

# Часть 1

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

Шифр: **21201900**

ID профиля: **331495**

Вариант 1

12)

1)  $Q_1 = Q_{отдавшее} = - Q_{получившее}$

2)  $\Delta Q_{получившее} = C(T) \nu \Delta T = 2R\nu \frac{T \Delta T}{T_0} \quad (*)$

3) Проинтегрируем (\*) для  $T \in [T_0; \frac{5}{6}T_0]$

$\Rightarrow \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} \Delta Q_{получ} = \frac{2R\nu}{T_0} \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} T dT \Rightarrow$

$\Rightarrow -Q_1 = \frac{2R\nu}{T_0} \left( \frac{(\frac{5}{6}T_0)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2} \right) =$

$\Rightarrow Q_1 = \frac{2R\nu}{T_0} \left( \frac{T_0^2}{2} - \frac{25T_0^2}{36 \cdot 2} \right) = \frac{2R\nu}{T_0} \left( \frac{11T_0^2}{2 \cdot 36} \right) =$

$= \frac{11T_0 R \nu}{36}$

4) Запишем первое начало термодинамики для цикла:  
 $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$ . Если работа газа минимальна  $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta A = 0 \Rightarrow \Delta Q = \Delta U. \Leftrightarrow C(T) \nu \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$\Rightarrow C(T) = \frac{3}{2} R$

4.1)  $\begin{cases} C(T) = \frac{3}{2} R \\ C(T) = 2R \frac{T'}{T_0} \end{cases} \Rightarrow \frac{3}{2} R = 2R \frac{T'}{T_0} \Rightarrow T' = \frac{3}{4} T_0$

5) Чтобы найти эту минимальную работу проинтегрируем (\*) от  $T = T_0$  до  $T = \frac{3}{4} T_0$ :  $\sum 2R\nu \frac{T \Delta T}{T_0} = \sum \Delta A + \sum \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

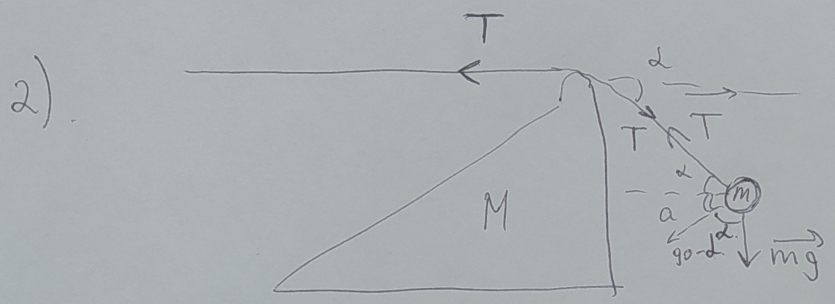
$\Rightarrow -\frac{7}{16} T_0 R \nu = A_{газа} - \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{T_0}{4} \Rightarrow A_{газа} = -\frac{1}{16} \nu R T_0$

Ответ: 1)  $\frac{11}{36} \nu R T_0$  2)  $\frac{3}{4} T_0$  3)  $-\frac{\nu R T_0}{16}$

1) Числовы физика лист 2 ВАРТ  
 1) Т.к. скорости в начале нм => ускорене.  
 равномерно ускорено нм, и Т.к. угол кинемат  
 оно будет макс и будет. в равномерно. =>

$$\Rightarrow \varphi = 90 - \alpha \Rightarrow \sin(90 - \alpha) = \sin \varphi = \cos \alpha \Rightarrow = \frac{3}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi = \arcsin\left(\frac{3}{5}\right)$$



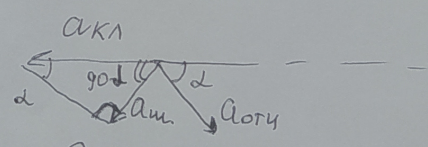
2.1)  $mg \cos \alpha = ma_m \Rightarrow$   
 $\Rightarrow a_m = \frac{3}{5}g$

2.2)  $T \cos \alpha =$   
 $T \sin \alpha +$   
 $mg - T \sin \alpha = m a_m \cos \alpha$   
 $T \cos \alpha = m a_m \cdot \sin \alpha$

$$\Rightarrow \frac{mg - \frac{4}{5}T}{\frac{3}{5}T} = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg = \frac{9}{20}T + \frac{4}{5}T = \frac{25}{20}T = \frac{5}{4}T \Rightarrow T = \frac{4}{5}mg$$

3) Расч. упр ускорения:



$$a_{kl} \sin \alpha = a_m \Rightarrow a_{kl} = \frac{a_m}{\sin \alpha} = \frac{a_m}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4} a_m = \frac{5 \cdot 3 \cdot g}{4 \cdot 5} = \frac{3}{4}g$$

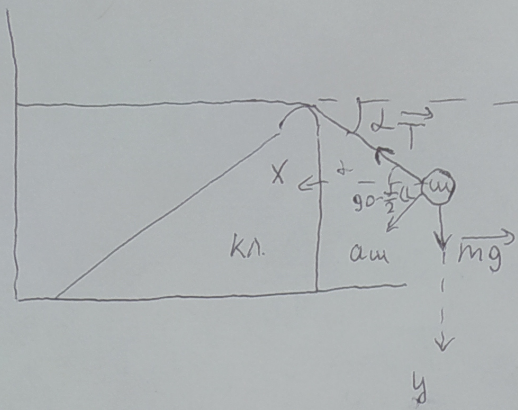
4) Уб н. 2: По 2 3. н. гур кинма:

$$T - T \cos \alpha = M a_{kl} \quad \text{Уб н. 2} \Rightarrow \frac{4}{5}mg - \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} = M \cdot \frac{3}{4}g$$

$$\frac{4m}{5}T \quad \frac{8m}{25} = \frac{3}{4}M \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{25 \cdot 3}{8 \cdot 4} = \frac{75}{32}$$

Ответы: 1)  $\varphi = \arcsin\left(\frac{3}{5}\right)$  2)  $a_m = \frac{3}{4}g$  3)  $\frac{m}{M} = \frac{75}{32}$

11).



1) Написати векторний трикутник прискорень цієї маси:  $\vec{a}_m = \vec{a}_{кл} + \vec{a}_{отн}$ , уявивши, що  $|\vec{a}_{кл}| = |\vec{a}_{отн}|$ ,

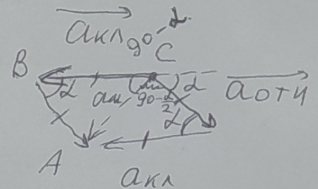
м.к.  $L = \text{const}$  у миттєв зв'язаних.

1. 1)  $\triangle ABC - \mu/\delta \Rightarrow \angle BCA = \frac{180 - \angle B}{2} =$

$= 90 - \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \sin \varphi = \sin(90 - \frac{\alpha}{2}) = \cos \frac{\alpha}{2}$ .

$\Rightarrow \cos \varphi = \cos(90 - \frac{\alpha}{2}) = \sin \frac{\alpha}{2}; \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}} = \frac{\sqrt{5}}{5} \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi = \arcsin(\frac{\sqrt{5}}{5}); \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{21}}{5}$ .



2) По 23И:  $x: T \cos \alpha = m_m \sin \frac{\alpha}{2} a_m$

$y: m_m g - T \sin \alpha = m_m a_m \cos \frac{\alpha}{2}$

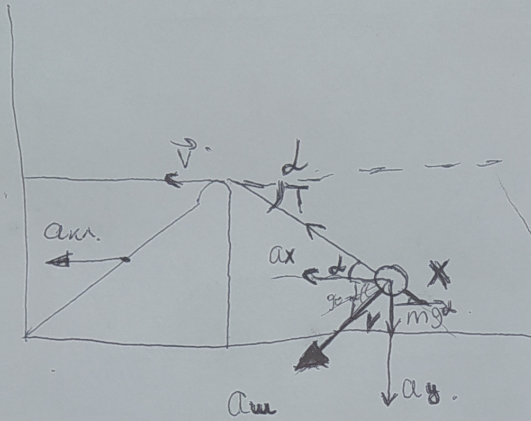
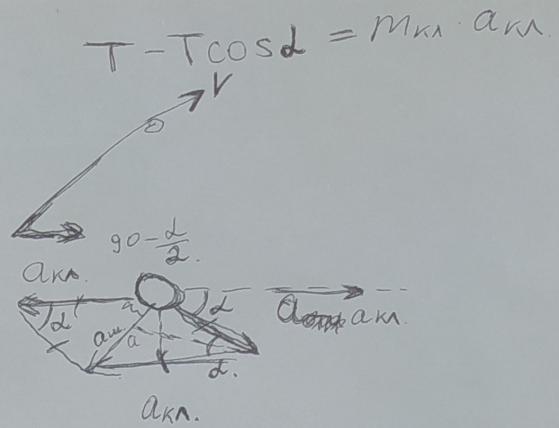
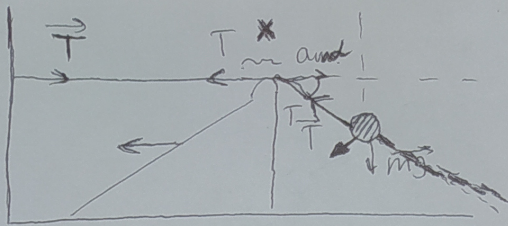
$\Rightarrow \frac{T \cos \alpha}{m_m g - T \sin \alpha} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{\frac{\sqrt{5}}{5}}{\frac{\sqrt{21}}{5}} = \sqrt{\frac{5}{21}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\frac{3}{5} T}{m_m g - T \sin \frac{4}{5}} = \sqrt{\frac{5}{21}}; \frac{3T}{5} = \sqrt{\frac{5}{21}} m_m g - \frac{4}{5} \sqrt{\frac{5}{21}} T \Rightarrow$

$\Rightarrow m_m g = \frac{T (\frac{3}{5} + \frac{4}{5} \sqrt{\frac{5}{21}})}{\sqrt{\frac{5}{21}}} \Rightarrow$

$\Rightarrow T \cdot \frac{3}{5} = \frac{T (\frac{3}{5} + \frac{4}{5} \sqrt{\frac{5}{21}}) \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} a_m}{\sqrt{\frac{5}{21}}}$

$g \cdot \frac{3}{5} = \frac{3 \sqrt{21}}{5 \sqrt{5} \sqrt{5}} + \frac{4}{5 \sqrt{5}} = a_m; 3g = \frac{3 \sqrt{21}}{5} + \frac{4 \sqrt{5}}{5}$



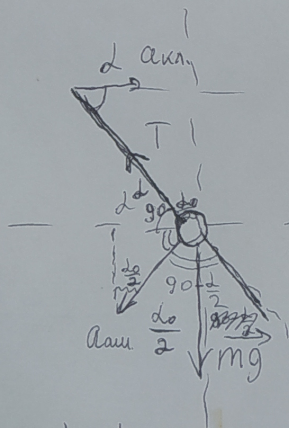
$$a_x = \frac{T \cos d}{m}$$

$$a_y = g - \frac{T \sin d}{m}$$

$$180 - \frac{180 - d}{2} = 90 - \frac{d}{2}$$

$$\frac{a_{un}}{\sin d} = \frac{a_{kn}}{\sin \frac{d}{2}} \cos \frac{d}{2}$$

$$T + mg = ma_{un} \quad \text{and} \quad \cos(90 - \frac{d}{2}) = \sin(\frac{d}{2})$$



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

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

$$\sin \frac{d}{2} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$ma_{un} \cos \frac{d}{2} = mg - T \sin d = \frac{2}{5}$$

$$ma_{un} \sin \frac{d}{2} = T$$

$$\sin^2 \frac{d}{2} = \frac{1}{5} \Rightarrow$$

$$180 - 90 - d + \frac{d}{2} =$$

$$T \cos d =$$

a

$$a_{kn} \cos d = a_{un} \sin \frac{d}{2}$$

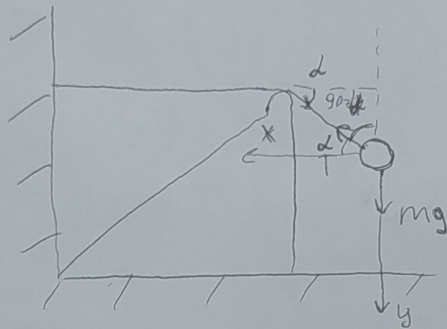
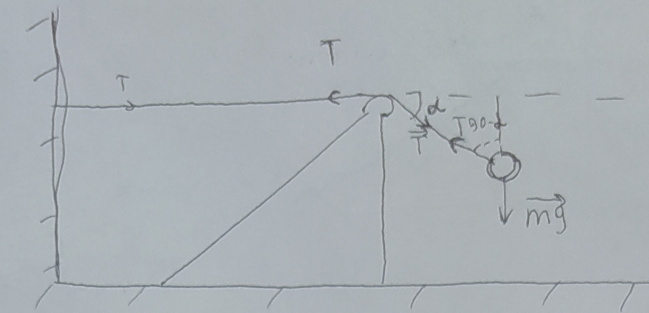
$$a_{kn} \sin d = a_{un} \cos \frac{d}{2}$$

$$a_{un} = \frac{a_{kn} \sin d}{\cos \frac{d}{2}}$$

$$\Rightarrow \sin \varphi = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\Rightarrow \varphi = \arcsin\left(\frac{\sqrt{5}}{5}\right)$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{5}{25}} = \frac{\sqrt{20}}{5}$$



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

$$T \cos \alpha = \max$$

$\nu$  моль; нач:  $T_0$        $C(T) = 2R \cdot \frac{T}{T_0}$

$$C = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T} \Rightarrow \Delta Q = C \nu \Delta T$$

$$1) Q_{\text{получ}} = -Q_{\text{отг}}; \quad \Delta Q_{\text{получ}} = C \nu \Delta T = 2R \nu \frac{T \Delta T}{T_0} \quad (*)$$

Трассируем.

$$\Delta Q = \Delta A + \Delta U; \quad A - \text{минимальна} \Rightarrow \Delta A = 0$$

$$\Rightarrow C \nu \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow C = \frac{3}{2} R =$$

$$\frac{2R}{T_0} \left( \frac{9}{16} T_0^2 - \frac{T_0^2}{2} \right) = 2R \left( \frac{9}{16} - \frac{1}{2} \right) = -\frac{4}{16}$$

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

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

$$\frac{3}{2} R T_0 - \frac{7}{16} R T_0 =$$

# Часть 2

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

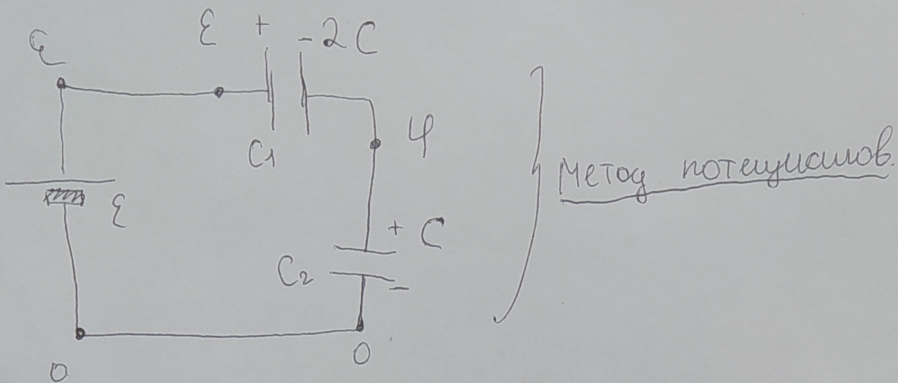
Шифр: **21201900**

ID профиля: **331495**

Вариант 1

13)

1) Рассматриваем цепь до размыкания ключа:  
Ток в цепи нет, т.к. сос-ие установившееся.



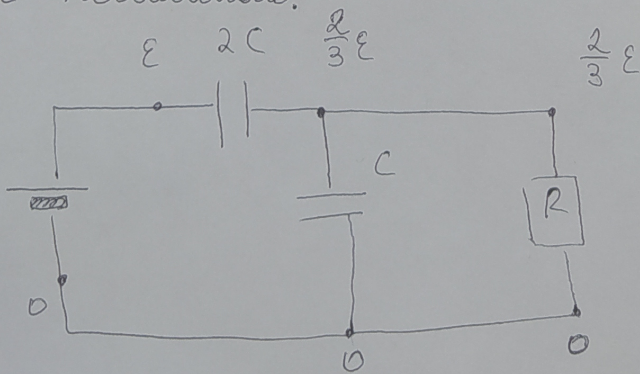
1.1)  $\sum_{i=1}^n q_i$  Сумм. заряд на обкладках  $2C(-)$  и  $C(+)$  = 0 =

$$\Rightarrow -(\varepsilon - \varphi) \cdot 2C + \varphi C = 0; \quad \varphi = 2\varepsilon - 2\varphi; \quad 3\varphi = 2\varepsilon \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{2}{3}\varepsilon \Rightarrow \text{напряжение на } C_2 = C: \quad \varphi - 0 = \frac{2}{3}\varepsilon.$$

$$U_{C2} = \frac{1}{3}\varepsilon.$$

2) Рассматриваем цепь сразу после замыкания ключа:  
Напряжение на конденсаторах скачком не меняется.



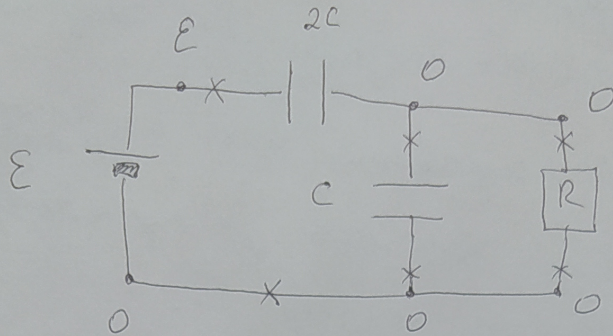
$$\Rightarrow I_R = \frac{\frac{2}{3}\varepsilon - 0}{R} = \frac{2\varepsilon}{3R}.$$

2.1)  $W_0 = \frac{2C \left(\frac{1}{3}\varepsilon\right)^2}{2} + \frac{C \left(\frac{2}{3}\varepsilon\right)^2}{2} = \frac{CE^2}{3}.$

2.2)  $q_{2C} = 2C \left(\varepsilon - \frac{2}{3}\varepsilon\right) = \frac{2CE}{3}.$



3) Рассм. цепь в уст. сос-ии после замыкания ключа: тока в цепи нет, т.к. конденсаторы заряжены.



$$U_R = I_R \cdot R = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  конденсатор  $C$  разряжен, а  $2C$  заряжен до  $\varepsilon$ .  $\Rightarrow W_k = \frac{2C\varepsilon^2}{2} = C\varepsilon^2$

3.1)  $Q_{2C} = 2C\varepsilon$ .

4)  $W_0 + A_{ист} = W_k + Q$

$$A_{ист} = \varepsilon(Q_{2C} - q_{2C}) = \varepsilon(2C\varepsilon - \frac{2C\varepsilon}{3}) = \frac{4C\varepsilon^2}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{C\varepsilon^2}{3} + \frac{4C\varepsilon^2}{3} - C\varepsilon^2 = Q \Rightarrow Q = \frac{2C\varepsilon^2}{3}$$

5) Рассм. цепь в кажд. моменте когда через  $2C$   $C_1$  течет ток  $I_0$ :

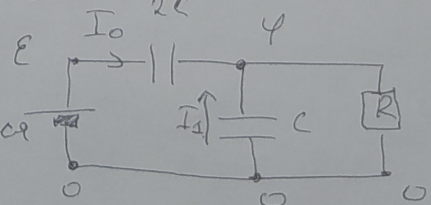
5.1) Через  $C_2$  ток течет так, как на рисунке, т.к. он разряжен.

5.2)  $I_0 = +2C(\varepsilon - \varphi)' = -2C\varphi'$

$$I_1 = -C(\varphi)' = -C\varphi' \Rightarrow I_1 = \frac{I_0}{2}$$

(-, т.к. он разряжен)

$$\Rightarrow I_R = I_0 + \frac{I_0}{2} = \frac{3I_0}{2}$$



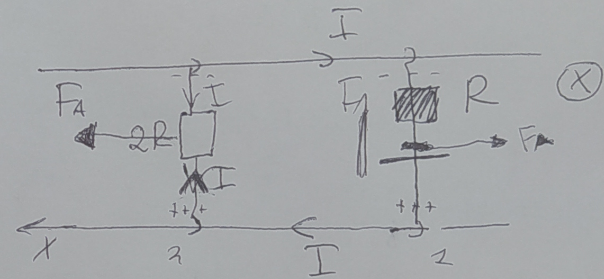
Ответ: 1)  $\frac{2\varepsilon}{3R}$  2)  $\frac{2C\varepsilon^2}{3}$  3)  $\frac{3I_0}{2}$ .

14)

1) В проводнике, движущемся с некоторой скоростью в магнитном поле появляется ЭДС индукции:

$$\mathcal{E}_{i2} \neq (0) = B v_0 L \sin(90^\circ) \text{ (направлена как на рисунке, т.е. по правилу Ленца)}$$

2) Скорость шершня  $\Rightarrow$  ~~на~~ у пружинки 2 в нач. моменте скорость 0.



3)  $I \neq (0) = \frac{\mathcal{E}_{i2}(0)}{3R} = \frac{B v_0 L}{3R}$

4) ПЛ.к. в проводнике (перемычке 2) через ток  $\Rightarrow$  на неё действует сила Ампера.

$$F_A = I(0) B L \sin(90^\circ) = \frac{B v_0 L}{3R} \cdot B L = \frac{B^2 L^2 v_0}{3R}$$

5) По 2 3И для перемычки 2 на Ох:  $F_A = 2ma \Rightarrow$   
 $\Rightarrow a = \frac{F_A}{2m} = \frac{B^2 L^2 v_0}{6Rm}$

~~6) Через большой промежуток времени в цепи ток установившийся ток I; ИЛИ~~  
~~в цепи через большой промежуток времени ток I.~~

$$I = \frac{\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2}}{3R}; I' = 0 \Rightarrow \frac{\mathcal{E}'_{i1} - \mathcal{E}'_{i2}}{3R} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}'_{i1} = \mathcal{E}'_{i2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow v_1 \neq v_2$   $a_1 = a_2 \Rightarrow v_1 = v_2 \Rightarrow$  они же движутся отн-о друг друга  $\Rightarrow$  их отн-ое ускорение равно нулю.  $\Rightarrow$  тока нет, т.к. шерня перемычки обе движутся в разные стороны ( $\mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{i2}$ ).  $\Rightarrow v_1 = v_2$ .

4) Расси систему из 2 переключен.  
 Аппе аппера действующее на каждую из  
 переключен всегда направлено в разном  
 сторону  $\rightarrow$  система замкнута вдоль оси x.

$\rho_{0x} = mU_0$ ;  $\rho_{1x} = 3mU$ ;  $\rho_{0x} = \rho_{1x} \rightarrow U = \frac{U_0}{3}$ .  
 (по 3.С.4.)

8) По 2 з.и. для переключен 2м:

$$\frac{(\epsilon_{i1} - \epsilon_{i2}) B^2 L^2}{6mR} = a_2; \quad \frac{B^2 L^2 V_1}{6mR} - \frac{B^2 L^2 V_2}{6mR} = \frac{\Delta V_2}{\Delta t}$$

$$\frac{B^2 L^2}{6mR} (V_1 - V_2) \Delta t = \Delta V \quad (*)$$

$\Delta S_{отн}$

9) Проинтегрируем (\*) от  $V=0$  до  $V = \frac{U_0}{3}$ .

$$\frac{B^2 L^2}{6mR} S_{отн} = \frac{U_0}{3} \Rightarrow S_{отн} = \frac{2mRU_0}{B^2 L^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = S_{отн} + S_0 = S_0 + \frac{2mRU_0}{B^2 L^2}$$

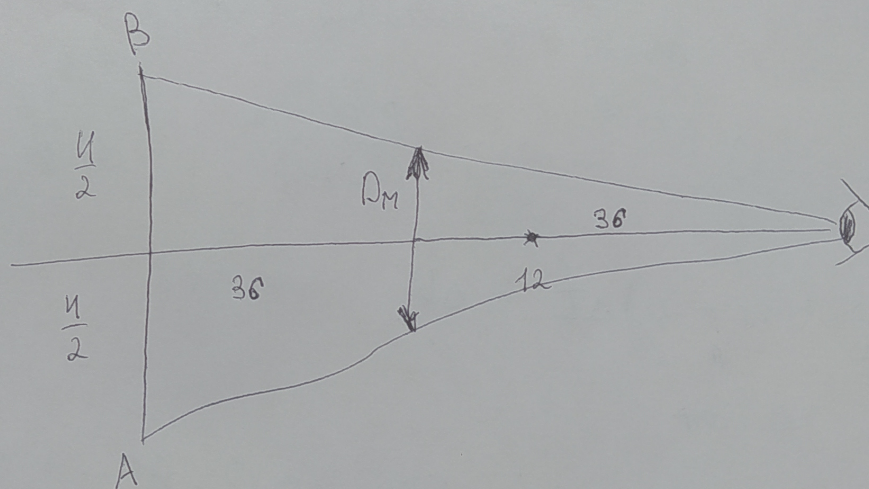
Ответ: 1)  $\frac{B^2 L^2 U_0}{6Rm}$  2)  $\frac{U_0}{3}; \frac{U_0}{3}$  3)  $S_0 + \frac{2mRU_0}{B^2 L^2}$ .

15).

1)  $36 > 9 = F \Rightarrow$  изобр. действительное изображение  
 АВ в собирающей линзе действ, переверн, уменьш.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F} = \frac{36 \cdot 9}{27} = 12 \text{ см} \Rightarrow X = f + 24 = 36 \text{ см.}$$

2)



Аналог диаметр линзы больше фокусного расстояния, чтобы если лучи не попали в линзу, то попали все за линзу.  $\Rightarrow$  из подобия

$$\frac{H}{42} = \frac{D_M}{36} \Rightarrow D_M = \frac{H}{2} = 4,5 \text{ см.}$$

Ответ: 1) 36 см 2) 4,5 см

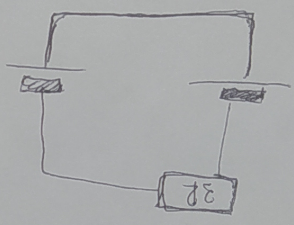
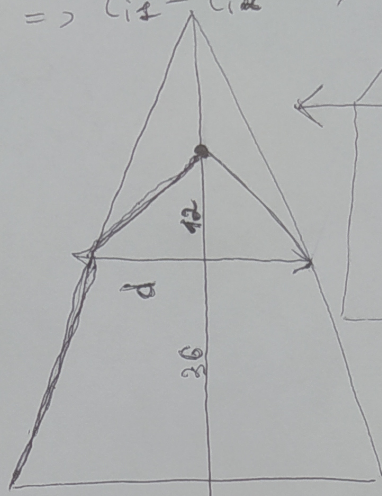
$$I = \frac{\epsilon_{i1} - \epsilon_{i2}}{3R}$$

$$I' = 0 \Rightarrow \epsilon_{i1}' = \epsilon_{i2}' \Rightarrow \beta U_{i1} = \beta U_{i2} \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$\Rightarrow U_1 = U_2$$

$$\Rightarrow \text{ome}$$

$$\Rightarrow \text{ne glu}$$

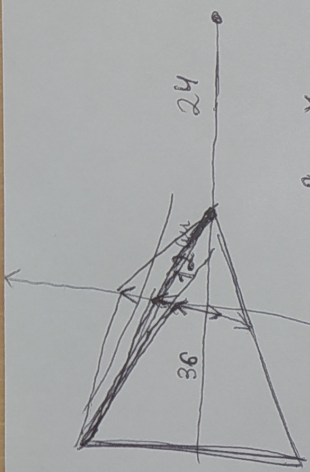


$$F_A = I R L$$

$$I = \frac{\epsilon_{i2} - \epsilon_{i1}}{3R}$$

Wachstumsweg  
na pacca  
na pacca  
na pacca

$$\frac{9}{48} = \frac{X}{12} \Rightarrow X = 12 \cdot \frac{9}{48} = \frac{9}{4} = 2.25$$



$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{9} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{9} - \frac{1}{36} = \frac{3}{36} - \frac{1}{36} = \frac{2}{36} = \frac{1}{18} \Rightarrow f = 18$$

$$I_0 = I_0 + I_A = \frac{4}{R}$$

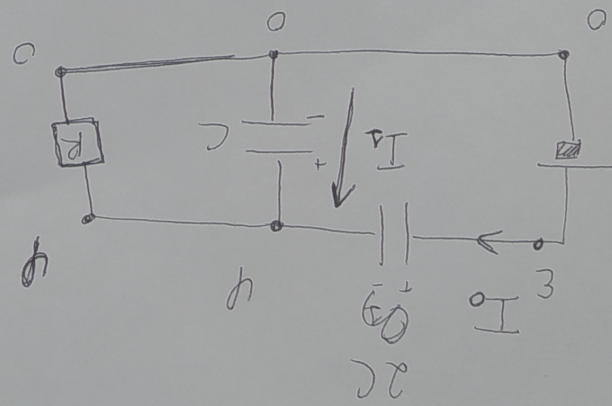
$$I_0 = \frac{20}{4} = 5$$

$$I_0 - 3I_A = 5$$

$$5 - 3I_A = 5 \Rightarrow I_A = 0$$

$$BU_{i1} = BU_{i2}$$

$$\Rightarrow U_1 = U_2$$



$$\frac{2}{3} C \epsilon^2 + \frac{9}{4} C \epsilon^2 = \frac{2}{3} \frac{\epsilon^2}{C \epsilon^2} = \frac{2}{3}$$

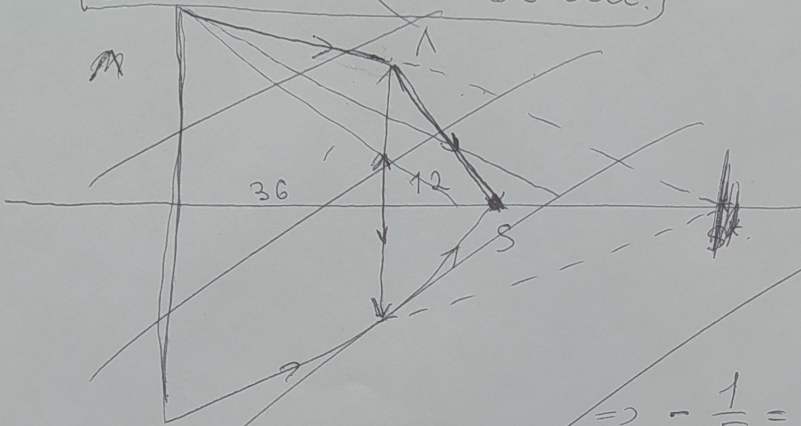
15)

1)  $36 > 9 \Rightarrow$  изображение действ. предмета  $AB$   
 в соотв. м.м. действ.  $\Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F} = \frac{36 \cdot 9}{27} = \frac{36}{3} = 12 \text{ см}$$

$$\Rightarrow L = 12 + 24 = 36 \text{ см.}$$

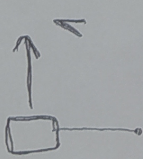
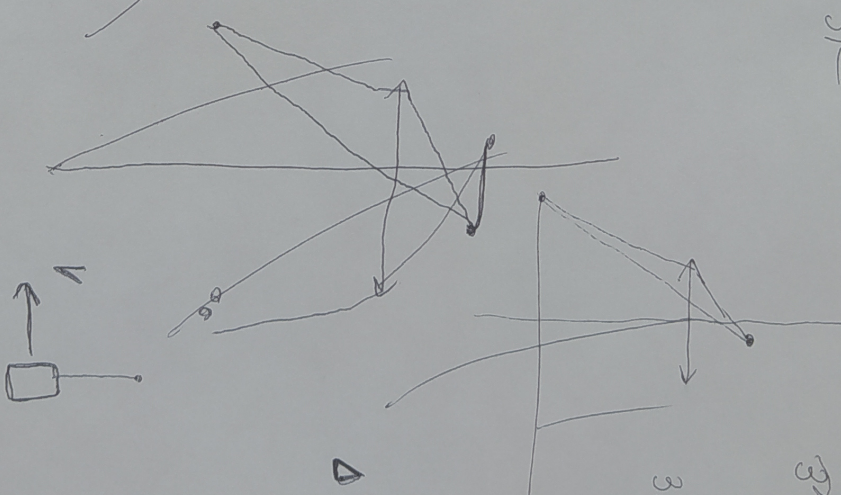
2)



$S^*$  - мнимый предмет  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  изображение

$$\Rightarrow -\frac{1}{F} = \frac{1}{d'} - \frac{1}{f'}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d'} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{F} \Rightarrow d' = \frac{Ff'}{F-f'}$$



$$I = \frac{S}{R}$$

$$3\epsilon_{12} - 3\epsilon_{12} = 6$$

$$2\epsilon_{12} = 3\epsilon_1$$

$$3\epsilon_{11} - 3\epsilon_{12} = 6\epsilon_{12} - 6\epsilon_{12}$$

$$\Rightarrow 2\epsilon_{12} = 3\epsilon_1$$

$$3\epsilon_{11} - 3\epsilon_{12} = 6\epsilon_{12} - 6\epsilon_{12}$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon_{11} - \epsilon_{12}}{6} = \frac{\epsilon_{11} - \epsilon_{12}}{3}$$

$$F_{11} = IBL = \frac{(\epsilon_{11} - \epsilon_{12}) R^2 L^2}{3 R M} = M a_1$$