Часть 1

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

Шифр: **21200627**

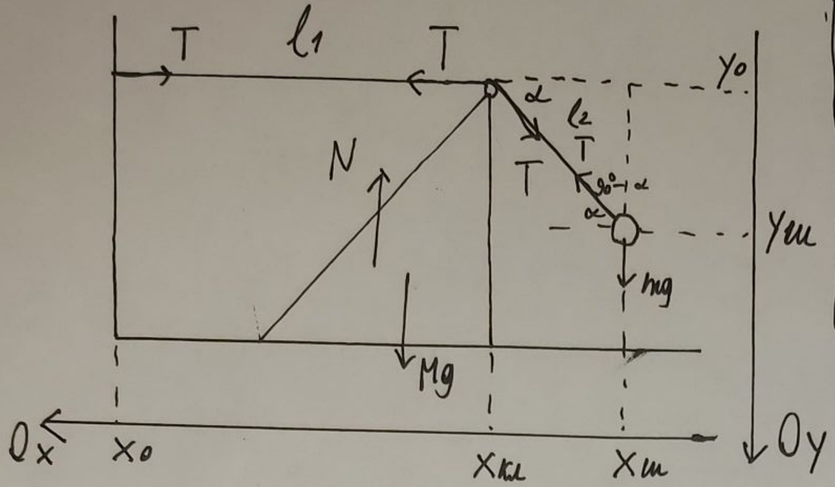
ID профиля: **369501**

Вариант 3

Чистовик.

лист 1

№1.



Дано: H;
$\alpha = const$.
$\cos\alpha = \frac{5}{13}$
$\sin\alpha = \frac{12}{13}$
$tg\,\alpha = \frac{12}{5}$
$ctg\,\alpha = \frac{5}{12}$

1) Для клина по II закону Ньютона в пр. на Ox:

$M a_{кл\,x} = T - T\cos\alpha. = T - \frac{5}{13}T = \frac{8}{13}T$

Для шара по II закону Ньютона в пр. на Ox и Oy:

$m a_{ш\,y} = mg - T\sin\alpha = mg - \frac{12}{13}T$

$m a_{ш\,x} = T\cos\alpha = \frac{5}{13}T$

2) Нить – нерастяжима, пишем кин. связь:

$l_1 + l_2 = const$

$x_0 - x_{кл} + \frac{x_{кл} - x_ш}{\cos\alpha} = const$

$x_0 - x_{кл} + \frac{13}{5}x_{кл} - \frac{13}{5}x_ш = const$

$x_0 + \frac{8}{5}x_{кл} = const + \frac{13}{5}x_ш$

Берём двойную производную по времени:

$\frac{8}{5}a_{кл\,x} = \frac{13}{5}a_{ш\,x}$

$8a_{кл\,x} = 13a_{ш\,x}.$

3) Напишем ещё одну кин. связь:

$tg\,\alpha = const = \frac{y_ш - y_0}{x_{кл} - x_ш}.$

$\frac{12}{5}x_{кл} - \frac{12}{5}x_ш = y_ш - y_0$

21200627 (U369501 M1268740)

Чистовик

(лист 2)

№1 (продолжение).

Берём двойную производную по времени:

$$\frac{12}{5} a_{кл\,x} - \frac{12}{5} a_{ш\,x} = a_{ш\,y} \quad | \cdot 5$$

$$12 a_{кл\,x} = 5 a_{ш\,y} + 12 a_{ш\,x}.$$

4) $$\begin{cases} 12 a_{кл\,x} = 5 a_{ш\,y} + 12 a_{ш\,x}. \\ 8 a_{кл\,x} = 13 a_{ш\,x}. \Rightarrow a_{кл\,x} = \frac{13}{8} a_{ш\,x} \end{cases}$$

Подставляем второе в первое:

$$12 \cdot \frac{13}{8} a_{ш\,x} = 5 a_{ш\,y} + 12 a_{ш\,x}.$$

$$\frac{3}{2} \cdot 13 a_{ш\,x} = 5 a_{ш\,y} + 12 a_{ш\,x} \quad | \cdot 2$$

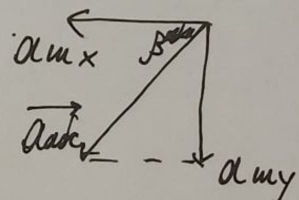
$$39 a_{ш\,x} = 10 a_{ш\,y} + 24 a_{ш\,x}.$$

$$15 a_{ш\,x} = 10 a_{ш\,y}. \Rightarrow a_{ш\,y} = \frac{3}{2} a_{ш\,x}$$

Отвечаем на первый вопрос:

$$tg\,\beta = \frac{a_{ш\,y}}{a_{ш\,x}} = \frac{\frac{3}{2} a_{ш\,x}}{a_{ш\,x}} = \frac{3}{2}$$

$$arctg\left(\frac{3}{2}\right)$$



5) Вспомним всё, что получили ранее:

$$\begin{cases} M a_{кл\,x} = \frac{8}{13} T & (1) \\ m a_{ш\,x} = \frac{5}{13} T & (2) \\ m a_{ш\,y} = mg - \frac{12}{13} T & (3) \\ 8 a_{кл\,x} = 13 a_{ш\,x}. & (4) \\ a_{ш\,y} = \frac{3}{2} a_{ш\,x}. & (5) \end{cases}$$

Ищем T: Делим (2) на (3): $\frac{a_{ш\,x}}{a_{ш\,y}} = \frac{\frac{5}{13} T}{mg - \frac{12}{13} T}$

21200627 (U369501 M1268740)

Чистовик.

№1 (продолжение). лист 3

$$\frac{2}{3} = \frac{\frac{5}{13}T}{mg - \frac{12}{13}T} = \frac{5T}{13mg - 12T}$$

$$2(13mg - 12T) = 15T$$

$$26mg - 24T = 15T$$

$$26mg = 39T$$

$$T = \frac{2}{3}mg.$$

$$ma_{шx} = \frac{5}{13}T = \frac{10}{39}mg.$$

$$a_{шx} = \frac{10}{39}g \qquad a_{шy} = \frac{3}{2}a_{шx} = \frac{3}{2}\cdot\frac{10}{39}g = \frac{5}{13}g$$

$$a_{клx} = \frac{13}{8}a_{шx} = \frac{13}{8}\cdot\frac{10}{39}g = \frac{10}{8\cdot 3}\cdot g = \frac{5}{4\cdot 3}g =$$
$$= \frac{5}{12}g \qquad a_{кл} = \frac{5}{12}g$$

Ищем отношение масс:

$$\begin{cases} Ma_{клx} = \frac{8}{13}T \\ ma_{шx} = \frac{5}{13}T \end{cases}$$

Делим одно на другое: $\frac{M}{m}\cdot\frac{a_{клx}}{a_{шx}} = \frac{8}{5}$

$$\frac{M}{m}\cdot\frac{\frac{13}{8}a_{шx}}{a_{шx}} = \frac{8}{5}.$$

$$\frac{M}{m} = \frac{8}{5}\cdot\frac{8}{13} = \frac{64}{65} \qquad M_{кл} = \frac{64}{65}m_{ш}$$

$$m_{ш} = \frac{65}{64}M_{кл}.$$

Через какое время шар достигнет стола?
Движение по Oy равноускоренное с $v_{нач} = 0$.

$$H = \frac{a_{шy}\cdot\tau^2}{2} \qquad \tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{шy}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{13}g}} = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$$

21200627 (U369501 M1268740)

Чистовик

лист 4

№1 (продолжение)

Итак, Ответ: 1) $\operatorname{arctg}\left(\frac{3}{2}\right)$.

2) $a_{кл} = \frac{5}{12} g$

3) $\frac{m_ш}{M_{кл}} = \frac{65}{64}$.

4) $\tau = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$.

21200627 (U369501 M1268740)

Чистовик

лист 5

№2.

Дано: ν; $He\,(i=3)$; T_0; $c(T)=3R\cdot\frac{T}{T_0}$

1) $\delta Q(T)=\nu\cdot c(T)\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot T\cdot\Delta T$

$$Q(T_1)=\int_{T_0}^{T_1}\frac{3\nu R}{T_0}\cdot T\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\int_{T_0}^{T_1}T\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{T_1^2}{2}-\frac{T_0^2}{2}\right)=$$

$$=\frac{3\nu R}{2T_0}\left(T_1^2-T_0^2\right)$$

Пусть газ охладили до $T_1=\frac{3}{5}T_0$:

$$Q\left(\tfrac{3}{5}T_0\right)=\frac{3\nu R}{2T_0}\left(\frac{9T_0^2}{25}-T_0^2\right)=\frac{3\nu R}{2T_0}\cdot\left(-\frac{16}{25}T_0^2\right)=-\frac{24\nu RT_0^2}{25T_0}=$$

$$=-\frac{24\nu RT_0}{25}.$$

$$Q_1=-Q_{подв}\left(\tfrac{3}{5}T_0\right)=\frac{24\nu RT_0}{25}$$

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

$$Q(T)=A(T)+\Delta U(T)$$

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

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

$$=\frac{3\nu R}{2}\left(\frac{T^2}{T_0}-T\right)=\frac{3\nu R}{2T_0}\left(T^2-T_0T\right)$$

Работа минимальна, когда $A(T)'=0$, т. е.

$$2T-T_0=0$$

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

$\Rightarrow$ работа газа минимальна, если охлаждать его до $T=\frac{T_0}{2}$.

$$A_{min}=\frac{3\nu R}{2T_0}\left(\frac{T_0^2}{4}-\frac{T_0^2}{2}\right)=\cancel{\frac{3\nu R}{2T_0}}=-\frac{3\nu RT_0^2}{8T_0}=-\frac{3\nu RT_0}{8}.$$

21200627 (U369501 M1268740)

Чистовик

лист 6

№2 (продолжение)

Ответы:

1) $Q_1 = \frac{24\nu RT_0}{25}$

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

3) $-\frac{3\nu RT_0}{8}$.

21200627 (U369501 M1268740)

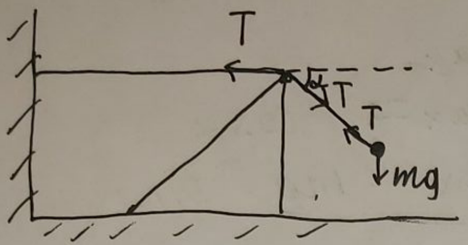
Черновик

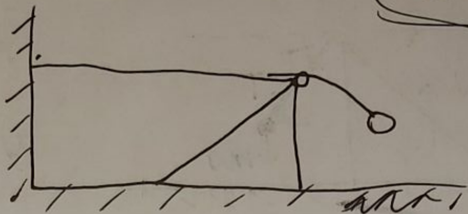
лист 1

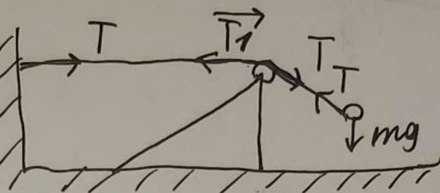
№1.

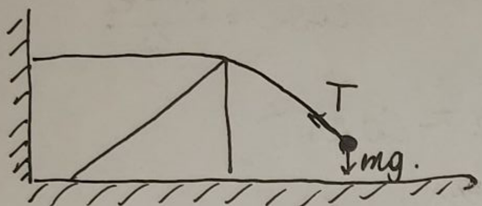
$\alpha = const$

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$; H.



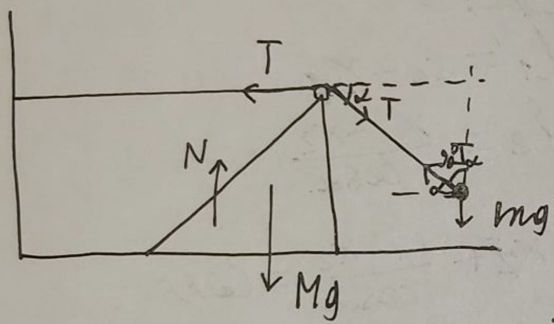






Для системы "клин + шар":

$m_к \vec{a_{кл}} + m_ш \vec{a_ш} = \vec{T_1} +$



На Ox: 1) $M a_{кл} = T - T\cdot\cos\alpha =$

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

2) $m\vec{a_ш} = \vec{T} + m\vec{g} =$

$\cancel{= T\cdot \sin}$

Ox

Для системы тел: на Ox: $Ma_{кл\,x} + ma_{ш\,x} = T$

Итг $\quad Ma_{кл\,x} + ma_{ш\,x} = T.$

$Ma_{кл\,x} = T(1-\cos\alpha)$

$ma_{ш\,x} = T\cos\alpha.$

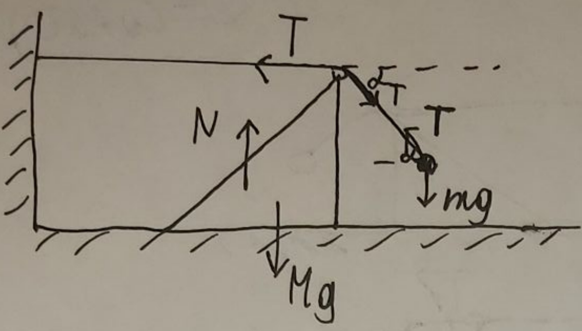
ЗСИ: $\Delta p = T\cdot\Delta t.$

21200627 (U369501 M1268740)

Черновик

лист 2

N 1.



Дано: $\cos\alpha = const = \frac{5}{13}$.

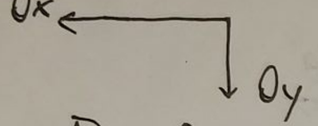
1) $M a_{кл x} = T - T\cos\alpha$.

2) ~~Ma~~

$m a_{ш x} = T\cos\alpha$

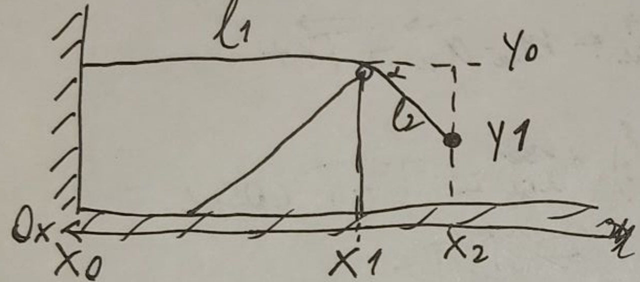
$m a_{ш y} = mg - T\sin\alpha$.

$\cos\alpha = \frac{x_1 - x_2}{l_2}$.



Пробуем кин связь:

$l_1 + l_2 = const$



$l_1 = x_0 - x_1$.

$l_2 = \frac{x_1 - x_2}{\cos\alpha}$.

Ox x_0 x_1 x_2

$x_0 - x_1 + \frac{x_1 - x_2}{\cos\alpha} = const$.

Берём двойную производную.

$-a_{кл x} + \frac{a_{кл x} - a_{ш x}}{\cos\alpha} = 0$.

$-a_{кл x} + \frac{13}{5}(a_{кл x} - a_{ш x}) = 0$.

$\frac{13}{5} a_{кл x} - a_{кл x} = \frac{13}{5} a_{ш x}$.

$\frac{8}{5} a_{кл x} = \frac{13}{5} a_{ш x}$

$8 a_{кл x} = 13 a_{ш x}$

21200627 (U369501 M1268740)

Черновик

лист 3

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$ $\sin\alpha = \frac{12}{13}$.

$tg\alpha = \frac{12}{5}$ $ctg\alpha = \frac{5}{12}$.

$M a_{кл\,x} = T - T\cos\alpha$.

$m a_{ш\,x} = T\cos\alpha$.

$M a_{кл\,x} + m a_{ш\,x} = T$

$$\begin{cases} M a_{кл\,x} = T - T\cos\alpha \\ m a_{ш\,x} = T\cos\alpha \\ m a_{ш\,y} = mg - T\sin\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} M a_{кл\,x} = T - \frac{5}{13}T = \frac{8}{13}T \\ m a_{ш\,x} = \frac{5}{13}T \end{cases}$$

$M a_{кл\,x} = \frac{8}{13}T$

$m a_{ш\,x} = \frac{5}{13}T$.

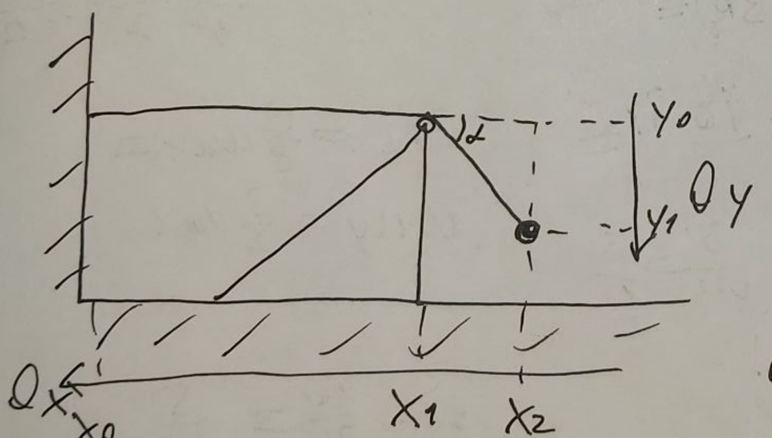
$\frac{M}{m} \cdot \frac{a_{кл\,x}}{a_{ш\,x}} = \frac{\frac{8}{13}T}{\frac{5}{13}T} = \frac{8}{5}$.

$\frac{5}{13}$ $\frac{25}{169}$ $\frac{144}{169}$.

$m a_{ш\,x} = \cancel{T} \frac{5}{13}T$.

$m a_{ш\,y} = mg - \frac{12}{13}T$.

$x_2 - x_1 =$



~~$y_0 y_1$~~

$\frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_2} = tg\alpha$.

$y_1 - y_0 = \frac{12}{5}x_1 - \frac{12}{5}x_2$.

$y_1 - y_0 - \frac{12}{5}x_1 + \frac{12}{5}x_2 = 0$.

Производная по времени

$a_{ш\,y} - \frac{12}{5}a_{к\,x} + \frac{12}{5}a_{ш\,x}$.

$\frac{13}{5} - 1 = \frac{13-5}{5} = \frac{8}{5}\cos\alpha = \frac{x_{кл} - x_{ш}}{l_2}$

$l_2 = \frac{x_{кл} - x_{ш}}{\cos\alpha}$.

21200627 (U369501 M1268740)

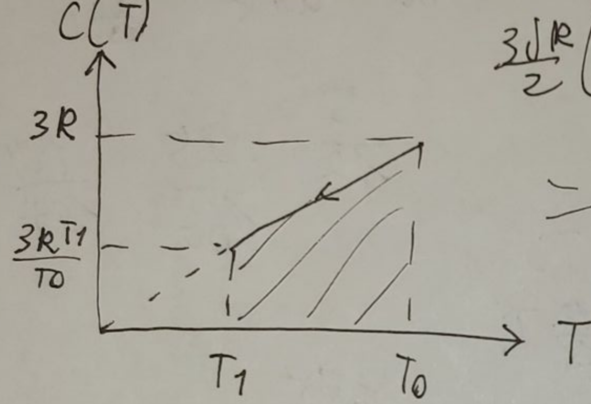
Черновик.

лист 4

$$\begin{cases} M a_{кл x} = \frac{8}{13}T \\ m a_{ш x} = \frac{5}{13}T \\ m a_{ш y} = mg - \frac{12}{13}T \\ 8 a_{кл x} = 13 a_{ш x} \\ a_{ш y} = \frac{3}{2} a_{ш x} \end{cases}$$

$\frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{2}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$

$a_{кл x} =$



$\frac{3\nu R}{2}\left(\frac{1}{4}T_0 - \frac{T_0}{2}\right)$

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

$\frac{\frac{5}{12}}{\frac{10}{39}} = \frac{5}{12}\cdot\frac{39}{10} = \frac{5\cdot 13}{4\cdot 10} = \frac{13}{8}$

$\frac{13}{8}\cdot\frac{10}{39} = \frac{10}{24} = \frac{5}{12}$

$\frac{13}{\frac{5}{65}}$

$a_{ш y}$ $\quad \frac{10}{39}\cdot\frac{3}{2} = \frac{5\cdot 3}{12}$

$Q = \nu\frac{T_0 - T_1}{2}\left(\frac{3RT_1}{T_0} + 3R\right) =$

$= \frac{3R\nu}{2}\left(\frac{T_1 + T_0}{T_0}\right)\cdot T_0 - T_1 =$

$a_{кл x} = \frac{13}{8} a_{ш x} =$

$a_{ш y} = \frac{3}{2} a_{ш x}$

$= \frac{13}{8}\cdot\frac{10}{39} = \frac{5}{4\cdot 3} = \frac{5}{12}$

$= \frac{3R\nu}{2T_0}\left(T_0^2 - T_1^2\right)$

$\frac{3}{2}\cdot\frac{10}{39} = \frac{5}{13}$

$\frac{3\nu R}{2}\cdot\frac{T_0^2}{T_0} - \cancel{\frac{3\nu R T_0}{2}} = A(T) = \frac{3\nu R T}{2} - \frac{3}{2}\nu R T_0$

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

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

21200627 (U369501 M1268740)

~~Чистовик~~ Черновик

лист 6

№2.

Дано: $He\,(i=3)$; ν; $T_{нач}=T_0$; $c(T)=3R\cdot\frac{T}{T_0}$

1) $\delta Q(T)=\nu\cdot c(T)\,\Delta T=\nu\cdot 3R\cdot\frac{T}{T_0}\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot T\cdot\Delta T$

$Q(T_1)=\int\limits_{T_0}^{T_1}\frac{3\nu R}{T_0}\cdot T\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\int\limits_{T_0}^{T_1}T\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{T_0^2}{2}-\frac{T_1^2}{2}\right)=$

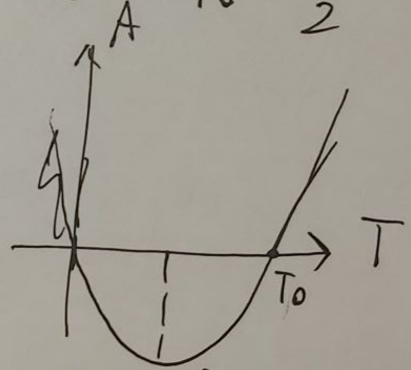
$=\frac{3\nu R}{2T_0}\left(T_0^2-T_1^2\right)$

Пусть газ охладили до $T_1=\frac{3}{5}T_0$, тогда

$Q_{подв}\left(\frac{3}{5}T_0\right)=\frac{3\nu R}{2T_0}\left(T_0^2-\frac{9}{25}\right.$

$25-9=20-4=16$

$A'=2T-T_0=\frac{T_0}{2}$



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

21200627 (U369501 M1268740)

Черновик

лист 5

$3R\cdot\frac{3}{5}=\frac{9R}{5}$

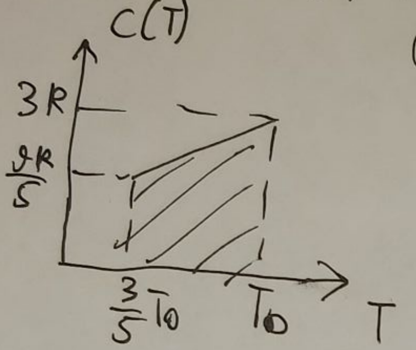
№2

ν

He – одноатомный; охлаждается.

$$c(T)=3R\cdot\frac{T}{T_0}$$

$$\delta Q(T)=\nu\cdot c(T)\cdot\Delta T=\nu\cdot 3R\cdot\frac{T}{T_0}\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot T\cdot\Delta T$$



$$Q_{\text{отданное}}=-Q_{\text{подв}}=-S_{\text{тр}}=$$

$$=\cancel{\tfrac{2}{5}T_0}\,\nu\,\frac{1}{5}T_0\left(3R+\frac{9R}{5}\right)=$$

$$=\frac{\nu T_0}{5}\left(\frac{15R+9R}{5}\right)=\frac{24\nu RT_0}{25}$$

$$\delta Q(T)=\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0}\frac{3\nu R}{T_0}\cdot T\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\int_{T_0}^{\frac{3T_0}{5}}T\cdot\Delta T=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{T_0^2}{2}-\frac{\left(\frac{3T_0}{5}\right)^2}{2}\right)=$$

$$=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{T_0^2}{2}-\frac{9T_0^2}{50}\right)=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{25T_0^2-9T_0^2}{50}\right)=$$

$$=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\left(\frac{16T_0^2}{50}\right)=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot\frac{8T_0^2}{25}=\frac{24\nu RT_0^2}{25T_0}=\frac{24\nu RT_0}{25}$$

18

$$T=\frac{2}{3}mg$$

$$a_{\text{кл}}=\quad Ma_{\text{кл}x}=\frac{8}{13}T=\frac{16}{39}mg$$

$$a_{\text{кл}x}=\frac{16}{39}\cdot\frac{m}{M}g=$$

$$=\frac{16}{39}\cdot\frac{65}{64}=\frac{65}{39\cdot 4}=\frac{5}{12}g$$

21200627 (U369501 M1268740)

Часть 2

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

Шифр: **21200627**

ID профиля: **369501**

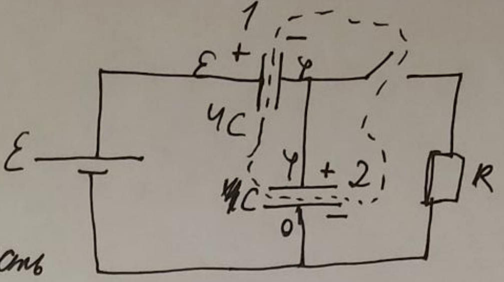
Вариант 3

Чистовик

лист 1

№ 3.

$C_2 = C; \; C_1 = 4C; \; R; \; \mathcal{E}.$



Заметим, что до замыкания ключа на конденсатор ~~...~~ есть установившиеся заряды и напряжения.

$U_1 = \mathcal{E} - \varphi; \; U_2 = \varphi.$

ЗСЗ для изолированной области (выделена пунктиром)

$-4C(\mathcal{E} - \varphi) + C\varphi = 0$

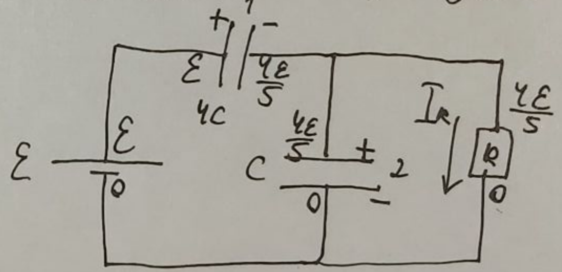
$\varphi + 4(\varphi - \mathcal{E}) = 0$

$\varphi = \frac{4\mathcal{E}}{5}$

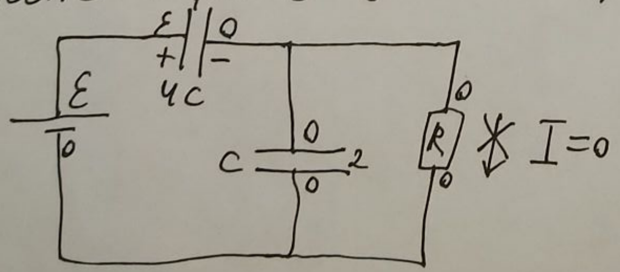
$\Rightarrow U_1(0) = \frac{\mathcal{E}}{5}; \; U_2(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5}$

1) Сразу после замыкания ключа напряжения на кондёрах скачком не поменяются, ищем ток через резистор:

$I_R = \frac{\frac{4\mathcal{E}}{5}}{R} = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$



2) Пусть в цепи наступил уст. режим, т.е. через кондеры нет токов (а значит и через резистор их нет).



Итак, $U_1(\tau_{уст}) = \mathcal{E}$
$U_2(\tau_{уст}) = 0$

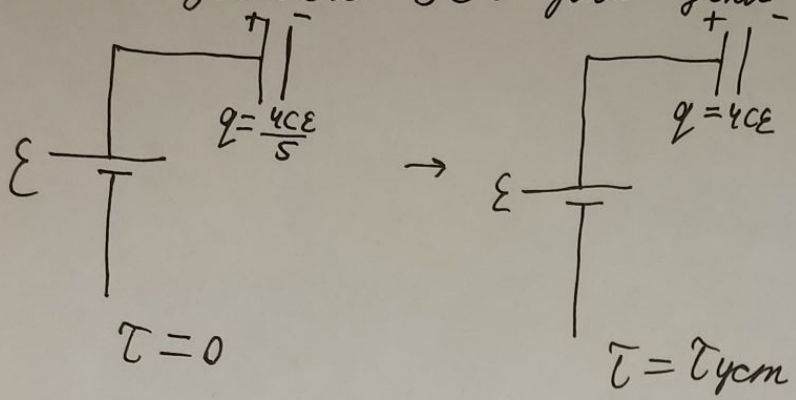
21200627 (U369501 M1268741)

Чистовик

лист 2

№3 (продолжение)

Для записи ЗСЭ для цепи ищем $A_б$:



Итак, $A_б = +\mathcal{E}\cdot\left(4C\mathcal{E} - \frac{4C\mathcal{E}}{5}\right) = \mathcal{E}\cdot\frac{16C\mathcal{E}}{5} = \frac{16C\mathcal{E}^2}{5}$.

ЗСЭ от 0 до $\tau_{уст}$:

$$A_б = \Delta W_{C1} + \Delta W_{C2} + Q$$

$$\frac{16C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{C_1}{2}\cdot\left(U_1^2(\tau_{уст}) - U_1^2(0)\right) + \frac{C_2}{2}\left(U_2^2(\tau_{уст}) - U_2^2(0)\right) + Q$$

$$\frac{16C\mathcal{E}^2}{5} = 2C\cdot\left(\mathcal{E}^2 - \frac{\mathcal{E}^2}{25}\right) + \frac{C}{2}\left(0 - \frac{16\mathcal{E}^2}{25}\right) + Q$$

$$\frac{16C\mathcal{E}^2}{5} = 2C\cdot\frac{24\mathcal{E}^2}{25} - \frac{8C\mathcal{E}^2}{25} + Q$$

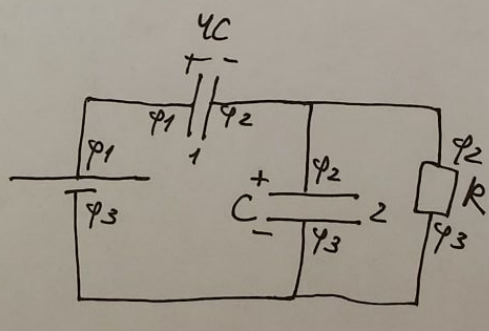
$$\frac{16C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{48C\mathcal{E}^2 - 8C\mathcal{E}^2}{25} + Q$$

$$\frac{16C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{40C\mathcal{E}^2}{25} + Q$$

$$\frac{16C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{8C\mathcal{E}^2}{5} + Q$$

$$Q = \frac{8\mathcal{E}^2 C}{5}$$

3) Пусть ток через C_1 равен I_0:



$\varphi_1 - \varphi_3 = \mathcal{E}$.

$\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 = \mathcal{E}$.

21200627 (U369501 M1268741)

Чистовик

лист 3

N3 (продолжение)

$$\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 = \mathcal{E}.$$

$$\frac{q_1}{4C} + \frac{q_2}{C} = \mathcal{E}.$$

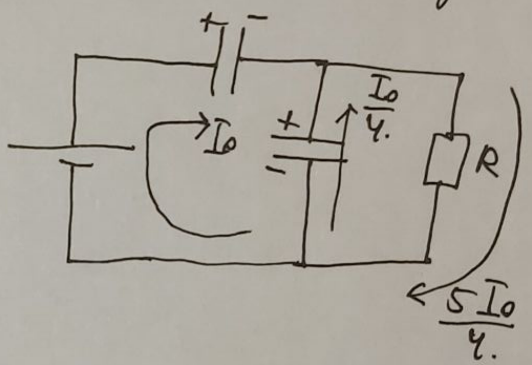
$$q_1' + 4q_2' = 0.$$

Если через 4C течёт ток I_0, то $q_1' = I_0$

$$I_0 + 4I_2 = 0$$

$$I_2 = -\frac{I_0}{4}$$

Это значит, что ~~ток~~ заряд оттекает от "+" обкладки кондера C_2



$$I_R = I_0 + \frac{I_0}{4} = \frac{5I_0}{4.}$$

$$U_R = I_R \cdot R = \frac{5I_0R}{4}$$

Ответы: 1) $I_R(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5R.}$

2) $Q(\tau_{уст}) = \frac{8\mathcal{E}^2C}{5}$

3) $U_R = \frac{5I_0R}{4.}$

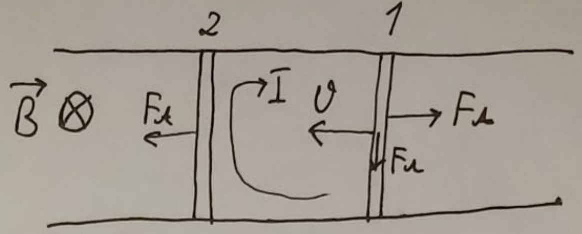
21200627 (U369501 M1268741)

Чистовик. лист 4

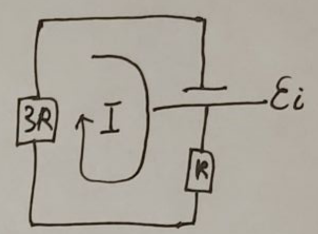
№4

Дано: $B, L, m_1=2m; R_1=R; m_2=m; R_2=3R; \upsilon_0$

1) Найдём ускорение перемычки 1 в нач. момент времени:



Под действием силы Лоренца (она действует на свободные заряды) на концах перемычки 1 появится разность потенциалов:



$$\varepsilon_i = \frac{A_{ст}}{q} = \frac{F_л \cdot L}{q} = \frac{q\cdot\upsilon_0\cdot B\cdot L}{q} = \upsilon_0 BL.$$

$$I(0) = \frac{\varepsilon_i}{4R} = \frac{B\upsilon_0 L}{4R}.$$

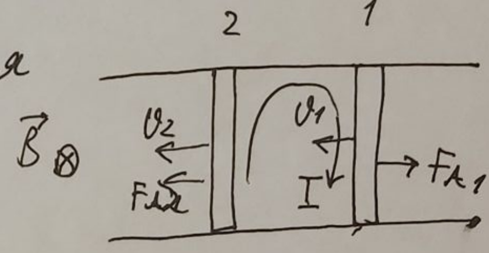
$$F_A = B\cdot I(0)\cdot L = \frac{B^2L^2\upsilon_0}{4R}.$$

По второму з-ну Ньютона:

$$2m\cdot a_1 = F_A$$

$$a_1 = \frac{F_A}{2m} = \frac{B^2L^2\upsilon_0}{8Rm}.$$

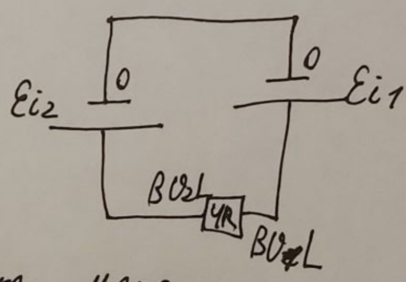
2) Пусть обе перемычки двигаются



$$\varepsilon_{i1} = B\upsilon_1 L$$

$$\varepsilon_{i2} = B\upsilon_2 L$$

$$|I| = \frac{BL}{4R}|\upsilon_2-\upsilon_1|$$



Получается, что настанет момент, когда $\upsilon_2=\upsilon_1$, $I=0$

$F_A = 0$; $a_1=a_2=0$

Ищем скорости перемычек в этот момент.

Заметим, что куда бы не тёк ток, $\vec{F_{A1}} = -\vec{F_{A2}}$

$|\vec{F_{A1}}| = |\vec{F_{A2}}| = BIL$, т.е. $\Delta p = (F_{A1}-F_{A2})\cdot\Delta t = 0$.

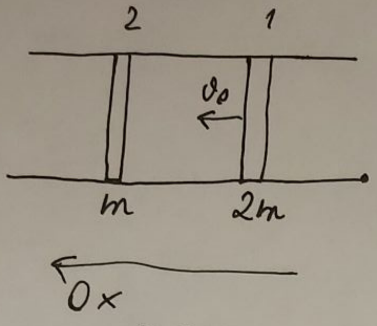
импульс системы сохраняется.

21200627 (U369501 M1268741)

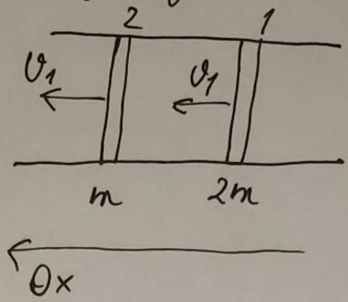
Чистовик

лист 5

№4 (продолжение)



→



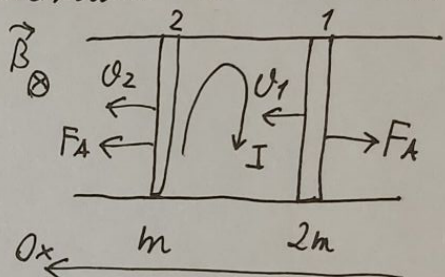
ЗСИ на Ox: $2m\vartheta_0 = 2m\vartheta_1 + m\vartheta_1 = 3m\vartheta_1$

$\vartheta_1 = \frac{2}{3}\vartheta_0$

3) Нужно найти расстояние между перемычками через большой промежуток времени.

Пусть перемычки едут со скоростями ϑ_2 и ϑ_1.

$\vartheta_2 < \vartheta_1$

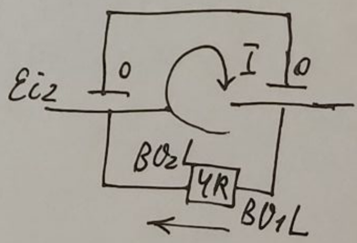


$I = (B\vartheta_1 L - B\vartheta_2 L)/4R$

$F_A = BIL = \frac{B^2L^2(\vartheta_1-\vartheta_2)}{4R}$

Для перемычки 1 на Ox:

$2ma_{1x} = -F_A = \frac{B^2L^2(\vartheta_2-\vartheta_1)}{4R}$



$\frac{4R\cdot 2m}{B^2L^2}\cdot\frac{\Delta\vartheta_{1x}}{\Delta t} = \vartheta_2 - \vartheta_1 \quad |\cdot\Delta t$

$\frac{4R\cdot 2m}{B^2L^2}\cdot\Delta\vartheta_{1x} = \delta S_2 - \delta S_1$

Просуммируем от 0 до большого промежутка времени.

$\frac{4R\cdot 2m}{B^2L^2}\cdot\left(\frac{2}{3}\vartheta_0 - \vartheta_0\right) = S_2 - S_1$

$S_2 - S_1 = -\frac{2m\cdot 4R}{3B^2L^2}$

т. е. расстояние между перемычками уменьшилось на $\frac{2m\cdot 4R}{3B^2L^2}$. $S_{new} = S_0 - \frac{2m\cdot 4R}{3B^2L^2}$

Ответы:

1) $a_1(0) = \frac{B^2L^2\vartheta_0}{8Rm}$

2) $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \frac{2}{3}\vartheta_0$

3) $S_{new} = S_0 - \frac{8mR}{3B^2L^2}$

21200627 (U369501 M1268741)

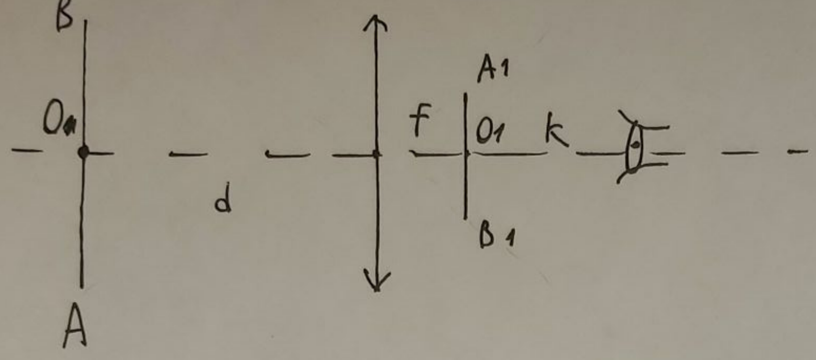
Чистовик

№5

$F = 18см; \; H = 9см; \; d = 72см = 4F$

Аккомодацию глаза на расстояние обозначим за $~~A~~k = 24см$.

1).



$x = k + f$

По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{F \cdot d} = \frac{4F - F}{F \cdot 4F} = \frac{3}{4F}$ $\quad f = \frac{4F}{3} = 4 \cdot \frac{18см}{3} =$

$= 24см$

$x = k + f = 24см + 24см = 48см.$

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{\frac{4F}{3}}{4F} = \frac{1}{3}.$

$\Rightarrow$ Если ~~OA = 9см = H, то O₁A₁ = H/3~~ $AB = H$, то $A_1B_1 = \frac{H}{3}$

$\Rightarrow$ Если $D_M < \frac{H}{3}$, то наблюдатель не сможет целиком увидеть картину.

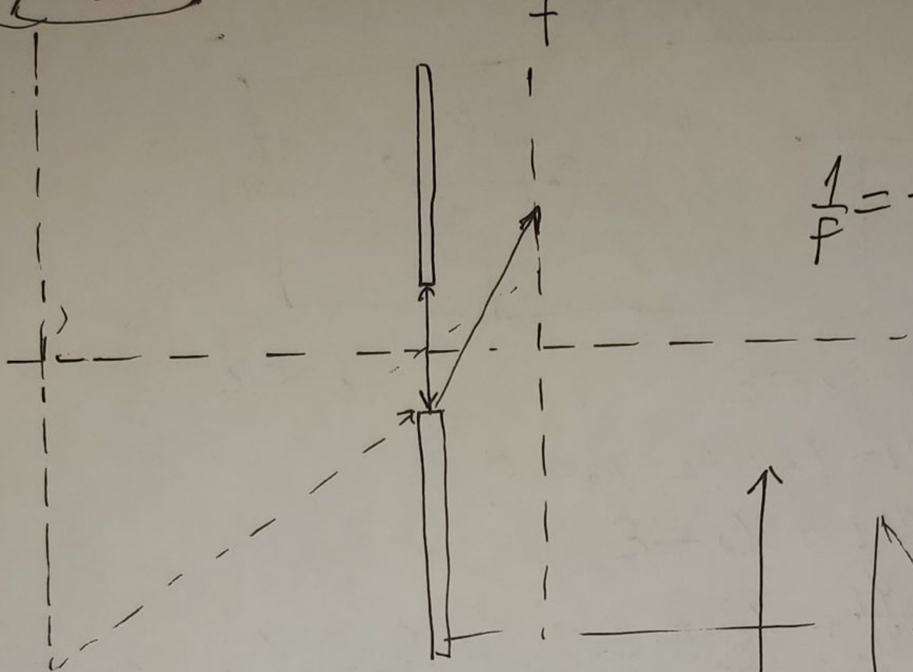
Ответы: 1) 48см

2) 3см.

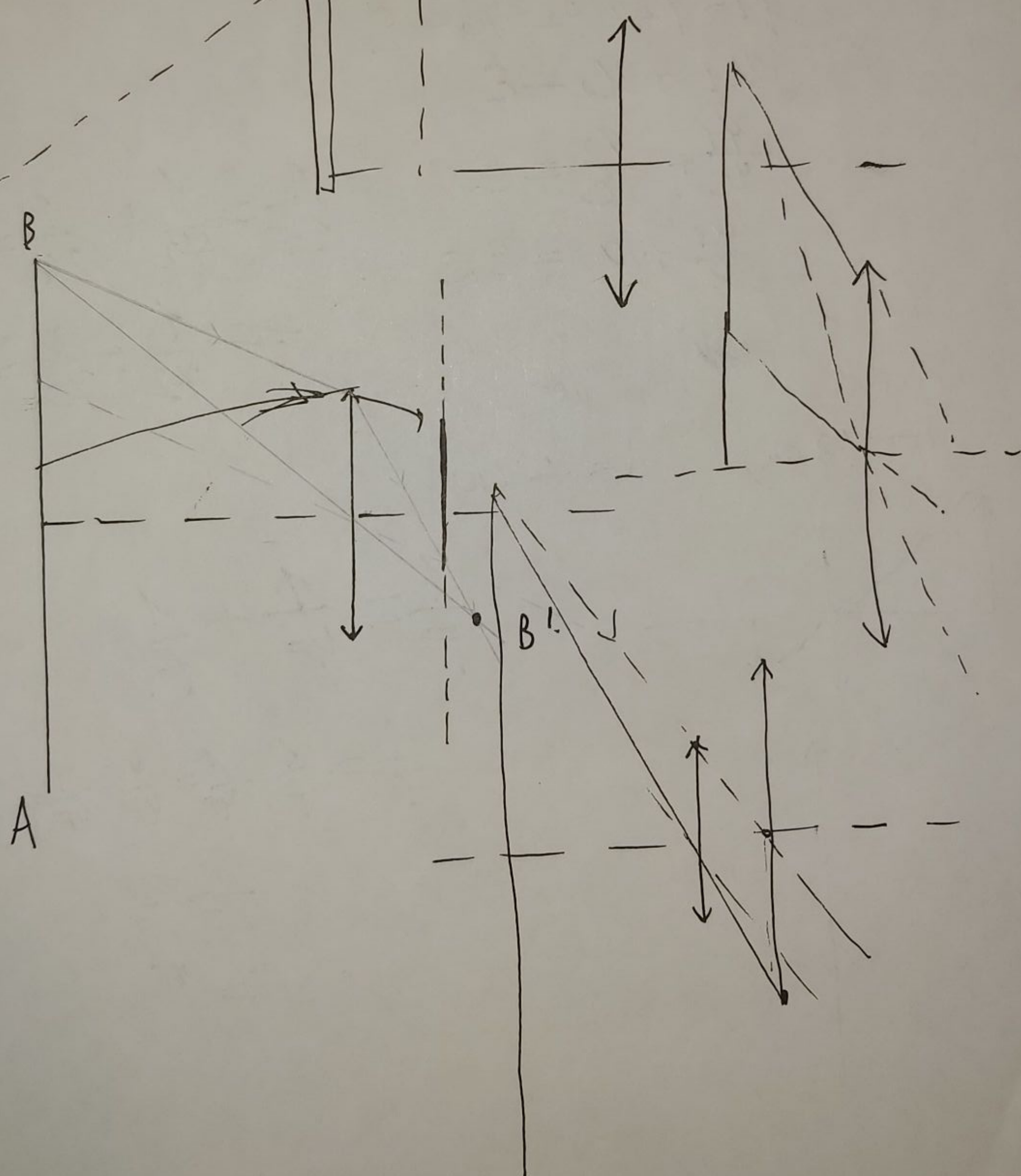
21200627 (U369501 M1268741)

Черновик

лист 2

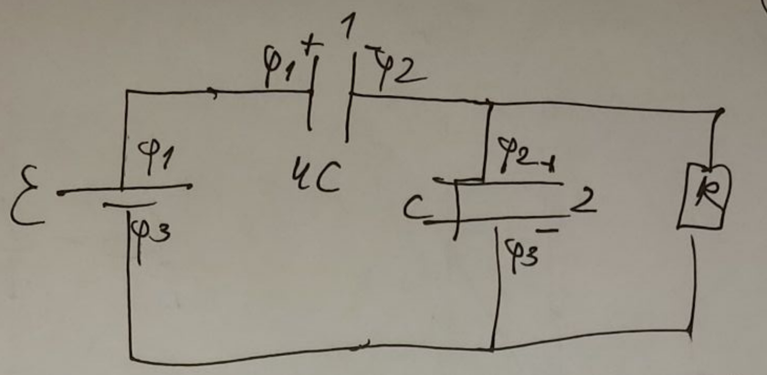


$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{d}$$



Черновик

лист 1.



$q = CU.$

$\varphi_1 - \varphi_3 = \varepsilon.$

$\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 = \varepsilon.$

$U_1 + U_2 = \varepsilon$

$\frac{q_1}{4C} + \frac{q_2}{C} = \varepsilon.$

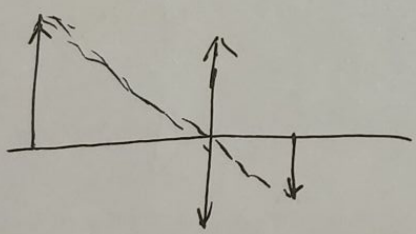
$\frac{q_1}{4} + q_2 = \varepsilon C.$

$\frac{1}{18} = \frac{1}{72} + \frac{1}{24} =$

$= \frac{1}{72} + \frac{3}{72} = \frac{4}{72} = \frac{1}{18}$

№5.

$F = 18$ см; $d = 72$ см;



$\frac{1}{F} = \frac{1}{4F} + \frac{1}{f}.$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{4F} = \frac{4}{4F} - \frac{1}{4F} = \frac{3}{4F}$

$f = \frac{4F}{3}.$

$\Gamma = {}^{4\Gamma}$

21200627 (U369501 M1268741)