Часть 1

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

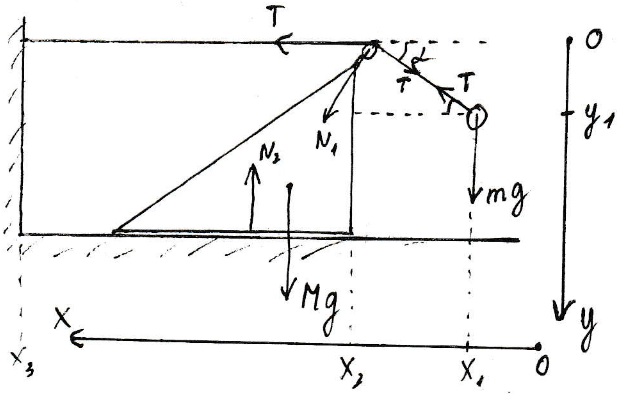
Шифр: **21201626**

ID профиля: **184341**

Вариант 3

Чистовик (стр. 1) Вариант 11-03 часть 1

№ 1



1) Из усл. постоянства α следует, что

$$\frac{y_1}{x_2-x_1}=tg\alpha \Rightarrow \frac{v_{1y}}{v_{2x}-v_{1x}}=tg\alpha \Rightarrow \frac{a_{1y}}{a_{2x}-a_{1x}}=tg\alpha$$

где 1 - шар, 2 - клин; ускорение клина:

$$a_к=a_{2x}=\frac{a_{1y}}{tg\alpha}+a_{1x} \quad (1)$$

Из усл. нерастяжимости нити следует, что:

$$\frac{x_2-x_1}{\cos\alpha}+x_3-x_2=const \Rightarrow \frac{v_{2x}-v_{1x}}{\cos\alpha}-v_{2x}=0 \Rightarrow \frac{a_{2x}-a_{1x}}{\cos\alpha}-a_{2x}=0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_к=a_{2x}=\frac{a_{1x}}{1-\cos\alpha} \quad (2)$$

Приравнивая (1) и (2), получаем:

$$\frac{a_{1x}}{1-\cos\alpha}=\frac{a_{1y}}{tg\alpha}+a_{1x} \Rightarrow \frac{a_{1y}}{a_{1x}}=\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}.$$

Ускорение $\vec{a}_1$ направлено под углом β к горизонту, $tg\beta=\frac{a_{1y}}{a_{1x}}=\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}=\boxed{1,5}$.

2) Второй з-н Ньютона в пр-циях на оси для шара:

$Ox: ma_{1x}=T\cos\alpha$

$Oy: ma_{1y}=mg-T\sin\alpha$ $\Rightarrow tg\beta=\frac{a_{1y}}{a_{1x}}=\frac{mg-T\sin\alpha}{T\cos\alpha} \Rightarrow T=\frac{mg}{tg\beta\cos\alpha+\sin\alpha}.$

$ma_{1x}=T\cos\alpha \Rightarrow a_{1x}=\frac{g}{tg\beta+tg\alpha}.$ Из (2) $\Rightarrow a_к=\frac{g}{(tg\beta+tg\alpha)(1-\cos\alpha)}=\boxed{\frac{5}{12}g}$

3) Второй з-н Ньютона для системы „шар + клин" в пр-ции на Ox:

$$Ma_к+ma_{1x}=T \Rightarrow \boxed{\frac{m}{M}=\frac{65}{64}}$$

4) Т.к. $a_{1y}=const=g-\frac{T\sin\alpha}{m}$, то за время τ: $H=\frac{a_{1y}\tau^2}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{\tau=\sqrt{\frac{10}{13}gH}}$$

Ответ: 1) $tg\beta=1,5$; 2) $a_к=\frac{5}{12}g$;

3) $\frac{m}{M}=\frac{65}{64}$; 4) $\tau=\sqrt{\frac{10}{13}gH}$

Чистовик | стр. 2 | $Q_{\text{отданное}} = -Q_{\text{подвед.}}$ № 2 часть 1 вариант 11-03

1) $Q_1 = -\nu\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} C(T)\,dT = -\nu\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} \frac{3R}{T_0} T\,dT = -\frac{3\nu R}{T_0}\left(\frac{\left(\frac{3}{5}T_0\right)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \boxed{\frac{24\nu R T_0}{25}}$

2) По первому з-ну термодинамики: $Q = \Delta U + A$;

$$\begin{cases} Q = \nu\int_{T_0}^{T} C(T)\,dT = \frac{3\nu R}{2T_0}(T-T_0)(T+T_0) \\ \Delta U = \frac{3\nu R}{2}(T-T_0) \end{cases}$$

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

Функция квадратичная $\Rightarrow A = A_{min}$ при $T = \frac{1}{\frac{2}{T_0}} = \boxed{\frac{T_0}{2}}$

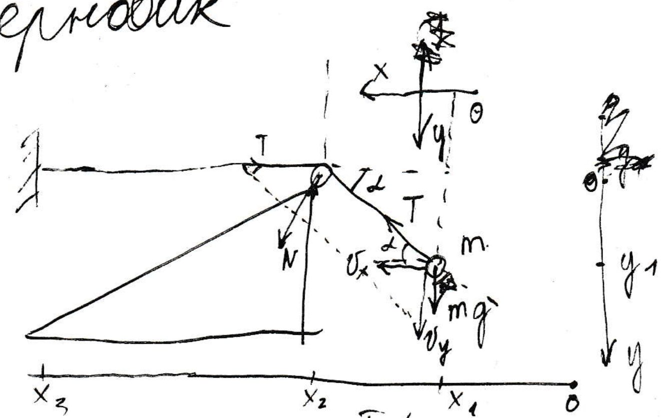
3) $A_{min} = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{T_0}{4} - \frac{T_0}{2}\right) = \boxed{\frac{-3}{8}\nu R T_0}$

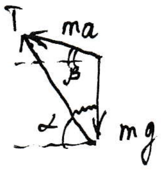
Ответ: 1) $Q_1 = \frac{24}{25}\nu R T_0$

2) $T = \frac{T_0}{2}$

3) $\frac{-3}{8}\nu R T_0$

Черновик №1





$$\frac{\Delta x}{\Delta y} = const$$

$$\frac{v_x}{v_y} = const$$

$$\frac{m\,dv_x}{m\,dv_y} = const = \frac{T\cos\alpha\,dt}{(mg - T\sin\alpha)dt} = 0$$

$$\frac{ma_x}{ma_y} = \frac{T\cos\alpha}{mg - T\sin\alpha}$$

$$tg\beta = \frac{a_y}{a_x} = \frac{mg - T\sin\alpha}{T\cos\alpha} \Rightarrow T = const$$

$$\frac{x_2 - x_1}{\cos\alpha} + x_3 - x_2 = const \Rightarrow \frac{v_2 - v_1}{\cos\alpha} - v_2 = 0 \Rightarrow v_2 - v_1 = v_2\cos\alpha$$

$$v_2 = \frac{v_1}{1-\cos\alpha} \qquad tg\alpha = \frac{12}{5}$$

$$mg - T\sin\alpha = T\cos\alpha \Rightarrow T = \frac{mg}{\sin\alpha + \cos\alpha}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{169-25}{169}} = \frac{12}{13}$$

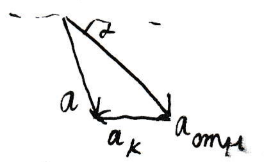
$$\frac{y_1 - y_2}{x_2 - x_1} = tg\alpha$$

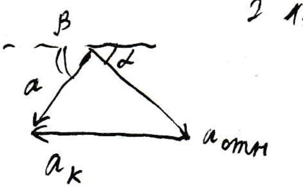
$$\frac{y_1}{x_2 - x_1} = tg\alpha; \quad v_{1y} = tg\alpha(v_{2x} - v_{1x})$$

$$\frac{12}{5} + \frac{3}{2} = \frac{24+15}{10} =$$

$$a_y = tg\alpha(a_k - a_x) \Rightarrow \boxed{a_k = \frac{a_y + tg\alpha\, a_x}{tg\alpha}}$$

$$\frac{3}{2}\cdot\frac{5}{13} + \frac{12}{13} = \frac{15+24}{26} = \frac{39}{26} = \frac{a_y}{tg\alpha} + a_x$$





$$a_{отн} = \sqrt{(a_k - a_x)^2 + a_y^2}$$

$$\frac{x_2 - x_1}{\cos\alpha} + x_3 - x_2 = const \Rightarrow \frac{v_k - v_{1x}}{\cos\alpha} - v_k = 0 \Rightarrow a_k - a_x = a_k\cos\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{a_k = \frac{a_x}{1-\cos\alpha}}$$

$$\frac{a_x}{1-\cos\alpha} = \frac{a_y}{tg\alpha} + a_x; \quad \frac{a_x - a_x(1-\cos\alpha)}{1-\cos\alpha} = \frac{a_y}{tg\alpha}$$

$$\frac{a_x\cos\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{a_y}{tg\alpha}; \quad \boxed{tg\beta} = \frac{a_y}{a_x} = \boxed{\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}} = \frac{12}{13\left(\frac{13-5}{13}\right)} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2} = \boxed{1{,}5}$$

$$tg\beta = \frac{mg - T\sin\alpha}{T\cos\alpha} \Rightarrow T(tg\beta\cos\alpha + \sin\alpha) = mg \Rightarrow T = \frac{mg}{tg\beta\cos\alpha + \sin\alpha}$$

$$ma_x = T\cos\alpha = \frac{mg}{tg\beta + tg\alpha}; \quad \boxed{a_k} = \frac{g}{(tg\beta + tg\alpha)(1-\cos\alpha)} = \frac{g}{(1{,}5+2{,}4)\left(\frac{8}{13}\right)} = \frac{13g}{31{,}2} =$$

$$= \frac{g}{\frac{3{,}9\cdot 8\cdot 0{,}3}{13\cdot 1}} = \frac{g}{2{,}4} = \frac{10g}{24} = \boxed{\frac{5g}{12}}$$

$$Ma_k + ma_x = T = \frac{mg}{tg\beta\cos\alpha + \sin\alpha}$$

$$\cancel{M\cdot\frac{5g}{12}} \quad a_x = g\frac{1}{tg\beta + tg\alpha} = \frac{10g}{39}; \quad M\cdot\frac{5g}{12} = m\left(-\frac{10g}{39} + \frac{g}{1{,}5\cdot\frac{5}{13} + \frac{12}{13}}\right) = mg\left(\frac{13}{19{,}5} - \frac{10}{39}\right) = mg\left(\frac{16}{39}\right)$$

$\frac{5}{12}M = \frac{16}{39}m$; $\frac{m}{M} = \frac{5 \cdot \cancel{39} \cdot 13}{\cancel{12} \cdot 16 \cdot 4} = \boxed{\frac{65}{64}}$ Черновик

$ma_y = mg - T\sin\alpha$; $H = \frac{a_y \tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{2a_y H} = \sqrt{2\left(g - \frac{26 g \cdot 12}{39 \cdot 13}\right)} =$

$= \sqrt{2g\left(1 - \frac{26 \cdot 12 \cdot 4}{39 \cdot 13}\right)H} = \sqrt{2g\left(\frac{13-8}{13}\right)H} = \boxed{\sqrt{\frac{10}{13} gH}}$

№ 2

ν, T_0; $c(T) = 3R\frac{T}{T_0}$

$\frac{9}{50} - \frac{1}{2} = \frac{9-25}{50} = \frac{16}{50} =$

$= \frac{8}{25}$

$Q = \nu\int_{T_0}^{T} \frac{3R}{T_0} T\,dT = \frac{3\nu R}{T_0}\left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right)$

$A = Q - \Delta U =$

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

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

$\frac{3\nu R}{2}\left(\frac{T_0}{4} - \frac{T_0}{2}\right) = \frac{-3\nu R T_0}{8}$

Часть 2

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

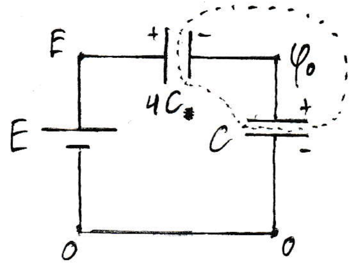
Шифр: **21201626**

ID профиля: **184341**

Вариант 3

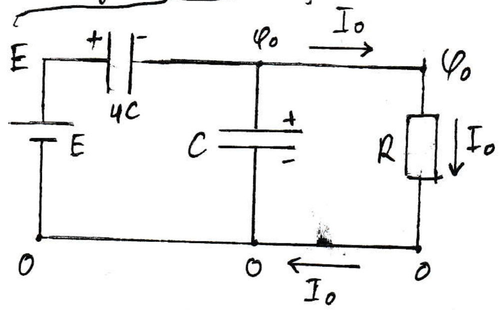
Чистовик [стр. 1] часть 2 вариант 11-03

№3

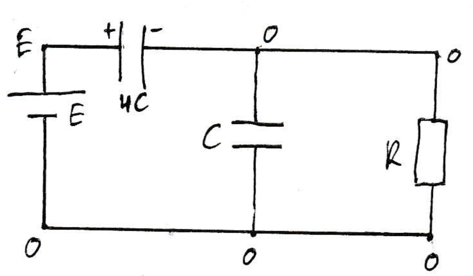


метод потенциалов

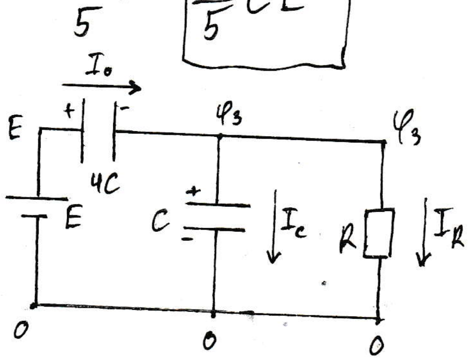
До замыкания ключа: по закону сохр. заряда для : $0=-4C(E-\varphi_0)+C\varphi_0 \Rightarrow \varphi_0=\frac{4}{5}E$



1) Сразу после замыкания ключа напряжения на конденсаторах не изменились, поэтому $I_1=\frac{\varphi_0}{R}=\boxed{\frac{4E}{5R}}$ Энергия в цепи: $W_1=\frac{4C(E-\varphi_0)^2}{2}+\frac{C\varphi_0^2}{2}=\frac{2CE^2}{5}$



2) В установившемся режиме токов через конденсаторы нет, т.е. нет нигде, напряж на R поэтому 0. Энергия в цепи: $W_2=\frac{4CE^2}{2}=2CE^2$ Рассмотрим изменение зарядов конденсаторов: на 4C был $4C(E-\varphi_0)=\frac{4CE}{5}$, стал $4CE$, т.е. вырос на $\Delta q=\frac{16}{5}CE$. Такой же заряд прошёл через источник вдоль него. Тогда работа источника $A_{ист}=+\Delta qE=\frac{+16}{5}CE^2$. По закону сохранения энергии: $A_{ист}=W_2-W_1+Q$, откуда тепло $Q=A_{ист}-W_2+W_1=\frac{+16}{5}CE^2-2CE^2+\frac{2CE^2}{5}=\boxed{\frac{8}{5}CE^2}$



3) В момент, когда ток через C_1 равен I_0:

$$I_0=4C\frac{d(E-\varphi_3)}{dt}=-4C\frac{d\varphi_3}{dt} \Rightarrow \frac{d\varphi_3}{dt}=\frac{-I_0}{4C}$$

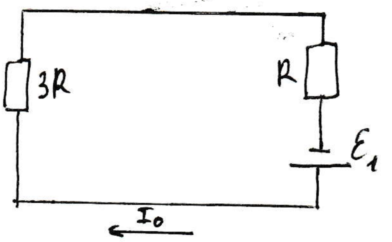
По з-ну сохр. заряда: $I_0=I_C+I_R$;

$I_C=C\frac{d\varphi_3}{dt}=\frac{-I_0}{4}$; Тогда: $I_R=I_0-I_C=\boxed{\frac{5I_0}{4}}$

Ответ: 1) $I_1=\frac{4E}{5R}$; 2) $Q=\frac{8}{5}CE^2$; 3) $I_R=\frac{5}{4}I_0$

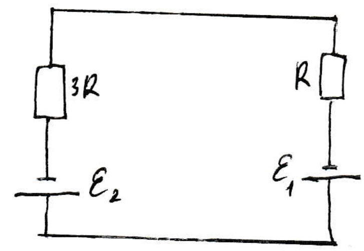
Чистовик [стр. 2] часть 2 Вариант 11-03

№4



1) При движении со скоростью v_0 у перемычки 1 возникнет ЭДС индукции $\mathcal{E}_0 = Bv_0L$, ориентированная, по правилу левой руки, вниз. Тогда в системе возникнет ток $I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{4R} = \frac{Bv_0L}{4R}$. На перемычку 1 начнёт действовать сила Ампера $F_0 = BI_0L = \frac{B^2L^2v_0}{4R}$, направленная, по прав. левой руки, против $\vec{v}_0$. Из 2-го з-на Ньютона в пр-ции на направление $\vec{v}_0$ находим модуль начального ускорения перемычки 1:

$$a_0 = \frac{F_0}{2m} = \boxed{\frac{B^2L^2v_0}{8mR}}$$



2) Спустя большой промежуток времени режим установился, т.е. тока нет (в противном случае были бы и ускорения, которые бы меняли ЭДС, а значит и ток, пока его не станет) т.е. ЭДС индукции перемычек сравняются: $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2$

$\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2 = Bv_3L$, а значит, равны и их скорости v_3. До этого момента они движутся со скоростями v_1 и v_2 (в произв. момент.); $\mathcal{E}_1 = Bv_1L$; $\mathcal{E}_2 = Bv_2L$; Ток в цепи $I = \frac{BL(v_1-v_2)}{4R}$, силы Ампера: $F_1 = \frac{B^2L^2(v_1-v_2)}{4R}$, $F_2 = \frac{-B^2L^2(v_2-v_1)}{4R}$, ускорения в пр-ции на $\vec{v}_0$: $a_1 = \frac{-B^2L^2(v_1-v_2)}{8mR}$; $a_2 = \frac{B^2L^2(v_1-v_2)}{4mR}$

$\Downarrow$

$8mR\,dv_1 = B^2L^2\,d(x_2-x_1)$; $4mR\,dv_2 = B^2L^2\,d(x_1-x_2)$; интегрируя до уст. момента:

$$\underbrace{8mR(v_3-v_0) = B^2L^2(S-S_0); \quad 4mRv_3 = B^2L^2(S_0-S)}$$, где S - конечн. расст. между перемычками

$\Downarrow$

$$\boxed{v_3 = \frac{2}{3}v_0;} \qquad 3) \boxed{S = \frac{8mRv_0}{3B^2L^2} + S_0}$$

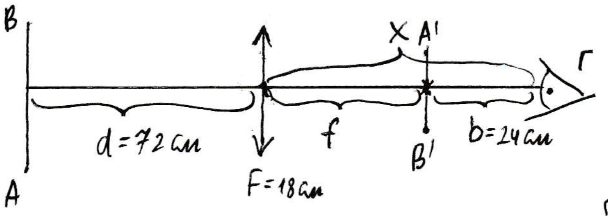
Ответ: 1) $a_0 = \frac{B^2L^2v_0}{8mR}$

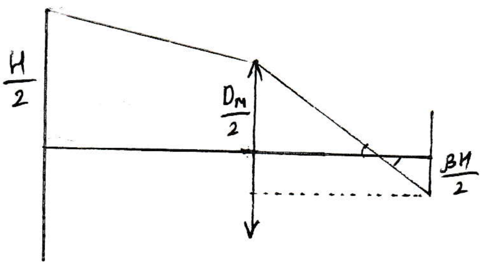
2) $v_3 = \frac{2}{3}v_0$

3) $S = \frac{8mRv_0}{3B^2L^2} + S_0$

Чистовик $\boxed{\text{стр. 3}}$ часть 2 Вариант 11-03

№5





1) По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = 24 \text{ см}$$

Тогда $x = f + b = 24 \text{ см} + 24 \text{ см} = \boxed{48 \text{ см}}$

Поперечное увеличение $\beta = \frac{f}{d} = \frac{1}{3}$

Ответ: 1) $x = 48$ см

Черновик

№3

$4 - \frac{4}{5} = \frac{16}{5}$

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

$\frac{2}{5} + \frac{16}{5} - 2 = \cancel{\frac{14-10}{5} = \frac{4}{5}}$ $\frac{18-10}{5} = \frac{8}{5}$

$I_c = CU' = C\varphi_3'$ $\quad C\varphi_3' + \frac{\varphi_3}{R} = I_0$; $\quad I_0 = 4C(E - \varphi_3') \Rightarrow \varphi_3' = E - \frac{I_0}{4C}$

$I_0 = -4C\varphi_3$ $\quad I = \frac{\mathcal{E}_1 \mp \mathcal{E}_2}{4R} = \frac{BV_1L \mp BV_2L}{4R}$

$mV_1 = \int F(t)\,dt$ $\quad a_{1x} = \frac{-B^2L^2(V_1 \mp V_2)}{8mR}$; $\quad a_2 = \frac{B^2L^2(V_1 \mp V_2)}{4mR}$

$\longrightarrow x$

$a_{1x}\, 8mR = -B^2L^2(V_1 - V_2)$

$dV_1\, 8mR = B^2L^2(dx_2 - dx_1)$ $\quad 4mR\,a_2 = B^2L^2(V_1 - V_2)$

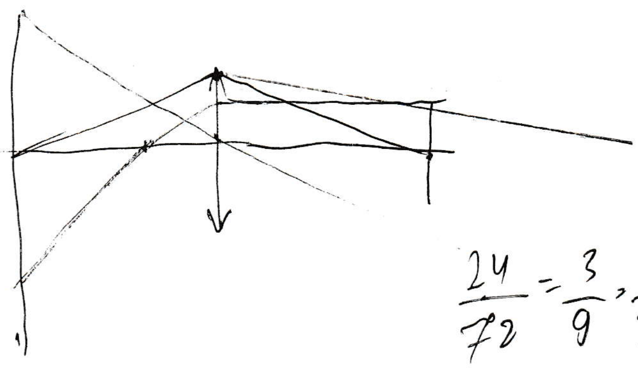
$8mR(V - V_0) = B^2L^2(S - S_0)$ $\quad 4mR\,dV_2 = B^2L^2 d(x_1 - x_2)$

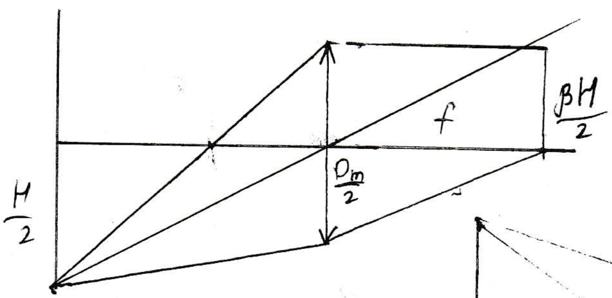
$4mRV = B^2L^2(S - S_0) \Rightarrow S = \frac{4mR\frac{2}{3}V_0}{B^2L^2} + S_0$

$\cancel{a_{20} = \frac{B^2L^2V_0}{}}$

$8mR(V - V_0) = -4mRV$ $\quad 12mRV = 8mRV_0$

$\frac{72\cdot 18}{72-18} = \frac{\cancel{72}\cdot\cancel{18}\cdot 2\cdot 12}{\cancel{54}\cdot\cancel{6}\cdot 1}$





$\frac{24}{72} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$