Часть 1

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

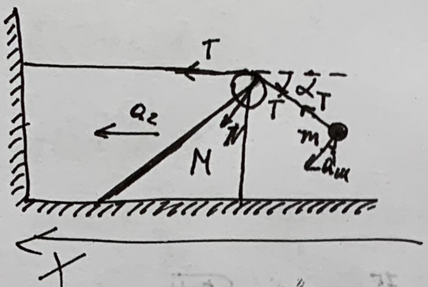
Шифр: **21200859**

ID профиля: **264459**

Вариант 1

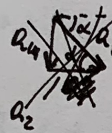
Чистовик Вариант 11-01

Задача 1

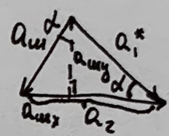


$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

1) Т.к. угол наклона нити с гор. не меняется, то в СО клина шарик движется вдоль нити $\Rightarrow$ a_1^* направлена под углом α к горизонту



$a_ш$ и a_2 – ускорения шарика и клина в СО земли



$tg\,\alpha = const \Rightarrow \frac{dH}{dl} = const \Rightarrow$

$\frac{a_{шy}}{a_2 - a_{шx}} = tg\,\alpha;$

Т.к. в первонач. момент шарик покоится, то центростр. ускорения нет $\Rightarrow$ $a_ш = a_\tau$; $a_ш \perp$ нити $\Rightarrow$ ~~направление~~ угол ускорения шарика к горизонту такой, что $\sin\beta = \sin(\frac{\pi}{2} - \alpha) = \cos\alpha = \frac{3}{5}$; $\sin\beta = \frac{3}{5}$

2) $a_{шy} = a_ш \sin\beta = a_ш \cdot \cos\alpha$; $a_{шx} = a_ш \sin\alpha$;

$a_ш \cos\alpha = a_2\, tg\,\alpha - a_ш \sin\alpha\, tg\,\alpha \Rightarrow a_2 = \frac{a_ш(\cos\alpha + \sin\alpha\, tg\,\alpha)}{tg\,\alpha} = a_ш \frac{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}{\sin\alpha} =$

$= \frac{a_ш}{\sin\alpha}$; $a_ш = a_2 \sin\alpha$

Второй закон Ньютона на Ox

для клина: $\begin{cases} Ma_2 = N_x; \\ ma_2\sin^2\alpha = T\cos\alpha; \end{cases}$
для шара:

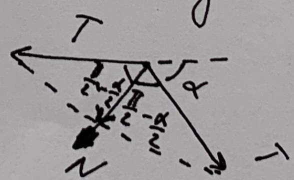
$\frac{M}{m\sin^2\alpha} = \frac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha}$

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

$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)\sin^2\alpha} = \frac{\frac{3}{5}}{\frac{2}{5}\cdot\frac{16}{25}} = \frac{75}{32}$

Второй закон Ньютона для шарика:

$\cancel{m}a_ш = \cancel{m}g\cos\alpha \Rightarrow a_2 = g\, ctg\,\alpha = \frac{3g}{4}$



$\sin\frac{\alpha}{2} \approx 0{,}447$

1

$N \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = N_x$; $N = 2T\sin\frac{\alpha}{2}$

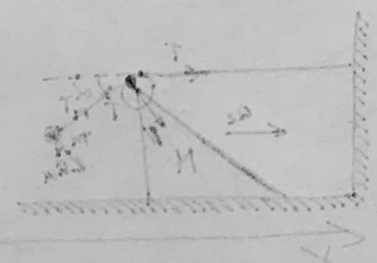
$N_x = 2T\sin^2\frac{\alpha}{2} = 2T\,\frac{1-\cos\alpha}{2} = T(1-\cos\alpha)$

Чистовик

Задача 1

4) $a_m = g\cos\alpha$

$$a_{my} = a_m\cos\alpha = g\cos^2\alpha = \frac{9}{25}g$$



$$H = \frac{a_{my}t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H\cdot 25}{9g}} = \sqrt{\frac{50H}{9g}}$$

Ответ: 1) $\sin\beta = \frac{3}{5}$; 2) $a_2 = \frac{3}{4}g$; 3) $\frac{m}{M} = \frac{75}{32}$; 4) $t = \sqrt{\frac{50H}{9g}}$

Чистовик

Задача 2

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

1) $dQ = \nu C\,dT$

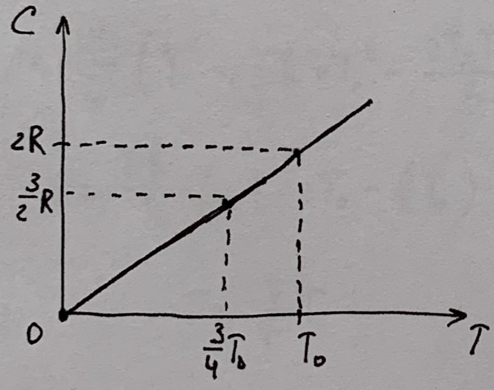
$dQ = 2\nu R\frac{T}{T_0}dT$ проинтегрируем от T_0 до $\frac{5}{6}T_0$

$Q = \frac{2\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} T\,dT = \frac{2\nu R}{T_0}\cdot\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} = \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{25}{72}T_0^2 - \frac{36}{72}T_0^2\right) = -\frac{22\nu RT_0}{72}$ — столько

тепла получим $\Rightarrow$ отдал $Q_1 = -Q = \frac{11}{36}\nu RT_0$

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

$A = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{3}{2}T_xT_0 - \frac{3}{2}T_0^2 - T_x^2 + T_0^2\right)$



При $\frac{3}{4}T_0$ $V = const \Rightarrow$ работа минимальная

$A = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{9}{8}T_0^2 - \frac{3}{2}T_0^2 - \frac{9}{16}T_0^2 + T_0^2\right)$

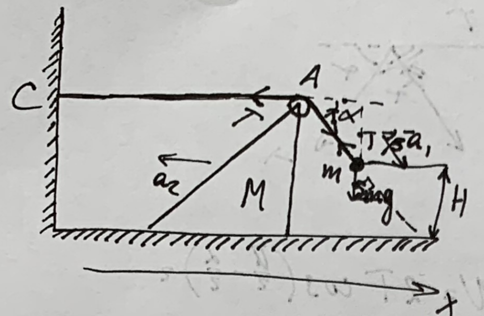
$A = \frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{1}{16}T_0^2 = \frac{\nu RT_0}{16}$

Ответ: 1) $\frac{11}{36}\nu RT_0$; 2) $\frac{3}{4}T_0$; 3) $\frac{\nu RT_0}{16}$;

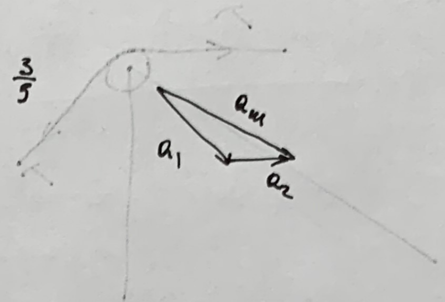
3

Черновик

Задача 1



$\cos\alpha = \frac{3}{5}$



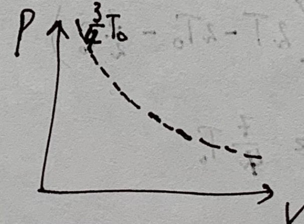
1) ~~Т.к. угол наклона нити к горизонту не меняется, то шарик движется вдоль правого участка нити => ускорение также направлено вдоль правого участка нити => угол между ускорением и горизонтом β = α => $\cos\beta = \cos\alpha = \frac{3}{5}$~~

2) Второй закон Ньютона на Ox

$-Ma_2 = -T + T\cos\alpha$

Т.к. угол наклона нити к горизонту, то $a_1 \sin\alpha = a_2 \Rightarrow a_1 = \frac{a_2}{\sin\alpha}$

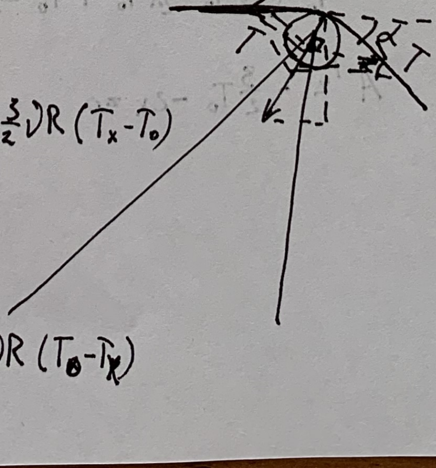
$\frac{ma_2}{\sin\alpha} = mg\sin\alpha$



№2

$dQ = C\nu dT = \frac{2RT\nu}{T_0} dT$

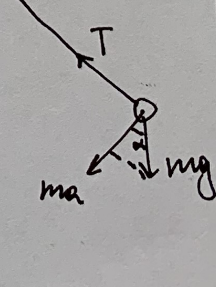
$Q = \frac{2R\nu}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} T\,dT = \frac{2\nu R}{T_0}\cdot\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} = \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{25}{72}T_0^2 - \frac{36}{72}T_0^2\right) = -\frac{11\nu R T_0}{36}$



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

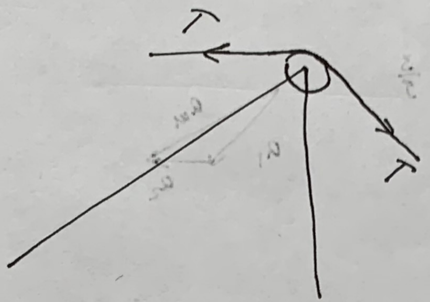
1

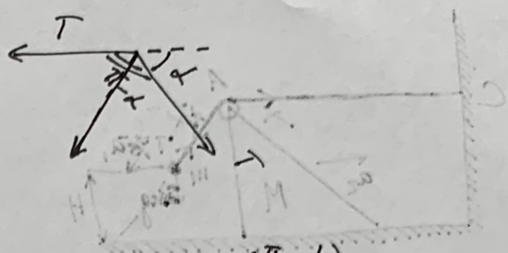
$Q = \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{T_x^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right)$



$A = Q - \Delta U = \frac{\nu R}{T_0}(T_x^2 - T_0^2) + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x)$

Черновик:





$$N = 2T\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) = 2T\sin\frac{\alpha}{2}$$

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

$$A = \frac{\nu R}{T_0}\left(T^2 - 2TT_0 + T_0^2 - \frac{3T_xT_0}{2} + \frac{3T_0^2}{2}\right)$$

$$A' = \frac{\nu R}{T_0}\left(2T - 2T_0 - \frac{3}{2}T_0\right)$$

$$T = \frac{7}{4}T_0$$

$T_к = T_0$

$T_н = x$

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

$$A = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{3}{2}T_0^2 - \frac{3}{2}xT_0 + T_0^2 - x^2\right)$$

$$A' = -\frac{3}{2}T_0 - 2x = 0$$

2

Часть 2

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

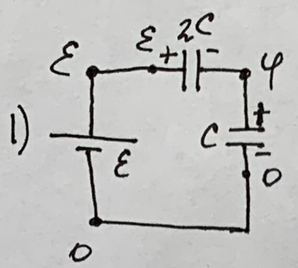
Шифр: **21200859**

ID профиля: **264459**

Вариант 1

Чистовик Вариант 11-01

Задача 3

1) 

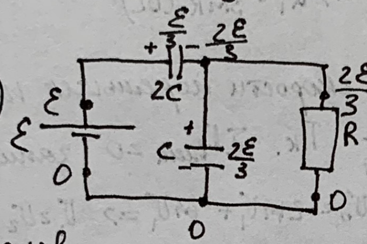
Метод потенциалов

По ЗСЗ:

$$0 = -2C(\mathcal{E}-\varphi) + C\varphi$$

$$2\mathcal{E} - 2\varphi = \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{2}{3}\mathcal{E}$$

$U_1 = \frac{\mathcal{E}}{3}, \quad U_2 = \frac{2\mathcal{E}}{3}$

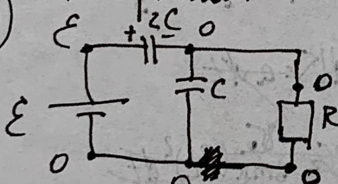
2) 

Метод потенциалов

Т.к. U на ⊣⊢ скачком не меняется, то потенциал φ останется равным $\frac{2\mathcal{E}}{3}$

$$J_R = \frac{\frac{2\mathcal{E}}{3}}{R} = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$$

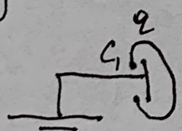
3) Уст. режим



Метод потенциалов в

Ток в уст. режиме через ⊣⊢ не течёт $\Rightarrow$ потенциалы на концах ⊣□⊢ одинаковые

C_1 ⊣⊢ заряжен до напряжения $\mathcal{E}$, C_2 – разряжен



q был $\frac{2C\mathcal{E}}{3}$

стал $2C\mathcal{E}$ $\Rightarrow$ через источник протек заряд $\frac{4C\mathcal{E}}{3}$

ЗСЭ:

$$A_{ист} = \Delta W + Q; \quad Q = \frac{4C\mathcal{E}^2}{3} - (W_k - W_0) = \frac{4C\mathcal{E}^2}{3} - \left(C\mathcal{E}^2 - \underbrace{\left(\frac{\cancel{2}C\mathcal{E}^2}{9\cdot\cancel{2}} + \frac{\cancel{4}C\mathcal{E}^2}{9\cdot\cancel{2}}\right)}_{\frac{C\mathcal{E}^2}{3}}\right) =$$

$$= \frac{4C\mathcal{E}^2}{3} - \frac{2C\mathcal{E}^2}{3} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{3}$$

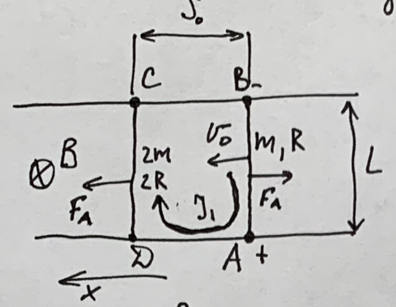
3) Конденсатор C_2 сразу разрядится через резистор и ток через него идти не будет $\Rightarrow$ ток J_0 через C_1 – это общий ток в цепи, который протекает через резистор

1

Ответ: 1) $J_R = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$; 2) $Q = \frac{2C\mathcal{E}^2}{3}$; 3) $J_R = J_0$

Чистовик

Задача 4



$\mathcal{E}_{i1} = v_0 BL$

$J_1 = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{3R} = \frac{v_0 BL}{3R}$

Второй закон Ньютона для перемычки 2

Ox: $2ma_2 = F_A = J_1 BL = \frac{v_0}{3R}(BL)^2$

$a_2 = \frac{v_0}{6mR}(BL)^2$; $ma_1 = J_1 BL \Rightarrow a_1 = \frac{v_0}{3mR}(BL)^2$

Через длит. промежуток времени скорости перемычек постоянны $\Rightarrow$ $F_A = 0 \Rightarrow J = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{i2} \Rightarrow v_1 = v_2$; Т.к. $\sum F_{внеш} = 0$ запишем ЗСИ:

~~ЗСЭ~~:

$mv_0 = 2mv_1 + mv_1 \Rightarrow v_1 = v_2 = \frac{v_0}{3}$;

$\cancel{\frac{2mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}}$; $\cancel{2v_2^2 + v_1^2 = v_0^2}$; $\cancel{3v_2^2 = v_0^2}$

$\cancel{v_1 = v_2 = \frac{\sqrt{3}v_0}{3}}$

~~Т.к. $\sum F_{внеш} = 0$ запишем ЗСИ:~~

~~Ox: $mv_0 = 2mv_2 + mv_1$; $v_1 = v_0 - 2v_2$~~

$\cancel{2v_2^2 + v_1^2 = v_0^2}$

$\cancel{dv = a\,dt}$

$\cancel{dv_2 = \frac{v_0}{6mR}(BL)^2\,dt}$

$\cancel{2v_2^2 + v_0^2 - 4v_0v_2 + 4v_2^2 = v_0^2}$

$\cancel{v_2(6v_2 - 4v_0) = 0}$

$\cancel{v_2 = \frac{2}{3}v_0}$

Рассмотрим момент времени τ

$J = \frac{\sum \mathcal{E}_i}{3R} = \frac{(v_1 - v_2)BL}{3R}$; $F_A = \frac{v_1(t) - v_2(t)}{3R}(BL)^2$

$F_A \cdot dt = \frac{v_1\,dt}{3R}(BL)^2 - \frac{v_2\,dt}{3R}(BL)^2$ проинтегрируем от $t=0$ до $t_к$

$F_A \cdot t = \Delta p = (x_1 - x_2)\frac{(BL)^2}{3R}$; $S_1 = S_0 - (x_1 - x_2)$

$\Delta p = 2mv_2 - 0 = \frac{2mv_0}{3}$; $x_1 - x_2 = \frac{2mv_0R}{\cancel{3}(BL)^2}$; $S_1 = S_0 - \frac{2mv_0R}{(BL)^2}$

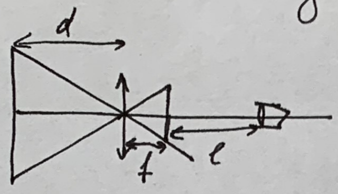
2

Ответ: 1) $a_2 = \frac{v_0}{6mR}(BL)^2$; 2) $v_1 = v_2 = \frac{v_0}{3}$; 3) $S_1 = S_0 - \frac{2mv_0R}{(BL)^2}$

Чистовик

Задача 5

1)



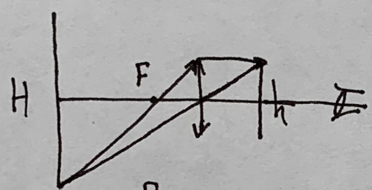
$F = 9$ см
$d = 36$ см $= 4F$
$l = 24$ см

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{4}{3}F$$

$$X = f + l = \frac{4}{3}\cdot 9 + 24 = 36 \text{ см}$$

$$\Gamma = \frac{F}{d-F} = \frac{F}{3F} = \frac{1}{3} \Rightarrow h = \frac{H}{3} = 3 \text{ см}$$

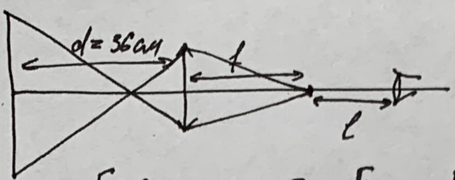
2)



При меньшем диаметре линзы крайний луч преломится слабее ~~сильнее~~ и изобр. краев картины не будет $\Rightarrow D_м = h = 3$ см

Ответ: 1) $X = 36$ см; 2) $D_м = 3$ см

Черновик



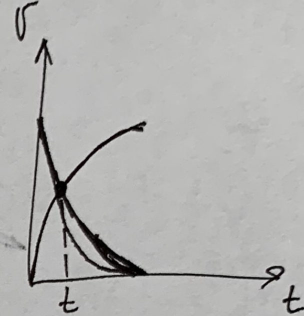
$F = 9\text{ см}$

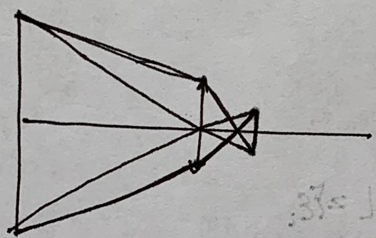
$d = 4F$

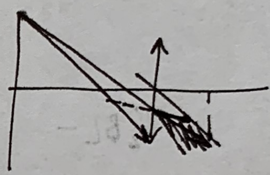
$\Gamma = \frac{F}{d-F} = \frac{F}{3F} = \frac{1}{3}$

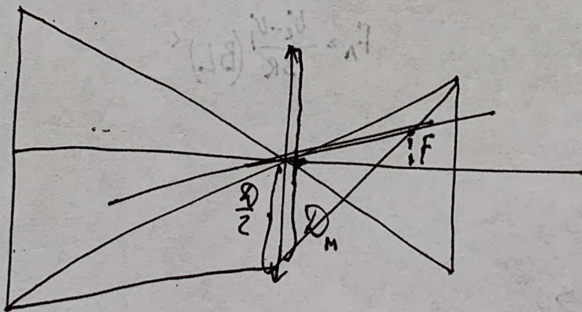
$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{4F^2}{3F} = \frac{4}{3}F = 12\text{ см}$

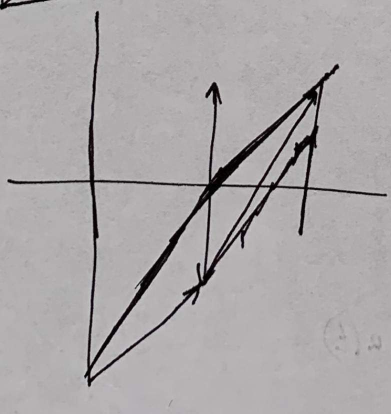
$x = f + l = 12 + 24 = 36\text{ см}$

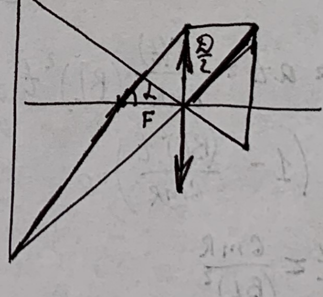






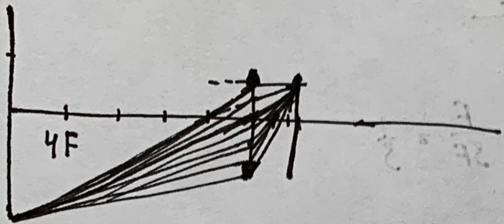


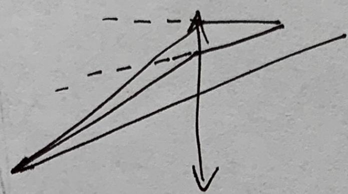




$y = xy$

Черновик

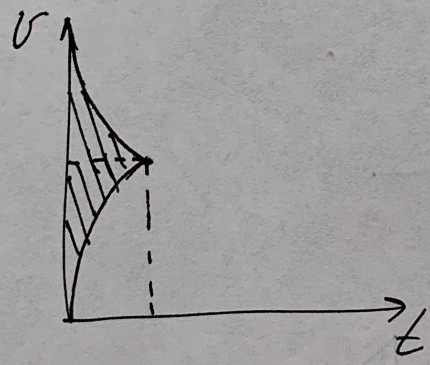




$$V_2 BL - \quad V_1 BL = (V_2 - V_1) BL = \Sigma \mathcal{E}_i$$

$$J = \frac{V_2 - V_1}{3R} BL$$

$$F_A = \frac{V_2 - V_1}{3R} (BL)^2$$



$$v(t) = at = \frac{v(t)}{6mR} (BL)^2 t$$

$$v(t) \left(1 - \frac{(BL)^2 t}{6mR}\right) = 0 \qquad \frac{dv}{dt};$$

$$t = \frac{6mR}{(BL)^2}$$

$$\frac{dQ}{dt} = a(t)$$