Часть 1

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

Шифр: **21203397**

ID профиля: **859869**

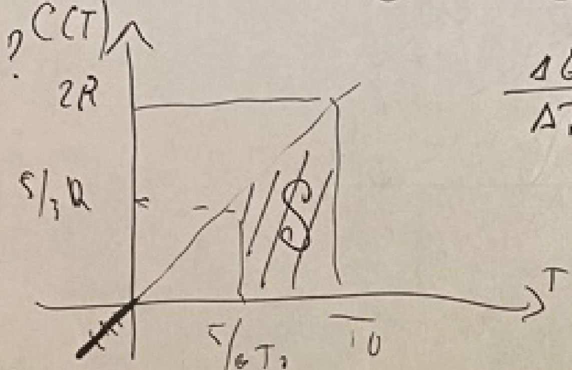
Вариант 1

Черновик

$-\frac{7}{16}+\frac{3}{8}^{(2}=\frac{-7+6}{16}=-\frac{1}{16}$

$\frac{5R}{3}+2R^{(3}=\frac{5R+6R}{3}=\frac{11R}{3}:\frac{2}{1}$

? $=\frac{11R}{6}\cdot\frac{T_0}{6}=\frac{11RT_0}{36}$



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

$Q=\underbrace{\nu\left(\frac{\frac{5R}{3}+2R}{2}\right)\cdot\frac{T_0}{6}}_{S_{\text{под г.}}}=\ldots$

2. $Q=\frac{3}{2}\nu R\Delta T+\Delta A$

$\frac{\Delta Q}{\Delta T}=\nu C(T)=\frac{3}{2}\nu R+\frac{\Delta A}{\Delta T}$, достигая, тогда $\frac{\Delta A}{\Delta T}=0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \nu 2R\,{}^3/_4T_0=\ldots$ Σ

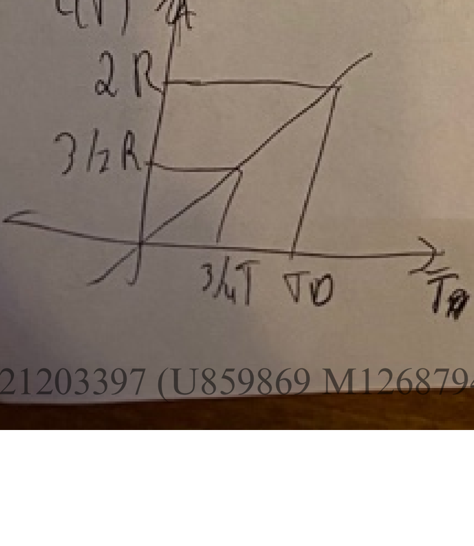
3. $\Delta A=\Delta Q-\frac{3}{2}\nu R\Delta T \to A=$ сумма $\sum\Delta Q$ - сумма $\sum\frac{3}{2}\nu R\Delta T$

~~0,4375 - 0,375 = 0,0625~~

$-\frac{1}{4}$

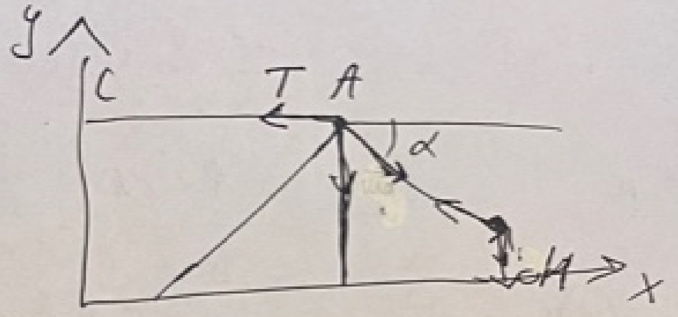
$Q_{T_1-3/4T}-\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{3}{4}T_0-T_0\right)-Q+\frac{3}{8}\nu RT=3{,}75$

$A=-\frac{7}{16}+\frac{3}{8}\nu RT_0=-\frac{1}{16}\nu RT_0$



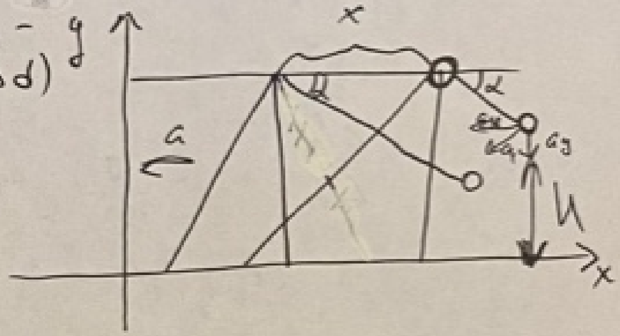
(1)

Черновик



$\vec{a}_1 = \vec{a}_x + \vec{a}_y$ ①

x: $\Delta x_1 = \Delta x + l_0\cos\alpha - (l_0 + \Delta x)\cdot\cos\alpha = \Delta x + l_0\cos\alpha - l_0\cos\alpha - \Delta x\cdot\cos\alpha = \Delta x(1-\cos\alpha)$



y: $\Delta y_1 = (l_0 + \Delta x)\cdot\sin\alpha - l_0\sin\alpha = \Delta x\cdot\sin\alpha$

$\Downarrow$

$a_x = a(1-\cos\alpha)$ $\qquad a_y = a\cdot\sin\alpha$

② $\begin{cases} x: T\cdot\cos\alpha = m a_x \\ y: T\sin\alpha - mg = -m a_y \\ T - T\cdot\cos\alpha = Ma \end{cases}$ $\qquad T - T\cdot\cos\alpha = Ma$

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$\sin^2 = 1 - \cos^2\alpha$

$tg\gamma = \frac{a_y}{a_x} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$ $\qquad$ угол

$\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{m(1-\cos\alpha)}{M} = \frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2}$

? $\frac{m}{M} =$

③ $T\cdot\cos\alpha = ma(1-\cos\alpha)$

$T\cdot\sin\alpha = mg - ma\cdot\sin\alpha$

$\frac{\sin}{\cos}$ $a(1-\cos\alpha) = g - a\sin\alpha \Rightarrow a\sin\alpha - \cancel{a\sin\alpha\cdot\cos\alpha} = g\cdot\cos\alpha - \cancel{a\sin\alpha\cos\alpha}$

$a\sin\alpha = g\cdot\cos\alpha$ → Выразить a в ä

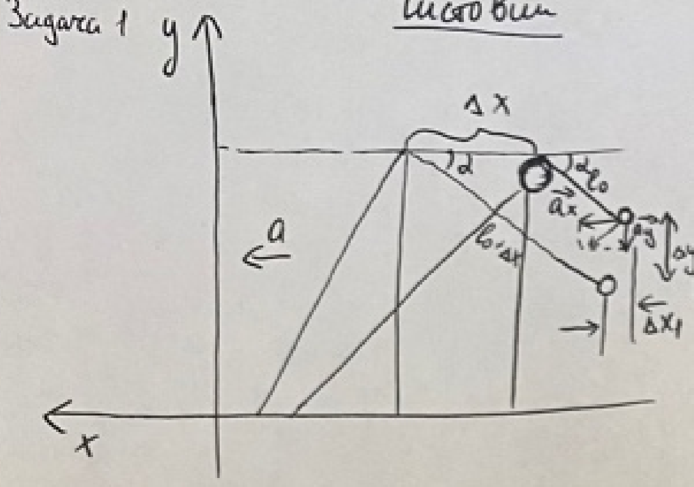
④ $a_y = a\sin\alpha = \frac{3}{4}g\cdot\frac{4}{5} = \frac{3}{5}g$

$0 = H - \frac{3/5\, g t^2}{2} = \frac{2H\cdot 5}{3g} = t^2$ ← Выразить.

Вариант 11-01

Чистовик

Задача 1



1) Найдем связь ускорений

Пусть ускорение клина $\vec{a}$ и клин проехал ΔX

Тогда ускорение шара $\vec{a_1} = \vec{a_x} + \vec{a_y}$

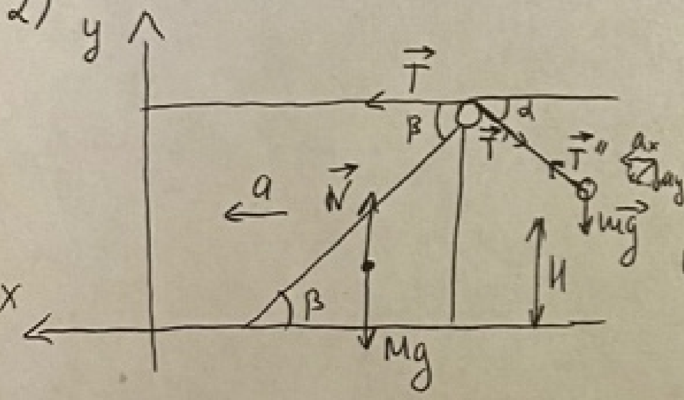
пусть в начальном состоянии длина кусочка нити от блока до шара равна l_0, тогда клин проехал ΔX, длина нити стала $l_0 + \Delta X$.

По оси x шар проехал $\Delta X_1 = \Delta X + l_0\cos\alpha - (l_0 + \Delta X)\cos\alpha = \Delta X + l_0\cos\alpha - l_0\cos\alpha - \Delta X\cos\alpha = \Delta X(1-\cos\alpha)$

По оси y шар спустился на $\Delta y_1 = (l_0 + \Delta X)\sin\alpha - l_0\sin\alpha = \Delta X\sin\alpha$

Поэтому $a_x = a(1-\cos\alpha)$; $a_y = a\cdot\sin\alpha$

2)



$T = T' = T''$

на ось x для клина II Закон Ньютона:

$T - T\cdot\cos\alpha = M$

на ось x для шара:

$T\cdot\cos\alpha = m a_x$

на ось y для шара:

$T\sin\alpha - mg = -m a_y$

Получаем систему

$$\begin{cases} T(1-\cos\alpha) = Ma & (1) \\ T\cos\alpha = ma(1-\cos\alpha) & (2) \\ T\sin\alpha - mg = -ma\sin\alpha & (3) \end{cases}$$

угол под которым направлено ускорение шара $tg\gamma = \frac{a_y}{a_x} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

$\cos\alpha = 3/5$; $\sin\alpha = 4/5$; $tg\gamma = \frac{4/5}{1-3/5} = \frac{4/5}{2/5} = 2$; $\gamma = arctg\, 2$

поделим второе уравнение в системе на первое

$$\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{m(1-\cos\alpha)}{M} \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} = \frac{3/5}{(2/5)^2} = \frac{3/5}{4/25} = \frac{15}{4}$$

$\frac{m}{M} = \frac{15}{4}$ отношение массы шара и массы клина

Задача 1 Чистовик Вариант 11-01

3) из 2 уравнения

$T\cos\alpha = ma(1-\cos\alpha)$

из 3 уравнения

$T\cdot\sin\alpha = mg - ma\sin\alpha$

поделим 3 уравнение на 2 уравнение

$$tg\alpha = \frac{g - a\sin\alpha}{a(1-\cos\alpha)}$$

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}a(1-\cos\alpha) = g - a\sin\alpha \Rightarrow a\sin\alpha - \cancel{a\sin\alpha\cos\alpha} = g\cdot\cos\alpha - \cancel{a\sin\alpha\cdot\cos\alpha}$$

$$a\sin\alpha = g\cdot\cos\alpha \Rightarrow a = g\cdot ctg\alpha = g\cdot\frac{3/5}{4/5} = \frac{3}{4}g$$

ускорение клина

4) Время через которое шар достигнет стола

$$a_y = a\sin\alpha = \frac{3}{4}g\cdot\frac{4}{5} = \frac{3}{5}g$$

спроектируем движение на ось y (у шара):

$$Oy:\ 0 = H - \frac{3/5\,gt^2}{2} \Rightarrow \frac{2H\cdot 5}{3}g = t^2$$

конечн. коор. по y; нач. коорд.

$$t = \sqrt{\frac{10}{3}Hg}$$

Ответ: 1) угол ускорения и горизонту $tg\gamma = 2$ ($\gamma = arctg2$)

2) ускорение клина $a = 3/4\,g$

3) отношение масс $\frac{m}{M} = \frac{15}{11}$

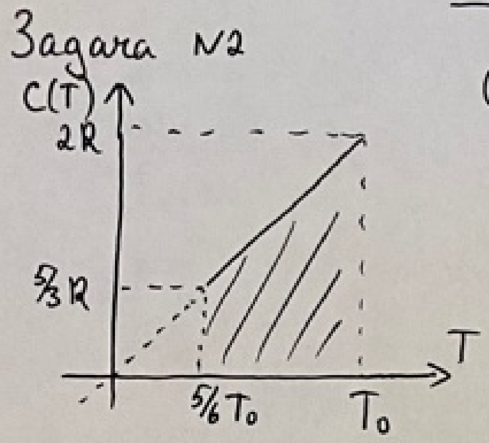
4) время достижения стола $t = \sqrt{\frac{10}{3}gH}$

21203397 (U859869 M1268794)

Чистовик

Вариант 11-01

Задача №2



① $\frac{\Delta Q}{\Delta T} = C(T)\cdot \nu \rightarrow \Delta Q = C(T)\cdot \nu \Delta T$

молярная

$Q_1 = \nu \cdot S_{\text{под графиком}} = \nu\left(\frac{\frac{5R}{3}+2R}{2}\right)\frac{T_0}{6} =$

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

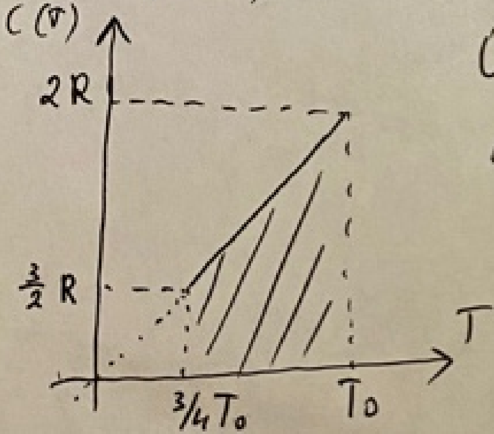
② по 1 нач. термодинамики $\underbrace{\Delta Q}_{\text{тепло}} = \underbrace{\tfrac{3}{2}\nu R\Delta T}_{\text{изм. вн. энергии}} + \underbrace{\Delta A}_{\text{работа}}$

$\frac{\Delta Q}{\Delta T} = \nu C(T) = \frac{3}{2}\nu R + \frac{\Delta A}{\Delta T} \rightarrow$ чтч числ минимм. работы, тогда $\frac{\Delta A}{\Delta T} = 0 \rightarrow$

$\rightarrow \cancel{\nu}2R\,T/T_0 = 3/2\,\cancel{\nu}R \rightarrow T = 3/4\,T_0$

③ $\Delta A = \Delta Q - 3/2\,\nu R\Delta T \rightarrow A = \sum_{\text{от } T_0 \text{ до } 3/4 T_0}\Delta Q - \sum 3/2\,\nu R\Delta T =$

$= \underset{(\text{от } T_0 \text{ до } 3/4 T_0)}{Q} - 3/2\,\nu R\left(\frac{3}{4}T_0 - T_0\right) = Q + 3/8\,\nu R T_0$



$Q = -\nu\left(\frac{\frac{3}{2}R+2R}{2}\right)\cdot\frac{1}{4}T_0 = -7/16\,\nu R T_0$

$A = -\frac{7}{16}\nu R T_0 + \frac{3}{8}\nu R T_0 = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

Ответ: ① $Q_1 = \frac{11}{36}\nu R T_0$

② $T = 3/4\,T_0$

③ $A = -\frac{1}{16}\nu R T_0$

Часть 2

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

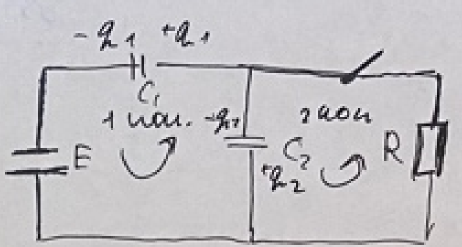
Шифр: **21203397**

ID профиля: **859869**

Вариант 1

<u>Черновик</u>

$C_2 = C;\ C_1 = 2C$



① разм.

$$\frac{1}{C_{общ}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{3}{2C} \qquad C_{общ} = \frac{2C}{3}$$

$q = C_{общ} \cdot E = \frac{2C}{3} E$ по Кирх..

② зам. $q_1 = q_2 = q$

① $E = \frac{q}{C} + \frac{q}{2C}$ $\qquad q = \frac{2C}{3} E$

② $0 = I_1 R - \frac{q_2}{C}$

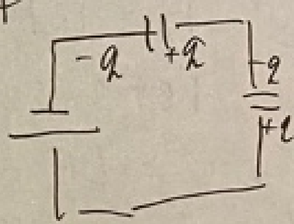
$I_1 = \frac{2}{3}\frac{E}{R}$

} напряж. $R = C_2$ — проверить

③ после замык.

$I = I_1 - I_2 = 0 \qquad q_2 = 0,\ q_1 = E \cdot 2C$

$E \Delta q = \Delta E_{конд} + Q$



ΔE – изм. энерг. кон.

$$\Delta E = \underbrace{\left(0 + \frac{(2CE)^2}{2 \cdot 2C}\right)}_{кон.} - \underbrace{\left(\frac{\left(\frac{2C}{3}E\right)^2}{2C} + \frac{\left(\frac{2C}{3}E\right)^2}{2 \cdot 2C}\right)}$$

$$\Delta q = E \cdot 2C - \frac{2C}{3} E = 2\overset{нач}{CE}\left(1 - \tfrac{1}{3}\right) = \frac{4CE}{3}$$

$$E \cdot \frac{4CE}{3} = CE^2 - \left(\frac{2}{9}CE^2 + \frac{1}{9}CE^2\right) + Q$$

$$\tfrac{4}{3}CE^2 - CE^2 + \frac{CE^2}{3} = Q$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \tfrac{2}{3} \qquad \tfrac{2}{3}CE^2$$

4. пред. законы Кирх напр. - выразим

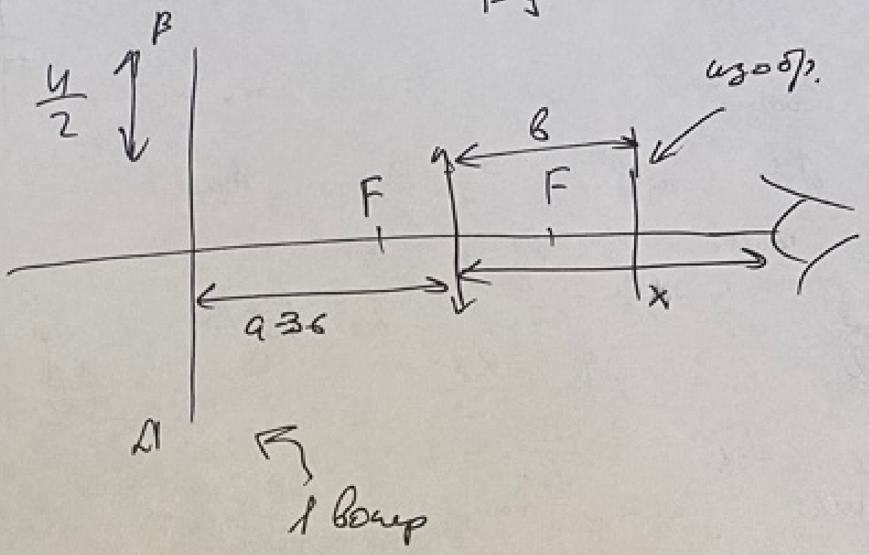
$$\frac{I_2}{C} + \frac{I}{2C} = 0 \qquad I_2 = -\tfrac{1}{2} I$$

$$I_1 = I_0 - I_2 = I_0 \cancel{1} \left(I_0/2\right) = I_0 + I_0/2 = \tfrac{3}{2} I_0$$

$$\tfrac{1}{2} + 1 = \tfrac{3}{2}.$$

Черновик

5



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

$$\frac{1}{36}+\frac{1}{b}=\frac{1}{9}$$

посчитая.

---

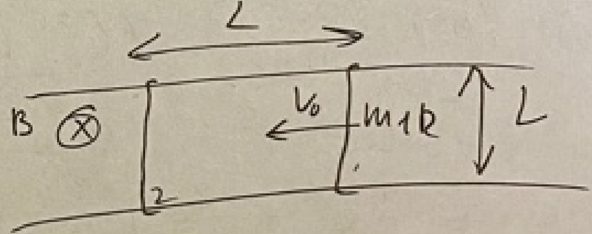
(4) $F_л = |e|\cdot vB$ $\quad F_к = |e|\cdot E$

$|e|vB = |e|E \rightarrow E = vB$

$\Delta\varphi = LE = LvB$

$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R}$; $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2R}$

2 перем



$F_{ам} = L\cdot I_2\cdot B = L\cdot\frac{\mathcal{E}}{2R}B =$

$= L\cdot\frac{Lv_0\cdot B}{2R}\cdot B = \frac{L^2\cdot v_0\cdot B^2}{2R}$

a - ?

2) по фарадею $\quad \mathcal{E} = -\frac{d\varphi}{dt}$

$$\mathcal{E} = \frac{B\cdot(v_1 - v_2)\cancel{\Delta t}\cdot L}{\cancel{\Delta t}} = B(v_1 - v_2)\cdot L$$

$$I_1 = \frac{B(v_1 - v_2)L}{R}\ ;\quad I_2 = \frac{B(v_1 - v_2)L}{2R}$$

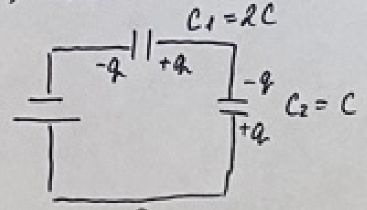
$$a_1 = \frac{B_2(v_1 - v_2)L^2}{mR}\ ;\quad a_2 = \frac{B^2(v_1 - v_2)L^2}{4mR}$$

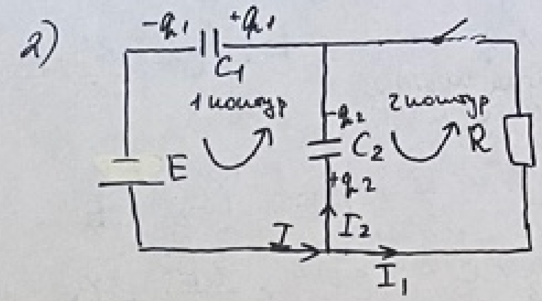
21203397 (U859869 M1268795)

Чистовик Вариант 11-01

Задача № 3

1) ключ разомкнут





по правилу сложения емкостей, подключенных последовательно.

$$\frac{1}{C_{общ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{3}{2C} \quad ; \quad C_{общ} = \frac{2C}{3}$$

$\frac{q}{C_{общ}} = E$ по закону Кирхгофа, поэтому $q = C_{общ} \cdot E = \frac{2C}{3} E$

заряды на конденсаторах

2) ключ замыкают

Сразу после замыкания ключа заряды и напряжения на конденсаторах измениться не могут: $q_1 = q_2 = q$

Закон Кирхгофа 1 контур $E = \frac{q}{C} + \frac{q}{2C}$; $q = \frac{2C}{3} E$

Закон Кирхгофа 2 контур (можно считать, что напряжение на R равно напр на конденсаторе C_2)

$$0 = I_1 R - \frac{q_2}{C} \Rightarrow I_1 = \frac{q_2}{CR} = \frac{\frac{2CE}{3}}{CR} = \frac{2}{3}\frac{E}{R}$$

3) после замыкания ключа конденсаторы перезаряжаются.

1 контур $E = \frac{q_2}{C} + \frac{q_1}{2C}$ тогда $I_2 = \frac{\Delta q_2}{\Delta t} = q_2'$

2 контур $0 = I_2 R - \frac{q_2}{C}$

$I = I_1 + I_2$, тогда $I = q_1'$

В установившемся режиме после замыкания ключа

$I = I_1 = I_2 = 0$, поэтому $q_2 = 0$; $q_1 = E \cdot 2C$

Напишем закон сохранения для цепи:

$$E \Delta q = \Delta E_{конд} + Q$$

$\Delta E_{конд}$ - изм. энергии конденсаторов.

$$\Delta E_{конд} = \underbrace{\left(0 + \frac{(2CE)^2}{2 \cdot 2C}\right)}_{\text{конечная энергия конденсаторов}} - \underbrace{\left(\frac{\left(\frac{2C}{3}E\right)^2}{2C} + \frac{\left(\frac{2C}{3}E\right)^2}{2 \cdot 2C}\right)}_{\text{начальная энергия конденсатора}}$$

Q - тепло, выделившееся на резисторе.

Чистовик Вариант 11-01

Задача N 3

Δq (заряд протек. через ЭДС) $= E \cdot 2C - \frac{2C}{3}E = 2CE(1 - 1/3) = \frac{4CE}{3}$

$$E \cdot \frac{4CE}{3} = CE^2 - \left(\frac{2}{9}CE^2 + \frac{1}{9}CE^2\right) + Q$$

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

4) Пусть ток через C_1 равен I_0 (на схеме ток I), то

$$\begin{cases} E = \frac{q_2}{C} + \frac{q_1}{2C} \\ 0 = I_1 R - \frac{q_2}{C} \\ I = I_1 + I_2 \\ I = q_1' \; ; \; I_2 = q_2' \end{cases}$$ $\leftarrow$ по законам Кирхгофа.

из первого уравнения следует, что $\frac{q_2'}{C} + \frac{q_1'}{2C} = 0$, то есть

$$\frac{I_2}{C} + \frac{I}{2C} = 0 \rightarrow I_2 = -\frac{1}{2}I$$

Если ток $I = I_0$ (через C_1), тогда $I_2 = -\frac{I_0}{2}$ (течёт в обратную сторону, разряжается конденсатор), $I_1 + I_2 = I$, поэтому

$$I_1 = I_0 - I_2 = I_0 - (-I_0/2) = I_0 + \frac{I_0}{2} = 3/2\, I_0$$

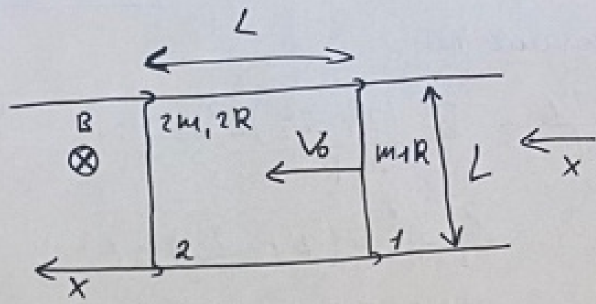
Ответ: ① ток через резистор $I_1 = 2/3 \frac{E}{R}$

② выделится $Q = 2/3\, CE^2$

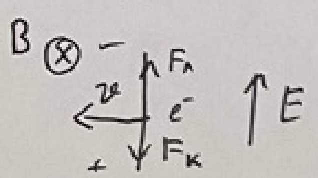
③ ток через резистор в момент, когда $I = I_0$ равен $3/2\, I_0$.

Чистовик

Задача № 4



Если проводник движется в магнитном поле возникает разность потенциалов между концами:

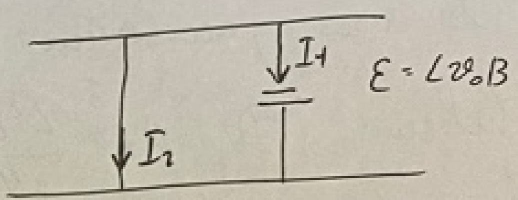


$F_л = |e| \cdot vB$ — сила Лоренца , $F_к = |e| \cdot E$ — сила Кулона

$$|e|vB = |e|E \rightarrow \underline{E = vB}$$ — электрич. поле

$\Delta\varphi = LE = LvB$ В начальный момент:

$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R}$; $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2R}$

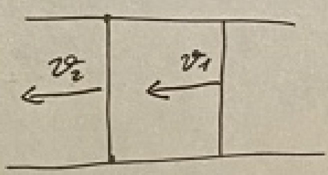


на вторую перемычку действует сила Ампера

$$F_A = L \cdot I_2 B = L \cdot \frac{\mathcal{E}}{2R} B = L \cdot \frac{Lv_0B}{2R} \cdot B = \frac{L^2 \cdot v_0 \cdot B^2}{2R}$$

$$a_2 = \frac{L^2 v_0 B^2}{2R \cdot 2m} = \frac{L^2 \cdot v_0 B^2}{4Rm}$$

2) По закону Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$



$$\mathcal{E} = \frac{B \cdot (v_1 - v_2) \cdot \Delta t \cdot L}{\Delta t} = B(v_1 - v_2) \cdot L$$

$I_1 = \frac{B(v_1 - v_2)L}{R}$; $I_2 = \frac{B(v_1 - v_2)L}{2R}$

$F_{a1} = \frac{B^2(v_1 - v_2)L^2}{R}$; $F_{a2} = \frac{B^2(v_1 - v_2)L^2}{2R}$

$a_1 = \frac{B^2(v_1 - v_2)L^2}{mR}$; $a_2 = \frac{B^2(v_1 - v_2)L^2}{4mR}$

3) по закону сохранения импульса скорости станут равными

$Ox: \ mv_0 = (m + 2m)u$; $u = \frac{v_0}{3}$

4) в конце движения $v_1 = v_2$, поэтому $a_1 = a_2 = 0$

$$a_1 = \frac{B^2(v_1 - v_2)L^2}{mR}$$

Чистовик

Задание №4

$$\frac{\Delta v_1}{\Delta t} = \frac{B^2 (v_1 - v_2) L^2}{mR}$$

$$\Delta v_1 = \frac{B^2 \cdot L^2}{mR} (v_1 - v_2) \Delta t$$

просуммируем от v_0 до $v_0/3$

$$\frac{v_0}{3} - v_0 = \frac{B^2 L^2}{mR} \cdot \Delta S$$

$$\Delta S = -\frac{2}{3} \frac{v_0 mR}{B^2 L^2}$$

Итоговое расстояние стало $S_0 - 2/3 \frac{v_0 mR}{B^2 L^2}$

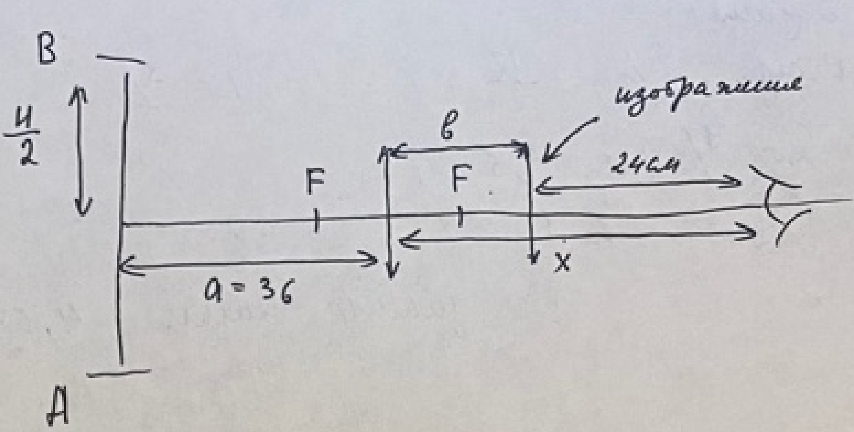
Ответ:

1. $a_2 = \frac{L^2 v_0 B^2}{4mR}$
2. $u = \frac{v_0}{3}$
3. $S = S_0 - 2/3 \frac{v_0 mR}{B^2 L^2}$

Чистовик

Задача 5.

$F = 9$ см



1) по формуле линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

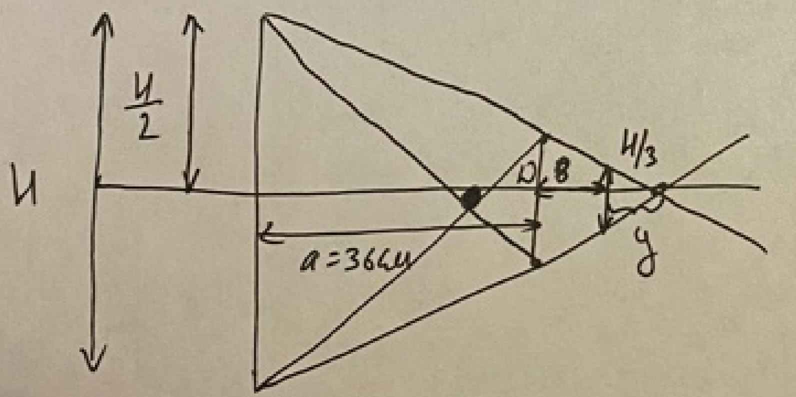
$$\frac{1}{36} + \frac{1}{b} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{9} - \frac{1}{36} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12} \rightarrow b = 12 \text{ см}.$$

Глаз находится на расстоянии $x = 24 \text{ см} + 12 \text{ см} = 36 \text{ см}$.

$\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} \leftarrow$ увеличение (в данном случае уменьшение)

2)



на расстоянии $b = 12$ см

$\Gamma = b/a = 1/3$

из подобия

$$\frac{H}{D} = \frac{a+b+y}{b+y}$$

$$\frac{D}{H/3} = \frac{b+y}{y}$$

$$\frac{3D}{H} = \frac{b}{y} + 1 \quad ; \; b = 12 \text{ см} \quad H = 9 \text{ см}$$

$$\frac{3D}{9} = \frac{12}{y} + 1 \rightarrow \frac{D}{3} = \frac{12}{y} + 1$$

$$\frac{9}{D} = \frac{48+y}{12+y}$$

$$\frac{12+y}{48+y} = \frac{D}{9} = \frac{4}{y} + \frac{1}{3} = \frac{12+y}{3y}$$

$$48 + y = 3y \rightarrow 2y = 48 \quad y = 24 \text{ см}$$

Чистовик

Задание 5

тогда $D/3 = \frac{12}{24} + 1 = 1/2 + 1 = 3/2$

$D = 9/2$ см $= 4,5$ см

Ответ: ~~а~~ 1) $x = 36$ см.

2) диаметр наим 4,5см

6