Часть 1

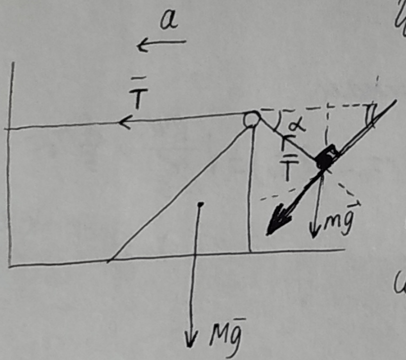
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201672**

ID профиля: **212778**

Вариант 3

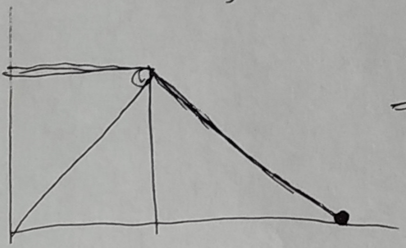
Черновик



На шар действует сила натяжения нити T и сила тяжести $m\vec{g}$.

В каждый момент времени ~~то~~ шар движется по окружности с центром в вершине клина

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$



$T = M a_{кл}$

$a_x = a\cos\alpha$

$a_y = a\sin\alpha$

$ma\cos\alpha = T\cos\alpha$

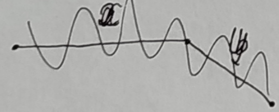
$ma\sin\alpha = mg - T\sin\alpha$

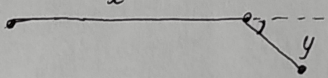
$T = mg\sin\alpha$

$ma = mg\cos\alpha$

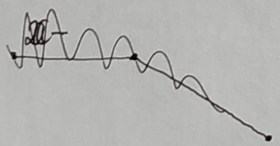
$a = g\cos\alpha$

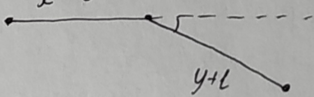
ускорение шара





$x + y\cos\alpha$ $\quad$ $y\sin\alpha$





$x - l + y\cos\alpha + l\cos\alpha =$

$x + y\cos\alpha - l(1-\cos\alpha)$

уменьш.

$y\sin\alpha + l\sin\alpha$ – увелич.

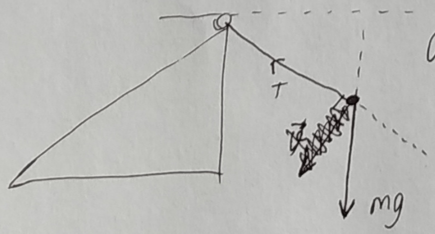
$mg - T\sin\alpha = m a_y$

$T\cos\alpha = m a_x$

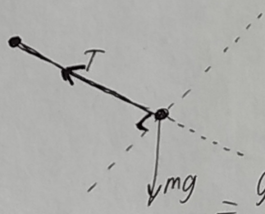
$\Delta x = l(1-\cos\alpha) =$

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

$\cancel{a_y = \frac{l\sin\alpha}{t} =}$



$a_n =$

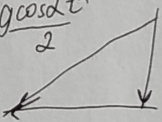


$= \frac{g\cdot\frac{5}{13}\sqrt{13}}{4} =$

$= \frac{5\sqrt{13}\,g}{52}$

$\cancel{mg = T\sin\alpha}$

$T = mg\sin\alpha$



$a_{кл}^2\sin^2\alpha + a_{кл}^2(1-\cos\alpha)^2 =$

$= g^2\cos^2\alpha$

$a_{кл}^2(1+\cos^2\alpha - 2\cos\alpha + \sin^2\alpha) =$

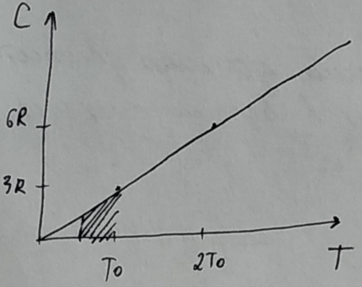
$= g^2\cos^2\alpha$

$a_{кл} = \frac{g\cos\alpha}{\sqrt{2-2\cos\alpha}} = \frac{g\cdot\frac{5}{13}}{\sqrt{2-\frac{10}{13}}} = \frac{g\cdot\frac{5}{13}}{\sqrt{\frac{16}{13}}} =$

$a_{кл}^2(2-2\cos\alpha) = g^2\cos^2\alpha$

Черновик

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



~~Q~~ площадь под графиком

$C_0 = 3R$

$C_1 = \frac{9}{5}R$

$Q = \nu \frac{3R + \frac{9}{5}R}{2} \times \left(T_0 - \frac{3}{5}T_0\right) = \nu \frac{24R}{\cancel{10}_5} \times \frac{\cancel{2}}{5}T_0 =$

$= \frac{48}{50} RT_0 \nu = \underline{0{,}96\, \nu RT_0}$

$\cancel{Q}\ A = \nu \left(\frac{3R + 3R\frac{T}{T_0}}{2}\right) \times (T_0 - T) \cancel{=} \frac{3}{2}\nu R$

$-Q = A + \Delta U$ ~~[illegible]~~

$-\nu \frac{3R + 3R\frac{T}{T_0}}{2} \times (T_0 - T) = A + \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$

$A = -\frac{3\nu R}{2}(T_0 - T)\left(1 + \frac{T}{T_0} + 1\right)$

$A = -Q - \Delta U = -\frac{\nu\left(3R + 3R\frac{T}{T_0}\right)}{2} \times (T_0 - T) - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T)\left(-1 - \frac{T}{T_0} + 1\right)$

$= -\frac{3}{2}\nu R(T_0 - T)\left(2 + \frac{T}{T_0}\right) = -\frac{3}{2}\nu R\left(\cancel{2T_0 - 2T + T - \frac{T^2}{T_0}}\right) \quad -\frac{3}{2}\nu R \underbrace{(T_0 - T)\frac{T}{T_0}}_{max}$

$T_{max} = \frac{1}{-\frac{2}{T_0}} = -\frac{T_0}{2}$ (max)

$T - \frac{T^2}{T_0}$

$T_{max} = \frac{-1}{-\frac{2}{T_0}} = \underline{\frac{T_0}{2}}$

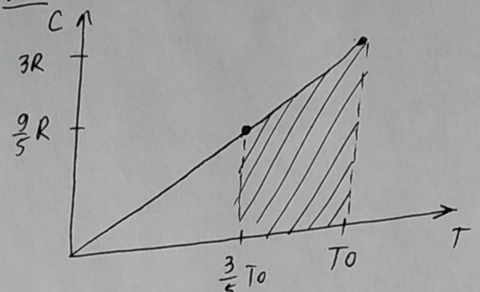
$Q = A + \Delta U$

$A = Q - \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T)\left(1 + \frac{T}{T_0}\right) - \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T) = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T)\frac{T}{T_0}$

$A = -\frac{3}{2}\nu R\left(T_0 - \frac{T_0}{2}\right) \cdot \frac{1}{2} = \underline{-\frac{3}{8}\nu RT_0}$

Чистовик

2. 1) Построим график зависимости $C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$



$Q = C\nu\Delta T = \nu \cdot C\Delta T$

$C\Delta T$ – площадь под графиком $C(T)$

Поэтому $Q = \nu \cdot \frac{3R + \frac{9}{5}R}{2} \times (T_0 - \frac{3}{5}T_0) =$

$= \nu \cdot \frac{24R}{10} \times \frac{2}{5}T_0 = \frac{24}{25}\nu R T_0 = 0{,}96\,\nu R T_0$

2) При охлаждении газа происходит изменение внутренней энергии газа и совершение работы. По I з-ну термодинамики:

$-Q = A + \Delta U$, где A – работа газа

$A = -Q - \Delta U = -\nu \frac{3R + 3R\frac{T}{T_0}}{2} \times (T_0 - T) - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) = -\frac{3}{2}\nu R(T_0 - T)(1 + \frac{T}{T_0} - 1) =$

$= -\frac{3}{2}\nu R(T_0 - T)\frac{T}{T_0} = \frac{3}{2}\nu R\left(-T + \frac{T^2}{T_0}\right)$

Минимальное значение функции при $T_{min} = \frac{1}{\frac{2}{T_0}} = \frac{T_0}{2}$

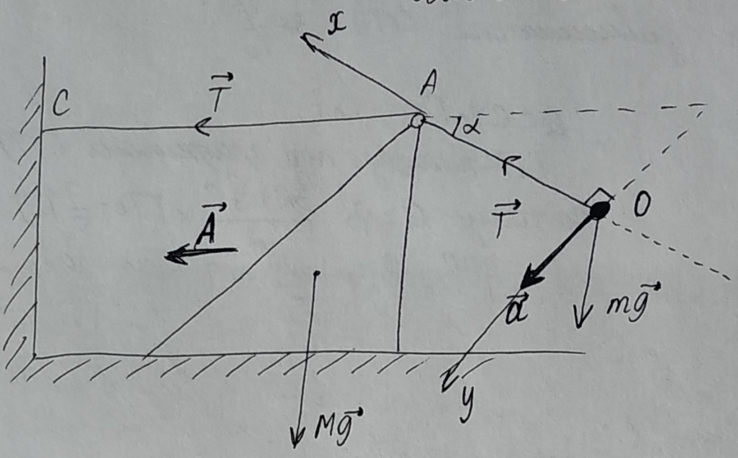
3) Это значение равно: $A = \frac{3}{2}\nu R\left(-\frac{T_0}{2} + \frac{T_0^2}{4T_0}\right) = \frac{3}{2}\nu R\left(-\frac{T_0}{4}\right) = -\frac{3}{8}\nu R T_0$

Ответ: 1) $\frac{24}{25}\nu R T_0$; 2) $\frac{T_0}{2}$; 3) $-\frac{3}{8}\nu R T_0$

1

Чистовик

1.



1) На шарик действуют 2 силы: сила тяжести и сила натяжения нити. В каждый момент времени шарик начинает движение по окружности с центром в точке A. Поскольку это начало движения, то шарик имеет лишь тангенциальное ускорение, которое перпендикулярно направлению нити. Ускорение шара направлено под углом β к горизонту. $\beta = 90° - \alpha$.

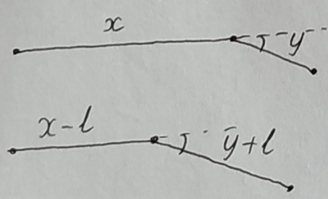
Значит, $\sin\beta = \cos\alpha = \frac{5}{13}$

2) ~~Ox:~~ $\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$ – по 2-му закону Ньютона

Ox: $T = mg$

Oy: $ma = mg\cos\alpha$, $a = g\cos\alpha$ – ускорение шара

Пусть клин движется с ускорением $\vec{A}$. За время Δt длина нити шара увеличится на $l = \frac{A\Delta t^2}{2}$.

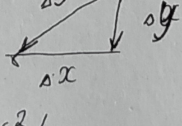


По горизонтали изменение координаты шарика $\Delta x = (x + y\cos\alpha) - (x - l + y\cos\alpha + l\cos\alpha) =$

$= l - l\cos\alpha = l(1-\cos\alpha)$

$\Delta y = y\sin\alpha - (y\sin\alpha + l\sin\alpha) = -l\sin\alpha$

При этом $\Delta x^2 + \Delta y^2 = a\frac{\Delta t^2}{2}$



$A^2(1-\cos\alpha)^2 + A^2\sin^2\alpha = a^2$

$A^2(1 + \cos^2\alpha - 2\cos\alpha + \sin^2\alpha) = g^2\cos^2\alpha$

$A = \frac{g\cos\alpha}{\sqrt{2-2\cos\alpha}} = \frac{g\cdot\frac{5}{13}}{\sqrt{2-\frac{10}{13}}} = \frac{g\cdot\frac{5}{13}\cdot\sqrt{13}}{4} = \frac{5\sqrt{13}\,g}{52} = \frac{5g}{4\sqrt{13}} = 0{,}35g$

2

продолжение на сл. стр.

Чистовик

3) На клин действует сила натяжения нити, поэтому

$T = MA$, но $T = mg$

$MA = mg$

$$\frac{m}{M} = \frac{A}{g} = \frac{g\cos\alpha}{\sqrt{2-2\cos\alpha}\cdot g} = \frac{\cos\alpha}{\sqrt{2-2\cos\alpha}} = \frac{5}{4\sqrt{13}} = \frac{5\sqrt{13}}{52}$$

4) По вертикали ускорение шарика равно $a_y = a\cos\alpha =$

$= g\cos^2\alpha$

Значит: $H = \frac{aT^2}{2} = \frac{g\cos^2\alpha\, T^2}{2}$

$$T = \sqrt{\frac{2H}{g\cos^2\alpha}}$$

Ответ: 1) $\sin\beta = \frac{5}{13}$; 2) $\frac{5\sqrt{13}g}{52}$; 3) $\frac{5\sqrt{13}}{52}$; 4) $\sqrt{\frac{2H}{g\cos^2\alpha}}$

Часть 2

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

Шифр: **21201672**

ID профиля: **212778**

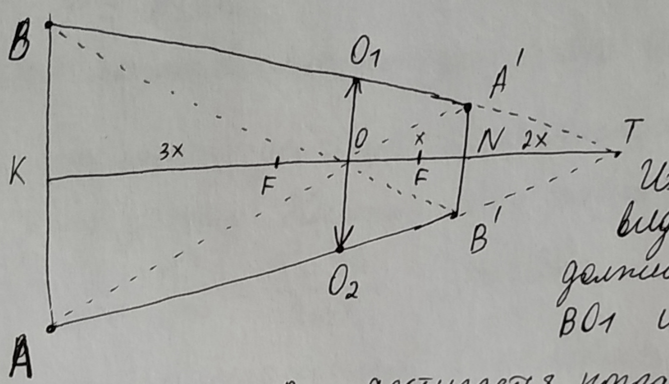
Вариант 3

Чистовик

5. 1) По формуле тонкой линзы $\frac{1}{F}=\frac{1}{f}+\frac{1}{d}$. $F=18$ см, $f=72$ см

$d=\frac{F\cdot f}{f-F}=\frac{18\times 72}{54}=24$ см – расстояние от линзы до изображения.

Глаз аккомодирован на расстояние $S=24$ см, т.е. изображение картины находится на расстоянии S от глаза. Отсюда $x=d+S=48$с

2) 

Поскольку $\frac{f}{d}=\frac{H}{h}$, то $h=3$ см – диаметр изображения. Чтобы изображение было видно целиком, точки A' и B' должны находиться внутри лучей BO_1 и AO_2. Минимальный диаметр линзы D_m достигается, когда B,O_1,A' и A,O_2,B' лежат на одной прямой. $ON:KO=d:f=1:3$

Продлим BA' и AB' до пересечения на оси в точке T.

$\frac{TN}{TK}=\frac{A'N}{BK}=\frac{1}{3}$ $\quad TK=3TN$, $KN=TK-TN=2TN=4X$, т.е. $TN=2X$

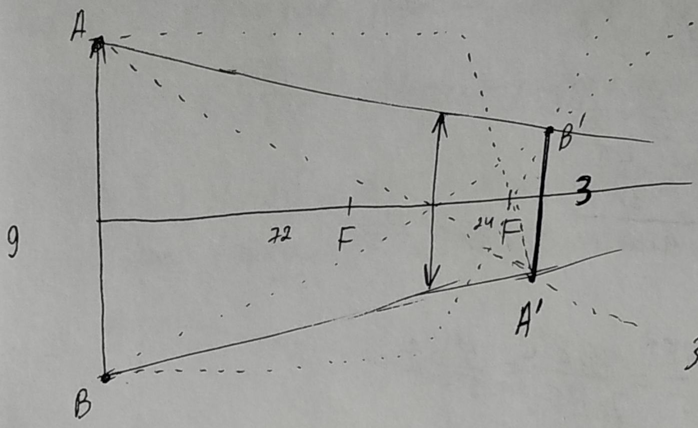
$TO=OK$, поскольку $TO=TN+ON=2X+X=3X$

Значит, OO_1 – ср. линия и $OO_1=\frac{1}{2}BK$

$O_1O_2=\frac{1}{2}AB=\frac{1}{2}H=4{,}5$ см

Ответ: 1) 48 см; 2) 4,5 см

Черновик

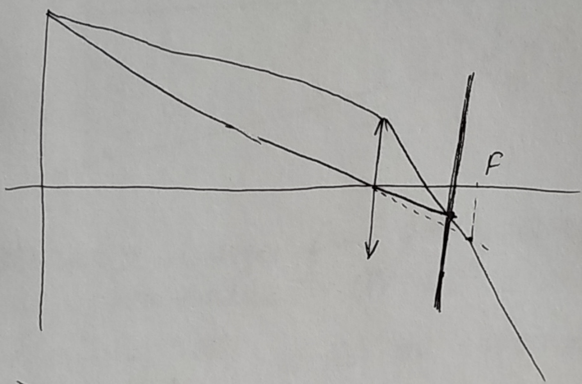


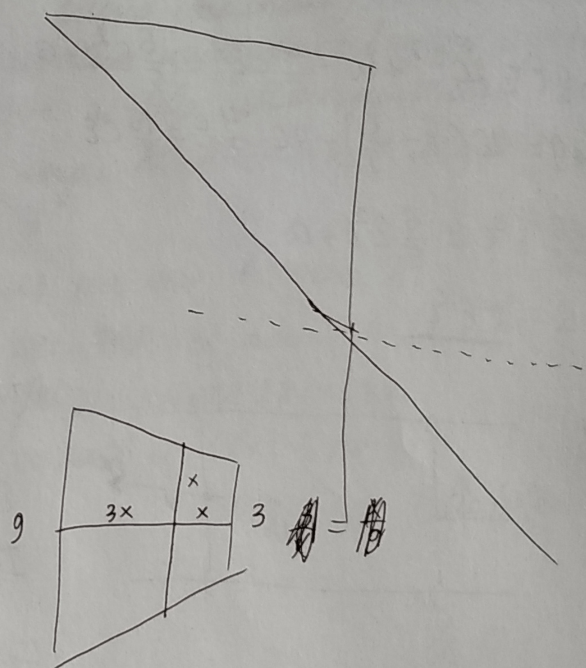
$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f}+\frac{1}{d}$$

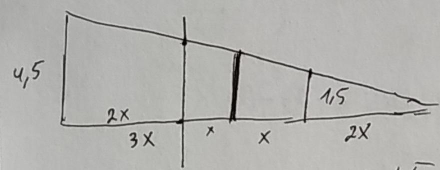
$$\frac{1}{18}=\frac{1}{72}+\frac{1}{d}$$

$$d=\frac{72\times18}{72-18}=\frac{72\times18}{54}=24\text{ см}$$

Значит, на расстоянии $x=d+l=$ $=48\text{см}$



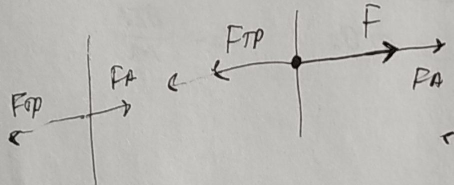


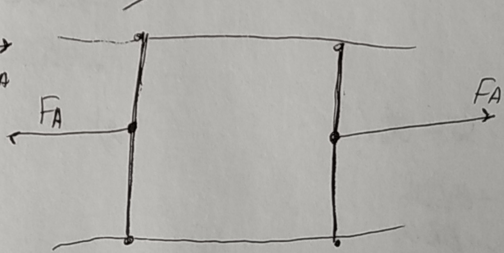


$$\frac{4{,}5+1{,}5}{2}=3$$

$$\frac{3+1{,}5}{2}=2{,}25$$

$\boxed{4{,}5}$





Черновик

3\. 1) $\mathcal{E} = U_1 + U_2 = \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \frac{5q}{4C}$ $\frac{q}{C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$

$q_1 = q_2 = q$

$U_2 = \frac{q}{C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$

$I = \frac{U_2}{R} = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$

2) Через большой промежуток времени ток через $R = 0$

$U_1 = \mathcal{E}$ $q_1 = 4C\mathcal{E}$

$4C \cdot \frac{\mathcal{E}^2}{2 \cdot 25} + C \cdot \frac{16\mathcal{E}^2}{2 \cdot 25} = \frac{20\mathcal{E}^2 C}{2 \cdot 25} = \frac{4}{2 \cdot 5}\mathcal{E}^2 C$

$\frac{4C \cdot \mathcal{E}^2}{2} + 0 + Q$

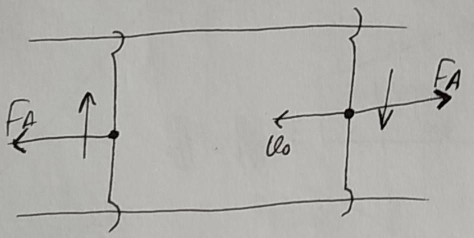
$\Delta q \mathcal{E} = 2C\mathcal{E}^2 + Q - \frac{4}{5}C\mathcal{E}^2 = \frac{6}{5}\mathcal{E}^2 C + Q$

$\Delta q = 4C\left(\mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{5}\right) = 4C \cdot \frac{4}{5}\mathcal{E} = \frac{16}{5}C\mathcal{E}$

$\frac{16}{5}\mathcal{E}^2 C = \frac{6}{5}\mathcal{E}^2 C + Q$

$Q = \underline{2\mathcal{E}^2 C}$

4\.



$\Phi = BS = B \cdot L \cdot (S_0 + (v_2 - v_1)t)$

$\mathcal{E} = \Phi' = BL(v_2 - v_1)$

$I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{BL(v_2 - v_1)}{4R}$

$F_1 = BIL = 2ma_1$ $a_1 = \frac{BIL}{2m}$

$F_2 = BIL = ma_2$ $a_2 = \frac{BIL}{m}$

1) $\Phi = BL(S_0 - v_0 t)$

$\mathcal{E} = \Phi' = +BLv_0$

$I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{+BLv_0}{4R}$

$F_A = BIL = \frac{B^2L^2v_0}{4R} = 2ma_1$

$a_1 = \frac{B^2L^2v_0}{8mR}$

2)

21201672 (U212778 M1269627)

Чистовик

3. 1) В установившимся режиме $\mathcal{E} = U_1 + U_2 = \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \frac{5q}{4C}$.

Отсюда $\frac{q}{C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$, $U_1 = \frac{q}{4C} = \frac{\mathcal{E}}{5}$; $U_2 = \frac{q}{C} = \frac{4\mathcal{E}}{5}$

Сразу после замыкания напряжение на резисторе равно напряжению на C_2 и равно $U_2 = \frac{4\mathcal{E}}{5}$. Значит по закону Ома ток через резистор равен $I = \frac{U_2}{R} = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$.

2) Через большой промежуток времени первый конденсатор полностью зарядится и через резистор не будет идти ток.

В этом случае $U_1 = \mathcal{E}$, $W_1 = \frac{C_1 U_1^2}{2} = \frac{4C\mathcal{E}^2}{2} = 2C\mathcal{E}^2$

$W_2 = 0$

Q – теплота на резисторе.

Изначально энергия системы равна: $W_1' = \frac{4C\mathcal{E}^2}{2 \cdot 25}$

$W_2' = \frac{C \cdot 16\mathcal{E}^2}{2 \cdot 25}$

Через источник прошел заряд $\Delta q = C_1\mathcal{E} - C_1 \cdot \frac{\mathcal{E}}{5} = \frac{4}{5} C_1 \mathcal{E} = \frac{16}{5}\mathcal{E}C$

$\Delta q\, \mathcal{E} = W_1 + W_2 + Q - W_1' - W_2'$

$\frac{16}{5}\mathcal{E}^2 C = 2\mathcal{E}^2 C + Q - \frac{2}{5}\mathcal{E}^2 C$

$Q = \frac{8}{5}\mathcal{E}^2 C$

Ответ: 1) $\frac{4\mathcal{E}}{5R}$; 2) $\frac{8}{5}\mathcal{E}^2 C$

1

Чистовик

4. 1) При движении перемычек происходит изменение площади контура, что ведёт к изменению магнитного потока, пронизывающего контур.

$\Phi = B \cdot S = B \cdot L(S_0 - \upsilon_0 t)$

$\mathcal{E} = -\Phi' = BL\upsilon_0$

Общее сопротивление контура равно 4R. Значит, $I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{BL\upsilon_0}{4R}$

На перемычку действует сила Ампера $F_A = BIL$

По 2-му закону Ньютона она равна $F_A = 2ma_1$ $\quad F_A = mа_2$

$a_1 = \frac{F_A}{2m} = \frac{BIL}{2m} = \frac{B^2L^2\upsilon_0}{8mR}$, $a_2 = 2a_1$

2) Ускорение перемычки 1 направлено вправо, поэтому со временем скорость уменьшается, ускорение 2 направлено влево, и её скорость увеличивается. В какой-то момент эти скорости сравняются и площадь контура перестанет меняться, т.е. перемычки начнут двигаться с постоянными скоростями.

$0 + a_2 t = \upsilon_0 - a_1 t$

$2a_1 t = \upsilon_0 - a_1 t$

$3a_1 t = \upsilon_0$

$t = \frac{\upsilon_0}{3a_1}$

$\upsilon = \upsilon_0 - a_1 t = \upsilon_0 - \frac{a_1\upsilon_0}{3a_1} = \frac{2\upsilon_0}{3}$

Ответ: 1) $\frac{B^2L^2\upsilon_0}{8mR}$; 2) $\frac{2\upsilon_0}{3}$

2