Часть 1

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

Шифр: **21203571**

ID профиля: **380649**

Вариант 2

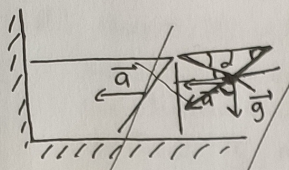
Чистовик

Чистовик

Вариант 11-02

1

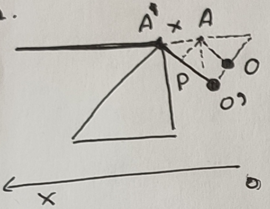
1.



а) ~~Чтобы шар все время двигался~~ чтобы угол наклона нити был постоянен надо, чтобы ускорение, с которым движется шар, равнялось ускорению, с которым движется клин. Значит ускорение шара по вертикали нет. Т.к. $\sin\beta = 1$, где β - искомый угол.

Ответ: $\sin\beta = 1$ $(\beta = 90^\circ)$

1.



1 а) Пусть клин сместился на расстояние x, тогда AO (где O - шар) удлинилось на расстояние x (т.к. нить нерастяжима) и стало AO'

Проведем прямую $AP \parallel OO'$, тогда $AP = A'A = x$

$\Rightarrow \angle A'AP = \angle A'PA = (180 - \alpha)/2 = 90 - \alpha/2$.

Ускорение шара направлено вдоль прямой OO', тогда угол между ускорением $\vec{a}_ш$ и вертикалью:

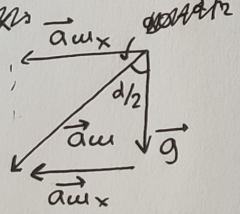
$90 - \angle A'AP = \alpha/2$

Но $\cos\alpha = 4/5 \Rightarrow \frac{4}{5} = 2\cos^2\alpha/2 - 1 \Rightarrow \frac{9}{5} = 2\cos^2\alpha/2 \Rightarrow \cos^2\alpha/2 = \frac{9}{10}$

$\Rightarrow \cos\alpha/2 = \frac{3\sqrt{10}}{10}$

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

2 б) Чтобы ~~нить~~ угол наклона нити к горизонту не менялся надо, чтобы ускорения шара и клина на ось Ox в проекции были одинаковы.



$tg\,\alpha/2 = \frac{a_{шx}}{g} \Rightarrow a_{шx} = tg\,\alpha/2\, g$

$\cos\alpha/2 = \frac{3\sqrt{10}}{10} \Rightarrow \sin\alpha/2 = \sqrt{\frac{100-90}{100}} = \frac{\sqrt{10}}{10}$

$tg\,\alpha/2 = \frac{\sqrt{10}}{10} \cdot \frac{10}{3\sqrt{10}} = \frac{1}{3}$

$a_{шx} = 1/3\, g$

С другой стороны $\vec{a}_{шx} = \vec{a}_к$, где $\vec{a}_к$ - ускорение клина

Ответ: $g/3$

Чистовик
Вариант 11-02

1. (продолжение)

4) $\cancel{a_{шx} = g/\cos\alpha = \frac{g\cdot 10}{3\sqrt{10}} = \frac{g\sqrt{10}}{3}}$

Чтобы достигнуть стола шару надо преодолеть расстояние H по вертикали. Его вертикальная составляющая ускорения равна $\vec{g}$, тогда

$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

3) $Ox: ma_{шx} = T\cos\alpha$ (T - сила натяжения нити)

$$T = \frac{ma_{шx}}{\cos\alpha} = \frac{mg}{3\cdot 4/5} = \frac{5mg}{12}$$ - для шара

для клина:

$$Ma_к = T\cos\alpha$$

$$Ma_к = \frac{5mg}{12}\cos\alpha$$

$$M\cdot\frac{g}{3} = \frac{5mg}{12}\cdot\frac{4}{5}$$, M - масса клина

$$M = m$$

Ответ: $\frac{M}{m} = 1$

Чистовик

Вариант 11-02

2. Дано

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

ν

Найти

1) Q_1

2) T_k

3) A_{min}

1) $Q_1 = \int\limits_{T_0/2}^{T_0} C(T)\,\nu\, dT = \int\limits_{T_0/2}^{T_0} \frac{5}{2} \frac{\nu R T dT}{T_0} = \frac{5\nu R}{2T_0} \left. \frac{T^2}{2} \right|_{T_0/2}^{T_0} =$

$= \frac{5\nu R}{2T_0} \left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{T_0^2}{8} \right) = \frac{5\nu R}{2T_0} \cdot \frac{3T_0^2}{8} = \frac{15\nu R}{16} T_0$

Ответ: $\frac{15}{16} \nu R T_0$

~~Чистовик~~ Черновик

Вариант 11-02

③

2. Дано:

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

Найти:

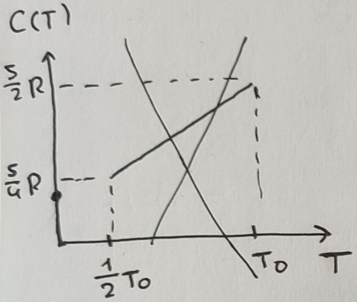
1) Q_1 $(T_0 \to {}^1/_2 T_0)$
2) T_k
3) A_{min}

~~1. Построим график~~ $\cancel{C(T) = \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0}}$

$\cancel{C(T_0/2) = \frac{5}{2} R \frac{T_0}{2T_0}} = \frac{5}{4} R$

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

~~средняя~~



1. $\cancel{Q = C(T)\nu T}$ $\quad Q_1 = \int_{T_0/2}^{T_0} C(T)\, \nu T\, dT = \int_{T_0/2}^{T_0} \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \nu T\, dT =$

~~Q = A + U~~

$= \int_{T_0/2}^{T_0} \frac{5}{2} \frac{T^2}{T_0} \nu R\, dT = \frac{5}{2} \nu R / T_0 \int_{T_0/2}^{T_0} T^2 dT = \frac{5\nu R}{2T_0} \left. \frac{T^3}{3} \right|_{T_0/2}^{T_0} =$

$= \frac{5\nu R}{2T_0} \cdot \frac{7T_0^3}{8 \cdot 3} = \frac{35 \nu R}{48} T_0^2$

1. $Q_1 = \int_{T_0/2}^{T_0} C(T)\, \nu\, dT = \frac{5}{2} \nu R \int_{T_0/2}^{T_0} \frac{T dT}{T_0} = \frac{5}{2} \frac{\nu R}{T_0} \left. \frac{T^2}{2} \right|_{T_0/2}^{T_0}$

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

$\frac{T_0^2}{4}$

$\frac{5}{8} \nu R T_0$

Черновик

Вариант 11-02 ②

$C(T) = \frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$ $\nu C(T)T$ $C_p = \frac{3}{2}R\boxed{\nu T}$ $pdV = \nu RdT$

T_0 $\int_{V_0}^{V_k} pdV + C'(T)$ [redacted] $\int$

$Q_1 = C(T)\frac{5}{3}\nu T$

$Q = p\Delta V +$ $\frac{5}{2}\nu RT$ [redacted] $\int \nu RdT$

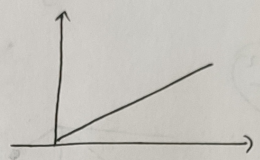
νC

$\frac{CT}{\Delta T}$ $\frac{5}{2}R \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \nu T$

$C(T)\nu T$

Q_1 $A_{газ} = \int_{T_0}^{T_0?}$

$\int^{T} \frac{3}{2}\frac{T}{T_0}$ $\frac{3}{2}\frac{T}{T_0}R$



$Q = A_{газа} + \Delta U$

$(C-R)\int\nu$

$\boxed{A}$ $\boxed{C+R}$

$C(T)$

$\boxed{Q = \frac{3}{2}\nu R}$ $C(T) = \frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$ $\boxed{\frac{3}{2}R\frac{T}{T_0}} \rightarrow$

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

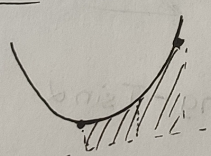
$pdV + U$

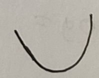
$\int_{1/2T_0}^{T_0} \frac{5}{2}R\frac{T^2}{T_0} = \frac{5}{2}\frac{R}{T_0}\int_{1/2T_0}^{T_0} T^2 =$ $\frac{3}{2}R\frac{T}{T_0}$

$= \frac{5}{2}\cdot\frac{R}{T_0}\frac{T^3}{3}\Big|_{1/2T_0}^{T_0} =$

$\frac{3}{2}\nu R \sim \frac{TdT}{T_0}$ $= \frac{5}{6}\frac{R}{T_0}\left(T_0^3 - \frac{1}{8}T_0^3\right) =$

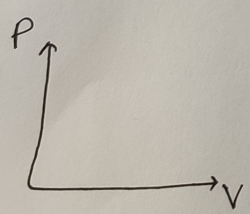
$T^2 - T_0^2 \rightarrow \boxed{min}$ $= \frac{35}{48}\frac{RT_0^3}{T_0} = \frac{35}{48}RT_0^2$



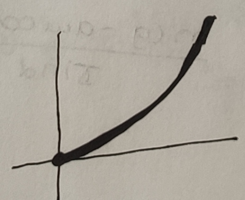


$Q = A + \Delta U$

$= A +$



$C(T) \sim \frac{T}{T_0}$ $Q = \frac{5}{2}R\nu\frac{T^2}{T_0}$



$\frac{\frac{5}{2}R + \frac{5}{4}R}{2}$

$\frac{\frac{15}{4}R}{2}$ $\frac{15}{8}R$

$\frac{15}{8}R\cdot\nu\cdot\frac{T_0}{2} = \frac{15}{16}R\nu$ [redacted]

$\int_{T}^{T} \nu R dT + (C(T) - R)$

TdT   T2

~~чистовик~~ черновик ③

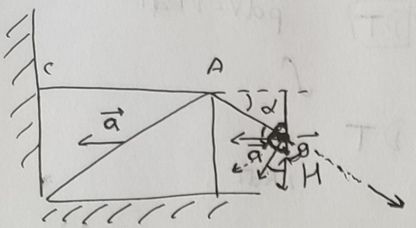
25 − 9.5 = 45

Черновик

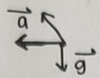
Вариан 11-02

1

9.3

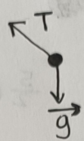


а) Т.к. шар все время движется под одним углом



$\sin\alpha = \cos\alpha = 4/5$

$a_{ш} = \frac{g}{\cos\alpha/2} = \frac{g\,10}{3\sqrt{10}} = \frac{g\sqrt{10}}{3}$



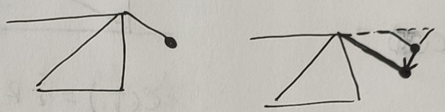
$a_{ш} =$

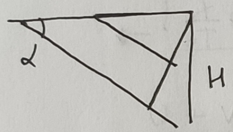
$\cos\alpha/2 = g/a \qquad a = g/\cos\alpha/2$

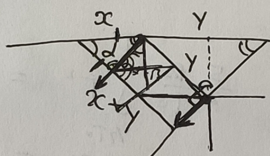
Δt

$\vec{g}$

$\frac{at^2}{2}$

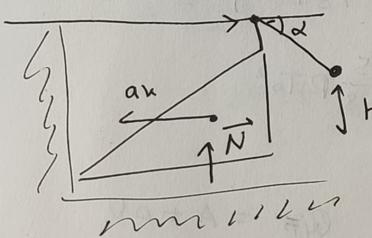


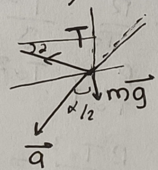


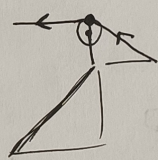


$\frac{m}{m+x} = \frac{y}{x+y}$

$\frac{1}{10}$







Oy =

$m a_{ш} \cos\alpha/2 = mg - T\sin\alpha$

~~$m a_{ш} \cos\alpha/2 -$~~

$m(g - a_{ш}\cos\alpha/2) = T\sin\alpha$

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

Ox : $ma_x = T\cos\alpha$

$a_x = \frac{T\cos\alpha}{m} = a_{шx}$

$\frac{T\cos\alpha}{m} = \frac{g}{3}$

$\frac{T \cdot 4/5}{m} = \frac{g}{3}$

$\frac{4T}{5m} = \frac{g}{3}$

$4T = \frac{5mg}{3}$

$T = \frac{5mg}{12}$

21203571 (U380649 M1265483)

Часть 2

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

Шифр: **21203571**

ID профиля: **380649**

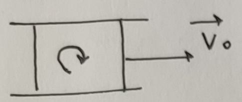
Вариант 2

Чистовик
Вариант 11-02

4. ~~1) В начальный момент времени в подвижной перемычке появилось ЭДС самоиндукции:~~ $\cancel{|\mathcal{E}| = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = |BLv|}$

~~Тогда в контуре возник ток~~ $\cancel{I =}$

ОВ



В подвижной перемычке (1) появилось ЭДС самоиндукции:

$\mathcal{E}_0 = BLv_0$

Тогда в цепи возник ток:

$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{4R+R} = \frac{\mathcal{E}_0}{5R}$

На 1 перемычку стала действовать сила Ампера:

$ma = BI_0L$

$a = \frac{BI_0L}{m} = \frac{B\mathcal{E}_0L}{5Rm} = \frac{B(BLv_0)L}{5Rm} = \frac{B^2L^2v_0}{5Rm}$

Ответ: $\frac{B^2L^2v_0}{5Rm}$

2) Через продолжительный промежуток времени перемычки будут двигаться с одинаковыми скоростями $\vec{u}$.

По закону сохр. энергии:

$\cancel{\frac{m_1v_0^2}{2} = \frac{m_2u^2}{2} + \frac{m_1u^2}{2}}$

$\frac{m_1v_0^2}{2} = u^2\left(\frac{m_2}{2} + \frac{m_1}{2}\right)$

$\frac{mv_0^2}{2} = u^2\left(\frac{m}{4} + \frac{m}{2}\right)$

$\frac{v_0^2}{2} = \frac{3}{4}u^2$

$v_0^2 = 3u^2$

$u = \frac{v_0\sqrt{3}}{3}$

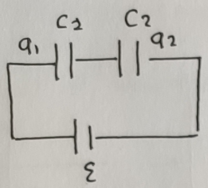
Ответ: $u = \frac{v_0\sqrt{3}}{3}$

$I = \frac{-\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{5R} = \frac{-BLv_1 + BLv_2}{5R} = \frac{BL}{5R}(v_2 - v_1)$

Чистовик
Вариант 11-02

②

3.



1) до замыкания ключа у нас система послед. соед. конденсаторов, тогда $|q_1|=|q_2|=q$

$$U_1 = \frac{q}{C_1} \qquad U_2 = \frac{q}{C_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{C}{3C} = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\frac{U_2}{U_1} = 3 \Rightarrow U_2 = 3U_1$$

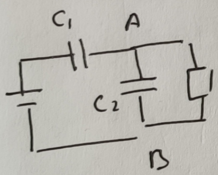
С другой стороны $U_1 + U_2 = \mathcal{E}$, тогда $4U_1 = \mathcal{E} \Rightarrow U_1 = \mathcal{E}/4$, $U_2 = 3\mathcal{E}/4$

Сразу после замыкания ключа $I_R = \frac{U_2}{R} = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$

Ответ: $\frac{3\mathcal{E}}{4R}$

2) до замыкания ключа: $W = \frac{C_1U_1^2}{2} + \frac{C_2U_2^2}{2} = \frac{3C\cdot\mathcal{E}^2}{2\cdot 16} + \frac{C\cdot 9\mathcal{E}^2}{16\cdot 2}$
$= \frac{3C\mathcal{E}^2}{32} + \frac{9C\mathcal{E}^2}{32} = \frac{12C\mathcal{E}^2}{32} = \frac{3C\mathcal{E}^2}{8}$

после замыкания ключа ток будет течь до тех пор пока потенциалы точек A и B не будут равны.



Но тогда $\varphi_A - \varphi_B = 0$
$\varphi_A - \varphi_B = U_1' - \mathcal{E}$, где U_1' - падение напряжения на 1 конденсаторе
$U_1' = \mathcal{E}$

$$W' = \frac{C_1U_1'^2}{2} = \frac{3C}{2}\cdot\mathcal{E}^2$$

$$\Delta W = \left(\frac{3C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{3C\mathcal{E}^2}{8}\right) = 3C\mathcal{E}^2\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{8}\right) = 3C\mathcal{E}^2\left(\frac{3}{8}\right) = \frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$$

Ответ: $\frac{9}{8}C\mathcal{E}^2$

3) ~~Пусть при протекании тока I_0 через C_2 заряд на обкладках конденсатора равен q_0, тогда (и на падение напряжения на конденсаторе U_0)~~

~~$C_2 = \frac{q_0}{U_0} \Rightarrow q_0 = C_2U_0$~~

~~I_0~~

$q_2(t) = C_2U(t)$, где $U(t)$ зависимость напряжения на конденсаторе 2 от времени

$I(t) = \frac{dq_2}{dt} = C_2\cdot U'(t)$ - ток через 2 конденсатор $\Rightarrow U'(t) = \frac{I(t)}{C_2}$

$$U_0 = \int_0^{I_0} \frac{I\,dI}{C_2} = \frac{I_0^2}{2C_2}$$

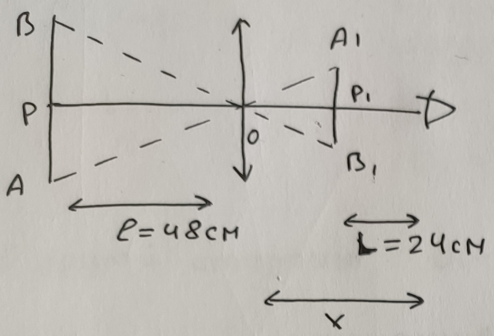
Ответ: $\frac{I_0^2}{2C_2}$

Чистовик

Вариант 11-02

1

5.



1) Пусть A_1B_1 - изображение часов

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\ell} + \frac{1}{L-x}$$

$$\cancel{\frac{1}{L-x} = \frac{\ell-F}{F\ell}}$$

$$\cancel{x(-1) = \frac{\ell-F}{F\ell}}$$

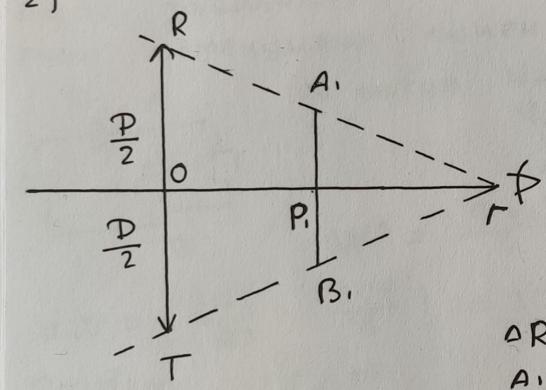
$$\cancel{x = L + \frac{\ell-F}{F\ell} = 24 + \frac{48-12}{48\cdot 12}}$$

$$\frac{1}{x-L} = \frac{\ell-F}{F\ell}$$

$$x = L + \frac{F\ell}{\ell-F} = 24 + \frac{48\cdot 12}{48-12} = 24+16 = 40\text{см}$$

Ответ: 40см

2)



Найдем радиус изображения часов:

$\Delta BPO \sim \Delta B_1P_1O$ (по двум углам)

$$\frac{P_1B_1}{BP} = \frac{x-L}{\ell}$$

$$P_1B_1 = \frac{x-L}{\ell}\cdot\frac{H}{2} = \frac{40-24}{48}\cdot\frac{9}{2} = \frac{16\cdot 9}{48\cdot 2} = \frac{9}{3\cdot 2} = \frac{3}{2}$$

$\Delta RO\Gamma \sim \Delta A_1P_1\Gamma$ (по двум углам)

$$\frac{A_1P_1}{OR} = \frac{P_1\Gamma}{O\Gamma}$$

$$\frac{OR}{A_1P_1} = \frac{O\Gamma}{P_1\Gamma} \Rightarrow OR = \frac{O\Gamma}{P_1\Gamma}\cdot A_1P_1 = \frac{x}{x-L}\cdot\frac{3}{2} = \frac{40\cdot 3}{2\cdot 16} = \frac{2{,}5\cdot 3}{2} = 3{,}75$$

$$\frac{D}{2} = 3.75 \Rightarrow D = 7{,}5\text{см}$$

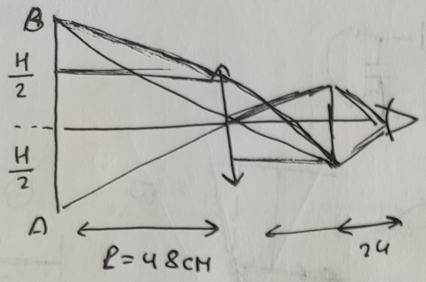
Ответ: 7,5см

Черно вик.

Вариант 11-02

1

L = 24 см



U_1

$U_2 = UR$

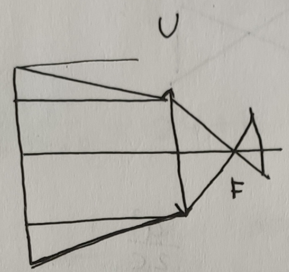
$I = U/R$

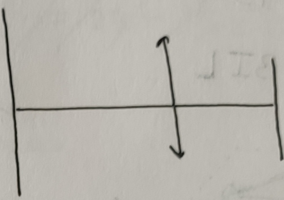
$V_0 + a_0 t$

$a_1 t$

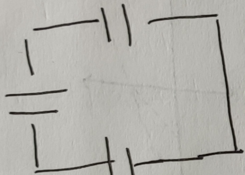
$$\frac{1}{\ell} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F}$$

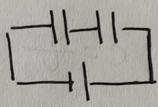
$$\frac{1}{x} = \frac{\ell - F}{LF}$$

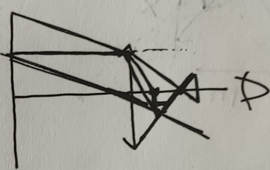




Fa

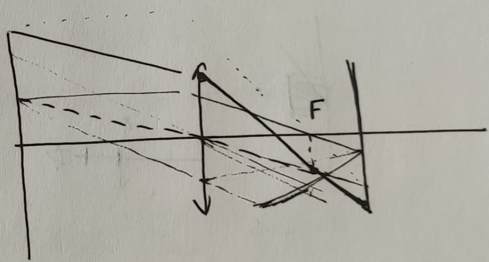






$$C = \frac{q}{U}$$

$$U = \frac{q}{C}$$



$$\frac{q}{C_1} = U_1$$

$$U_1 + U_2 = \varepsilon$$

$$\frac{q}{C_1} + \frac{q}{}$$

$$Q = q\varepsilon = \frac{3C\varepsilon^2}{4}$$

$$q = C_1 U_1 = 3C \cdot \frac{\varepsilon}{4} = \frac{3C\varepsilon}{4}$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R}$$

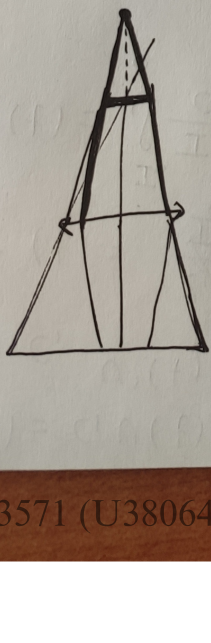
$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = I\,5R$$

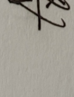
C_1

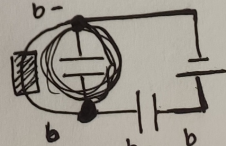
$$W = \frac{3C_1 \cdot \varepsilon^2}{2}$$

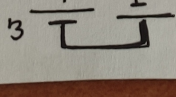
$$\frac{3\varepsilon_1}{\ell_1} + \frac{9\varepsilon_1}{\ell_1}$$

$$\frac{\varepsilon^2}{16} + \frac{9\varepsilon^2}{\ell_1}$$







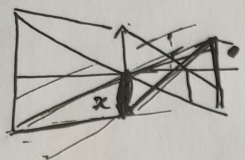


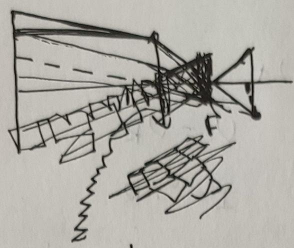
$\varepsilon_1 = 3LV_1$

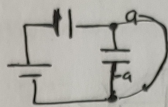
Черновик

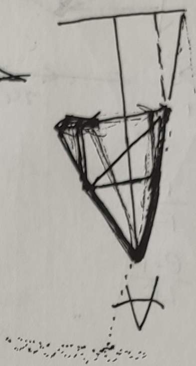
Вариант 11-02

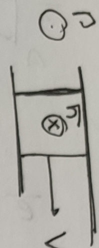
2





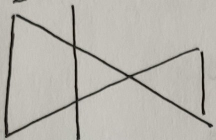




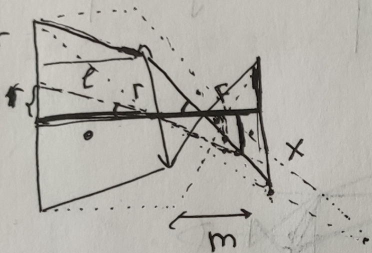


qvB

$IvBIL$



$\frac{H}{2} - r$

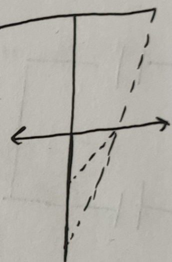


$\frac{d\Phi}{dt} = BLv$

$\frac{q^2}{2C}$

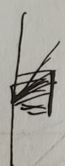
$C = \frac{q}{U} \Rightarrow q = CU$

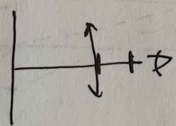
BIL



$\frac{mu^2}{2}$

$\frac{q \cdot CU}{C} = \frac{qU}{2}$

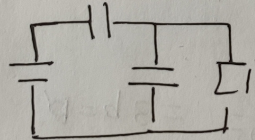




$C = \frac{q}{U}$ $\quad q = CU \Rightarrow \frac{CU^2}{2}$

B

$\boxed{BLv}$



$I = \frac{dq}{dt}$

$\frac{1}{1}$

$q = $ C_2

I

$U(t) = \int_{I_0}^{0} \frac{I}{C'} = \frac{I_0}{C'} + U_1$

$U'(t) = \frac{I}{C'}$

$I = C' \; U'(t)$

$U'(t) = I_2 R$

$q(t) = C' U(t)$