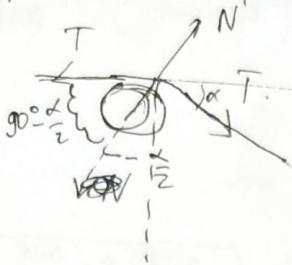
a - уск. шара
 a_k - уск. клина

$a_k = \frac{a}{\sqrt{2(1 - \cos \alpha)}} = \frac{g}{\left(\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\text{ctg} \alpha} + \cos \frac{\alpha}{2} \right) \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}} = 0,57g \approx 5,7 \frac{M}{c^2}$



Числовик:

3) Силы на блок, прикреплен к шару: m_0 - масса блока



Блок легкий $\Rightarrow m_0 a + 0 \Rightarrow$

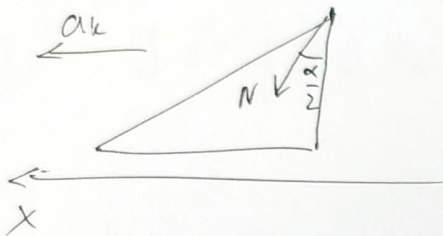
$$\Rightarrow N = 2T \cos(90^\circ - \frac{\alpha}{2}) = 2T \sin \frac{\alpha}{2}$$

по 3 закону Ньютона, такая же сила действует на шар, но в другую сторону:

2 закон Ньютона для шара

$$0x: M a_k = N \sin \frac{\alpha}{2} = 2T \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

M - масса шара
 m - масса



$$\frac{M a_k}{m a} = \frac{2T \sin^2 \frac{\alpha}{2} (g - a \cos \frac{\alpha}{2})}{T \cos \alpha a}$$

$$a_k = \frac{g}{\frac{(\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2}) \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{\operatorname{ctg} \alpha}} \Rightarrow$$

$$M = \frac{2T \sin^2 \frac{\alpha}{2} (\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2}) \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{g}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{2T \sin^2 \frac{\alpha}{2} (\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2}) \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{g \cdot T \cos \alpha} g \left(1 - \frac{\cos(\frac{\alpha}{2})}{\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2}}\right)$$

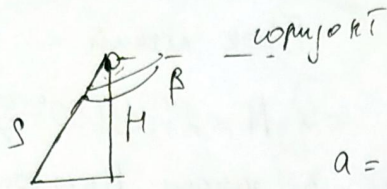
$$M = \frac{2T \sin^2 \frac{\alpha}{2} (\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{ctg} \alpha} + \cos \frac{\alpha}{2}) \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{g}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{2T \sin^2 \frac{\alpha}{2} (\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{ctg} \alpha} + \cos \frac{\alpha}{2}) \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{g \cdot T \sin \alpha} g \left(1 - \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{ctg} \alpha} + \cos \frac{\alpha}{2}}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m}{M} = 1,05$$

Умножник

4) Маг проїдег нурь $S = \frac{H}{\cos(\beta - 90^\circ)} = \frac{H}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{5}{4}} H$

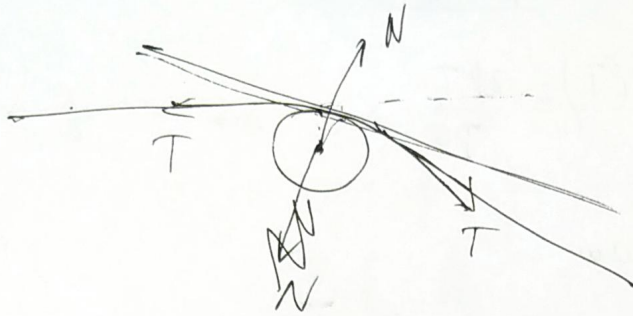


$a = \cos \alpha t \Rightarrow$

$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \sqrt{\frac{5}{4}} H \left(\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{g \cos \frac{\alpha}{2}} + \cos \frac{\alpha}{2} \right)}{g}}$

$\Rightarrow 1,76 \sqrt{\frac{H}{g}}$

Упробук



$$2 \cdot \frac{5}{6} = \frac{2}{6} \cdot 5 = \frac{1}{3} \cdot 5 = \frac{5}{3}$$

$$J = \frac{1}{2} R T_0 \left(2 + \frac{5}{3} \right) \left(1 - \frac{5}{6} \right) = \frac{RT}{2} \cdot \frac{11}{3} \cdot \frac{1}{6} = \frac{11}{36} RT_0$$

$$2R \frac{T_1}{T_0} = \frac{3}{2} R$$

$$2T_1 = \frac{3}{2} T_0$$

$$T_1 = \frac{3}{4} T_0$$

$$C_1 = 2R \cdot \frac{3T_0}{4T_0} = \frac{1}{2} \cdot 3R = \frac{3}{2} R$$

$$Q = \frac{1}{2} R T_0 \left(2 + \frac{3}{2} \right) \left(\frac{3}{4} - 1 \right) + \frac{3}{2} R T_0 \left(1 - \frac{3}{4} \right) =$$

$$= R T_0 \left(-\frac{7}{2 \cdot 4 \cdot 2} + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{4} \right) =$$

$$\frac{3}{8} - \frac{7}{16} = \frac{6}{16} - \frac{7}{16} = -\frac{1}{16}$$

Упробун

v, T_0

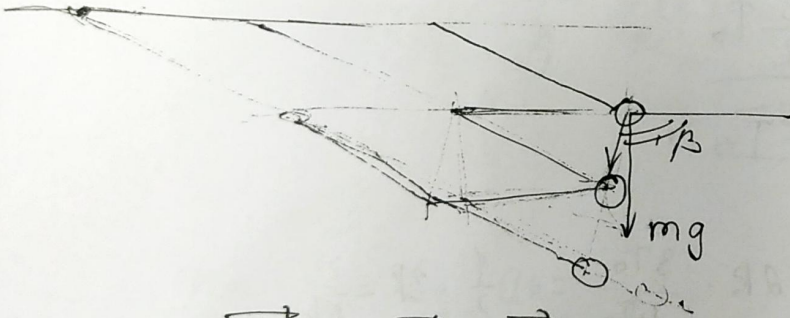
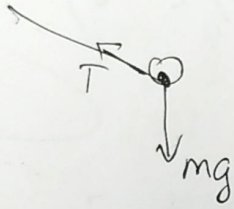
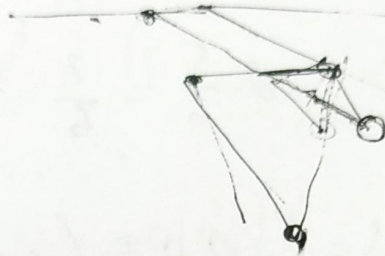
$$C(T) = \frac{2kT}{T_0}$$

1) $\beta - ?$ a_w

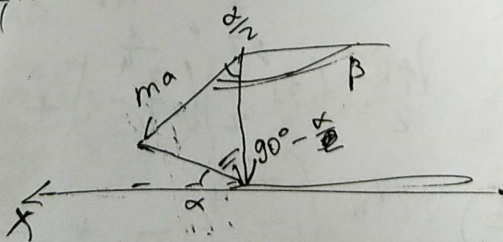
2) a_k

3) $\frac{m}{M}$

4) $+$



$$\vec{ma} = \vec{mg} + \vec{T}$$



$$180^\circ - \frac{\alpha}{2} - 90^\circ + \alpha = 90^\circ + \frac{\alpha}{2}$$

$\cdot ma$

Черобук:

$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \rightarrow \cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 = \frac{3}{5} \rightarrow 2\cos^2 \alpha = \frac{8}{5}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{4}{5}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{\frac{3}{5}}$$

g

$$0,77 \cdot \frac{4}{3} + 0,89 = \underline{\underline{1,032}}$$

~~1,032~~

$$\frac{1}{\sqrt{2(1 - \cos \alpha)}} = 0,7937$$

$$\frac{M_{ak}}{ma} = \frac{M}{m} \cdot \frac{a_k}{ma}$$

$$M = \frac{2T \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{0,57g} = \frac{3}{5} \cdot 3,51 \cdot \frac{T}{g} = 2,11 \frac{T}{g}$$

$$m = \frac{T \sin \alpha}{g - 0,72g \cdot \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{1 - 0,72} =$$

$$\frac{1,6g}{0,38} = 4,22 \frac{T}{g}$$

Часть 2

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

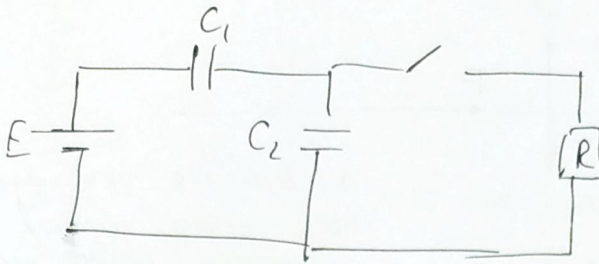
Шифр: **21201835**

ID профиля: **255583**

Вариант 1

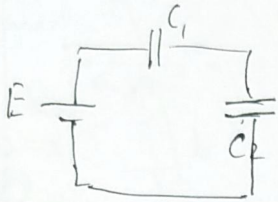
Чистовик

N1



$C_1 = 2C$
 $C_2 = C$

1) До замык. ктото у нас такая схема:



конденс. соед. последовательно => через них проходит одинаковый заряд.

$U_{C1} + U_{C2} = E$ - II закон Кирхгофа
 $q/C + q/2C = E \Rightarrow U_{C1} = \frac{2E}{3}$ $q = 3CE$
 ~~$U_{C2} = \frac{E}{3}$~~

$U_{C1} = \frac{E}{3}$ $U_{C2} = \frac{2E}{3}$

Сразу после замык: напряжения на конденсаторах скачком не меняются => $U_{C1,до} = U_{C1,сразу\ после}$

$U_{C2,до} = U_{C2,сразу\ после}$

U_R - напрян. на резисторе

$U_C = U_{C2}$ (параллельн. соед.) => $I = \frac{U_C}{R} = \frac{U_{C2}}{R} =$

$\Rightarrow \frac{2E}{3R}$

2) ЗСД: $A_{ист} + W_1 = W_2 + Q$

Вспомогательные

Потребов тепла

законсерв.

↑
паразн. энтрп. сист.

↓
консп. энтрп. сист.

$A_{ист}$ - работа источника

когда $I = 0 \Rightarrow U_{C2} = 0 \Rightarrow U_{C1} = E$

$A_{ист} = E \Delta q = E(2CE - \frac{2}{3}EC - \frac{1}{3}EC) = CE^2$

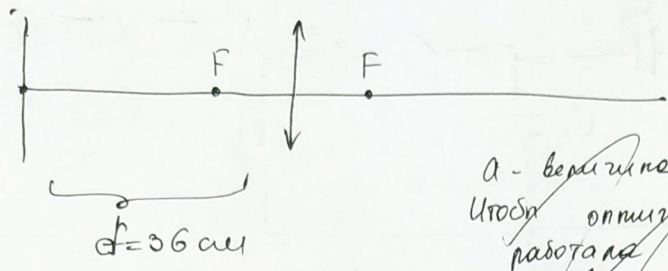
$W_1 = \frac{2C}{2} \cdot \frac{4E^2}{9} + \frac{C}{2} \cdot \frac{E^2}{9} = \frac{9}{2 \cdot 9} CE^2 = \frac{1}{2} CE^2$

$W_2 = \frac{2C}{2} \cdot E^2 = CE^2$

СМ. ПРОДОЛЖЕНИЕ
НА СТР. 4

Чистовик

№5



длина содру. $\Rightarrow F > 0$
 содру. действит. $\Rightarrow f > 0$

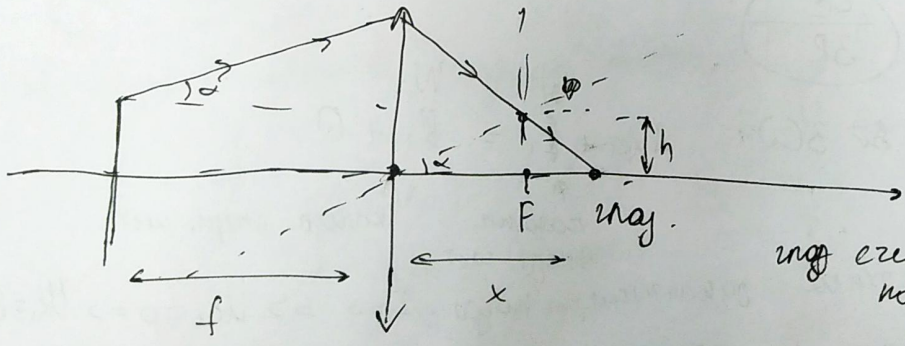
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad ; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{d - F} = \frac{9 \cdot 36}{36 - 9} = \frac{9 \cdot 36}{27} = \frac{36}{3} = 12 \text{ см}$$

a - величина аккомодации глаза
 чтобы оптический центр коррекционной линзы с фокусом совпал с фокусом глаза
 $x = a + F = 24 + 9 = 33 \text{ см}$

Глаз наводится на точку, находящуюся по расхождению 24 см от него, $\Rightarrow x = a + f$
 $x = 12 + 24 = 36 \text{ см}$
 Глаз наведен на точку на $a = 24 \text{ см}$ от него $\Rightarrow x = 12 + 24 = 36 \text{ см}$
 a - величина аккомодации

2) Видимость всей картины означает видимость её крайних точек (лучи от них должны попасть в глаз)



глаз считаем точкой по условию

Вмх R_M, R - радиусы мипы и картины

1) подобие: $\frac{R_M - R}{f} = \frac{h}{F} \quad (1)$

2) подобие: $\frac{R_M}{x} = \frac{h}{F} \Rightarrow h = \frac{R_M \cdot F}{x} \quad (2)$

подставим в (1): $\frac{R_M - R}{f} = \frac{R_M \cdot F}{x \cdot f}$ Чистовик

$$R_M x - R x = R_M f$$

$$R_M (x - f) = R x$$

$$R_M = \frac{R x}{\cancel{x-f} x-f} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$D_M = \frac{M x}{x-f} = \frac{9 \cdot 36}{36-12} = \frac{9 \cdot 36}{24} = \frac{9 \cdot 6}{4} =$$

$$\ominus \frac{9 \cdot 3}{2} = \frac{27}{2} = \underline{13,5 \text{ см}}$$

3) Надо сделать так, чтобы изображение экрана оказа-

лось в фокусе, где находится глаз.
1) предмет $\frac{1}{F}$ (ширину картины и линзы)

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \left(\frac{1}{d}\right) \quad f = x$$

d берем с +, потому что по условию ставим перед линзой

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{1}{9} - \frac{1}{36} = \frac{3}{36}$$

$$\underline{d = 12 \text{ см}}$$

2) предмет $\frac{1}{F}$ (ширину линзы и угол картины)

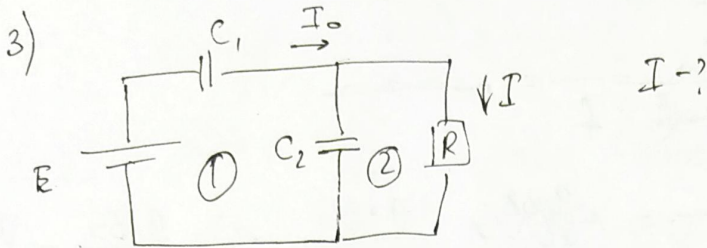
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} - \left(\frac{1}{d}\right) \quad \frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{F} < 0 \Rightarrow \text{противоречие}$$

\downarrow модуль расстояния до мним. предмета ($d > 0$)

\downarrow предмет экран надо поставить между линзой и картиной, на расстоянии 12 см от линзы.

Учетовик

$$CE^2 + \frac{1}{2}CE^2 = CE^2 + Q \Rightarrow Q = \frac{1}{2}CE^2$$



2 Закон Кирхгофа

Контур ①: $\mathcal{E} - U_{C1} - U_{C2} = 0$

Контур ②: $U_{C2} = IR$

$$\mathcal{E} - U_{C1} - IR = 0$$

$$\mathcal{E} - \frac{q_1}{2C} - IR = 0 \quad q_1 = I_0 t$$

$$\mathcal{E} - U_{C1} - U_{C2} = \mathcal{E} - \frac{q_1}{2C} - \frac{q_2}{C} = 0 \quad - \text{продифференцируем по } t$$

$$\frac{q_1}{2C} = \frac{q_2}{C}$$

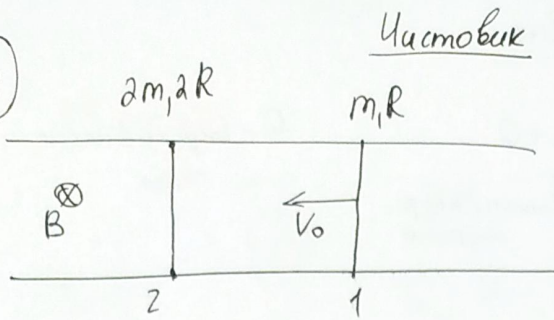
$$q_1 = I_0 t$$

$$q_2 = I_0 t - I t$$

$$\frac{I_0 t}{2} = I_0 t - I t \Rightarrow I = \frac{I_0}{2}$$

СМ. ПУНКТ 2 ЭТОЙ ЗАДАЧИ
НА СТР. 6

(N4)



$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{- закон Фарадея}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{B dS}{dt} = - \frac{BL \cdot (-v_0 dt)}{dt} = BLv_0$$

I - образовавшийся в контуре ток

$$I = \frac{\mathcal{E}}{2R + R} = \frac{\mathcal{E}}{3R}$$

Но ~~пробой~~ на проводнике 2 будет действовать сила Ампера F_A : $F_A = BIL \sin \alpha$ $\sin \alpha = 1$

$$F_A = \frac{B \cdot \mathcal{E}}{3R} \cdot L = \frac{B \mathcal{E} L}{3R} = 2ma_2$$

$$|a_2| = \frac{B \mathcal{E} L}{3R \cdot 2m} = \frac{BL \cdot BLv_0}{6Rm} = \sqrt{\frac{B^2 L^2 v_0}{6Rm}}$$

2) ЗОУ: $mV_0 = 2mU + mW \rightarrow mV_0 = mW$

ЗОЭ: $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{2mU^2}{2} + \frac{mW^2}{2}$

$$mV_0^2 = 2mU^2 + mW^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_0 = 2U + W \quad (1) \\ V_0 - W = 2U \end{array} \right.$$

$$V_0 - W = 2U$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_0^2 = 2U^2 + W^2 \quad (2) \\ V_0^2 - W^2 = (V_0 + W)(V_0 - W) = 2U^2 \end{array} \right.$$

$$V_0^2 - W^2 = (V_0 + W)(V_0 - W) = 2U^2$$

$$2U(V_0 + W) = 2U^2$$

$$U = V_0 + W$$

↓ б (1)

$$V_0 = 2V_0 + 2W + W$$

$$3W = -V_0$$

$$W = -\frac{V_0}{3}$$

$$V_0 + \frac{V_0}{3} = 2U = \frac{4U}{3}$$

$$U = \frac{2}{3}V_0$$

Учетовик.

2) ЗСЭ: $A_{\text{ист}} + W_1 = W_2 + Q$

↑
паралел.
электрич.
система

↑
конечн. энерг.
система

Q - работа источника
тепло

~~$A_{\text{ист}} = E \Delta q = E$~~

Возг. тепле замкнута, когда $I=0$, $U_{C2}=0$, $U_{C1}=E$

$A_{\text{ист}}$ - работа источника

$A_{\text{ист}} = E \Delta q = E(2EC - 2 \cdot \frac{4}{3} CE) = + \frac{2E^2 C}{3}$

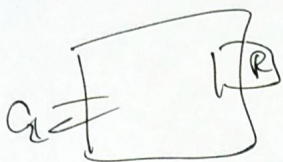
$W_1 = \frac{2C}{2} \cdot \frac{E^2}{9} + \frac{C}{2} \cdot \frac{4E^2}{9} = \frac{6CE^2}{18} = \frac{1}{3} CE^2$

$W_2 = \frac{2C}{2} \cdot E^2 = CE^2$

$-\frac{2}{3} \frac{E^2}{C} + \frac{1}{3} CE^2 = CE^2 + Q$

Упробна:

$I = 2A$

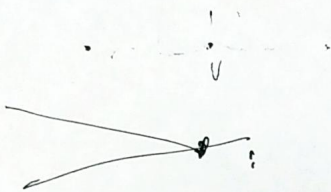


$$U_2 = IR$$

$$E - U_1 - U_2 = 0$$

$$E - U_1 - IR = 0$$

~~$E - U_1 - IR = 0$~~



$$R_u = E_{ext} + Q$$

