Часть 1

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

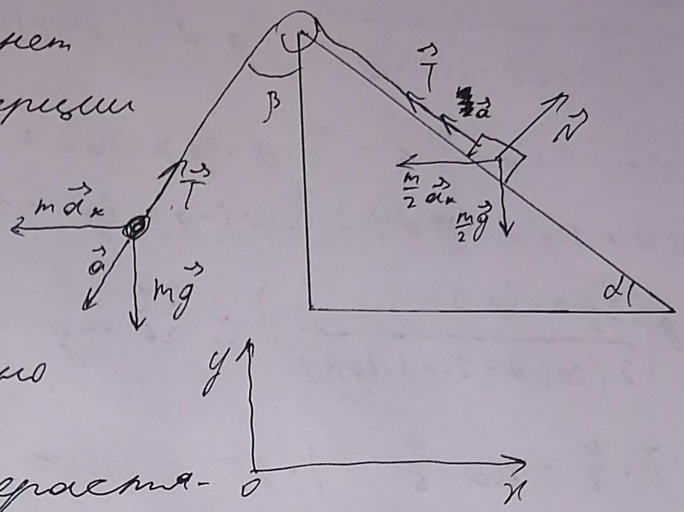
Шифр: **21202615**

ID профиля: **266463**

Вариант 7

Чистовик №1.

Перейдем в ИСО, связанную с клином, тогда на шар и на брусок начнет действовать сила инерции



Обозначим за $a_к$ ускорение клина, за a ускорение бруска относительно клина. Т.к. шар и брусок связаны нерастяжимой нитью, ускорение шара также равно a.

Запишем 2 законы Ньютона

$$\begin{cases} m\vec{a}_к + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a} \\ \frac{m}{2}\vec{a}_к + \vec{N} + \frac{m}{2}\vec{g} + \vec{T} = \frac{m}{2}\vec{a} \end{cases}$$

Т.к. нить и блок невесомы, трения нет, силы натяжения нити с ~~обоих~~ концов равны

Запишем 2 закон Ньютона в проекциях на OX и OY.

$$\begin{cases} m\cdot a_к - T\cdot\sin\beta = a\sin\beta\cdot m & (1) \\ mg - T\cos\beta = ma\cos\beta & (2) \\ \frac{m}{2}a_к + T\cos\alpha - N\sin\alpha = \frac{m}{2}a\cos\alpha & (3) \\ N\cdot\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{m}{2}g = \frac{m}{2}a\cdot\sin\alpha & (4) \end{cases}$$

$$\frac{m\cdot a_к - T\sin\beta}{mg - T\cos\beta} = tg\,\beta \quad ((1):(2))$$

$$m\,a_к - T\sin\beta = mg\,tg\,\beta - T\sin\beta$$

$$a_к = g\,tg\,\beta = \frac{4}{3}g$$

1

21202615 (U266463 M1269390)

Чистовик

$$\frac{N\cdot\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{mg}{2}}{\frac{m}{2}\cdot a_к + T\cos\alpha - N\sin\alpha} = tg\,\alpha \quad ((4):(3))$$

$$N\cdot\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{m}{2}g = \frac{m}{2}\cdot g\cdot tg\beta\cdot tg\alpha + T\sin\alpha - N\cdot\sin\alpha\cdot tg\alpha$$

$$N\cdot(\cos\alpha + \sin\alpha\cdot tg\,\alpha) = \frac{m}{2}g(tg\beta\cdot tg\alpha + 1)$$

$$N = mg\left(\frac{tg\alpha\cdot tg\beta + 1}{2(\cos\alpha + \sin\alpha\cdot tg\alpha)}\right) = \frac{21}{26}mg$$

$$\begin{cases}\frac{41}{3}mg - T\cdot\frac{4}{5} = ma\cdot\frac{4}{5} & |\cdot 25 \\ \frac{2}{3}mg + T\cdot\frac{5}{13} - \frac{21}{26}\cdot\frac{12}{13}\cdot mg = ma\cdot\frac{5}{26} & |\cdot 52\end{cases} \quad ((1)\ и\ (3))$$

$$\begin{cases}\frac{100}{3}mg - 20T = 20ma \\ \frac{104}{3}mg + 20T - \frac{504}{13}mg = ma\cdot 10\end{cases}$$

$$\frac{204}{3}mg - \frac{504}{13}mg = 30ma$$

$$68g - \frac{504}{13}g = 30a$$

$$\frac{380}{13}g = 30a$$

$$a = \frac{38}{39}g$$

Чтобы достичь пола шарику нужно пройти путь $\frac{H}{\cos\beta}$, ~~тогд~~ тогда

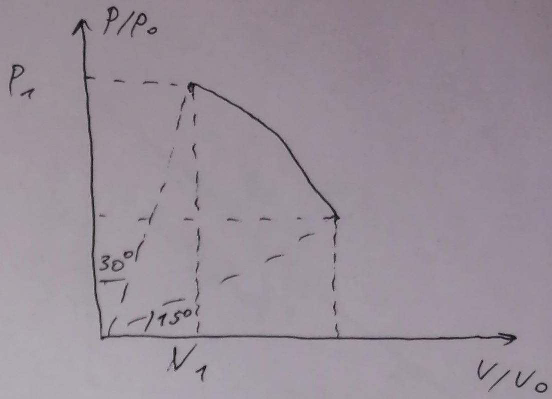
$$\frac{H}{\cos\beta} = \frac{at^2}{2};\quad t^2 = \frac{2H}{a\cdot\cos\beta} = \frac{39H}{19g\cdot\cos\beta};\quad t = \sqrt{\frac{39H}{19g\cdot\cos\beta}}$$

Ответ: $a_к = \frac{4}{3}g$; $a = \frac{38}{39}g$; $t = \sqrt{\frac{39H}{19g\cdot\cos\beta}}$

2

Чистовик.

Пусть в точке 1 давление и объём равны P_1 и V_1, тогда радиус окружности можно найти как ~~$2V_1$~~ $\frac{V_1}{\cos 60^\circ} = 2V_1$ и $\frac{P_1}{\cos 30^\circ} = \frac{2P_1}{\sqrt{3}}$, тогда объём и давление в точке 2 равны $2V_1 \cdot \cos 15^\circ$ и $\frac{2P_1 \cdot \sin 15^\circ}{\sqrt{3}}$



$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ \frac{2V_1 \cdot \cos 15^\circ \cdot 2P_1 \cdot \sin 15^\circ}{\sqrt{3}} = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ \frac{P_1 V_1}{\sqrt{3}} = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\sqrt{3} = \frac{T_1}{T_2}; \quad T_1 = \sqrt{3} \cdot T_2$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\sqrt{3} \cdot T_2 - T_2}{T_2} = \sqrt{3} - 1$$

Чтобы теплоёмкость газа была равна 0, необходимо, чтобы ~~как~~ в этой точке количество ~~[illegible]~~ подведённого тепла было равно 0, следовательно в этой точке $\delta Q = 0$

$$\delta Q = dA + \delta U$$

$$dA = -\delta U$$

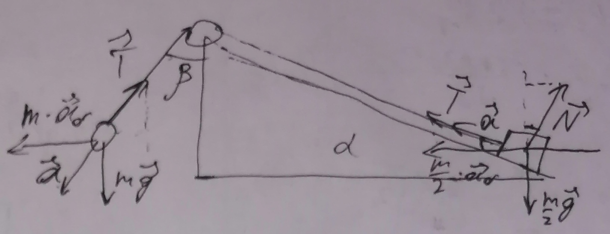
Ответ: 1) $\sqrt{3} - 1$

3

21202615 (U266463 M1269390)

Черновик.

№1.



$$\begin{cases} m\cdot a_0 - T\cdot\sin\beta = a\sin\beta\cdot m \\ mg - T\cos\beta = ma\cos\beta \\ \frac{m}{2}\cdot a_0 + T\cos\alpha - N\sin\alpha = \frac{m}{2}a\cos\alpha \\ N\cdot\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{m}{2}g = \frac{m}{2}\cdot a\cdot\sin\alpha \end{cases}$$

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$ $\quad tg\,\alpha = \frac{12}{5}$

$\sin\alpha = \frac{12}{13}$

$\cos\beta = \frac{3}{5}$ $\quad tg\,\beta = \frac{4}{3}$

$\sin\beta = \frac{4}{5}$

$$\frac{m\cdot a_0 - T\sin\beta}{mg - T\cos\beta} = tg\,\beta$$

$$\frac{5}{13} + \frac{12}{5}\cdot\frac{12}{13} =$$

$$= \frac{25+144}{5\cdot 13} = \frac{13}{5}$$

$$m\cdot a_0 - T\sin\beta = mg\,tg\,\beta - T\sin\beta$$

$$m\cdot a_0 = mg\,tg\,\beta$$

$$a_0 = g\,tg\,\beta = \frac{4}{3}g$$

$$\frac{N\cdot\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{mg}{2}}{\frac{m}{2}\cdot a_0 + T\cos\alpha - N\sin\alpha} = tg\,\alpha$$

$$N\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{m}{2}g = \frac{m}{2}g\,tg\,\beta\cdot tg\,\alpha + T\sin\alpha - N\sin\alpha\,tg\,\alpha$$

$$N\left(\cos\alpha + \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}\right) = \frac{mg}{2}(tg\,\beta\cdot tg\,\alpha + 1)$$

$$\frac{4}{5}\cdot 4 = \frac{16}{5} + 1 = \frac{21}{5}$$

$$N\cdot\frac{13}{5} = \frac{mg}{2}\cdot\left(\frac{4}{3}\cdot\frac{12}{5} + 1\right)$$

$$N\cdot\frac{13}{5} = \frac{mg}{2}\cdot\frac{21}{5} = mg\cdot\frac{21}{10}$$

$$N = \frac{21}{26}\cdot mg$$

21202615 (U266463 M1269390)

черновик

$$\frac{4}{3}mg - T\cdot\frac{4}{5} = ma\cdot\frac{4}{5} \quad |\cdot 25$$

$$\frac{2}{3}mg + T\cdot\frac{5}{13} - \frac{21}{26}\cdot\frac{12}{13}\cdot mg = ma\cdot\frac{5}{26} \quad |26\cdot 2$$

$\frac{52}{65}$

$\frac{25}{65}$

$$\frac{100}{3}mg - T\cdot 20 = ma\cdot 20$$

$$\cancel{\frac{260}{3}mg +}\ \frac{4\cdot 26}{3}\cdot mg + T\cdot 20 - \frac{21\cdot 24}{13}\cdot mg = ma\cdot 10$$

$$\begin{array}{r} +26 \\ 4 \\ \hline 104 \end{array}$$

204

$$\frac{204}{3}mg - \frac{21\cdot 24}{13}mg = 30ma$$

$$68g - \frac{504}{13}g = 30a$$

$$\frac{884-504}{13}g = \frac{380}{13}g \qquad \frac{38}{39}g$$

$$\frac{H}{\cos\beta} = \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{2H}{\cos\beta}\cdot\frac{39}{38g} = t^2$$

$$\sqrt{\frac{39H}{19\cos\beta\cdot g}} = t$$

№1. Черновик.

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$\cancel{3}\, P_1 V_1 \cdot \frac{2\sin 30^\circ}{\sqrt{3}} = \nu R T_2$

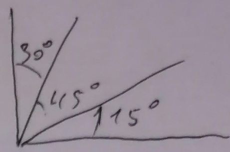
$P_1 V_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \nu R T_2$

$\sqrt{3} = \frac{T_1}{T_2}$; $T_1 = \sqrt{3} \cdot T_2$

$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\sqrt{3} \cdot T_2 - T_2}{T_2} = \cancel{\sqrt{3}-1}$

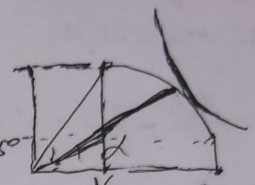
$\sqrt{3} - 1$

$P \cdot V^{\frac{5}{3}} = const$



$P(V) = \sqrt{4V_1^2 - V^2}$

$\sqrt{4V_1^2 - V^2} \cdot V^{\frac{5}{3}}$



$\frac{2P_1}{\sqrt{3}}$

$P = \frac{K}{V^{\frac{5}{3}}} = \sqrt{4V_1^2 - V^2}$

$2V_1$

$\delta Q = P dV + \delta U$

$P dV = d(PV) - V dP$

$2V_1 \cdot \cos 15^\circ$

$A = \frac{2P_1}{\sqrt{3}} \cdot \sin\alpha \cdot \Delta V$

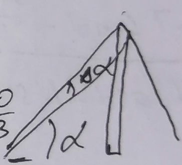
$K = V^{\frac{5}{3}} \sqrt{4V_1^2 - V^2}$ ≈ 2583

0,3653

$\Delta V = 2V_1 \cdot \cos\alpha - 2V_1 \cdot \cos(\alpha + \Delta\alpha)$

$K^2 = V^{\frac{10}{3}} (4V_1^2 - V^2)$

$A = \frac{2P_1 \cdot \sin\alpha}{\sqrt{3}} (2V_1 \cos\alpha - 2V_1 \cos(\alpha + \Delta\alpha))$



$K^2 = 4V_1^2 \cdot V^{\frac{10}{3}}$

$\Delta F = \frac{1}{2} \left(\frac{2P_1}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot \Delta\alpha = \frac{2P_1 V_1}{\sqrt{3}} \cdot \Delta\alpha$ $= V^{\frac{16}{3}}$

$\frac{1}{2} \cdot \frac{2P_1}{\sqrt{3}} \cdot \sin\alpha \cdot 2V_1 \cdot \cos\alpha = \frac{P_1 V_1 \cdot \cos 2\alpha}{\sqrt{3}}$

$\frac{P_1 V_1 \cdot \cos(2\alpha + 2\Delta\alpha)}{\sqrt{3}}$

$\Delta A = \frac{2P_1 V_1 \Delta\alpha}{\sqrt{3}} + \frac{P_1 V_1 \sin 2\alpha}{\sqrt{3}} - \frac{P_1 V_1 \sin(2\alpha + 2\Delta\alpha)}{\sqrt{3}}$

$\Delta U = \frac{2P_1 V_1}{\sqrt{3}} \cdot \sin(2\alpha + 2\Delta\alpha) - \frac{2P_1 V_1}{\sqrt{3}} \cdot \sin 2\alpha$

21202615 (U266463 M1269390)

Часть 2

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

Шифр: **21202615**

ID профиля: **266463**

Вариант 7

№5. Чистовик

Т.к. человек очень близорукий, его глаз, смотря вдаль, не может уменьшить свою оптическую силу ниже какого-то минимального порога, пусть это минимальное значение равно K. Тогда, чтобы рассматривать предметы вдалеке, ему нужны рассеивающие очки, заметим, что для того, чтобы смотреть на большие расстояния оптическая сила системы глаза и очков должна быть меньше, чем для чтения, тогда очки для ~~чтения~~ смотрения вдаль сильнее, пусть их оптическая сила равна 3a, а вторых a. Т.к. очки располагаются вплотную к глазу суммарная оптическая сила системы равна сумме сил глаза и очков. Обозначим за f расстояние до сетчатки глаза, тогда по формуле тонкой линзы получим

$$\begin{cases} K + a = \dfrac{1}{0{,}25} + \dfrac{1}{f} \\ K + 3a = \dfrac{1}{f} \end{cases}$$

Во втором уравнении расстояние до предмета очень велико, поэтому $\frac{1}{d}$ пренебрежимо мало

$2a = -4$; $a = -2$ Дптр; $3a = -6$ Дптр

Найдем максимальное расстояние x, с которого человек может прочитать текст.

1

21202615 (U266463 M1269391)

Чистовик

$$K = \frac{1}{x} + \frac{1}{f}$$

$$6 = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{1}{6} м \approx 16,7 см$$

Тогда человек сможет рассмотреть предметы с расстояния не больше 16,7 см.

Пусть сила очков, необходимых для работы за компьютером равна n

$$K + n = \frac{1}{0,5} + \frac{1}{f}$$

$$n - 3a = 2$$

$$n = -4 \text{ Дптр.}$$

Ответ: $x \leq 16,7$ см ; сила очков для смотрения вдаль равна -6 Дптр , сила очков для ~~за~~ работы за компьютером -4 Дптр.

2

№4. Чистовик

Когда рамка войдет в магнитное поле, в ней появится ЭДС индукции, направленная против часовой стрелки. Найдём ~~напр~~ напряжение в начальный момент времени сразу после вхождения в поле

$$\mathcal{E} = \Phi'(t) = B \cdot S'(t) = B \cdot v_0 \cdot d$$

После вхождения в поле на рамку начнет действовать сила Ампера. Силы, действующие на верхнюю и нижнюю части рамки равны по модулю и противоположны по направлению, поэтому не будут влиять на движение рамки. Сила, действующая на правую часть рамки будет направлена влево и будет замедлять её движение

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bv_0 d}{R}$$

$$F_A = BId = \frac{B^2 d^2 v_0}{R}$$

$$F_A = ma_0;\ a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$$

Ответ: $a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$

3

№4. Черновик

$$\Delta S = V_0 \cdot \Delta t \cdot d$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = V_0 \cdot d \quad ; \quad \frac{\Delta S}{\Delta t} = V(t) \cdot d \qquad \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\mathcal{E} = -\Phi'(t) = \cancel{B \cdot V_0} \; B \cdot V_0 \cdot d = B V(t) \cdot d$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B V_0 d}{R}$$

$$F_A = IBl = \frac{B V_0 d \cdot B \cdot d}{R} = \frac{V_0 \cdot B^2 \cdot d^2}{R} = \frac{V(t) \cdot B^2 \cdot d^2}{R}$$

$$a = \frac{F_A}{m} = \frac{V_0 \cdot B^2 \cdot d^2}{mR} = \frac{V(t) \cdot B^2 \cdot d^2}{mR}$$

$$v(t) = V_0 - a \cdot t$$

$$v(t) = V_0 - \frac{V(t) \cdot B^2 \cdot d^2}{mR} \cdot t$$

$$V(t)\left(1 + \frac{B^2 \cdot d^2}{mR} \cdot t\right) = V_0$$

$$V(t) = \frac{V_0 \cdot mR}{mR + B^2 \cdot d^2 \cdot t} \quad ; \quad a(t) = \frac{V_0 \cdot B^2 \cdot d^2}{mR + B^2 d^2 \cdot t}$$

$$\frac{V_0 \cdot mR}{B^2 \cdot d^2} \cdot \ln(mR + B^2 \cdot d^2 \cdot t)$$

$$\frac{d}{5} = \int_0^{t_1} v(t)\,dt$$

$$\frac{d}{5} = \frac{V_0 \cdot mR}{B^2 \cdot d^2}\left(\ln(mR + B^2 \cdot d^2 \cdot t) - \ln(mR)\right)$$

$$V(t) = e^{\frac{B^2 d^2}{mR} t}$$

$$\frac{B^2 \cdot d^3}{5 V_0 \cdot m \cdot R} = \ln\left(\frac{mR + B^2 \cdot d^2 \cdot t_1}{mR}\right)$$

$$e^{\frac{B^2 \cdot d^3}{5 V_0 \cdot mR}} = 1 + \frac{B^2 \cdot d^2}{mR} \cdot t_1$$

$$\frac{\left(e^{\frac{B^2 \cdot d^3}{5 V_0 \cdot mR}} - 1\right) \cdot mR}{B^2 \cdot d^2} = t_1 \qquad V_1 = \frac{V_0 \cdot m \cdot R}{e^{\frac{B^2 \cdot d^2}{5 V_0 \cdot m \cdot R}}}$$

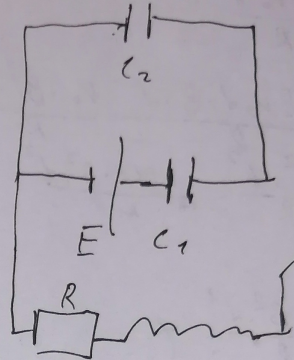
$$V(t) = V_1 + \frac{V(t) \cdot B^2 \cdot d^2}{m \cdot R} \cdot t$$

Черновик

$$V(t)(mR - B^2 d^2 \cdot t) = mRV_1$$

$$V(t) = \frac{mRV_1}{mR - B^2 d^2 \cdot t} = \quad V_0.$$

№3.



$q = C \cdot U$

$$\begin{cases} C_1 \cdot U_1 = C_2 \cdot U_2 \\ U_1 + U_2 = E \end{cases}$$

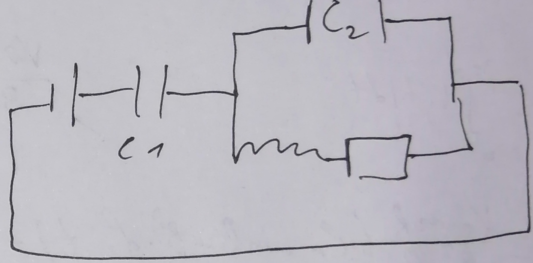
$$C_1 E - C_1 U_2 = C_2 U_2$$

$$U_2 (C_1 + C_2) = C_1 E \qquad U_2 = \frac{C_1 E}{C_1 + C_2} \; ; \; U_1 = \frac{C_2 E}{C_1 + C_2}$$

$$U_2 = \frac{1}{5} E \; ; \; U_1 = \frac{4}{5} E$$

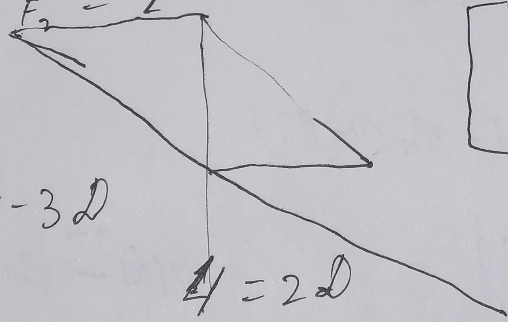
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{0{,}25} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{f}$$



$F_2 = f$

$$F_1 = f - \frac{f^2}{\cancel{f}+0{,}25}$$



$$\frac{1}{F_2} = \cancel{3D} \; x - 3D$$

$$\frac{1}{F_1} = x - D$$

$$\cancel{4} = 2D$$

$$D = 2 \; ; \quad 6D \qquad f = \frac{1}{x-6}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \qquad \cancel{\frac{1}{x-2}} =$$

$$\frac{1}{F_2} + 6 = \frac{1}{F_1} + 2$$

$$F = \frac{1}{\frac{1}{d} + \frac{1}{f}} = \frac{fd}{f+d} \quad \frac{f}{f\,d}$$

$$\frac{1}{f}$$

$$\frac{fd}{f+d} = f - \frac{f^2}{f+d}$$

21202615 (U266463 M1269391)

$$\frac{1}{x-2} = \frac{\frac{0,25}{x-6}}{0,25 + \frac{1}{x-6}}$$

Черновик.

$$\frac{1}{x-2} = \frac{0,25}{0,25x - 1,5 + 1}$$

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

$$x = \frac{1}{f} + \frac{1}{K}$$

$$x = x - 6 + \frac{1}{K}$$

$$K = \frac{1}{6} \approx 17 \text{ см}$$

21202615 (U266463 M1269391)