# Часть 1

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

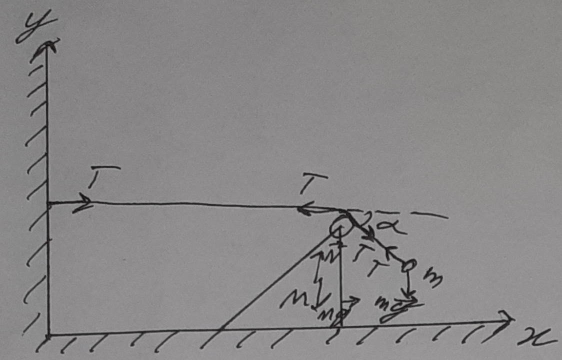
Шифр: **21202525**

ID профиля: **316243**

Вариант 2

~~Чистовик~~ Черновик

2)




Распишем силы, которые действуют на клин

$x: a_m \cdot M = T(1-\cos(\alpha))$

$y: 0 = -T\sin(\alpha) - Mg + N$

Распишем силы, которые действуют на шар

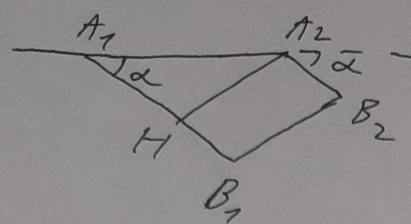
$x: m(-a_m \sin(\frac{\alpha}{2})) = -T\cos(\alpha)$

$y: m(-a_m \cos(\frac{\alpha}{2})) = -mg + T\sin(\alpha)$

Расси

Чистовик

2)




$\vec{B_2B_1}$ – перемещение шара

2

$\vec{A_2A_1}$ – перемещение клина

$B_2B_1 = \frac{a_m t^2}{2}$ $\quad A_2A_1 = \frac{a_M t^2}{2}$

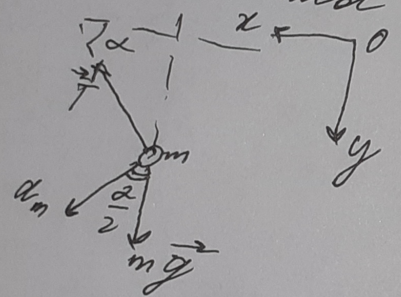
$\frac{A_2A_1}{B_2B_1} = \frac{a_M}{a_m}$ Пусть $A_2H \parallel B_2B_1$

т.к. нить нерастяжима, то $A_1H = A_1A_2$ и Пусть $A_1A_2 = l$

, тогда $B_2B_1 = l\sqrt{2-2\cos(\alpha)}$

$a_m = \frac{a_m}{\sqrt{2-2\cos(\alpha)}}$ $\quad \frac{A_1A_2}{B_2B_1} = \frac{1}{\sqrt{2-2\cos(\alpha)}}$

Распишем силы действующие на шар




x: $T\cos(\alpha) = m a_m \sin(\frac{\alpha}{2})$

y: $mg - T\sin(\alpha) = m a_m \cos(\frac{\alpha}{2})$

$\frac{T}{m} = a_m \frac{\sin(\frac{\alpha}{2})}{\cos(\alpha)}$

$g - \frac{T}{m}\sin(\alpha) = a_m \cos(\frac{\alpha}{2})$

$g - a_m \sin(\frac{\alpha}{2}) \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = a_m \cos(\frac{\alpha}{2})$

$g = a_m (\cos(\frac{\alpha}{2}) + \sin(\frac{\alpha}{2}) \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)})$

$\sin(\alpha) = \frac{3}{5}$ $\quad \cos(\alpha) = \frac{4}{5}$ $\quad \cos(\frac{\alpha}{2}) = \frac{3}{\sqrt{10}}$ $\quad \sin(\frac{\alpha}{2}) = \sqrt{1-\frac{9}{10}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$

$\cancel{g = a_m (\frac{1}{\sqrt{10}} + \frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{\frac{3}{5}}{\frac{4}{5}}) = a_m (\frac{1}{\sqrt{10}} + \frac{9}{4\sqrt{10}}) = a_m \frac{13}{4\sqrt{10}}}$

$\cancel{a_m = g \frac{4\sqrt{10}}{13}}$

$g = a_m (\frac{3}{\sqrt{10}} + \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot \frac{\frac{3}{5}}{\frac{4}{5}}) = a_m (\frac{3}{\sqrt{10}} + \frac{3}{4\sqrt{10}}) = a_m \frac{15}{4\sqrt{10}}$

$a_m = \frac{4\sqrt{10}}{15} g$

Чистовик

5

$\Delta U = \frac{i}{2}\nu R(T_1 - T_0)$  $i=3$ т.к. газ одноатомный

Найдём зависимость работы $A$ от $T_1$

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

$$\Rightarrow \cancel{\frac{5}{4}} \quad \frac{A}{\nu R} = \frac{5}{4}\frac{T_1^2}{T_0} - \frac{5}{4}T_0 - \frac{3}{2}T_1 + \frac{3}{2}T_0$$

$$\frac{A}{\nu R} = \frac{5}{4T_0}T_1^2 - \frac{3}{2}T_1 - \frac{5}{4}T_0 + \frac{3}{2}T_0$$

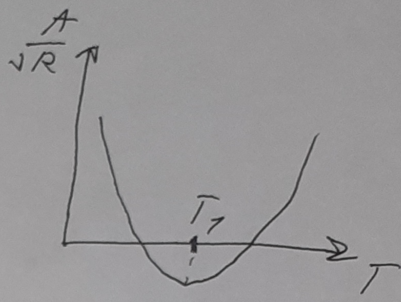



график зависимости $\frac{A}{\nu R}$ — парабола $\Rightarrow$

$x_в = -\frac{b}{2a}$ при $y = ax^2 + bx + c \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2T_0}} = \frac{3}{5}T_0$$ Ответ: $T_1 = \frac{3}{5}T_0$

3) Из прошлого пункта мы знаем что

$$A = \nu R\left(\frac{5}{4T_0}T_1^2 - \frac{3}{2}T_1 - \frac{5}{4}T_0 + \frac{3}{2}T_0\right)$$ подставим $T_1 = \frac{3}{5}T_0$

$\cancel{A = \nu R\left(\frac{5}{4}T_0 - \frac{9}{10}T_0\right.}$

$\cancel{A = \nu R\left(\frac{3}{4}T_0 - \frac{9}{10}\right.}$

$$A_1 = \nu R\left(\frac{5}{4T_0}\,\frac{9}{25}T_0^2 - \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{5}T_0 - \frac{5}{4}T_0 + \frac{3}{2}T_0\right) =$$

$$= \nu R\left(\frac{9}{20}T_0 - \frac{9}{10}T_0 + \frac{7}{4}T_0\right) = \nu R T_0\left(\frac{9}{20} - \frac{18}{20} + \frac{5}{20}\right) =$$

$= \cancel{-\frac{7}{4}\nu R T_0}$ $-\frac{7}{5}\nu R T_0$  Ответ: $A_1 = -\frac{7}{5}\nu R T_0$

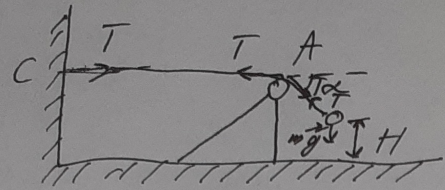
Ответ: 1) $Q_1 = \frac{15}{16}\nu R T_0$  2) $T_1 = \frac{3}{5}T_0$

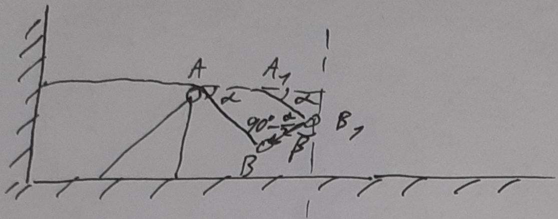
3) $A_1 = -\frac{7}{5}\nu R T_0$

№1

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$ $\qquad H$

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



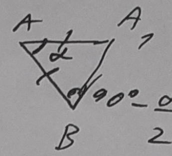



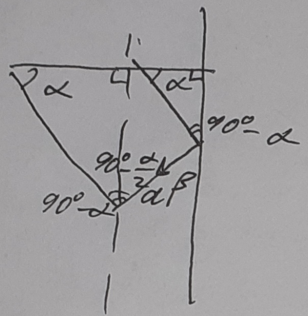

$AA_1 + A_1B_1 = AB$

$AB \parallel A_1B_1$

~~$AB =$~~

$AB - A_1B_1 = AA_1$




$\cancel{90° - \alpha - 90° + \frac{\alpha}{2}}$

$\beta = 90° - \frac{\alpha}{2} - 90° + \alpha = \frac{\alpha}{2}$

$\beta = \frac{\alpha}{2} \qquad \cos(2\beta) = \frac{4}{5}$

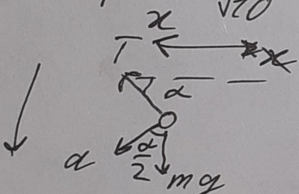
$\cos(2\beta) = 2\cdot\cos^2(\beta) - 1$

$\cos^2(\beta) = \frac{\cos(2\beta)+1}{2} = \frac{\frac{4}{5}+1}{2} = \frac{9}{10}$

т.к. $0 < \alpha < 90°$ $\Rightarrow 0 < \beta < 45°$ $\Rightarrow \cos(\beta) > 0$

$\cos(\beta) = \frac{3}{\sqrt{10}}$

2)




$x: \; T\cos(\alpha) = ma\sin(\frac{\alpha}{2}) = ma\sin(\beta)$

$\sin(\beta) = \sqrt{1 - \frac{9}{10}} = \frac{1}{\sqrt{10}} = \sin(\frac{\alpha}{2})$

$y: \; mg - T\sin\alpha = ma\cos(\beta)$

$\frac{T}{m}\cos(\alpha) = a\sin(\beta) \qquad g - a\cos(\beta) = \frac{T}{m}\sin(\alpha)$

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

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

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

$\cos(\alpha) = \frac{4}{5} \qquad \sin(\beta) = \frac{1}{\sqrt{10}}$

$\sin(\alpha) = \frac{3}{5} \qquad \cos(\beta) = \frac{3}{\sqrt{10}}$

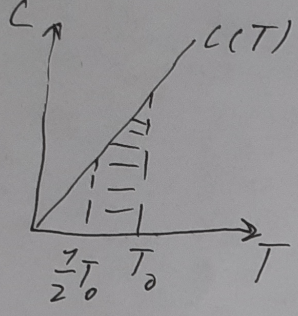
№2

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

1) от $T_0$ до $\frac{1}{2} T_0$

$\cancel{Q_1 = \Delta U + A = \int_{T_0}^{\frac{1}{2}T_0}}$

$Q_1 = \int_{\frac{1}{2}T_0}^{T_0} C(T)\, \nu\, dT = \nu \int_{\frac{1}{2}T_0}^{T_0} C(T)\, dT =$




$= \nu \frac{5}{2} \frac{R}{T_0} \frac{\left(T_0^2 - \frac{1}{4} T_0^2\right)}{2}$

$\cancel{\frac{T_0 + \frac{1}{2}T_0}{2} \quad \frac{1}{2}T_0}$

$\frac{\frac{5}{2} R \frac{T_0}{T_0} + \frac{5}{2} R \frac{\frac{1}{2}T_0}{T_0}}{2} \cdot \frac{1}{2} T_0 =$

$= \frac{5}{2} R \frac{1 + \frac{1}{2}}{2} \cdot \frac{1}{2} T_0 = \frac{5}{2} R T_0 \frac{3}{8} = \frac{15}{16} R T_0 \nu = Q_1$

2) $T_1 = ?$

$Q = -\nu \frac{\frac{5}{2} R \frac{T_0}{T_0} + \frac{5}{2} R \frac{T_1}{T_0}}{2} \cdot (T_0 - T_1) =$

$= -\nu \frac{5}{2} R \frac{1}{T_0} \frac{(T_0 + T_1)(T_0 - T_1)}{2} = -\nu \frac{5}{2} R \frac{1}{T_0} \frac{T_0^2 - T_1^2}{2} = \nu \frac{5}{2} R \frac{1}{T_0} \frac{T_1^2 - T_0^2}{2}$

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

$A$

$Q = \Delta U + A \qquad A = \nu \frac{5}{4} R \frac{1}{T_0} (T_1^2 - T_0^2) - \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_0)$

$\frac{A}{\nu R} = \frac{5}{4T_0} T_1^2 - \frac{5}{4} T_0 - \frac{i}{2} T_1 + \frac{i}{2} T_0 = \frac{5}{4T_0} T_1^2 - \frac{i}{2} T_1 + \frac{2i - 5}{4} T_0$

$T_1 = -\frac{b}{2a} = \frac{\frac{i}{2}}{2 \cdot \frac{5}{4T_0}} = \frac{i T_0}{5} = \frac{i}{5} T_0 \qquad T_1 = \frac{3}{5} T_0$

3) $\frac{A}{\nu R} = \frac{5}{4 T_0} \cdot \left(\frac{i}{5}\right)^2 T_0^2 - \frac{5}{4} T_0 - \frac{i^2}{10} T_0 + \frac{i}{2} T_0 = \qquad \frac{9}{20} - \frac{18}{20} + \frac{5}{20}$

$= \frac{i^2}{20} T_0 - \frac{5}{4} T_0 - \frac{i^2}{10} T_0 + \frac{i}{2} T_0 = \left(\frac{i^2}{20} - \frac{25}{20} - \frac{2i^2}{20} + \frac{10i}{20}\right) T_0$

$$\frac{10i - i^2 - 25}{20} T_0 = \frac{A}{\nu R}$$

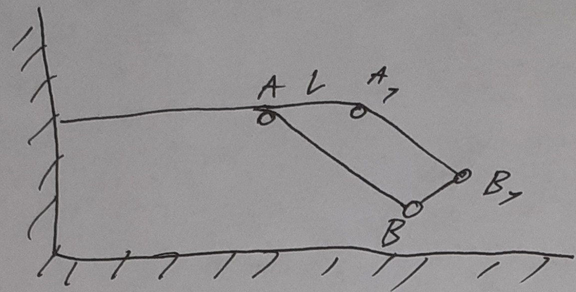
$$A = \nu R T_0 \frac{30 - 9 - 25}{20} = -\frac{1}{5} \nu R T_0$$

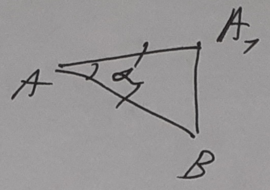
$$10 \cdot \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = a\left(\frac{1}{\sqrt{10}} + \frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}}\right) \cancel{*}$$

$$10 \cdot \frac{4}{3} = a\left(\frac{1}{\sqrt{10}} + \frac{4}{\sqrt{10}}\right) = a\,\frac{5}{\sqrt{10}}$$

$$a_m = 10\sqrt{10} \cdot \frac{4}{3 \cdot 5} = \frac{8\sqrt{10}}{3}\ м/с^2 \approx 8{,}43\ м/с^2$$

3)




$$\cancel{*}\ B_1B = l\sqrt{2 - 2\cos(\alpha)}$$

$$a_m \cdot M = T(1 - \cos(\alpha))$$

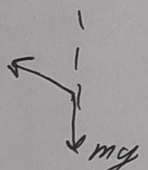
$$B_1B = \frac{a_m \cdot t^2}{2} = l\sqrt{2}\,\sqrt{1 - \cos(\alpha)}$$

$$\cancel{a_m \cdot m =}$$

$$l = \frac{a_M \cdot t^2}{2}$$

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

$$a_m = a_M \sqrt{2}\sqrt{1 - \cos(\alpha)}$$




$$g - a_m\cos(\beta) = \frac{T}{m}\sin(\alpha)$$

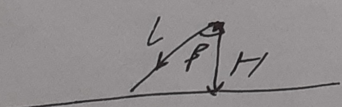
$$\frac{T}{m}\cos(\alpha) = a_m \cdot \sin(\beta)$$

$$\frac{T}{m}\,\frac{\cos(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{T}{M}\sqrt{2}\,(1 - \cos(\alpha))^{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{\sin(\beta)\sqrt{2}}{\cos(\alpha)}(1 - \cos(\alpha))^{\frac{3}{2}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{10}}\sqrt{2}}{\frac{4}{5}}\left(1 - \frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} =$$

$$= \frac{\frac{1}{\sqrt{5}}}{\frac{4}{5}}\left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{3}{2}} = \frac{5}{4\sqrt{5}}\ \frac{1}{5\sqrt{5}} = \frac{1}{20} \qquad \frac{m}{M} = 20$$

4)




$$\frac{H}{l} = \cos(\beta) = \frac{3}{\sqrt{10}} \qquad l = \frac{\sqrt{10}}{3}H$$

$$a_m = \frac{8\sqrt{10}}{3}\ м/с^2 \qquad \frac{\sqrt{H}}{2}\ с$$

$$l = \frac{a_m t^2}{2} \qquad t = \sqrt{\frac{2l}{a_m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{\sqrt{10}}{3}H}{\frac{8\sqrt{10}}{3}}} = \cancel{2\ с}\ 0{,}5\sqrt{H}$$

Чистовик

1

№1

Дано:

$\cos(\alpha) = \frac{4}{5}$

$H$

Найти:

$\beta = ?$

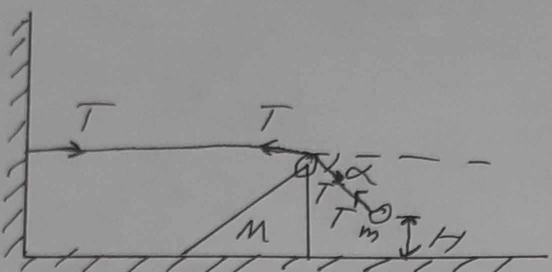
$a_M = ?$

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

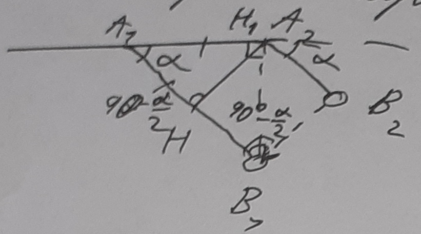
$t_k = ?$

Решение:

1)




Рассмотрим перемещение шара с момента $t_1$ до $t_2$




т. к. нить нерастяжима, то $A_1A_2 + A_2B_2 = A_1B_1$, пусть $A_2H \parallel B_2B_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow AHB_1 = A_2B_2 \Rightarrow A_1H = A_1A_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \angle A_1HA_2 = 90° - \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \angle A_1B_1B_2 = 90° - \frac{\alpha}{2}$

пусть $B_1H_1 \perp A_1A_2$ $\quad \angle A_1B_1H_1 = 90° - \alpha$

$\angle B_2B_1H_1 = 90° - \frac{\alpha}{2} - 90° + \alpha = \frac{\alpha}{2}$

~~Перем~~ Вектор перемещения шара образует ~~в~~ с вертикалью угол $\frac{\alpha}{2}$. Траэктория шара прямолинейна. Т. к. силы двействующие на шар (сила натяжения нити и сила тяжести) со временем не меняются $\Rightarrow$ ускорение шара постоянно и совпадает с перемещением $\overrightarrow{B_2B_1}$

Найдём $\cos(\frac{\alpha}{2})$

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

т. к. $0 < \alpha < 90° \Rightarrow 0 < \frac{\alpha}{2} < 45°$

$\cos(\frac{\alpha}{2}) = \sqrt{\frac{\cos(\alpha)+1}{2}}$

$\cos(\frac{\alpha}{2}) = \sqrt{\frac{\frac{4}{5}+1}{2}} = \frac{3}{\sqrt{10}}$

Ответ: $\cos(\frac{\alpha}{2}) = \frac{3}{\sqrt{10}}$

21202525 (U316243 M1265455)

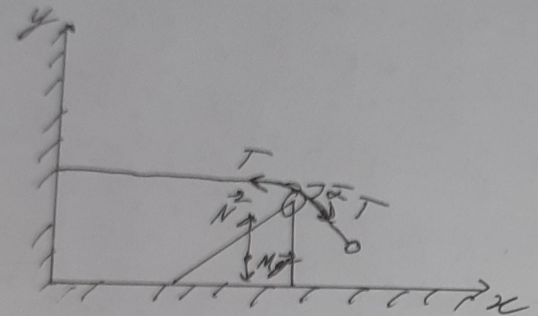
Чистовик

3

$$a_M = \frac{\frac{4\sqrt{10}}{15} g}{\sqrt{2-2\cdot\frac{4}{5}}} = \frac{g\, 4\sqrt{10}}{15\sqrt{2\cdot\frac{1}{5}}} = \frac{4\sqrt{10}\cdot\sqrt{5}\cdot g}{15\sqrt{2}} = \frac{4}{3} g$$

$a_M = \frac{40}{3} = 13{,}3$ м/с² Ответ: $a_M = 13{,}3$ м/с²

3) $\frac{m}{M} = ?$ Рассмотрим ~~что~~ силы действующие на клин



x) $-a_M M = T(\cos(\alpha) - 1)$

y) $0 = N - Mg - T\sin(\alpha)$

$$a_M = \frac{T}{M}(1-\cos(\alpha))$$

Из прошлого пункта мы узнали, что $a_M = \frac{a_m}{\sqrt{2-2\cos(\alpha)}}$ и $\frac{T}{m} = a_m \frac{\sin(\frac{\alpha}{2})}{\cos(\alpha)}$

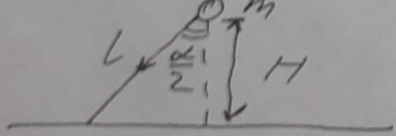
$$\Rightarrow \quad \frac{T}{M}\sqrt{2}\,(1-\cos(\alpha))^{\frac{3}{2}} = \frac{T}{m}\cdot\frac{\cos(\alpha)}{\sin(\frac{\alpha}{2})}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\frac{\alpha}{2})\cdot\sqrt{2}\cdot(1-\cos(\alpha))^{\frac{3}{2}}} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{1}{\sqrt{10}}\cdot\sqrt{2}\cdot(1-\frac{4}{5})^{\frac{3}{2}}} =$$

$$= \frac{4\cdot\sqrt{10}}{5\cdot\sqrt{2}\cdot\frac{1}{(\sqrt{5})^3}} = \frac{4\cdot\sqrt{10}\cdot 5\cdot\sqrt{5}}{5\cdot\sqrt{2}} = 20$$

Ответ: $\frac{m}{M} = 20$

4)



$\cos(\frac{\alpha}{2}) = \frac{H}{L}$ L - пройденый шаром путь

$$L = \frac{H}{\cos(\frac{\alpha}{2})}$$

$$L = \frac{a_m t_k^2}{2} \qquad t_k = \sqrt{\frac{2L}{a_m}}$$

Из пункта 2) мы знаем, что $a_m = \frac{4\sqrt{10}}{15} g$

$$t_k = \sqrt{\frac{2\cdot H}{\cos(\frac{\alpha}{2})\cdot\frac{4\sqrt{10}}{15} g}} = \sqrt{\frac{2\cdot H}{\frac{3}{\sqrt{10}}\cdot\frac{4\sqrt{10}}{15} g}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{4}{5} g}} = \sqrt{\frac{2\cdot 5}{40}}\cdot\sqrt{H} =$$

# Чистовик

(4)

$\approx \sqrt{H} \cdot 0{,}5$ с     **Ответ:** $t_к = \frac{\sqrt{H}}{2}$ с

**Ответ:** 1) $\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{3}{\sqrt{10}}$     2) $a_м = \frac{4}{3} g \approx 13{,}3$ м/с²

3) $\frac{m}{M} = 20$     4) $t_к = \sqrt{\frac{5}{2} \frac{H}{g}} \approx \frac{\sqrt{H}}{2}$ с

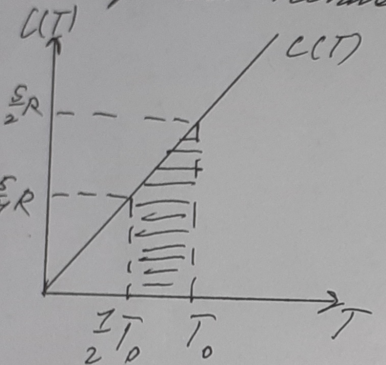
## №2

**Дано:**
$\nu$ * $T_0$
$C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}$

**Найти:**
$Q_1 = ?$
$T_1 = ?$
$A_1 = ?$

**Решение:**

1) Рассмотрим график зависимости молярной теплоёмкости от температуры.




$Q = \nu\, C(T) \cdot dT$
Т.к. теплоёмкость меняется, то заштрихованная площадь под графиком $C(T)$ характеризирует тепло отданное газом в окружающее среду

т.к. $Q_1 > 0$     $Q_1 = \nu \cdot \dfrac{\frac{5}{2} R \frac{T_0}{T_0} + \frac{5}{4} R \frac{T_0}{T_0}}{2} \left(T_0 - \frac{1}{2} T_0\right)$
(площадь трапеции)

$$Q_1 = \nu R \frac{\frac{5}{2} + \frac{5}{4}}{2} \cdot \frac{1}{2} T_0 = \nu R T_0 \frac{15}{16}$$

**Ответ:** $Q_1 = \frac{15}{16} \nu R T_0$

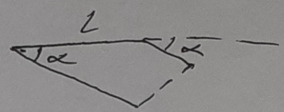
2) По 1-му закону термодинамики

$Q = \Delta U + A$     Пусть $T_1$ — конечная температура, тогда из прошлого пункта мы знаем, что

$$Q = \nu \frac{\frac{5}{2} R \frac{T_0}{T_0} + \frac{5}{2} R \frac{T_1}{T_0}}{2} \cdot (T_0 - T_1) = -\nu R \frac{5}{2} \frac{T_0^2 - T_1^2}{2 T_0} =$$

$$= -\frac{\nu R}{T_0} \frac{5}{4} (T_0^2 - T_1^2) = \frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0} (T_1^2 - T_0^2)$$

$$\cancel{a_n = \frac{T}{m}(1-\cos(\alpha))}$$



# Часть 2

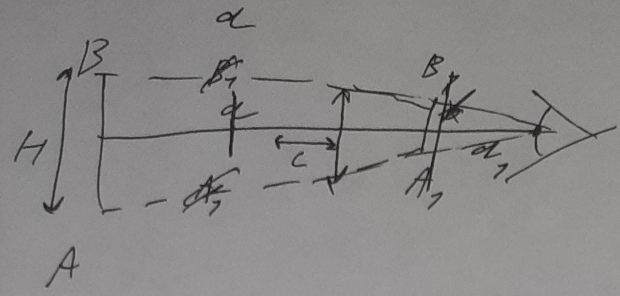
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202525**

ID профиля: **316243**

Вариант 2

№5



$F = 12$ см

$H = 9$ см

$d = 48$ см

$d_1 = 24$ см

$\cancel{\frac{1}{d} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F}}$

1) $b = ?$ $\qquad \frac{1}{d} + \frac{1}{b - d_1} = \frac{1}{F}$

$$\frac{1}{b - d_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

$$b - d_1 = \frac{1}{\frac{d - F}{dF}} = \frac{dF}{d - F}$$

$$b = d_1 + \frac{dF}{d - F} = 24 + \frac{48 \cdot 12}{48 - 12} = 24 + \frac{48 \cdot 12}{12 \cdot 3} =$$

$$= 24 + \frac{48}{3} = 24 + 16 = 40 \text{ см}$$

2) $B_1A_1 = 4{,}5$ см $\qquad \frac{D}{b} = \frac{B_1A_1}{d_1}$

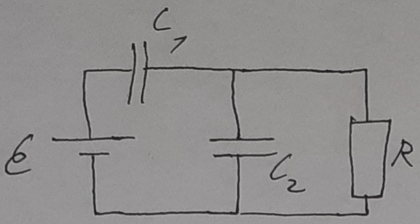
$$D = \frac{B_1A_1 \cdot b}{d_1} = \frac{4{,}5 \cdot 40}{24} = \frac{180}{24} = \frac{60}{8} = \frac{\cancel{30}\,15}{2} = 7{,}5 \text{ см}$$

3) $\frac{1}{b} + \frac{1}{c} = \frac{1}{F}$ $\qquad \frac{1}{c} = \frac{1}{F} - \frac{1}{b} = \frac{b - F}{bF}$

$$c = \frac{bF}{b - F} = \frac{40 \cdot 12}{40 - 12} = \frac{40 \cdot 12}{\cancel{38}\ 28} = \frac{120}{7} \approx 17{,}14 \text{ см}$$

# Чистовик

№3 (1)



**Дано:**
$C_2 = C$
$C_1 = 3C$
$R$ $\quad \mathcal{E}$ $\quad I_0$

**Найти:**
$I_1 = ?$
$Q_R = ?$
$U_R = ?$

**Решение:**

1) Сразу после замыкания заряд на конденсаторах остаётся неизменным. Рассмотрим цепь до замыкания

$$\mathcal{E} = U_1 + U_2$$

$$U_1 = \frac{q}{C_1} \qquad U_2 = \frac{q}{C_2} \qquad q_1 = q_2 = q$$

$$\mathcal{E} = q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) = q\left(\frac{1}{3C} + \frac{1}{C}\right) = \frac{4}{3}\frac{q}{C}$$

$$q = \frac{3}{4}\mathcal{E}C$$

$$U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{\frac{3}{4}\mathcal{E}C}{C} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$$

Сразу после замыкания $U_R = U_2 = I_1 R$

$$\frac{3}{4}\mathcal{E} = I_1 R \qquad I_1 = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}$$

Ответ: $I_1 = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}$

2) Пусть $N_0$ – суммарная энергия конденсаторов до замыкания

$N_1$ – суммарная энергия конденсаторов после замыкания

$Q$ – ~~тепло выделившаяся~~ к-во выделевшееся теплоты

$A$ – работа ЭДС $\qquad$ из прошлого пункта $q = \frac{3}{4}\mathcal{E}C$

$$N_0 + A = N_1 + Q \qquad N_0 = \frac{q^2}{2C_1} + \frac{q^2}{2C_2} = \frac{9\mathcal{E}^2C^2}{32\cdot 3C} + \frac{9\cdot\mathcal{E}^2C^2}{32\cdot C} =$$

$$A = \Delta q\,\mathcal{E} \qquad = \frac{3\mathcal{E}^2C}{32} + \frac{9\mathcal{E}^2C}{32} = \frac{12\mathcal{E}^2C}{32} = \frac{3\mathcal{E}^2C}{8}$$

$$N_1 = \frac{q_1^2}{2C_1} \qquad q_1 = C_1\mathcal{E} = 3\mathcal{E}C \qquad N_1 = \frac{9\mathcal{E}^2C^2}{2\cdot 3C} = \frac{3\mathcal{E}^2C}{2}$$

$$\Delta q = q_1 - q = 3\mathcal{E}C - \frac{3}{4}\mathcal{E}C = \frac{9}{4}\mathcal{E}C$$

Чистовик

$$\frac{3\varepsilon^2 C}{8} + \frac{9}{4}\varepsilon C \cdot \varepsilon = \frac{3\varepsilon^2 C}{2} + Q$$

$$Q = \varepsilon^2 C \left(\frac{3}{8} + \frac{9}{4} - \frac{3}{2}\right) = \cancel{\varepsilon}\, \varepsilon^2 C \left(\frac{3}{8} + \frac{18}{8} - \frac{12}{8}\right) = \frac{9}{8}\varepsilon^2 C$$

Ответ: $Q = \frac{9}{8}\varepsilon^2 C$

Чистовик

№4

3

Дано:

$V_0$ $L$

$m_1 = m$

$R_1 = R$

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

$R_2 = 4R$

$B$

Найти:

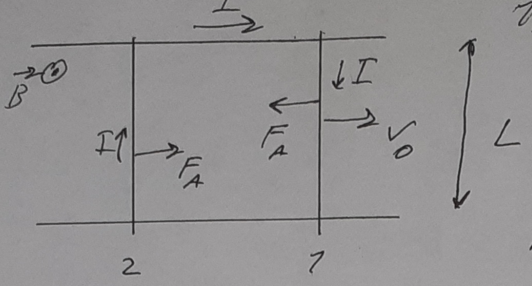
$a_2 = ?$

$V_1 = ?$

$V_2 = ?$

$\Delta L = ?$

Решение:




1) По правилу Ленца $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{B\,dS}{dt} = -BL(V_1 - V_2)$

$F_A$ – сила ампера

$F_A = BLI$ По закону ома $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{BL(V_1 - V_2)}{5R}$

$F_A = \frac{V_1 - V_2}{5R}(BL)^2$ $a_2 = \frac{F_A}{m_2} = \frac{2F_A}{m}$

$a_2 = \frac{2}{5}\frac{V_1 - V_2}{mR}(BL)^2$ В начальный момент $V_1 - V_2 = V_0$

$a_2 = \frac{2}{5}\frac{V_0}{mR}(BL)^2$ Ответ: $a_2 = \frac{2}{5}\frac{V_0}{mR}(BL)^2$

2) Пока перемычки будут двигаться, то 1-я перемычка будет замедлятся, а вторая будет ускоряться => что $V_1 - V_2$ будет уменьшаться а значит и $F_a$ уменьшается, Так через некоторое время $F_a$ станет равным 0 и разница скоростей $V_1 - V_2 = 0$. Т. к. ~~сила~~ $F_a = 0$, то изменений скоростей далее невозможна, => $V_1 = V_2$

Т. к. $F_a$ на 1-ую перемычку и на 2-ую перемычку равны, то $F_a \cdot dt = dV_1 m_1 = dV_2 m_2$ => ~~измене~~ сумма изменений импульсов 2х перемычек равна 0 => ~~импульс в начале~~ суммарный импульс перемычек 2х в начале эксперимента равна суммарному импульсу перемычек через продолжительное время.

$V_0 m_1 = V_1 m_1 + V_2 m_2$ т. к. $V_1 = V_2$, то Чистовик

4

$V_0 m_1 = V_1 (m_1 + m_2)$ $V_1 = V_0 \frac{m_1}{m_1 + m_2}$

$V_1 = V_0 \frac{m*}{m + \frac{m}{2}} = \frac{m}{\frac{3}{2} m} V_0 = \frac{2}{3} V_0$

Ответ: $V_1 = V_2 = \frac{2}{3} V_0$

3) Из пункта 1 мы знаем, что $F_A = \frac{V_1 - V_2}{5R} (BL)^2$

$dp$ - изменение импульса $\overbrace{\text{2-й перемычки}}$ за $dt$

$$dp = F_A dt = \frac{(V_1 - V_2) dt}{5R} (BL)^2$$

$dL$ - изменение расстояния между перемычками за $dt$ $dL = (V_1 - V_2) dt$

$$dp = \frac{dL}{5R} (BL)^2$$

сумма $dL$ равна $\Delta L$, а сумма $dp$ равна $\Delta p$

$\Delta p = \frac{\Delta L}{5R} (BL)^2$ $\Delta p$ - изменение импульса 2-й перемычки

$\Delta p = V_2 m_2$

$$V_2 m_2 = \frac{\Delta L}{5R} (BL)^2 = \frac{2}{3} V_0 \cdot \frac{m}{2} = \frac{1}{3} V_0 m$$

$\Delta L = \frac{5}{3} \frac{R V_0 m}{(BL)^2}$ Ответ: $\Delta L = \frac{5}{3} \frac{R V_0 m}{(BL)^2}$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{2}{5} \frac{V_0}{mR} (BL)^2$

2) $V_1 = V_2 = \frac{2}{3} V_0$

3) $\Delta L = \frac{5}{3} \frac{R V_0 m}{(BL)^2}$

№5

Чистовик

5

Дано:

$F = 12$ см

$H = 9$ см

$a = 48$ см

$a_1 = 24$ см

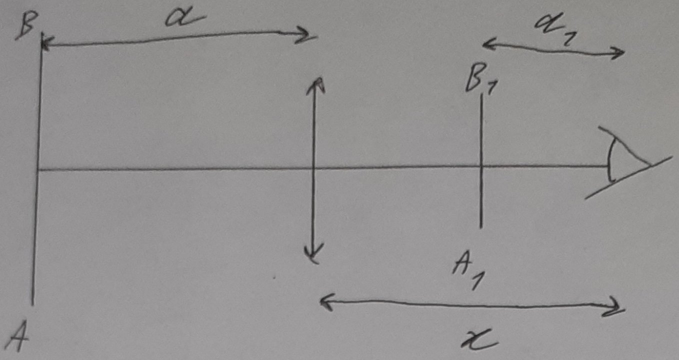
Найти:

$x = ?$

$D_m = ?$

$b = ?$

Решение:




$A_1B_1$ – действительное изображение часов

1) $AB = H$

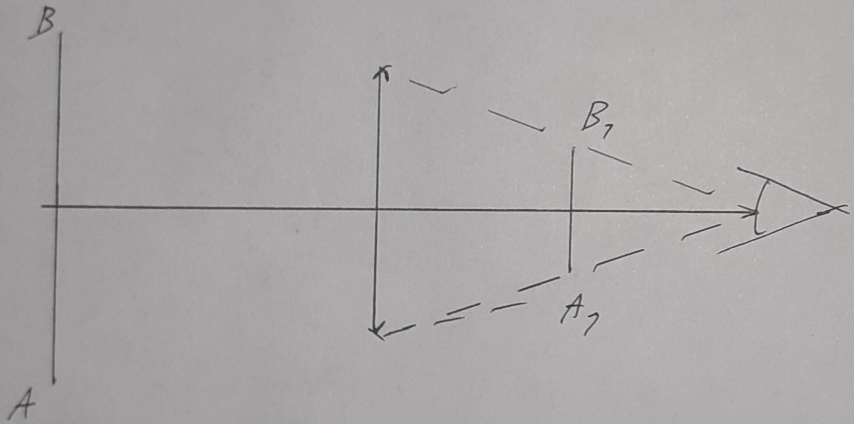
По формуле линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{x-a_1} = \frac{1}{F}$

$\cancel{x-a}$ $\quad \frac{1}{x-a_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{a-F}{aF}$

$x - a_1 = \frac{aF}{a-F} \qquad x = a_1 + \frac{aF}{a-F} = 24 + \frac{48 \cdot 12}{48-12} = 40$ см

Ответ: $x = 40$ см

2)




$H_1$ – диаметр изображения

$\frac{AB}{a} = \frac{A_1B_1}{x-a_1} \qquad H\frac{x-a_1}{a} = H_1$

$\frac{D_m}{x} = \frac{H_1}{a_1} \qquad D_m = \frac{x}{a_1}H_1 = \frac{x}{a_1}\frac{x-a_1}{a}H$

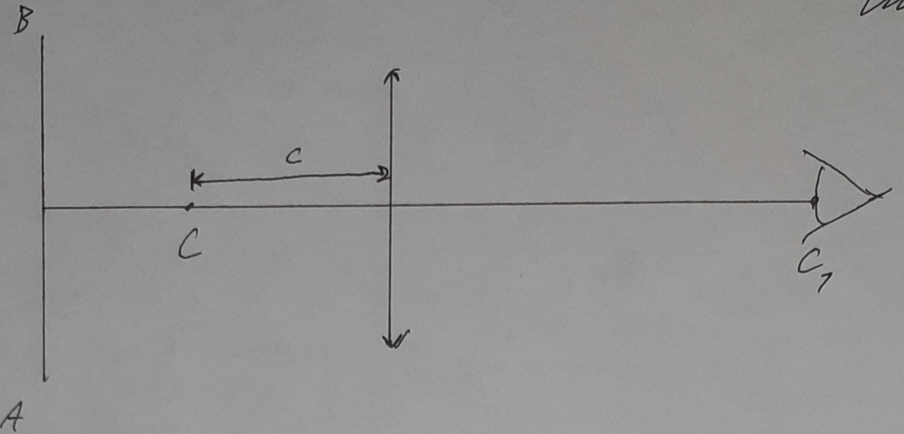
$D_m = \frac{40(40-24)}{24 \cdot 48} \cdot 9 = \frac{40 \cdot 16 \cdot 9}{24 \cdot 48} = \frac{40 \cdot 3}{24} = \frac{40}{8} = 5$ см

Ответ: $D_m = 5$ см

Чистовик

6

3)




Что-бы не было видно часов, то надо расположить экран так, чтобы его изображение совпадало со зрачком глаза.

$$\frac{1}{c} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \qquad \frac{1}{c} = \frac{1}{F} - \frac{1}{x} = \frac{x-F}{xF}$$

$$C = \frac{xF}{x-F} = \frac{5\cdot 12}{5-12} = \frac{60}{7} \approx 8{,}57 \text{ см}$$

Ответ: надо расположить между часами и линзой на расстоянии от линзы 8,57 см

Ответ:

1) $x = 40$ см  2) $D_M = 5$ см

3) Надо расположить экран между часами и линзой, на расстоянии от линзы 8,57 см

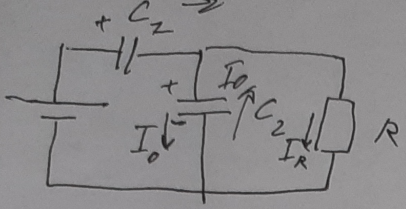
21202525 (U316243 M1265456)

3) $I_0$

$V_2 = V_R$ $V_2 = ?$

$V_2 = \frac{q_2}{C_2}$ $I_0 = q_2'$

$\cancel{\frac{I_1+I_R}{2}}$ $I_1$



$\mathcal{E} = V_1 + I_R \cdot R$

$q_1 = 3C\mathcal{E}$

$q_2(I_0) = ?$ $q_2 = \mathcal{E}C$

$\frac{q_2}{C_2} = I_R R = V_2$ $I = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}$

$V_0 = \frac{q_2}{C_2} = I_{R0} R$ $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + V_0$

$dt$

$V_1 = \frac{q_2 - I_0 dt}{C_2} = I_{R1} R$ $\mathcal{E} = \frac{q_1 - (I_0 + I_{R0})dt}{C_1} + V_1$

$\cancel{V_1 = I_{R1} R}$

$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + I_{R0} R$ $\frac{\mathcal{E} - \frac{q_1}{C_1}}{R} = I_{R0}$

$I_{R0} = \frac{q_2}{C_2 R}$

$I_0 = I_1 - I_R =$ $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + I_R R$

$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$

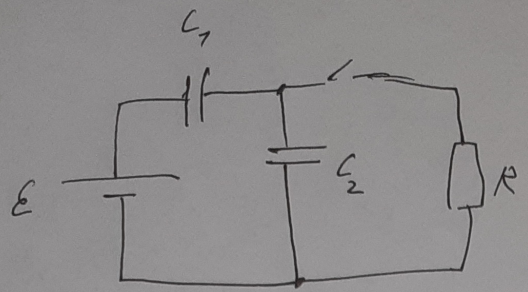
$\frac{I_0 + \cancel{I_R}}{\cancel{I_0}} = \_\_\_$

$\frac{9}{4}\mathcal{E}C$ $\frac{3}{4}\mathcal{E}C$

$\frac{I_1}{I_0} = \frac{\frac{9}{4}\mathcal{E}C}{\frac{3}{4}\mathcal{E}C} = 3$ $I_1 = 3I_0$

$4 I_0 R$

№3




$C_2 = C \quad C_1 = 3C$

1) $I$ сразу после замыкания

$\cancel{U_1 = U_2}$

$q_1 = q_2 = q$

$U_1 = \frac{q_1}{C_1} \quad U_2 = \frac{q_2}{C_2}$

$\mathcal{E} = \cancel{I}\, q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) = \frac{q}{C_0}$

$$q = \frac{\mathcal{E}}{\frac{1}{C} + \frac{1}{3C}} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{4}{3C}} = \frac{3}{4}\mathcal{E}C$$

$$U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{\frac{3}{4}\mathcal{E}C}{\cancel{3}C} = \frac{\cancel{3}}{4}\mathcal{E}\cancel{R} \qquad U_2 = \frac{\cancel{3}}{4}\mathcal{E}$$

1) $I = \frac{U_2}{R} = \frac{3}{4}\frac{\mathcal{E}}{R}$

2)

$q_1 = \mathcal{E}C_{\cancel{1}} \qquad q_0 = \frac{3}{4}\mathcal{E}C \qquad q_1 = 3\mathcal{E}C$

$U_0 + \mathcal{E}(q_1 - q_0)\cancel{*} = U_1 \qquad \mathcal{E}(q_1 - q_0) = U_1 - U_0$

$U_1 - \frac{q^2}{2C} \quad U_2 \quad U_0 = \frac{q_0^2}{2C} + \frac{q_0^2}{6C}$

$U_1 = Q + \frac{q_1^2}{6C}$

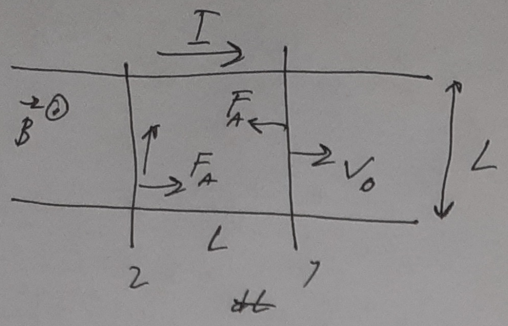
$$\mathcal{E}\left(3\mathcal{E}C - \frac{3}{4}\mathcal{E}C\right) = Q + \frac{\cancel{1}9\mathcal{E}^2C^2}{6C} - \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^2\mathcal{E}^2C^2}{2C} - \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^2\mathcal{E}^2C^3}{6C}$$

$$\mathcal{E}^2C\,\frac{9}{4} = Q + \frac{3\mathcal{E}^2C}{2} - \frac{9\mathcal{E}^2C}{32} - \frac{\cancel{1}3\mathcal{E}^2C}{32} =$$

$$= Q + \frac{3\mathcal{E}^2C}{2} - \frac{12\mathcal{E}^2C}{32} = Q + \frac{3\mathcal{E}^2C}{2} - \frac{3\mathcal{E}^2C}{8} = Q + \frac{\cancel{8}\,9\,\mathcal{E}^2C}{8}$$

$$Q = \frac{9}{4}\mathcal{E}^2C - \frac{9}{8}\mathcal{E}^2C = \frac{9}{8}\mathcal{E}^2C$$

№4




$B$

$m_1 = m \quad R_1 = R$

$m_2 = \frac{m}{2} \quad R_2 = 4R$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{B\,dS}{dt} = -B \cdot L \cdot V_0$$

$$\mathcal{E} = -BL \cdot V_0$$

$$\mathcal{E} = BL \cdot V_0 \qquad I = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{5R} = \frac{BLV_0}{5R}$$

$$F_A = BL \cdot I \qquad a = \frac{F_A}{m_2} = \frac{BLI}{m_2} = \frac{2BLI}{m} =$$

$$= \frac{2BL}{m} \frac{BLV_0}{5R} = \underline{\frac{2}{5} \frac{V_0}{mR} (BL)^2}$$

2) $F_A = \frac{V_0}{5R}(BL)^2 \qquad F_A = -\frac{dl}{5R}(BL)^2$

$$F_A = \frac{V_1 - V_2}{5R}(BL)^2 \qquad F_A = -\frac{dL}{5R}(BL)^2$$

$$\cancel{dA_1 = -F_A V_0\,dt} \qquad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{\frac{m}{2}V^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$V_0^2 = \frac{3}{2}V^2 \qquad V = V_0\sqrt{\frac{2}{3}}$$

3) $\cancel{\int_0^\infty (V_1 - V_2)\,dt} \qquad F_A\,dt = \frac{(V_1 - V_2)\,dt}{5R}(BL)^2$

$$\int_0^\infty (V_1 - V_2)\,dt = \Delta L \qquad \int_0^\infty F_A\,dt = \cancel{V - V_0}\,(V_0 - V)m_2$$

$$F_A\,dt = -\frac{(V_1 - V_2)\,dt}{5R}(BL)^2 = -\frac{dL}{5R}(BL)^2$$

$$\Delta V m_2 = \frac{\Delta L}{5R}(BL)^2 = \Delta V m_1$$

$$V m_2 =$$