Часть 1

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

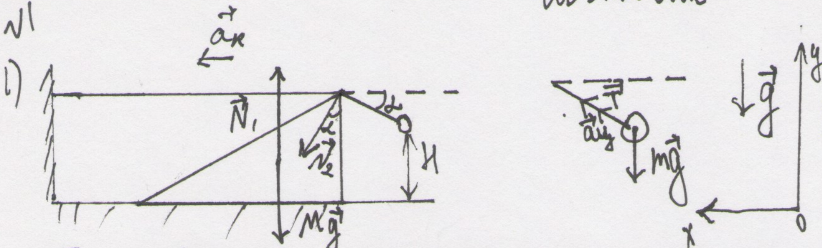
Шифр: **21202145**

ID профиля: **286461**

Вариант 1

Чистовик

№1

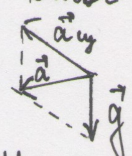


Пусть m – масса шара, а M – клина

ЗСЭ для шарика: $mgH = \frac{mv^2}{2}$

$v^2 = 2gH$, v – скорость шарика перед соприкосновением ~~с землей~~ столом

Тк шарик имеет центростpем. ускорение и находится в поле тяж. g, то ~~искомое~~ ускорение шара $\vec{a} = \vec{a}_{ц} + \vec{g}$:



II ЗН для шарика:

$m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}$

Ox: $T\cancel{\cos\alpha} = ma_{ц}\cancel{\cos\alpha}$

$T = ma_{ц}$

Oy: $T\sin\alpha - mg = ma_{ц}\sin\alpha$

II ЗН для клина:

$\vec{N_1} + M\vec{g} + \vec{N_2} = M\vec{a}_к$

Oy: $N_1 - Mg - N_2\cos\alpha = 0$

Ox: $N_2\sin\alpha = Ma_к$

21202145 (U286461 M1263329)

Чистовик

№2

1) Q_1 – отданное тепло $\longrightarrow Q_1 = -Q_{пол}$

$Q_{пол}$ – полученное тепло

$\Delta Q = \cancel{C\nu R}\ C\nu\Delta T$

$\Delta Q = 2R\frac{T}{T_0}\nu\Delta T$ – для малого участка ΔT

Тогда

$$\int_0^{Q_{пол}}\Delta Q = \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} 2\nu R\frac{T}{T_0}\Delta T = \frac{2\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} T\Delta T = \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{T^2}{2}\Bigg|_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0}\right) = \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{\left(\frac{5}{6}T_0\right)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) =$$

$$= \frac{2\nu R}{T_0}\left(\frac{\frac{25}{36}T_0^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \frac{2\nu R}{T_0}\cdot T_0^2\left(\frac{25}{72} - \frac{1}{2}\right) = 2\nu R T_0\left(\frac{25-36}{72}\right) = -\frac{11}{36}\nu R T_0$$

$Q_{пол} = -\frac{11}{36}\nu R T_0$

$Q_1 = \frac{11}{36}\nu R T_0$

2) $\Delta Q = \Delta U + A_г$

$2R\frac{T}{T_0}\nu\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_г$, $\Delta T = (T - T_0)$ – изменение температуры

$\Delta A_г = 2\nu R\frac{T}{T_0}\cdot\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T$ – для малого ΔT

$$\int_0^{A_г}\Delta A_г = \frac{2\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{T} T\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\int_{T_0}^{T}\Delta T = \frac{2\nu R}{T_0}\frac{(T^2 - T_0^2)}{2} - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) = \frac{\nu R T^2}{T_0} - \nu R T_0 -$$

$$-\frac{3}{2}\nu R T + \frac{3}{2}\nu R T_0 = \frac{\nu R T^2}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{1}{2}\nu R T_0 = A_г$$ – парабола ветками вверх $\Rightarrow$

$\Rightarrow A_{min}$ в вершине параболы. Найдём производную:

$\left(\frac{\nu R T^2}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R T + \frac{1}{2}\nu R T_0\right)' = (A_{min})'$, $A_{min} = const \Rightarrow A'_{min} = 0$

$\frac{\nu R}{T_0}\cdot 2T\cdot T' - \frac{3}{2}\nu R T' = 0 \quad |:T'$

$\frac{2\nu R}{T_0}\cdot T = \frac{3}{2}\nu R$

$T = \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{T_0}{2\nu R} = \frac{3}{4}T_0$

3) $A_{min} = A_г\left(\frac{3}{4}T_0\right) = \frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{9}{16}T_0^2 - \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}\nu R T_0 = \nu R T_0\left(\frac{9}{16} - \frac{9}{8} + \frac{1}{2}\right) = \nu R T_0\left(\frac{9-18+8}{16}\right) =$

$= -\nu R T_0\frac{1}{16}$ – минимальная работа

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

2

21202145 (U286461 M1263329)

Черновик

$$\frac{2R\nu}{T_0}\cdot 2T\cdot\cancel{T^2}-3,5\nu R\cdot\cancel{T}=0$$

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

$$\frac{9}{16}-1+1,5-1$$

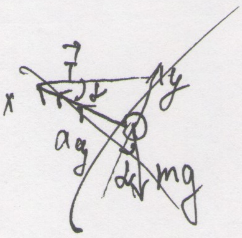
$$\frac{9}{8}$$

$$\frac{\nu R}{T_0}\cdot 2T-\frac{3}{2}\nu R=0$$

$$\frac{9}{16}-1-\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4}+1,5$$

$$T=\frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{T_0}{2\nu R}=\frac{3}{4}T_0$$

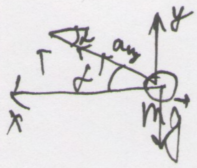
$$-\frac{3}{2}\nu R\int_{T_0}^{T}=-\frac{3}{2}\nu RT+\frac{3}{2}\nu RT_0$$



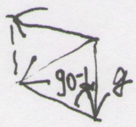
ox: ~~$T-mg\sin\alpha=ma_y$~~

oy X: $T=ma_y$

oy: $T\sin\alpha-mg=ma_y\sin\alpha$



$$a_y=\frac{v^2}{R}$$



ЗСЭ: $mgH=\frac{mv^2}{2}$

$$v^2=2gH$$

$$H=h-L\sin\alpha$$

$$h=L\sin\alpha$$

21202145 (U286461 M1263329)

Черновик

№2

ν

T_0

$\frac{5}{6}T_0$

$Q_1 - ?$

1) Q_1 – отданное тепло

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

$Q = C\nu\Delta T$ – полученное тепло

$\Delta Q = 2R\frac{T}{T_0}\cdot\nu\Delta T$ – характерно для малого участка ΔQ

$$\int_0^Q \Delta Q = \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} \nu 2R\frac{T}{T_0}\Delta T = \frac{2\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} T\,\Delta T = \frac{2R}{T_0}\cdot\left(\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0}\right) =$$

$$= \frac{\nu 2R}{T_0}\cdot\left(\frac{\left(\frac{5}{6}T_0\right)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \frac{2R\nu}{T_0}\left(\frac{\frac{25}{36}\cdot T_0^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \frac{2R\nu T_0^2}{T_0}\left(\frac{25}{72}-\frac{1}{2}\right) =$$

$$= 2RT_0\nu\left(\frac{25-36}{72}\right) = 2RT_0\nu\cdot\left(-\frac{11}{72}\right) = -\frac{11}{36}\nu RT_0$$ – газ получил

$\Rightarrow Q_1 = -Q_{пол} = \frac{11}{36}\nu RT_0$ – отданное тепло.

2) ~~если молярная теплоёмкость~~

~~$A_г =$~~ $Q = \Delta U + A_г$

$-\frac{11}{36}RT_0 = -\frac{3}{2}\nu R\frac{1}{6}T_0 + A_г$

$2R\frac{T}{T_0}\nu\cdot\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_г$

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

$-2R\nu T - \frac{3}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0 = \frac{2R\nu}{T_0}\cdot T^2 - 3{,}5\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0$ – парабола ветками вверх $\Rightarrow$ в координате T-вершины параболы будет A_{min}

Найдём производную

$\left(\frac{2R\nu}{T_0}\cdot T^2 - 3{,}5\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT_0\right)' = (A_{min})'$, $A_{min} = const \Rightarrow A_{min}' = 0$

$\frac{2R\nu}{T_0}\cdot 2T - 3{,}5\nu R = 0$

$\frac{3{,}5}{4} = \frac{35}{40} = \frac{7}{8}$

$\frac{35}{10} = \frac{7}{2}$

$\frac{4R\nu}{T_0}\cdot T = 3{,}5\nu R$

$T = 3{,}5\nu R\cdot\frac{T_0}{4\nu R} = \frac{3{,}5}{4}T_0 = 0{,}875\,T_0$

$A_{min} = \frac{2R\nu}{\cancel{T_0}}\cdot\frac{49}{64}T_0^{\cancel{2}} - \frac{35}{10}\nu R\cdot\frac{7}{8}T_0 + \frac{3}{2}\nu RT_0 = \frac{49}{32}\nu RT_0 - \frac{49}{16}\nu RT_0 + \frac{3}{2}\nu RT_0 =$

$= \nu RT_0\left(\frac{49-98+48}{32}\right) = -\frac{\nu RT_0}{32}$

Ответ: 1) $\frac{11}{36}\nu RT_0$, 2) $0{,}875\,T_0$, 3) $-\frac{\nu RT_0}{32}$

21202145 (U286461 M1263329)

Часть 2

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

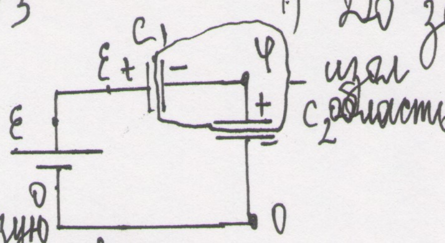
Шифр: **21202145**

ID профиля: **286461**

Вариант 1

№3 чистовик

1) До замыкания ключа: укажу знаки зарядов на ~~обк~~ пластинках конденсатора



Использую метод узловых потенциалов (МУП)

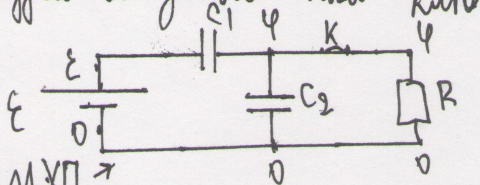
Рассмотрю изолированную область:

ЗСЗ: $-C_1(\mathcal{E}-\varphi)+C_2(\mathcal{E}-0)=0$

$-2C\mathcal{E}+2C\varphi+C\mathcal{E}=0 \;|:C$

$\varphi=\frac{\mathcal{E}}{2}$

Сразу после замыкания ключа:

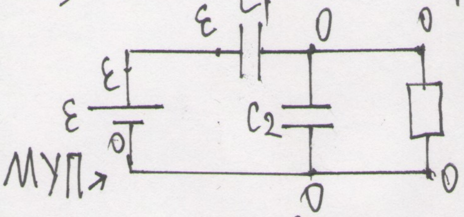


Напряжение скачком не меняется => => потенциалы остались прежними;

=> $U_{R1}=\varphi-0$

$I_1=\frac{U_{R1}}{R}=\frac{\varphi}{R}=\frac{\mathcal{E}}{2R}$ – ток сразу после K

2) Установившится режим: тока ч/з R нет => $U_R=0-0=0$



Напряжения на C_2 нет => $q_{2k}=0$

$U_{C1k}=\mathcal{E}$ – напряж. на C_1

ЗСЭ $A_{ист}=\Delta W_1+\Delta W_2+Q$, ΔW – изменения энергии на конденсаторах

$\Delta W_1=-\frac{C_1U_{1н}^2}{2}+\frac{C_1U_{C1k}^2}{2}=\frac{2C}{2}\left(\mathcal{E}^2-\left(\frac{\mathcal{E}}{2}\right)^2\right)=\frac{3}{4}C\mathcal{E}^2$

$\Delta W_2=0-\frac{C_2U_{2н}^2}{2}=-\frac{C\mathcal{E}^2}{2\cdot4}=-\frac{C\mathcal{E}^2}{8}$

$A_{ист}=\mathcal{E}q$, q – протёкший заряд. С C_1 утёк $q_1=C\mathcal{E}$, а с C_2 $q_2=\frac{C\mathcal{E}}{2}$

$q=q_1+q_2=\frac{3}{2}C\mathcal{E}$

=> ЗСЭ: $\frac{3}{2}C\mathcal{E}^2=\frac{3}{4}C\mathcal{E}^2-\frac{C\mathcal{E}^2}{8}+Q$

$Q=C\mathcal{E}^2\left(\frac{3}{2}-\frac{3}{4}-\frac{1}{8}\right)=\frac{7C\mathcal{E}^2}{8}$

3) $(\Delta q)'=(C_1U_1)'$

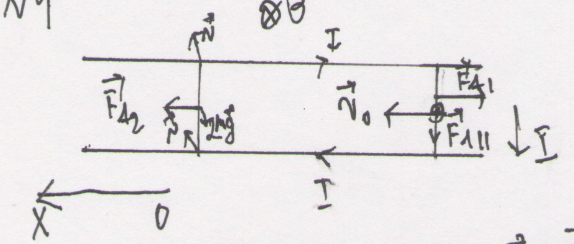
$I_0=C_1U_1'$

1

Ответ: 1) $\frac{\mathcal{E}}{2R}$; 2) $\frac{7}{8}C\mathcal{E}^2$

Чистовик

№4



1) На I перемычке возникнет

$\varepsilon_i = Bv_0L$

$I = \frac{\varepsilon_i}{R+2R} = \frac{Bv_0L}{3R}$. Определим направления I и $\vec F_{A_1}$ по "правилу левой руки".

II перемычка: $2m\vec g + 2\vec N + \vec F_{A2} = 2m\vec a$

Ox: $F_{A2} = 2ma$

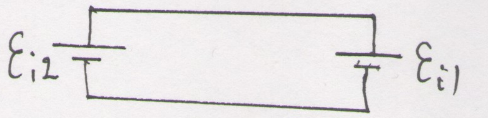
$BIL = 2ma$

$a = \frac{BIL}{2m} = \frac{v_0 B^2 L^2}{6mR}$

2) Во время движения у II перем. тоже создастся $\varepsilon_{i2} = Bv_2L$

I перем. в итоге поедет вправо

итоговая $\varepsilon = \varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i2}$



II ЗН для I на Ox: $F_{A1} = ma_1$ для II $F_{A2} = 2ma_2$

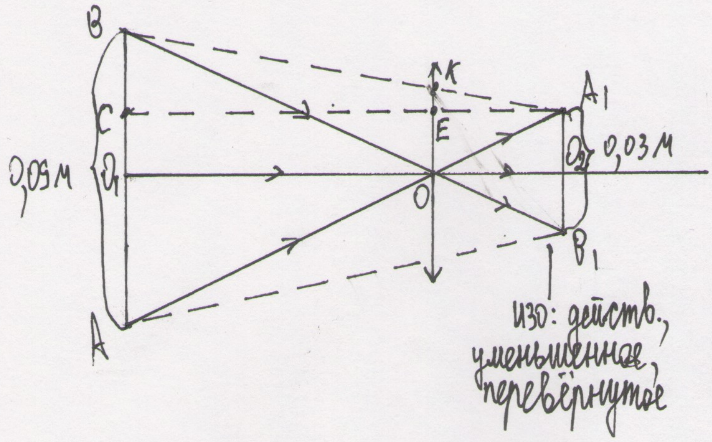
$\begin{cases} BIL = ma_1 \\ BIL = 2ma_2 \end{cases}$

$\Rightarrow a_1 = 2a_2$

Ответ: 1) $a = \frac{v_0 B^2 L^2}{6mR}$

Чистовик

№5



1) По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

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

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{0{,}36 \cdot 0{,}09}{0{,}27} = 0{,}12 \text{ м}$$ – расст от линзы до ИЗО

Глаз аккомодировали на $l = 0{,}24$ м

$\Rightarrow$ l – расстояние от глаза до ИЗО

$$x = l + f = 0{,}24 + 0{,}12 = 0{,}36 \text{ м}$$

2) Рассм $\triangle A_1EK$ и $\triangle A_1CB$: они подобные

$$\frac{A_1E}{A_1C} = \frac{KE}{BC}$$

$$\frac{f}{d+f} = \frac{KE}{BC} = \frac{0{,}12}{0{,}48} = 0{,}25$$

$$BC = \frac{AB}{2} - A_1O_2 = 0{,}045 - 0{,}015 = 0{,}03 \text{ м}$$

$$KE = 0{,}25 \cdot 0{,}03 = 0{,}0075 \text{ м}$$

$$D_m = (KE + A_1O_2) \cdot 2 = (0{,}0075 + 0{,}015) \cdot 2 = 0{,}045 \text{ м}$$

3) Нужно поставить экран вплотную к линзе справа, чтобы лучи, проходящие ч/з главный оптический центр не прошли.

Ответ: 1) 0,36 м; 2) 0,045 м; 3) вплотную к линзе справа

3

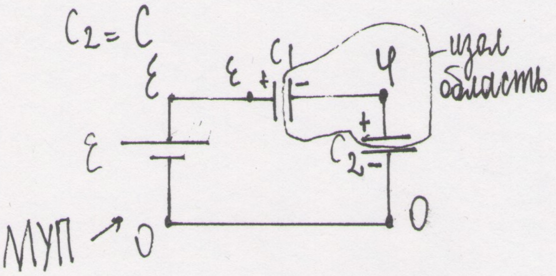
21202145 (U286461 M1263330)

Черновик

№3

$C_1 = 2C$ 1) До замыкания ключа: Укажу знаки зарядов на обкладках

$C_2 = C$



Рассм. изолированную область:

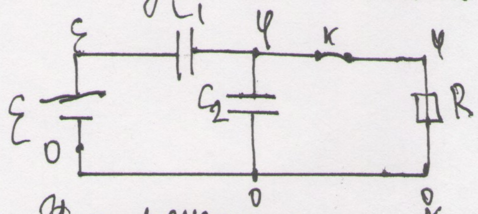
ЗСЗ: $-C_1(\varepsilon-\varphi) + C_2(\varepsilon-0) = 0$

$-2\cancel{C}\varepsilon + 2\cancel{C}\varphi + \cancel{C}\varepsilon = 0 \mid : C$

$2\varphi = \varepsilon$

$\varphi = \frac{\varepsilon}{2}$

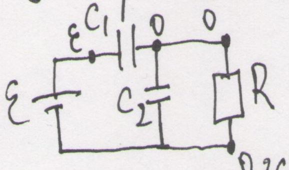
После замыкания ключа:



~~Заряд~~ Напряжение на конденсаторах скач не изм
=> пот ост. прежними

$I_1 = \frac{\varphi-0}{R} = \frac{\varepsilon}{2R}$

2) Уст режим после $К_з$



тока ч/з R нет => $U_R = 0 = 0-0$

=> $U_{C2} = 0$, $U_{C1} = \varepsilon - 0 = \varepsilon$

ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W_1 + \Delta W_2 + Q$

$\Delta W_1 = \frac{C_1\varepsilon^2}{2} - \frac{C_1(\frac{\varepsilon}{2})^2}{2} = \frac{2C}{2}\left(\varepsilon^2 - \frac{\varepsilon^2}{4}\right) = \frac{3}{4}C\varepsilon^2$

$\Delta W_2 = \frac{C_2\cdot 0^2}{2} - \frac{C_2\cdot\varepsilon^2}{2\cdot 4} = -\frac{C\varepsilon^2}{8}$

$A_{ист} = \varepsilon\cdot q$, $q_1 = C\frac{\varepsilon}{2}$

$q = C\frac{\varepsilon}{2} + C\varepsilon = \frac{3}{2}C\varepsilon$

$q_2 = 2C\cdot\frac{\varepsilon}{2} = C\varepsilon$

$q_{2зм} = 2C\cdot\varepsilon$

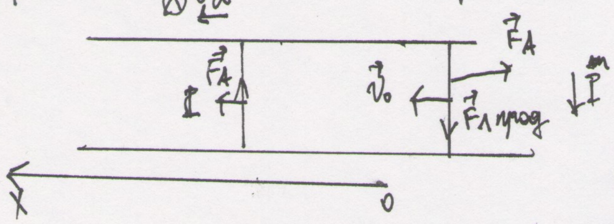
ЗСЭ $\frac{3}{2}C\varepsilon^2 = \frac{3}{4}C\varepsilon^2 - \frac{C\varepsilon^2}{8} + Q$

$Q = C\varepsilon^2\left(\frac{3}{2} - \frac{3}{4} + \frac{1}{8}\right) = C\varepsilon^2\left(\frac{12-6+1}{8}\right) = \frac{7C\varepsilon^2}{8}$

3) $q = C_1U_1$

$I = C_1\cdot U_1'$

№4 Черновик



1) $\mathcal{E}_{i1} = Bv_0L$

$I = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{R+2R} = \frac{Bv_0L}{3R}$

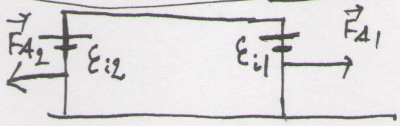
2 перемычка: $2m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = 2m\vec{a}$

OX: $F_{A2} = 2ma$

$BIL = 2ma$

$a = \frac{BIL}{2m} = \frac{v_0B^2L^2}{6mR}$

ч/з долгое время:



2) Создастся $\mathcal{E}_{i2} = BvL$

$\cancel{\mathcal{E} = \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 2BvL}$

$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{Bv_2L - Bv_1L}{3R}$

II ЗН для I: $F_{A1} = ma_1$

$BIL = ma_1$

$\frac{B^2L^2}{3R}(v_2 - v_1) = m\frac{\Delta v_1}{\Delta t}$

$\frac{B^2L^2}{3R}v_2 - \frac{B^2L^2}{3R}v_1 = m\frac{\Delta v_1}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$

$\frac{B^2L^2}{3R} \cdot v_2\Delta t - \frac{B^2L^2}{3R} \cdot v_1\Delta t = m\Delta v_1$

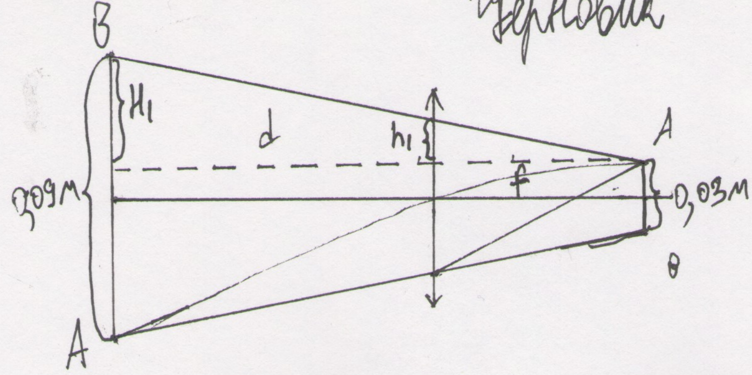
$mv_1 = ($

для II $BIL = 2ma_2$

$a_1 = 2a_2$

$\frac{\Delta v_1}{\Delta t} = 2\frac{\Delta v_2}{\Delta t}$

Черновик



1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

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

$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{0{,}36 \cdot 0{,}09}{0{,}27} = 0{,}12$ м

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{0{,}12}{0{,}36} = \frac{1}{3}$

$X = 0{,}12 + 0{,}24 = \underline{0{,}36 \text{ м}}$

2) $\frac{f}{d+f} = \frac{h_1}{H_1}$ $\quad H_1 = \frac{0{,}09}{2} - \frac{0{,}03}{2} = 0{,}03$ м

$h_1 = \frac{H_1 \cdot f}{d+f} = \frac{0{,}03 \cdot 0{,}12}{0{,}48} = 0{,}0075$ м

$D_m = 2\left(h_1 + \frac{0{,}03}{2}\right) = \underline{0{,}045 \text{ м}}$

3) На расст: 0,12 м справа от линзы

21202145 (U286461 M1263330)