Часть 1

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

Шифр: **21200391**

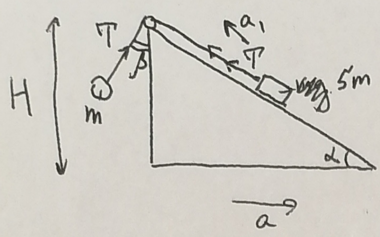
ID профиля: **55349**

Вариант 8

1

Чистовик

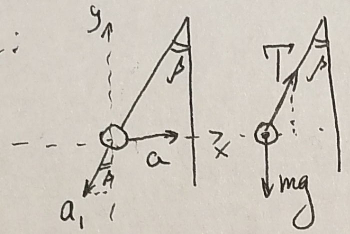
Задача № 1.



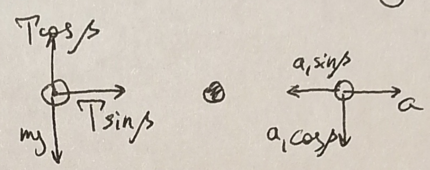
1) Пусть в системе отсчёта, связанной с ~~бруском~~ клином в некоторый момент времени t ускорение нити вдоль наклон. плоск. клина $= a_1(t)$.

2) Обозначим также постоянное ускорение с которым мы двигаем систему за a. Пусть в этот момент времени на шарик и брусок действ. сила натяжения T.

3) Шарик:



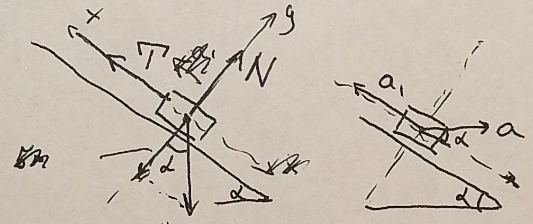
Спроецируем силы и ускорение действ. на шарик на оси x и y. получим: ~~получим~~



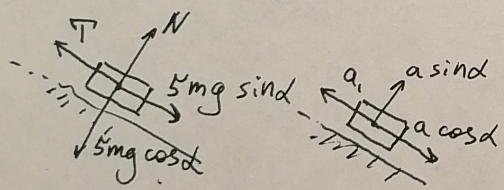
$\Rightarrow$ по осях: $\boxed{T\sin\beta = (a - a_1\sin\beta)m}$ (1)

а по оси y: $\boxed{mg - T\cos\beta = a_1\cos\beta\, m}$ (2).

4) Аналогично брусок:



Проецируем на оси ускорение и силы как на рисунке;



$$\begin{cases} N - 5mg\cos\alpha = a\sin\alpha\cdot 5m & (3) \\ T - 5mg\sin\alpha = (a_1 - a\cos\alpha)5m & (4) \end{cases}$$

5) $\cos\alpha = \frac{3}{5}$ $\quad \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{4}{5}$ $\quad \cos\beta = \frac{5}{13}$ $\quad \sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \frac{12}{13}$

из (1), ~~(2) и (4)~~: $T = \dfrac{(a - a_1\sin\beta)m}{\sin\beta}$

из (2): $T = \dfrac{m(g - a_1\cos\beta)}{\cos\beta}$ $\quad \Rightarrow \dfrac{(a - a_1\sin\beta)m}{\sin\beta} = \dfrac{m(g - a_1\cos\beta)}{\cos\beta}$

$\Rightarrow a\cos\beta - a_1\sin\beta\cos\beta = g\sin\beta - a_1\cos\beta\sin\beta$

$\boxed{a = \dfrac{\sin\beta}{\cos\beta}\cdot g = \dfrac{12}{5}\cdot 10 = 24 \text{ м/с}^2}$ а)

6) из (4): $T = 5m(g\sin\alpha + a_1 - a\cos\alpha) \Rightarrow$ (по (1))

$5m(g\sin\alpha + a_1 - a\cos\alpha)\cdot\sin\beta = (a - a_1\sin\beta)m$

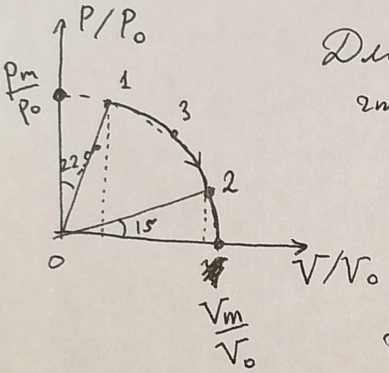
③

Чистовик

Задача № 2.

· процесс 2-1 - адиабатичный

1) Пусть в точке 1 газ имеет давление p_1, объём V_1, темп. T, ν молей, а в точке 2 аналогично p_2, V_2, T_2.



Для любой точки лежащей на дуге 1-2 ~~в~~ - 3 верно, что $\left(V_3/V_0\right)^2 + \left(\frac{p_3}{p_0}\right)^2 = const.$ # p_3, V_3, T_3 опред. аналогично в ~~т~~ точке 3.

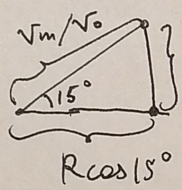
$$\Downarrow$$

$$1)\ \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 = r$$

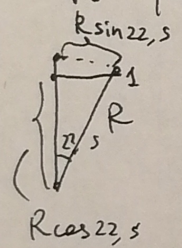
Также я обозначила коорд. в точках пересеч. окр. с осями V_m/V_0 и p_m/p_0 соотв. (как на рис.)

2) $\frac{V_m^2}{V_0^2} = \frac{p_m^2}{p_0^2} = r$

$\frac{V_m}{V_0} = \frac{p_m}{p_0} = R$



$\Rightarrow \frac{p_2}{p_0} = R\sin 15° \quad \frac{V_2}{V_0} = R\cos 15°$

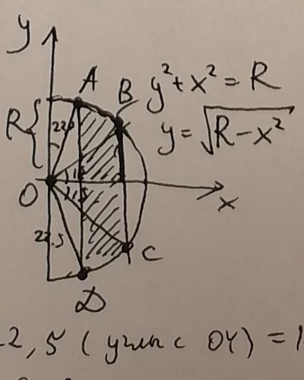


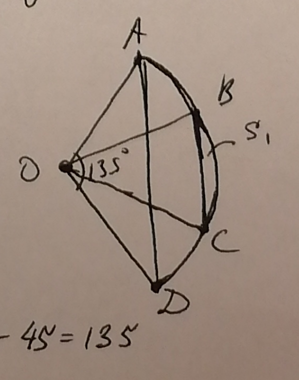
$\Rightarrow \frac{p_1}{p_0} = R\cos 22{,}5 \quad \frac{V_1}{V_0} = R\sin 22{,}5 \Rightarrow p_1 = p_0 R\cos 22{,}5$

$V_1 = R\sin 22{,}5\, V_0$

3). Давайте посчитаем работу газа A_{12}... Во-первых, т.к. у нас по ординатам и абсциссам статие, то мы можем гомотетией сначала перевести $V/V_0 \to V$, а затем $P/p_0 \to P$. Мы считаем площадь под дугой, а эта фигура при каждой из гомотетий увеличит свою площадь в V_0, а затем в p_0 раз $\Rightarrow$

$\Rightarrow A_{12} = A_{12}^* \cdot p_0 V_0$, где A_{12}^* - площадь под данным нам графиком с дугой окр-ти. Вообще у нас нужно посчитать площадь сектора, отразим его отн. ординат:





Обозначим нужные вершины A, B, C, D. $\angle AOD = 180 - 2\cdot 22{,}5$ (углы с OY) $= 180 - 45 = 135$

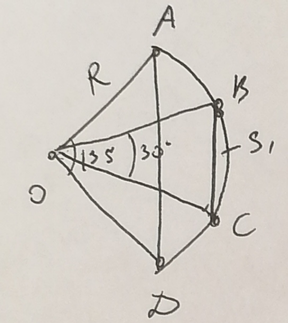
$\angle BOC = 2\cdot 15° = 30°$

21200391 (U55349 M1265611)

④

Чистовик

Задача № 2

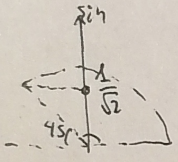


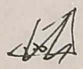
$$S(ABCD) = S(OAD) - S(\triangle OAD) - S(BC) =$$

$$= S(OAD) - S(\triangle OAD) - S(OBC) + S(\triangle OBC) =$$

$$= \pi R^2 \cdot \frac{135}{360} - \frac{1}{2} R^2 \sin(135^\circ) - \pi R^2 \cdot \frac{30}{360} + \frac{1}{2} R^2 \sin(30^\circ) =$$

$$= \pi R^2 \frac{7}{24} - \frac{R^2}{2\sqrt{2}} + \frac{R^2}{4}$$





$$\Rightarrow A_{12} = S(BCD)/2 \cdot p_0 V_0 = R^2 p_0 V_0 \left(\frac{7\pi}{48} - \frac{1}{4\sqrt{2}} + \frac{1}{8}\right)$$

Запишем ур-е Менделеева Клапейрона для 1 и 2:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$ также $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$ (для процесса 12 ЗСЕ)

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} \quad T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$$

$$(*)\ \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{p_2 V_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} - 1$$, а вспоминая

$$\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$$ получаем $p_1^2 V_0^2 + p_0^2 V_1^2 = p_2^2 V_0^2 + V_2^2 p_0^2$

$$(p_1^2 - p_2^2) V_0^2 = (V_2^2 - V_1^2) p_0^2$$

$(*)\ \frac{T_1 - T_2}{T_2} =$ вспоминая те формулы которыми мы выражали p и V через R и углы =

$$= \frac{p_0 R \cos 22{,}5 \cdot R \sin 22{,}5 \cdot V_0}{R \sin 15 \cdot p_0 \cdot R \cos 15 \cdot V_0} - 1 = \frac{\cos 22{,}5 \cdot \sin 22{,}5}{\sin 15 \cos 15} - 1 = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} - 1 = \frac{2}{\sqrt{2}} - 1 =$$

$$\boxed{= \sqrt{2} - 1}$$

~~Кстати... в процессе 1-2 теплота~~ $\cancel{Q_{21} = 0 \Rightarrow A_{21} = -\Delta U_{21} = -\frac{5}{2}(p_1 V_1 - p_2 V_2) =}$

$\cancel{= (p_2 V_2 - p_1 V_1)\frac{5}{2}}$ ~~Q подведённое только на~~

(5)

Чистовик

Задача № 2

~~Q подводится только на 1-2 ⇒~~

$$\cancel{\eta = \frac{Q_{12}}{A_{12}+A_{21}} = \frac{A_{12}+\Delta U_{12}}{A_{12}+A_{21}} = \frac{A_{12}+\frac{5}{2}(p_2V_2-p_1V_1)}{A_{12}+\frac{5}{2}(p_2V_2-p_1V_1)} = 1-\frac{Q_{отд.}}{Q_{получ.}} = \ldots 1\ldots}$$

Ур-е для процесса 12: $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) + A_{12} =$

$$= \frac{5}{2}\left(R^2 \sin 15 \cos 15\, p_0V_0 - R^2 p_0 V_0 \cos 22{,}5 \sin 22{,}5\right) + A_{12} =$$

$$= \frac{5}{4}R^2 p_0 V_0 \left(\sin 30 - \sin 45\right) + A_{12} = \frac{5(\sqrt{2}-1)}{8\sqrt{2}} R^2 p_0 V_0 + R^2 p_0 V_0 \left(\frac{7\pi + 6 - 6\sqrt{2}}{48}\right) =$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \frac{\sqrt{2}-1}{2\sqrt{2}}$$

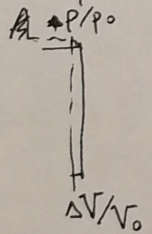
$$= R^2 p_0 V_0 \left(\frac{15\sqrt{2}(\sqrt{2}-1) + 7\pi + 6 - 6\sqrt{2}}{48}\right) = R^2 p_0 V_0 \left(\frac{30 + 6 - 15\sqrt{2} - 6\sqrt{2} + 7\pi}{48}\right) =$$

$$= R^2 p_0 V_0 \left(\frac{36 - 21\sqrt{2} + 7\pi}{48}\right)$$

$\boxed{\text{Ответ на 1 : } \sqrt{2} - 1}$ по пред. записям.

2) - теплоёмкость равна 0 когда $\Delta Q = 0$, а $\Delta t \neq 0$ ...? ⇒

когда



$$\frac{p'}{\cancel{p_0}} \cdot \frac{\Delta V}{\cancel{V_0}} \cancel{\frac{1}{2}} + \frac{5}{2}(V + \Delta V)\, p' = 0$$

$$\Delta V + \frac{5}{2}(V + \Delta V) = 0$$

$$\cancel{5}\, V = 3\Delta V$$

$$\cancel{\left(\frac{p}{p_0}\right)'_{по\, V} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2 - V^2/V_0^2}} \cdot 2V/V_0^2}$$

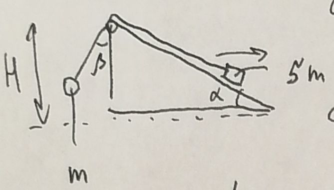
$$\cancel{p' = 0, \text{ при } R^2 - V^2/V_0^2 = 0 \ldots}$$

Ответ к 3: $Q_{получ} = Q_{12}$, а $Q_{отд.} = 0$ т.к. процесс 2-1 адиабат. $\Rightarrow \eta = 1 - \frac{0}{Q_+} = 1$

Ответ к 2: что значит теплоёмкость 0??? μC_V не меняется, так что если (не) имели в виду что-то другое то такой точки нет.

Черновик

№ 1.



$\cos\alpha = 3/5.$

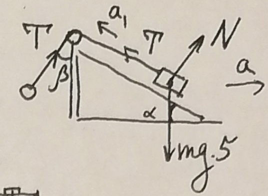
$a = const.$ → ?

$\cos\beta = 5/13.$

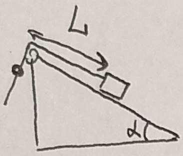
достиг. стола раньше.

t

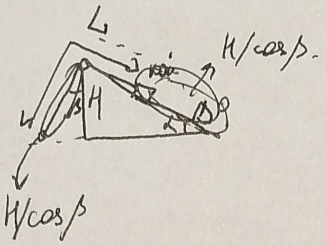
брусок в сис. отсчёта клина

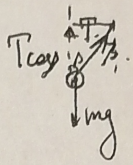


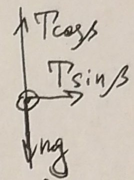
0:



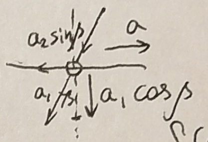
. . .

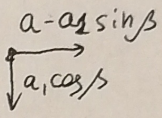




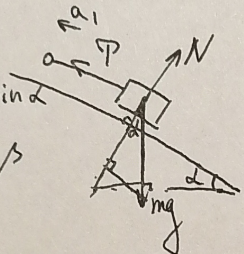


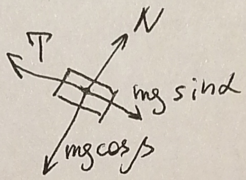
a_1 – нить в сис. отн. бруска



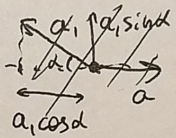


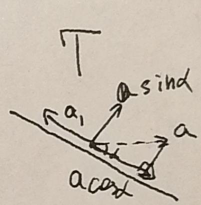
$$\begin{cases} (a_1 - a\cos\alpha)\,5m = T - 5mg\sin\alpha \\ a\sin\alpha\, 5m = N - mg\cos\beta \end{cases}$$





$$\begin{cases} (a - a_1\sin\beta)\,m = T\sin\beta \\ a_1\cos\beta\, m = mg - T\cos\beta \end{cases}$$





16-25

Чистовик.

Задача 1 (продолжение)

$5(g\sin\alpha + a_1 - a\cos\alpha)\sin\beta = a - a_1\sin\beta$

$6a_1\sin\beta = a - 5g\sin\alpha\sin\beta + a\cdot 5\cos\alpha\sin\beta$

$$a_1 = \frac{a(1+5\cos\alpha\sin\beta) - 5g\sin\alpha\sin\beta}{6\sin\beta} = \frac{24\cdot\left(1+5\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{12}{13}\right) - 50\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{12}{13}}{6\cdot\frac{12}{13}} =$$

$$= \frac{24(13+\overset{12}{\cancel{3}}) - 40\cdot 12}{6\cdot 12} = \frac{2\cdot 49 - 40}{6} = \boxed{\frac{29}{3}\ м/с^2}\quad б)$$

Так как нить и шарик двигаются с постоянным ускорением, в том числе с пост. верт. ускорением т.к. $\beta = const$, и т.к. ~~то~~ в начальный момент он был на высоте H, когда достиг стола на высоте 0, то посчитать его скорость и время не составит труда:

По вертикали (оси y) ~~скорость~~ ускорение шарика $a' = a_1\cos\beta = \frac{29}{3}\cdot\frac{5}{13} =$

$= \frac{145}{39}\ м/с^2 = const$ $\Big\{ \underset{\text{}}{S = v_0 t + \frac{at^2}{2}} \Big\}$ (по формуле) $\Rightarrow$ когда шарик пролетит по верт. H

(учитывая что $v_0 = 0$) $H = \frac{a't^2}{2}$ $t = \sqrt{\frac{2H}{a'}} = \sqrt{\frac{78}{145}H}$

Ответ: 1) $a = 24\ м/с^2$

2) $a_1 = 29/3\ м/с^2$

3) $t = \sqrt{\frac{78}{145}H}$

21200391 (U55349 M1265611)

Часть 2

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

Шифр: **21200391**

ID профиля: **55349**

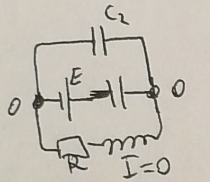
Вариант 8

(1) Чистовик.

Задача № 3.

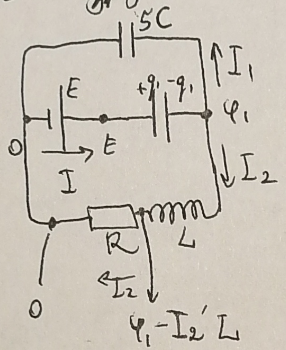
1) В нач. мом. времени весь ток потечет через верхний резистор т.к. C_2 и катушка+резистор соединены параллельно, а C_2 можно считать проводом т.к. он не заряжен ($U_0=0$).

2). В начальный момент времени энергия системы $=0$. ~~Заряды в уст. состоянии:~~



~~Приводим через ... потенциалов ... получаем ...~~

В $\forall$ ~~другой~~ момент времени:



$$\varphi_1 - I_2'L = I_2 R$$
$$I = C(E-\varphi_1)' = C\varphi_1'$$
$$I_1 = 5C\varphi_1'$$
$$I_2 = I - I_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2'L = \varphi_1 - I_2R$$

$$\underbrace{(I-I_1)}'L = \varphi_1 - (I-I_1)R$$

$$-6C\varphi_1'L = \varphi_1 + 6C\varphi_1'R$$

$$\varphi_1 + 6C(R+L)\varphi_1' = 0$$ ~~колебаться~~

$\Rightarrow$ когда $I_1 = I_0$, то $5C\varphi_1' = I_0$ $\varphi_1' = \frac{I_0}{5C}$ $\varphi_1 = -6C(R+L)\frac{I_0}{5C}$

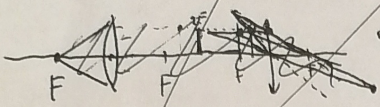
$$U_R = I_2R = (I-I_1)R = -6C\varphi_1'R = -6C\frac{I_0R}{5C} = -\frac{6}{5}I_0R$$

(2)

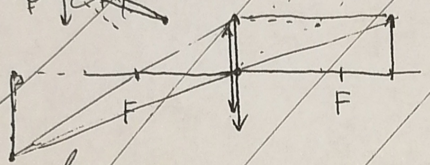
Чистовик

Задача № 5.

Пусть глаз человека - собир. линза с фокусом $F_г$, фокус очков для чтения текста - F_1 и их опт. сила $Г_1$, а дальних - F_2 и $Г_2$. $Г_1 / Г_2 = 5$.



человек видит предмет, если он на расст. $\leq X$.



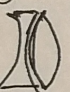
$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$. Так как глаз расположен вплотную к линзе, то задача очков - "придвинуть" изображ. чтобы $f \leq X$. Для случая 25см. $\frac{1}{F_1} = \frac{1}{25} + \frac{1}{X}$, т.е.

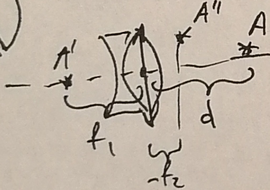
$F_1 = \frac{25X}{25+X} \Rightarrow F_2 = \frac{1}{X} + \frac{1}{\ell}$ → расст. "удаленных" предметов

Также для нашего случая понятно что $Г_1 = \frac{25}{X}$ $Г_2 = \frac{\ell}{\cancel{X}}$ $\frac{Г_1}{Г_2} = \frac{25}{\ell}$

$\frac{\ell}{25} = 5$ $\ell = 125$ см. $\frac{1}{\cancel{X}} + \frac{1}{125} = \frac{1}{?}$

Очки могут рассматриваться нами как система из вогнутой и выпуклой линзы: с фокусными расстоянием F_1 и F_2 (F_1 - вогнутой, F_2 - выпуклой)





Сначала отн. выпукл. линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_2}$

$f_1 = \frac{F_2 d}{d - F_2}$, затем $-\frac{1}{F_1} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$

нам нужно действительное изображение → $f_2 = \frac{f_1 + F_1}{-F_1 f_1} = \left(\frac{F_2 d}{d - F_2} + F_1\right) \cdot (d - F_2) / -F_1 F_2 d$

f на котором будет виден объект $= \frac{(F_2 d + F_1 d - F_1 F_2)(d - F_2)}{F_1 F_2 d}$

Причём $Г = \frac{f_1}{d} \cdot \frac{f_2}{f_1} = x/d$, если линза расчитана на d.

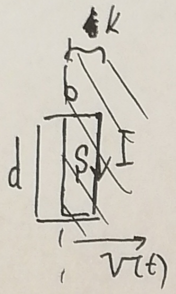
$Г_1 = \frac{x}{25 см}$ $Г_2 = \frac{x}{\ell}$ $\frac{Г_1}{Г_2} = 5 \Rightarrow \ell = 125$ см.

$$\frac{(25(F_1 + F_2) - F_1 F_2)(25 - F_2)}{F_1 F_2 \cdot 25} = x$$

$$25^2 (F_1 + F_2) - 25 F_1 F_2 - 25 F_2 (F_1 + F_2) + F_1 F_2^2 = x F_1 F_2 \cdot 25$$

Чистовик

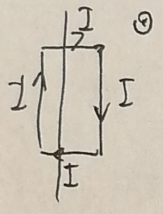
Задача N 4



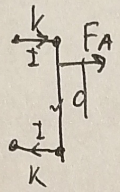
(вправо)

Пусть в момент t рамка заняла на S, движется со скр. v, в ней протекает I. $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{BS'\cancel{\cos\alpha}}{\cancel{dt}}$ ($\cos\alpha = 1$) (I вниз по правилу буравчика)

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BS'}{R}$, кстати $S' = k$ на котор. продв. прямоуг. рамка по горизонтали, $\cdot d = \int v\,dt \cdot d \Rightarrow S' = v \cdot d$



$IBlv\sin\alpha = F_A$ [причём поле действует на разм. участки, на нижний и верхний силы компенсируются, а вот на правый кусок длиной d — по правилу левой руки F_A действует вправо и равна $IBdv$ — понятно что



$$a = v' = \frac{\Sigma F_A}{m} = \frac{IBdv}{m} = \frac{B^2 S' dv}{Rm} = \frac{B^2 v^2 d^2}{Rm}$$ — это при входе в прямоуг.

Если я правильно поняла, то ~~рн во~~ мы не обращаем внимание на тело в рамке $\Rightarrow$ по ЗСЕ $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_t^2}{2} + A_{F_A} = \frac{m(V_0 + \int a\,dt)^2}{2} + \int \cancel{\frac{B^2 v^2 d^2}{R}} IBdv\,dk$

где $k = \int v(t)$

$\cancel{\int B^2 d^2}$ $\frac{B^2 d^2}{Rm}\int v^2 d\int v$

$\cancel{\int v = g(x)}$

$x = \int(v)$

$g = x'$ $\quad f = x^2$

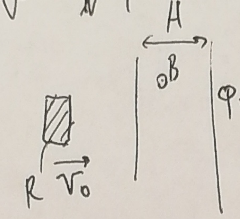
$\int f(g(x))\,dx$

$\left(\frac{\int v^3}{3}\right)'$ $\quad (\int v')^2$ $\quad \int x'^2 dx$ $\quad (x \cdot x')' =$

$\int \frac{B^2 v^2 d^2}{Rm} dt$

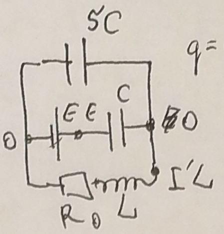
$\frac{mv_0^2}{2} = m(v_0 + \frac{B^2 d^2}{Rm}$

$\frac{\varepsilon_0 E^2}{2} V$ № 4 Черновик

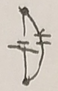


$\varphi = BS\cos\alpha$

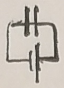
$vBl\sin\alpha$

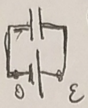


$q = CV$



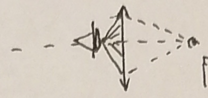
$q = C\varepsilon$



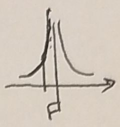


$CU' = q' = I$ q

25см. и дал.

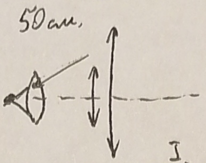


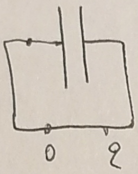
$\Gamma = \frac{y}{x}$

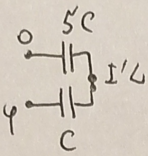


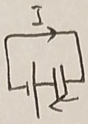
$\Gamma_2 / \Gamma_1 = 5$

50см.





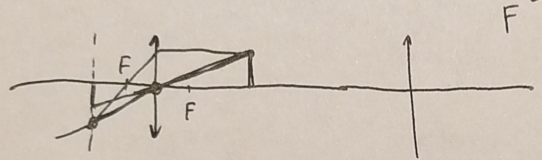


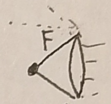


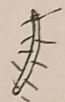
25 → x

d → x

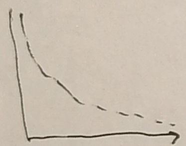
$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

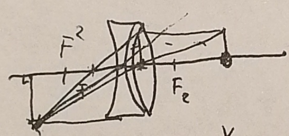


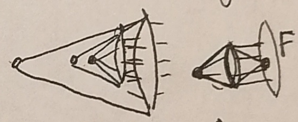


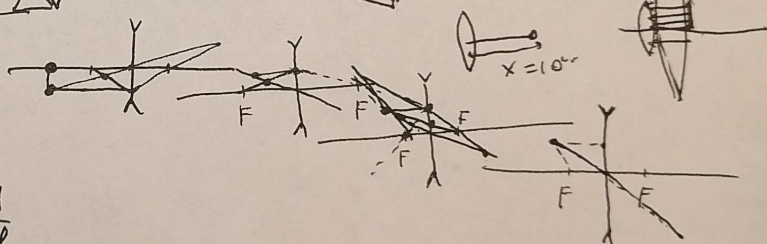


человек может изменить фокус до x $F \le x$









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

$f(g(x))'$

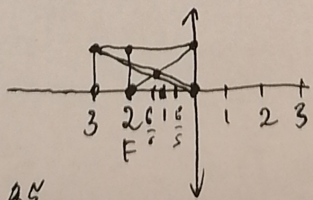
F_1 F_2

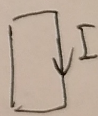
$\frac{1}{F_2} - \frac{1}{d}$

x

$f'(g(x))\,g'(x)$

$-\frac{1}{2} = \frac{1}{3} - \frac{1}{f}$





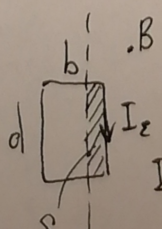
d

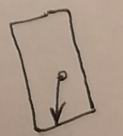
$\frac{1}{f} = \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6}$

$-\frac{1}{F_1} - \frac{1}{f_1} = \pm\frac{1}{d_1}$

$f = \frac{6}{5}$

$= \frac{f_1 + F_1}{F_1 f_1}$





BlI

$I^2 R\Delta t$

$Q = \cancel{I^2} R\Delta t$

$I_\varepsilon R = \varepsilon_i = \frac{\Delta S B}{\Delta t}$

$Q = \int S'B$ $\quad \frac{\Delta S^2 B^2}{\Delta t^2 R^2} \cdot R\Delta t = \frac{\Delta S^2 B^2}{\Delta t \cdot R}$

$\Delta S = d \cdot v\Delta t$

$d^2 v^2(t)\Delta t B^2/R = Q + \frac{m v^2(t)}{2} = const$

$\left(\frac{m}{2} + d^2\Delta t B^2/R\right) v(t) = const.$