Часть 1

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

Шифр: **21203323**

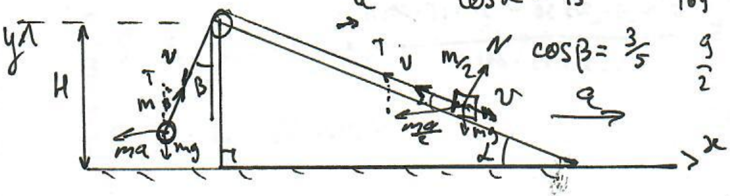
ID профиля: **326028**

Вариант 7

Черновик

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$ $\quad \frac{25}{169}$ $\quad \sin\alpha \frac{12}{13}$

$\cos\beta = \frac{3}{5}$ $\quad \frac{g}{2}$ $\quad \sin\beta = \frac{4}{5}$



$\vec{p}_{об} = 0$ $\quad$ x:

y:

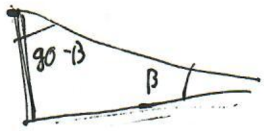
В СО клина горизонт. сила ma

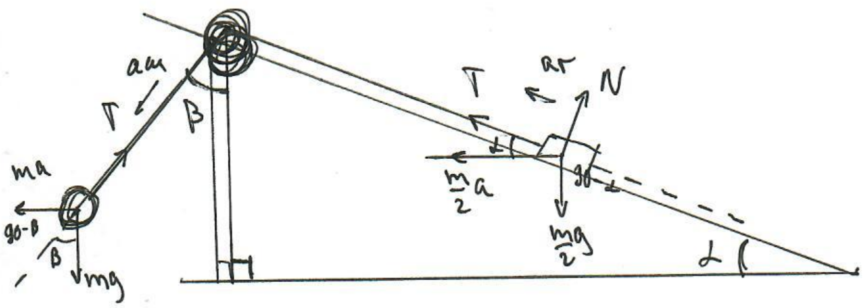
шар, Ox: $-ma + T\sin\beta = ma_x$

Oy: $T\cos\beta \overset{-mg}{=} ma_y$

брусок Ox: $-\frac{ma}{2} + T\cos\alpha + N\sin\alpha = \frac{m}{2}a_x$

$T\sin\alpha + N\cos\alpha - \frac{mg}{2} = \frac{m}{2}a_y$





$ma_ш = -T + mg\cos\beta + ma\cos 90-\beta$ $\qquad a_ш = a_r$

$\cancel{m}a \sin 90-\beta = \cancel{m}g\sin\beta$

$a_ш \sin 90-\beta = g\sin\beta$

$a = g\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = g\cdot\frac{4}{5}/\frac{3}{5} = \frac{4}{3}g$

$ma_ш$

$\cancel{\frac{4}{3}mg} = -T + mg\cdot\frac{3}{5} + ma\cdot\frac{4}{5} = -T + mg\frac{3}{5} + m\frac{16}{15}g = -T + m\cdot\frac{25}{5}g = -T + m\cdot\frac{5}{3}g$

$\frac{m}{2}a_r = T + \frac{m}{2}a\cos\alpha - \frac{m}{2}g\sin\alpha$

$\frac{m}{2}a_r = T + \frac{m}{2}\cdot\frac{4}{3}g\cdot\frac{5}{13} - \frac{m}{2}g\cdot\frac{12}{13} = T + m\cdot\frac{10}{39}g - m\cdot\frac{6}{13}g = T - \frac{8}{39}mg$

$T = \frac{5}{3}mg - ma$

$ma = 2\left(\frac{5}{3}mg - ma\right) - \frac{16}{39}mg$

$a = \frac{10}{3}g - 2a - \frac{16}{39}g$

$3a = \left(\frac{10}{3} - \frac{16}{39}\right)g$

$a = \frac{390-48}{117\cdot 3}g = \frac{342}{117\cdot 3} = \frac{114}{117}g$

$H = \frac{a\cos\beta\cdot t^2}{2} = \frac{\overset{57}{114}}{117}\cdot\frac{3}{5}\cdot t^2$

Черновик.

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{P_2V_2} = \frac{R\sin 30 \cdot R\cos 30 - R\cos 15 \cdot R\sin 15}{R\sin 15 \cdot R\cos 15} = \frac{\sin 30 \cdot \cos 30 - \sin 15 \cdot \cos 15}{\sin 15 \cdot \cos 15} =$$

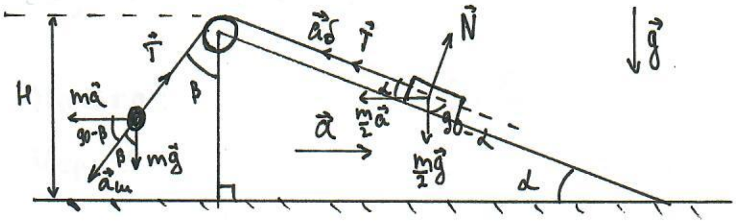
$\cancel{P_0 V_0} =$ $\rho = \frac{1}{V}$

21203323 (U326028 M1266594)

Чистовик.

Задача 1.

1



Перейдём в СО клина. Здесь на шар и брусок действует сила $F = ma$, направленная против ускорения $\vec{a}$.

Т.к. углы α и β неизменны, грузы движутся вдоль нити. Т.к. нить нерастяжима, модули ускорений шара и бруска равны ($a_ш = a_б$)

Напишем II закон Ньютона в проекции на нить и $\perp$ нити для обоих тел:

$$\begin{cases} \text{Шар: } ma_ш = -T + mg\cdot\cos\beta + ma\cdot\cos(90-\beta) \\ \quad 0 = ma\cdot\sin(90-\beta) - mg\cdot\cancel{\cos\beta}\cdot\sin\beta \\ \text{брусок: } ma_б = T + \frac{m}{2}a\cdot\cos\alpha - \frac{m}{2}g\cdot\cos(90-\alpha) \\ \quad 0 = N - \frac{m}{2}a\cdot\sin\alpha - \frac{m}{2}g\cdot\sin(90-\alpha) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} ma_ш = -T + m\cdot(g\cdot\cos\beta + a\sin\beta) \\ a\cdot\cos\beta = g\sin\beta \\ ma_б = T + \frac{m}{2}\cdot(a\cdot\cos\alpha - g\cdot\sin\alpha) \\ N = \frac{m}{2}(a\sin\alpha + g\cos\alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = g\frac{\sin\beta}{\cos\beta} \\ ma_ш = -T + m\cdot\left(g\cos\beta + g\frac{\sin^2\beta}{\cos\beta}\right) \\ ma_б = T + \frac{m}{2}\cdot\left(g\frac{\sin\alpha\sin\beta}{\cos\beta} - g\sin\alpha\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = g\frac{\sin\beta}{\cos\beta} \\ T = m\cdot\left(g\cos\beta + g\frac{\sin^2\beta}{\cos\beta}\right) - m\cdot a_б \\ 2\cdot ma_б = 2\cdot\left(mg\cdot\left(\cos\beta + \frac{\sin^2\beta}{\cos\beta}\right) - ma_б\right) + mg\cdot\left(\frac{\sin\alpha\sin\beta}{\cos\beta} + \sin\alpha\right) \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a = g\frac{\sin\beta}{\cos\beta} \\ T = mg\cdot\left(\cos\beta + \frac{\sin^2\beta}{\cos\beta}\right) - ma_б \\ 4ma_б = mg\cdot\left(2\cdot\left(\cos\beta + \frac{\sin^2\beta}{\cos\beta}\right) + \frac{\sin\alpha\sin\beta}{\cos\beta} + \sin\alpha\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = g\frac{\sin\beta}{\cos\beta} \\ a_б = g/4\cdot\left(\frac{2}{\cos\beta} + \sin\alpha\left(\frac{\sin\beta}{\cos\beta} + 1\right)\right) \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{cases} a = g\cdot\frac{4}{3} \\ a_б = g/4\cdot\left(\frac{10}{3} + \frac{7}{3}\cdot\frac{12}{13}\right) = g\cdot\frac{107}{78} \end{cases}$$

Из основного геометрического равенства:

$$\begin{cases} \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} \\ \sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{25}{169}} \\ \sin\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin\alpha = \frac{12}{13} \\ \sin\beta = \frac{4}{5} \end{cases}$$

Т.к. шарик удерживают вблизи блока, до стола ему нужно преодолеть расстояние H с начальной скоростью 0 и ускорением $a_б\cdot\cos\beta$ (проекция на вертикаль)

$$H = \frac{a_б\cdot\cos\beta\cdot T^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2H}{a_б\cdot\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\frac{107}{78}\cdot\frac{3}{5}}} = \sqrt{\frac{260H}{107g}}$$

Ответ: ускорение клина: $\frac{4}{3}\cdot g$; ускорение бруска относительно клина: $\frac{107}{78}g$; время, через которое шарик достигнет стола: $\sqrt{\frac{260H}{107g}}$

Чистовик.

Задача 2.

2

В любой точке можно записать ур-ие Менделеева-Клайперона: $P \cdot V = \nu RT$, откуда $T = \frac{PV}{\nu R}$.

Приведённый график удобно обрабатывать, используя полярные координаты.

Пусть R - радиус дуги 1-2. Тогда:

(·)2 : R, 15° ; (·)1 : R, ~~15~~ 60°. ~~Откуда $P_2 = R \cdot \sin 15° \cdot P_0$, $P_1 = R \cdot \sin 60° \cdot P_0$, $P_1 =$~~

$P_2 = R \cdot \sin 15° \cdot P_0$; $P_1 = R \cdot \sin 60° \cdot P_0$; $V_2 = R \cdot \cos 15° \cdot V_0$; $V_1 = R \cdot \cos 60° \cdot V_0$.

Тогда, $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{(P_1V_1 - P_2V_2) \cdot \nu R}{\nu R \cdot P_2V_2} = \frac{\sin 60 \cos 60 - \sin 15 \cos 15}{\sin 15 \cos 15}$ *

КПД $\eta = 1 - \frac{Q_х}{Q_н}$

Изотермы в PV координатах имеют вид гиперболы. $PV = const \Rightarrow P = \frac{const}{V}$.

Изотерма симметрична относительно прямой $P = V$, т.к. при симметрии значения P и V просто меняются местами. Отсюда получается, изотерма с максимальной температурой (при максимальной T теплоёмкость 0) является касательной к графику в точке, когда $P \cdot V = max \Leftrightarrow P = V$, т.е. эта точка лежит на оси симметрии. Итого $\alpha = 45°$.

~~$\eta = 1 - \frac{Q_х}{Q_н} = \frac{A_{пр} + \Delta U}{}$~~

<u>Ответ:</u> отношение $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\sin 60 \cdot \cos 60 - \sin 15 \cdot \cos 15}{\sin 15 \cdot \cos 15}$; угол с горизонтальной осью $\alpha = 45°$

21203323 (U326028 M1266594)

Часть 2

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

Шифр: **21203323**

ID профиля: **326028**

Вариант 7

Черновик.

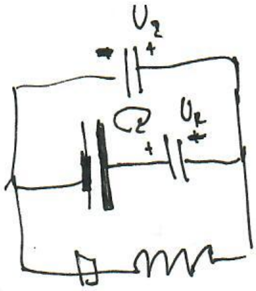
$q_1 = q_2 = C_1U_1 = C_2U_2$

$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

$U_1 + \frac{C_1}{C_2} U_2 = \mathcal{E}$

$U_1 = \frac{\mathcal{E}}{1+\frac{C_1}{C_2}} = \frac{C_2\mathcal{E}}{C_1+C_2} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$

$U_2 = \frac{C_1\mathcal{E}}{C_1+C_2} = \frac{1}{5}\mathcal{E}$



$\mathcal{E} = U_1 + U_2$

$\frac{d\mathcal{E}}{dt} = \frac{B^2d^2\,dx}{dt}$

$\frac{d\varphi}{dt} = -\mathcal{E}$

$\frac{B\cdot dS}{dt} = -\mathcal{E}$

$B\cdot d\cdot v = -\mathcal{E}$

$\frac{\mathcal{E}}{R} = I$

$\mathcal{E}' + \mathcal{E}\frac{Bd^2}{Rm} = 0$

$Bd\frac{Bd\mathcal{E}}{Rm} = -\mathcal{E}'$ $\quad \frac{d\mathcal{E}}{dt} + \mathcal{E}\frac{B^2d^2}{Rm} = 0$

$Bd\,v' = -\mathcal{E}'$

$IBd = F = ma$

$a = \frac{IBd}{m} = \frac{\mathcal{E}Bd}{Rm}$

$\varphi = B\cdot S \quad \frac{d\varphi}{dt} = -\mathcal{E} = \frac{B\,dS}{dt} = B\cdot d\cdot\frac{dx}{dt} = Bdv$

$\frac{м}{м/c}$ c $\quad I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{Bdv}{R}$ $\quad IBd = ma$

$a = \frac{IBd}{m} = \frac{B^2d^2v}{mR}$ $\quad x = vt + \frac{at^2}{2} = v_0t + \frac{a_0t^2}{2}$

$v + at$

$\mathcal{E} = Bd\cdot\frac{dx}{dt} = Bd(v+at)$

$I = \frac{Bd(v+at)}{R}$ $\quad \frac{B^2d^2}{mR}(v+at) = a$

$v_1 = \frac{B^2d^2}{mR}\cdot x = \frac{B^2d^2}{mR}\cdot\frac{d}{5} = \frac{B^2d^3}{5mR} + v_0$

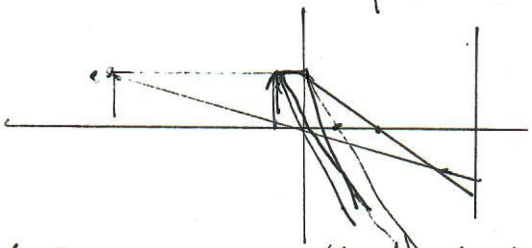
$a = \frac{B^2d^2}{mR}(v-at)$

$v_2 = \frac{B^2d^2}{mR}$

21203323 (U326028 M1266595)

Черновик.

f



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

1

$\left(\frac{1}{F_б} + \frac{1}{F}\right) = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = 0{,}25$

f

$\left(\frac{1}{F_д} + \frac{1}{F}\right) = \frac{1}{f} + 0$

$4 + \frac{1}{f} = \frac{F+F_б}{F_б \cdot F}$

$\frac{1}{f} = \frac{F+F_д}{F_д \cdot F}$

$4 = -\frac{1}{F_д} + \cancel{\frac{1}{f}} - \cancel{\frac{1}{F}} + \frac{1}{F_б}$

$4 = \frac{F_д - F_б}{F_д \cdot F_б}$ $\quad F_д > F_б$

$4 = \frac{2F_б}{3F_б^2}$

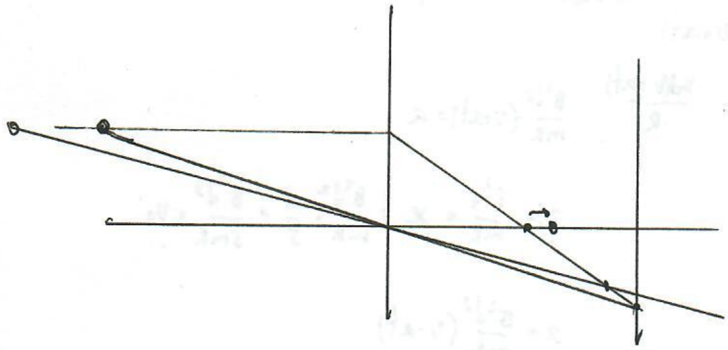
$4F_б = \frac{2}{3} = \frac{1}{6}$ $\quad F_д = \frac{1}{2}$

$\frac{F+F_\infty}{F \cdot F_\infty} < \frac{F+F_{25}}{F \cdot F_{25}}$

$\frac{F+3F_{25}}{3F\cancel{F_{25}}} < \frac{F+F_{25}}{F\cancel{F_{25}}}$

$\frac{F}{3} + F_{25} < F + F_{25}$

$\frac{1}{F} > \frac{1}{F} + \frac{1}{F}$



$\frac{1}{f}$

$F < F'$

$\frac{1}{F'} < \frac{1}{F}$

$\frac{1}{F'} = \frac{1}{F}$ m

Чистовик.

1

Задача 4.

Когда рамка влетает в магнитное поле, поток через неё начинает меняться. Он меняется до того, как правая сторона рамки не вылетит из поля. До момента, пока левая сторона рамки не влетела в поле, поток не меняется. Далее он уменьшается, пока рамка целиком не вылетит из поля.

С изменением потока в рамке появляется ЭДС.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B\cdot S)}{dt} = -\frac{B\cdot dS}{dt} = -\frac{Bd\cdot dx}{dt} = -Bdv_0$$

По закону Ома $I = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow I = \frac{-Bdv_0}{R}$.

По правилу правой руки, ток направлен против часовой стрелки. Т.е. на правой стороне рамки вверх.

На проводник с током действует сила Ампера: $F_A = IBd = \frac{B^2d^2v_0}{R}$, направленная влево. ~~На~~ По II закону Ньютона $a = \frac{F_A}{m} = \frac{B^2d^2v_0}{mR}$.

Заметим, что если проинтегрировать ускорение по времени, мы получим изменение скорости, а в правой части равенства получится изменение координаты, умноженное на константу. Т.к. изменение координаты известно и равно $d/5 = H$, можно вычислить конечную скорость:

$$\int_0^T a\,dt = \int_0^T \frac{B^2d^2v_m}{mR}dt \Leftrightarrow dv_T = \frac{B^2d^2}{mR}dx_T = \frac{B^2d^2}{mR}\cdot d/5 = \frac{B^2d^3}{5mR}$$

Т.к. сила направлена против скорости, $v_1 = v_0 - dv_T = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$.

Когда левая сторона влетает в поле поток уменьшается, и ток начинает течь по часовой стрелке, т.е. вверх по левой стороне. Рамка снова начинает замедляться. Т.к. она снова пролетит $H = d/5$, пока поток меняется, изменение скорости останется таким же. Значит,

$$v_2 = v_1 - dv_T = v_0 - \frac{2B^2d^3}{5mR}$$

Ответ: ускорение сразу после входа: $\frac{B^2d^2v_0}{mR}$, скорость при выходе правой стороны: $v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$; скорость после выхода из поля: $v_0 - \frac{2B^2d^3}{5mR}$

Чистовик.

(2)

Задача 5.

При ношении очков оптические силы глаза и линзы очков складываются. Запишем уравнение линзы для двух очков близорукого человека:

$$\begin{cases} \frac{1}{F} + \frac{1}{F_{25}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{25} \\ \frac{1}{F} + \frac{1}{F_\infty} = \frac{1}{f} + \frac{1}{\infty} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{1}{F} + \frac{1}{F_{25}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{F_\infty} + 0{,}04 \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F_\infty} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0{,}04 = \frac{1}{F_{25}} - \frac{1}{F_\infty} \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F_\infty} \end{cases} \cancel{\Leftrightarrow \begin{cases} 0{,}04 = 3\frac{1}{F_\infty} - \frac{1}{F_\infty} \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F_\infty} \end{cases}} \cancel{\Leftrightarrow F_\infty = \frac{1}{0{,}02} =}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 0{,}04 = \frac{1}{F_{25}} - 3\frac{1}{F_{25}} \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F_\infty} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} F_{25} = -\frac{2}{0{,}04} = -50\,см \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F_\infty} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{F_{25}} = -0{,}02\,\frac{1}{см} = -2\,\frac{1}{м} = -2\,Дптр$$

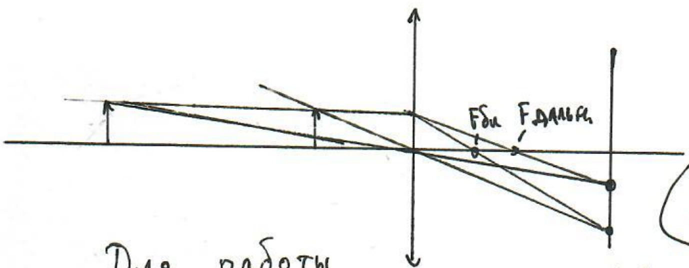
$$\Downarrow$$

$$1/F_\infty = -6\,Дптр$$

$$\Downarrow$$

$$F_\infty = -\frac{1}{6}\,м$$

Близорукому человеку нужны рассеивающие линзы, чтобы отодвинуть фокус дальше. Это видно из построения:



Из ур-ия

~~Также видно, что лучи из ∞ должны собраться в фокусе,~~ $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F_\infty} \Rightarrow \frac{1}{f} - \frac{1}{F} = -\frac{1}{6}\,м$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} \Leftrightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} - 6 \Rightarrow \frac{1}{d} = 6 \Rightarrow d = \frac{1}{6}\,м.$$

Для работы на компьютере:

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{F_{50}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{0{,}5} \Leftrightarrow \frac{1}{F_{50}} = \frac{1}{0{,}5} + \frac{1}{F_\infty} \Leftrightarrow \frac{1}{F_{50}} = \cancel{2 - \frac{1}{6}} = 2 - 6 = -4\,Дптр.$$

Ответ: очки для рассмотрения удалённых предметов имеют оптическую силу −6 Дптр; для работы за компьютером нужны очки оптической силой −4 Дптр; без очков человек может рассмотреть текст на расстоянии $\frac{1}{6}$ м.

21203323 (U326028 M1266595)