Часть 1

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

Шифр: **21201548**

ID профиля: **135377**

Вариант 2

Чистовик.

№2.

Дано:

ν моль He

$T\downarrow$

$C(T)=\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$

1). $Q_1=?$ $(T_0\to \frac{1}{2}T_0)$

2) $T_1=?$ (A_{min})

3). $A_{min}=?$

1) По опр. теплоемкости: $\nu C(T)=\frac{dQ}{dT}$

$$dQ=\nu C(T)\cdot dT$$

$$Q_1=-\int_{T_0}^{1/2 T_0} dQ=-\int_{T_0}^{1/2 T_0}\nu C(T)dT=-\int_{T_0}^{1/2 T_0}\nu\cdot\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}dT=-\frac{5R\nu}{2T_0}\int_{T_0}^{1/2 T_0}TdT=$$

$$=-\frac{5R\nu}{2T_0}\cdot\frac{1}{2}\left(\frac{T_0^2}{4}-T_0^2\right)=+\frac{5R\nu}{2T_0\cdot 2}\cdot\frac{3}{4}T_0^2=\cancel{\frac{15R\nu T_0}{16}}\ \frac{15}{16}R\nu T_0$$

2). I начало термодинамики:

$\Delta U+A=Q$ (A – работа, соверш. газом, Q – теплота, переданная газу)

$$\Delta U=\frac{3}{2}\nu R(T_1-T_0)$$

$$Q=\int_{T_0}^{T_1}dQ=\int_{T_0}^{T_1}\nu C(T)dT=+\frac{5R\nu}{4T_0}(T_1^2-T_0^2)\ \Bigg|\Rightarrow A=\frac{5R\nu}{4T_0}T^2-\frac{3}{2}\nu RT+\frac{3}{2}\nu RT_0-\frac{5}{4}\nu RT_0=$$

$$=\frac{5R\nu}{4T_0}T^2-\frac{3}{2}\nu RT+\frac{\nu RT_0}{4}\Rightarrow \text{при } A_{min}\ T_1=-\frac{-\frac{3}{2}\nu R}{2\cdot\frac{5}{4}\frac{R\nu}{T_0}}=$$

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

3). $$A_{min}=\frac{5R\nu}{4T_0}T_1^2-\frac{3}{2}\nu RT_1+\frac{\nu RT_0}{4}=\frac{5R\nu}{4}\cdot\frac{9}{25}T_0-\frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{3}{5}T_0+\frac{\nu RT_0}{4}=$$

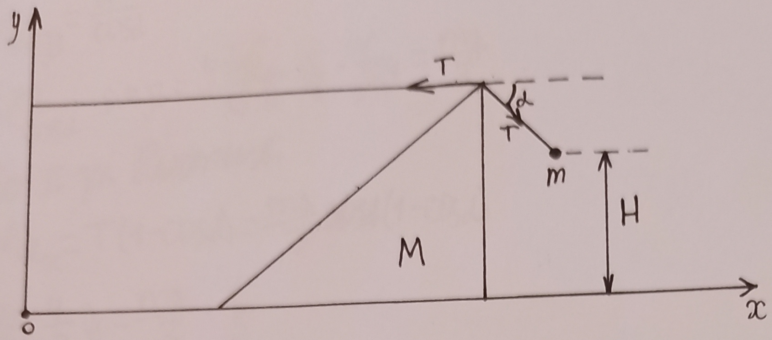
$$=\nu RT_0\left(\frac{9}{20}-\frac{9}{10}+\frac{1}{4}\right)=\nu RT_0\left(\frac{9}{20}-\frac{18}{20}+\frac{5}{20}\right)=-\frac{4}{20}\nu RT_0=\frac{-\nu RT_0}{5}$$

Ответ. 1). $\frac{15}{16}\nu RT_0$; 2). $\frac{3}{5}T_0$; 3). $-\frac{\nu RT_0}{5}$.

21201548 (U135377 M1263093)

Чистовик.

№1.



$\cos\alpha = 4/5$

1). $\cancel{\angle}$ ∠ между $a_ш$ и вертикалью

2). $a_к = ?$

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

4). $T = ?$

1). Пусть длина нити L, если O – начало координат, $y_1 x_1$ – координаты перегиба перед отп. y_2, x_2 – коорд шарика перед отпусканием, то из-за того, что нить нерастяжима:

$$\frac{y_1-y_2}{\sin\alpha}+x_1=L=\frac{x_2-x_1}{\cos\alpha}+x_1$$

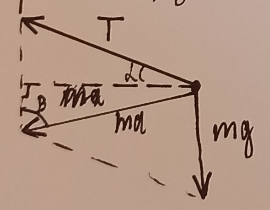
$$L''=0=\frac{y_1''-y_2''}{\sin\alpha}+x_1''=\frac{x_2''-x_1''}{\cos\alpha}+x_1''$$

т.к. клин не переворачивается, то $y_1''=0 \Rightarrow y_2''=a_{ш(y)}$, $x_1''=a_к$, $x_2''=a_{ш(x)} \Rightarrow$

$\Rightarrow -a_к=\frac{a_{ш(y)}}{\sin\alpha}$, $a_{ш(x)}=-a_к(1-\cos\alpha) \Rightarrow$ если ∠, который требуется найти – β, то

$$\operatorname{tg}\beta=\frac{a_{ш(x)}}{a_{ш(y)}}=\frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}=\frac{1/5}{3/5}=\frac{1}{3} \Rightarrow \cos\beta=\frac{3}{\sqrt{10}}, \sin\beta=\frac{1}{\sqrt{10}}$$

2). Рассмотрим силы, действ на шар:



По II зк. Ньютона: $m\vec{a}=\vec{T}+m\vec{g}$

По т. sin: $\frac{mg}{\sin(\alpha+90-\beta)}=\frac{ma}{\sin(90-\alpha)}$

$$\frac{g}{\sin(90-(\beta-\alpha))}=\frac{a}{\cos\alpha}$$

$$\frac{g}{\cos(\beta-\alpha)}=\frac{a}{\cos\alpha} \Rightarrow a=\frac{4g}{5}\cdot\frac{1}{\frac{4}{5}\cdot\frac{3}{\sqrt{10}}+\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{\sqrt{10}}}=$$

$$=\frac{4}{5}g\cdot\frac{5\sqrt{10}}{15}=\frac{4\sqrt{10}g}{15} \Rightarrow a_{ш(y)}=-a\cdot\cos\beta=-\frac{4\sqrt{10}}{15}g\cdot\frac{3}{\sqrt{10}}=$$

$$=-\frac{4}{5}g \Rightarrow a_к=\frac{4}{5}g/\frac{3}{5}=\frac{4}{3}g$$

2

Чистовик.

3). $T/_{\sin\beta} = \frac{a}{\cos\alpha}$

$T = \frac{ma}{\cos\alpha} \cdot \sin\beta = \frac{4\sqrt{10}}{15} g \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{mg}{3}$

По II зк Ньютона:

$Ma_k = T(1-\cos\alpha) = \frac{mg}{3} \cancel{\cos\alpha}(1-\cos\alpha)$

$M \cdot \frac{4}{3} g = \frac{mg}{3} \cdot \frac{1}{5}$

$\frac{m}{M} = 20$

4). $\frac{a_x T^2}{2} = H$

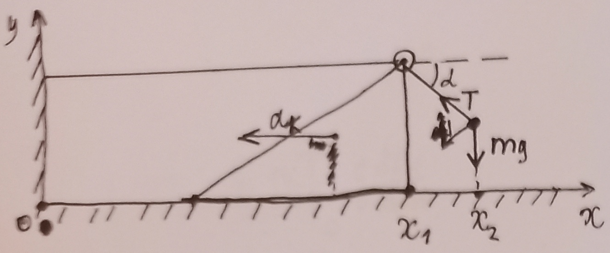
$T = \sqrt{\frac{2H}{a_x}} = \sqrt{\frac{2H}{a \cdot \sin\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{4\sqrt{10}}{15} g \, 1/\sqrt{10}}} = \sqrt{\frac{15H}{2g}}$

Ответ: $\operatorname{tg}\beta = \frac{1}{3}$, $4/_3 g$, 20, $\sqrt{\frac{15H}{2g}}$

③

21201548 (U135377 M1263093)

Черновик.

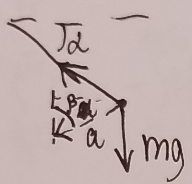


$$\frac{a_x - a_k}{\cos\alpha} + a_k = 0$$

$$\frac{a_k (dt)^2}{2} = +\Delta L =$$

$$\Delta L \cos\alpha = \frac{a_m \sin\beta (dt)^2}{2}$$

$$\Delta L \sin\alpha = \frac{a_m \cos\beta (dt)^2}{2}$$



$$a_x = a_k (1-\cos\alpha)$$

$$\frac{y_2 - H}{\sin\alpha} + x_1 = L$$

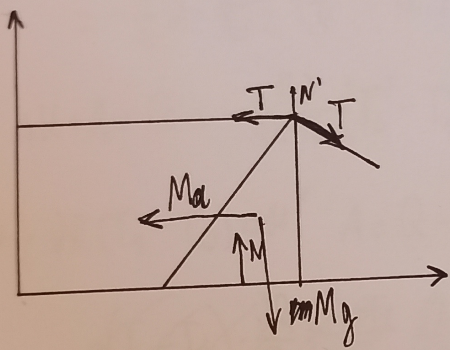
$$tg\beta = ctg\alpha \Rightarrow \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

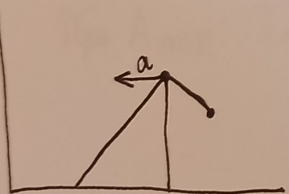
$$\sin\beta = \cos\alpha = \frac{4}{5}$$

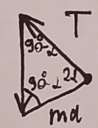
$$\frac{a_y}{\sin\alpha} = -a_k$$

$$a_y = -\frac{a_k}{\sin\alpha} \quad \sin\beta = \left|\frac{a_x}{a_y}\right| = \left|\frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}\right| = \frac{1/5}{3/5} = \frac{1}{3}$$

$$T - T\cos\alpha = Ma$$







$$\frac{mg}{\sin 2\alpha} = \frac{T}{\cos\alpha}$$

$$T = \frac{mg\cos\alpha}{2\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{mg}{2\sin\alpha} = ma_m$$

$$a_m = \frac{g}{2\sin\alpha} = \frac{g}{6/5} = \frac{5}{6} g$$

$$ma_m - ma\cos\alpha = Ma$$

$$M = m(1-\cos\alpha)$$

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{1-\cos\alpha} = 5???$$

Черновик

№2.

$$C(T)=\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$$

$$Q: \nu C(T)=\frac{dQ}{dT}$$

$$dQ=\nu C(T)dT$$

$$Q_1=-\int_{T_0}^{1/2T_0}dQ=-\int_{T_0}^{1/2T_0}\nu\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}dT=-\frac{5}{2}R\cdot\frac{\nu}{T_0}\int_{T_0}^{1/2T_0}TdT=-\frac{5}{2}R\cdot\frac{\nu}{T_0}\left(\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{1/2T_0}\right)=$$

$$=-\frac{5}{2}R\cdot\frac{\nu}{T_0\cdot 2}\cdot\left(\frac{T_0^2}{4}-T_0^2\right)=+\frac{5}{2}R\cdot\frac{\nu}{T_0\cdot 2}\cdot\frac{3T_0^2}{4}=\frac{15RT_0\nu}{16}$$

$$\Delta U+A=Q=-\frac{5R\nu}{4T_0}\left(T_0^2-T_1^2\right)=\frac{5R\nu}{4T_0}\left(T_1^2-T_0^2\right)$$

$$\Delta U=\frac{3}{2}\nu R(T_1-T_0)\qquad A=Q-\Delta U=-\frac{5R\nu}{4T_0}(T_0-T_1)(T_0+T_1)+\frac{3}{2}\nu R(T_0-T_1)$$

$$\cancel{=(T_0-T_1)\cdot\frac{\nu R}{2}\left(\frac{T_0+T_1}{T_0}\right.}\qquad A=\frac{5R\nu}{4T_0}T_1^2-\frac{3}{2}\nu RT_1-\frac{5R\nu}{4T_0}T_0^2+\frac{3}{2}\nu RT_0$$

При A_{min}: $T_1=-\dfrac{-3/2\,\nu R}{2\cdot\frac{5R\nu}{4T_0}}=\dfrac{3\nu R\cdot 4T_0}{2\cdot 2\cdot 5\nu R}=\dfrac{3}{5}T_0$

21201548 (U135377 M1263093)

Часть 2

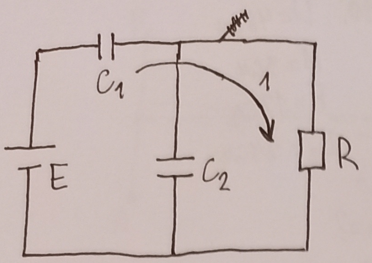
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201548**

ID профиля: **135377**

Вариант 2

Чистовик.



N3.

$C_2=C$

$C_1=3C$

Найти: 1) I_{R0} после замык. ключа

2). $Q=?$

3). U_R $(I_{C_2}=I_0)$

Решение: 1) по II правилу Кирхгофа для обх 1)

$E=I_{R0}\cdot R$ (т.к. C_1 из усл разряжен)

$I_{R0}=\frac{E}{R}$

2). Через большой промежуток времени ток через резистор перестанет идти, а конденсаторы полностью зарядятся ⇒ их энергия будет $W=\left(\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}\right)E^2=\frac{3}{4}CE^2$

$Q=W=\frac{3}{4}CE^2$

3). Пусть на 1 конденсаторе заряд q_1, на 2 – q_2 ⇒ $E=\frac{q_1}{C_1}+\frac{q_2}{C_2}$, $I_R=\frac{U_R}{R}$ ⇒

⇒ $\frac{q_1}{q_2}=\frac{I_0+I_R}{I_0}$ ⇒ $E=q_2\frac{I_0+I_R}{I_0C_1}+\frac{q_2}{C_2}$

$\frac{q_2}{C_2}=U_R$ ⇒ $q_2=I_RRC_2$ ⇒ $E=I_RRC_2\cdot\frac{I_0+I_R}{I_0C_1}+I_RR=$

$=U_R\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{I_0+U_R/R}{I_0}+U_R$

$E=\frac{U_R^2}{3RI_0}+U_R\left(\frac{1}{3}+1\right)=\frac{U_R^2}{3RI_0}+\frac{4}{3}U_R$

$3E=\frac{U_R^2}{RI_0}+4U_R$

$D/4=4+\frac{3E}{RI_0}=\frac{4RI_0+3E}{RI_0}$

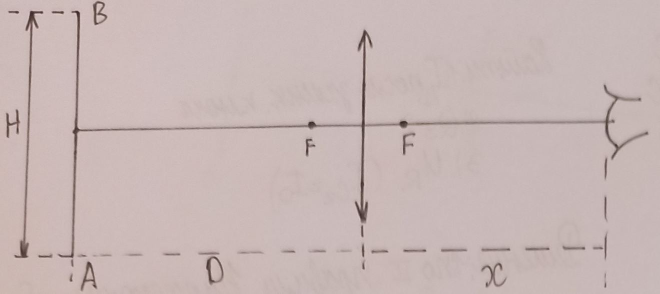
$U_R=\frac{-2+\sqrt{4+3E/RI_0}}{1/RI_0}=-2RI_0+\sqrt{4(RI_0)^2+3ERI_0}$

Ответ: 1) $\frac{E}{R}$; 2) $\frac{3}{4}CE^2$; 3). $-2RI_0+\sqrt{4(RI_0)^2+3ERI_0}$

3

Чистовик

N5



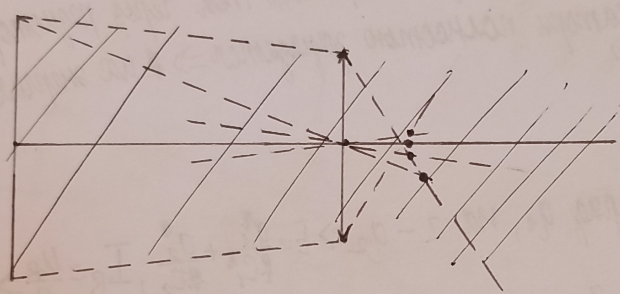
Дано: $D = 48$ см
$H = 9$ см
$F = 12$ см
$L_2 = 24$ см

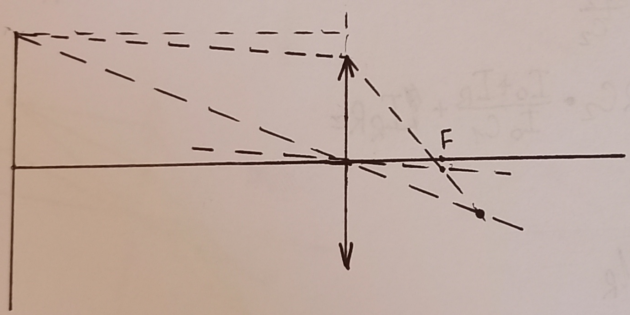
$x = ?$
$D_м = ?$
$S = ?$

Решение: 1) По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{D} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ (f – расстояние от линзы до изобр.)

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{D} \Rightarrow f = \frac{DF}{D-F} \Rightarrow x = L_2 + f = L_2 + \frac{DF}{F-D} = 24 + \frac{48\cdot 12}{48-12} = 24 + \frac{48}{3} = 24 + 16 = 40$ см.

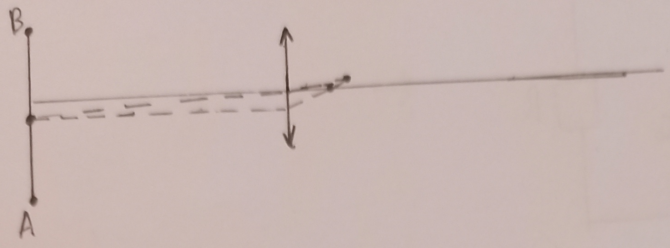
2).





Ответ: 1). 40 см

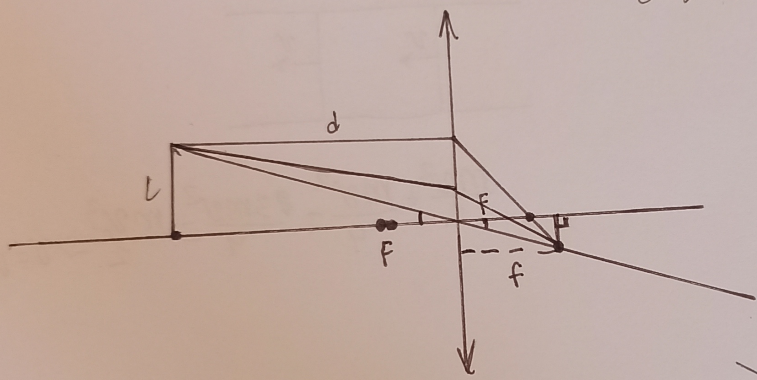
Черновик.

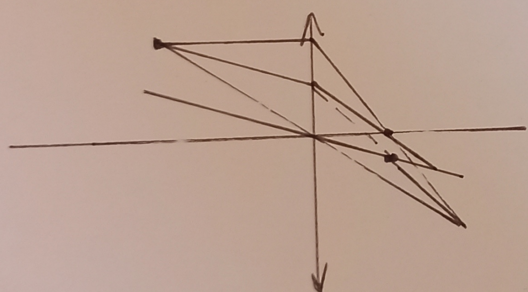


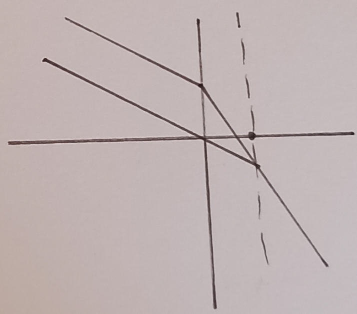
$\cancel{\frac{1}{f}=\frac{1}{F}+\frac{1}{d}}$ $\quad \frac{1}{F}=\frac{1}{f}+\frac{1}{d}$

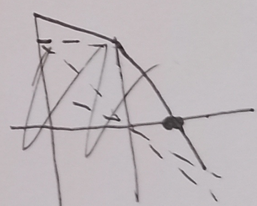
$\cancel{f=\frac{Fd}{F+d}}$ $\quad f=\frac{Fd}{d-F}=\frac{48\cdot 12}{48-12}=\frac{48\cdot 12}{36}=\frac{48}{3}=16$ $\quad \frac{Fd}{d+F}=\frac{48\cdot 12}{\cancel{60}\,5}=9{,}6$

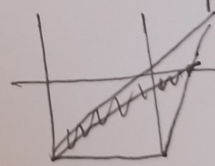
$\cancel{\frac{1}{f}+\frac{1}{f}=\frac{1}{d}}$ $\quad \frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F}$

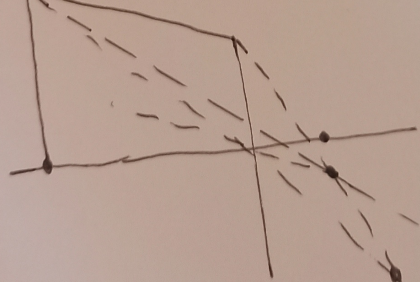


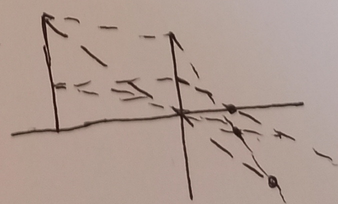






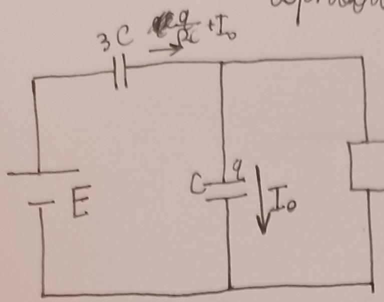






21201548 (U135377 M1263094)

Черновик



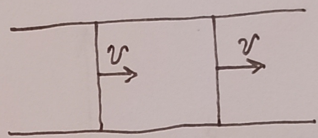
$\frac{q}{C}$

$\nu_0 d\Phi = BS = -B v_0 dt\, l$

$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = +B v_0 l \quad I_2 = \frac{\varepsilon}{R} = Bv_0 l / R$

$F_A = BIl = \frac{B^2 v_0 l^2}{R}$

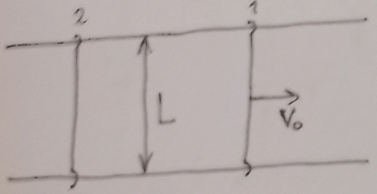
$a = \frac{F}{m}$



$\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3mv^2}{4} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v = v_0\sqrt{\frac{3}{2}}$

Чистовик.

№4.



Дано: $m_1 = m$

$m_2 = \frac{m}{2}$

$R_1 = R$

$R_2 = 4R$

1). $a_{20} = ?$

2). $v_k = ?$

3) $\Delta S = ?$

Решение: 1) Когда перемычка начала движение: $d\Phi = -Bv_0 dt L$ (изм. индукции за неболш. промежуток времени) $\Rightarrow \mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = Bv_0 L \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bv_0 L}{R} \Rightarrow$ ~~по зк Ампера~~ F_A для 2 перемычки:

$F_A = BIL = BL \cdot \frac{Bv_0}{R} L = \frac{B^2 L^2 v_0}{R} \Rightarrow$ по II зк Ньютона $a_{20} = \frac{F}{m/2} = \frac{2B^2L^2v_0}{Rm}$

2) ~~По зк сохранения энергии~~ За большом промежутке времени скорости сравняются и станут v. Тогда по з.с.э.: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3}{4}mv^2$

$v^2 = \frac{2}{3}v_0^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{3}}v_0$

3).

Ответ: 1). $\frac{2B^2L^2V_0}{Rm}$; 2). $\sqrt{\frac{2}{3}}V_0$

21201548 (U135377 M1263094)