Часть 1

Олимпиада: **Физика, 9 класс (1 часть)**

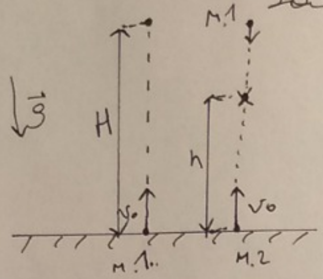
Шифр: **21204660**

ID профиля: **873120**

Вариант 2

Чистовик (страница 1 из 5)

Задача №1.



Мячи движутся прямолинейно, равноускоренно.

Первый мяч – м.1.

Второй мяч – м.2.

Для м.1: $v_1(t) = v_0 - gt$

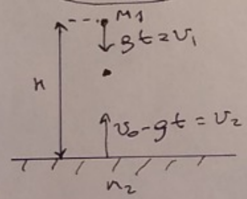
Пусть м.1. ~~остановится~~ достиг высшей точки через $t_{ост}$ после старта ⇒

$v_1(t_{ост}) = v_0 - g t_{ост} = 0 \Rightarrow t_{ост} = \frac{v_0}{g}$

$x_1(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow x_1(t_{ост}) = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{2g} = H$

М.2. бросили в момент времени $t_{ост}$, а столкнулись с м.1. в τ ⇒ м.2. летел $t_2 = \tau - t_{ост}$.

$t_2 = \tau - \frac{v_0}{g}$. Столько же время летел м.1. от вершины до столкновения.



Рассмотрим их сближение.

Перейдём в с.о., связанную с м1.

Тогда $\vec{v_2}' = \vec{v_2} - \vec{v_1}$. v_2 и v_1 противонаправлены ⇒ $v_2' = v_1 + v_2 = v_0 - gt + gt = v_0$.

Тогда за время t_2 м.2 пролетел H относительно м.1 со скоростью $v_2' = v_0$

Тогда: $v_0 t_2 = H$

$v_0\left(\tau - \frac{v_0}{g}\right) = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow \tau = \frac{3}{2}\frac{v_0}{g}$

$\boxed{v_0 = \frac{2}{3}\tau g}$

Значит: 1) $t_2 = \tau - \frac{v_0}{g} = \tau - \frac{\frac{2}{3}\tau g}{g} = \frac{1}{3}\tau$

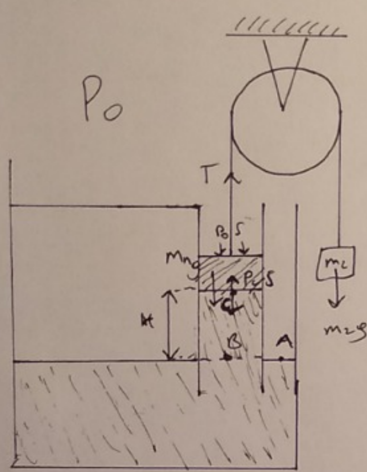
2) $H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{2}{3}\tau g\right)^2}{2g} = \frac{4\tau^2 g^2}{9 \cdot 2g} = \frac{2}{9}\tau^2 g$

Ответ: 1) $t_2 = \frac{1}{3}\tau$

2) $H = \frac{2}{9}\tau^2 g$ $\left(= \frac{20}{9}\tau^2\right)$

3) $v_0 = \frac{2}{3}\tau g$ $\left(= \frac{20}{3}\tau\right)$

Задача №2.



1) Труба с сосудом водой соединена, поэтому $P_A = P_B$, т.к. они на одной высоте. Нужно найти P_C.
т. C находится на H выше т B. $\Rightarrow$ $P_C = P_B - \rho_в g H$. $\Rightarrow$
$P_C = P_A - \rho_в g H$. Очевидно, $P_A = P_0$, поэтому $P_C = P_0 - \rho_в g H =$
$= 100.000 - 1000 \cdot 10 \cdot 0,2 = 98\text{ кПа}.$

2) Теперь рассмотрим всю систему. Она находится в равновесии, поэтому силы вниз и вверх от т. C. равны. Рассмотрим отдельно силы ↓ и ↑:

↑: $P_c S + T$, где T - сила натяжения нити. Очевидно, $T = m_г g$, т.к. нить невесома.

↓: $P_0 S + m_n g$, атмосфера также „давит" сверху поршня.

Тогда $P_c S + T = P_0 S + m_n g$

$P_0 S - \rho_в g H S + m_г g = P_0 S + m_n g$

$m_n = m_г - \rho_в S H = 0,25 - 1000 \cdot 0,2 \cdot \frac{9}{10000} = 0,07\text{ кг}$ ~~$= 250 - 1 \cdot 10 \cdot 220 = 50\text{г}$~~

~~3) Теперь $m_г$ уменьшили в 10 раз. Но формула не изменилась. P_c будет другим, но мы всё равно придём от $P_c' + T' = P_0 S + m_n g$ к $m_n = m_г' - \rho_в g H'$. Тогда.~~

Чистовик (страница 3 из 5)

Продолжение задачи №2.

3) Теперь $m_г$ уменьшили в 10 раз. $m_г' = \frac{m_г}{10}$.

Рассматривая эту ситуацию, она будет аналогичной уже рассмотренной. Изменится только P_c до P_c' и $m_г$ до $m_г'$. Тогда:

$P_c' S + T' = P_0 S + m_п g$ – формула та же.

От неё мы аналогично приходим к:

$$\boxed{m_п = m_г' - \rho_в S H'}$$

~~Тогда:~~ $\cancel{H' = \frac{m_г' - m_п}{\rho_в g} =}$

$\cancel{= \frac{\frac{0{,}25}{10} - 0{,}07}{1000 \cdot 10} =}$

Тогда $H' = \frac{m_г' - m_п}{\rho_в \cdot S} = \frac{\frac{0{,}25}{10} - 0{,}07}{1000 \cdot \frac{9}{10000}} = -\frac{0{,}045}{\frac{9}{10}} = -0{,}05\,м$

У нас получился отрицательный ответ. Но это нормально. Это значит, что поршень опустился и находится на 5 см ниже уровня воды.

Ответ: 1) $P_c = 98$ кПа

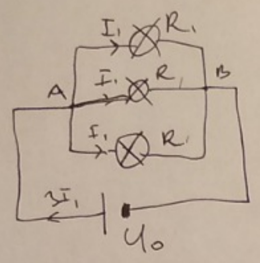
2) $m_п = 70$ г.

3) $H' = 5$ см (ниже уровня воды)

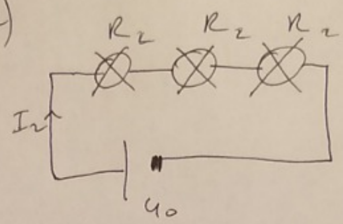
Чистовик (страница 4 из 5)

Задача №3.

1)



2)



~~Пусть R - сопротивление одной лампочки (они все одинаковые).~~

~~1) Параллельное соединение. Источник выдаёт ток равный $\frac{U_0}{R_0}$, где R_0 - общее сопротивление схемы. $R_0 = \frac{R\cdot R}{2R}$. $U_{AB} = U_0 \Rightarrow$ через кажд на каждой лампочке напряжение U_0. По формуле: $P = \frac{U^2}{R}$, поэтому $P_1 = \frac{U_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U_0^2}{P_1} = \frac{6^2}{2,4} =$~~

1) Параллельное соединение

$U_{AB} = U_0 \Rightarrow$ ~~через ка~~ на каждой лампочке напряжение U_0. Тогда даже если ~~то~~ у лампочки непостоянное сопротивление (которое зависит ~~на~~ от напряжения или тока), то всё равно у них одинаковое некоторое R_1

~~Пусть источник~~ По формуле: $P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow$

$P_1 = \frac{U^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{6^2}{2,4} = 15$ Ом.

Видим, что через каждую лампочку проходит ток I_1, ~~причём~~ $I_1 = \frac{U_0}{R_1} = \frac{6}{15} = 0,4$ А.

2) Последовательное соединение.

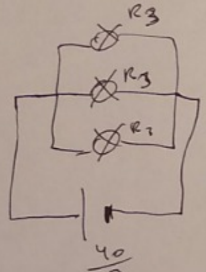
Рассуждаем аналогично. Через лампочки идёт один и тот же ток => сопротивления у них равны (лампочки одинаковые).

$P = \frac{U^2}{R}$ =>, $\cancel{P_2 = \frac{U_0^2}{R_2}}$ $P_2 = \frac{\left(\frac{U_0}{3}\right)^2}{R_2}$, $\frac{U_0}{3}$, потому что на каждой из трёх лампочек падает одно и то же напряжение, а всего U_0.

Тогда $R_2 = \frac{U_0^2}{9P_2} = \frac{6^2}{0{,}5 \cdot 9} = 8$ Ом.

Значит $I_2 = \frac{U_0}{3R_2} = \frac{6}{3 \cdot 8} = 0{,}25$ А.

3)



В случае 3) схема слева; на каждой из лампочек напряжение $\frac{U_0}{3}$. Заметим, что напряжение такое же, что и в ситуации 2). Так как у лампочек непостоянное сопротивление, то у них есть некоторая зависимость (очевидно, нелинейная $I(U)$). Но важно, что для каждого значения напряжения на лампочке есть определённое значение тока, а значит и сопротивление. Поэтому если напряжение на лампочках в 2) и 3) равны, то равны и сопротивления.

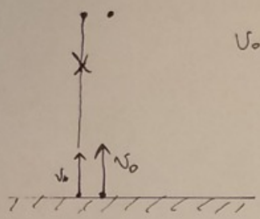
Тогда $R_3 = R_2 = 8$ Ом. Тогда $P_3 = \frac{\left(\frac{U_0}{3}\right)^2}{R_3} = \frac{\left(\frac{U_0}{3}\right)^2}{R_2} = P_2$

Значит $P_3 = P_2 = 0{,}5$ Вт.

Ответ. 1) 0,4 А. 3) 0,5 Вт.
2) 0,25 А

Черновик.

1

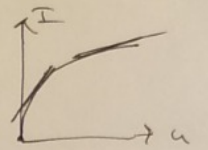


$v_0 - gt$

$\downarrow gt$

v_0

$\uparrow v_0 - gt$



$\frac{R \cdot R}{2R} = \frac{R}{2}$

$\frac{\frac{R}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{R}{\frac{3}{2} \cdot 2} = \frac{R}{3}$

$v_0 \left(\tau - \frac{v_0}{g} \right) = \frac{v_0^2}{2g}$

$v_0 \tau - \frac{v_0^2}{g} = \frac{v_0^2}{2g}$

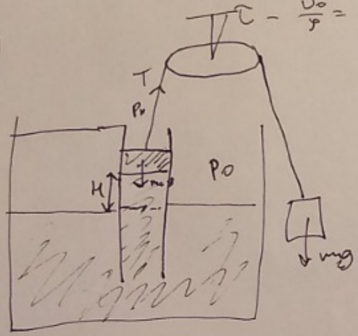
$\tau - \frac{v_0}{g} = \frac{v_0}{2g}$ $\quad \tau = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$

$\frac{u_0}{3R} =$

$\frac{8}{3} \cdot I_1 = \frac{u_0}{3}$

$8 \cdot I_1 = \frac{u_0}{8}$

2



$\cancel{m_c g + \rho_B g}$

$m_c g + P_6 S = mg$

$\downarrow: \; m_c g + \rho_B g h \cdot S + P_0 S$

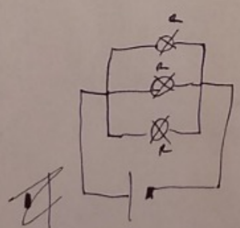
$\uparrow: \; T + P_0 S$

$m_c g + \rho_B g H \cdot S = m_2 g$

$m_c = m_2 - \rho_B H S = \cancel{0{,}25 - 1000 \cdot 0{,}2} \; 250 - 1 \cdot 20 \cdot 9 = 70 г.$

$g\,см^2 = \left(\frac{g}{1000} \right.$ $\frac{g}{100^2} =$ 10000

$N = \frac{u^2}{R}$



$P_c S + T = P_0 S + m_n g$

$P_0 S - \rho_B g H S + m_2 g = \cancel{P_0 S} + m_n g$

$0{,}2 \cdot 0{,}9$

$0{,}25 - 1000 \cdot 10 \cdot$

$0{,}25 - 0{,}18 = 0{,}07$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21204660**

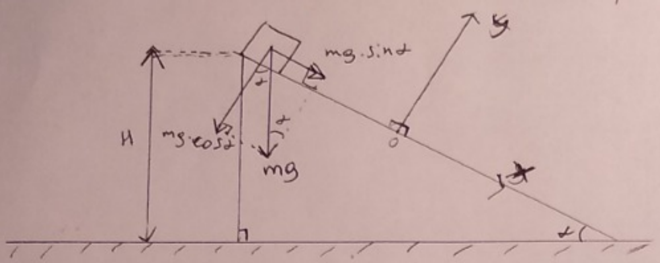
ID профиля: **873120**

Вариант 2

Чистовик (страница 1 из 7)

Задача №4.

* - груз - это шайба



Клин гладкий ⇒ трения клина об пол и груз нет.

1) Рассмотрим груз. Проекция $m\vec{g}$ на ось OX равна $mg\cdot\sin\alpha$, а на ось OY: $mg\cdot\cos\alpha$.

Клин удерживают на месте ⇒ груз просто скатывается по гипотенузе на стол по оси OX.

Его ускорение $a_1 = \frac{F_1}{M_1}$

F_1 - сила, ~~к которой~~ которую прикладывают к скатывающейся системе $F_1 = mg\cdot\sin\alpha$.

M_1 - масса скатывающейся системы. Это только груз ⇒ $M_1 = m$.

Тогда $a_1 = \frac{mg\sin\alpha}{m} = g\cdot\sin\alpha$.

Клин съедет тогда, когда проедет длину гипотенузы $L = \frac{H}{\sin\alpha}$.

Для груза: $x(t) = \frac{a_1 t^2}{2}$ - начальной скорости нет.

Поэтому: $\frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$

$t_1^2\cdot\frac{g\cdot\sin\alpha}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$ ⇒ $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$

$\sin^2\alpha = 1-\cos^2\alpha$ ⇒

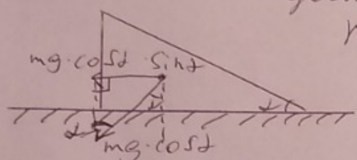
$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g(1-(\frac{3}{5})^2)}} = \sqrt{\frac{H}{g}\cdot\frac{25\cdot2}{16}}$

Тогда $t_1 = 1{,}25\sqrt{\frac{2H}{g}}$ с $\left(t_1 = 1{,}25\sqrt{\frac{H}{5}}\text{ с}\right)$

Чистовик (страница 2 из 7)

Продолжение задачи № 4.

2) Теперь клин перестают удерживать. Заметим, что проекция $m\vec{g}$ груза на ось Ox не оказывает влияние (не действует) на клин. Поэтому груз толкает клин с силой $mg \cdot \cos\alpha$. Рассмотрим рисунок снизу. Из него видно, что в направление движения проекция $mg\cos\alpha$ равна $mg \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha$. Пусть ускорение клина равно a_2.

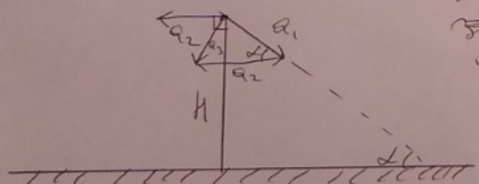


$a_2 = \frac{F_2}{M_2}$ (аналогично a_1)

$F_2 = mg\cos\alpha \cdot \sin\alpha$, а $M_2 = 2m + m = 3m$ (груз вместе с клином катится влево относительно пола). Тогда $a_2 = \frac{F_2}{M_2} = \frac{mg\cos\alpha \sin\alpha}{3m} = \frac{g \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{3} = \frac{g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}{3} = \frac{4}{25} g$ ($a_2 = 1{,}6\ м/с^2$)

3) Но ~~сам~~ груз движется не только относительно клина вместе с клином, но и сам относительно земли:

Тогда относительно



Значит ~~то~~ груз относительно ~~зем~~ пола движется с ускорением $\vec{a_3} = \vec{a_1} + \vec{a_2}$.

~~Применим т. косинусов:~~

$\cancel{a_3^2 = a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2\cos\alpha}$

$\cancel{a_3 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2\cos\alpha} = \sqrt{(g\sin\alpha)^2 + \left(\frac{4}{25}g\right)^2 - 2(g\sin\alpha)\left(\frac{4}{25}g\right)\cos\alpha}}$

Продолжение задачи № 4.

$$\cancel{a_3 = \sqrt{g^2\sin^2\alpha + \frac{16}{625}g^2 - \frac{8}{25}g^2\sin\alpha\cdot\cos\alpha}}$$

$$\cancel{a_3 = \sqrt{g^2}}$$

~~Груз~~ Нужно найти время, за которое груз достигнет стола. Груз должен преодолеть H по вертикальной оси, остальное нас не интересует. Тогда найдём проекцию $\vec{a_3}$ на вертикальную ось. Заметим, что $\vec{a_2} \perp$ этой оси $\Rightarrow$ $\vec{a_3}'$ равно проекции $\vec{a_1}$ на эту ось $\Rightarrow$ $a_3' = a_1\cdot\sin\alpha = g\cdot\sin^2\alpha$.

Тогда $H = \dfrac{a_3'\cdot t_3^2}{2}$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2H}{a_3'}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{H}{g}\cdot\frac{25\cdot 2}{16}} = 1{,}25\sqrt{\frac{2H}{g}}\ \text{c}$$

$\left(t_3 = 1{,}25\sqrt{\frac{H}{5}}\ \text{c}\right)$ – время спуска не изменилось.

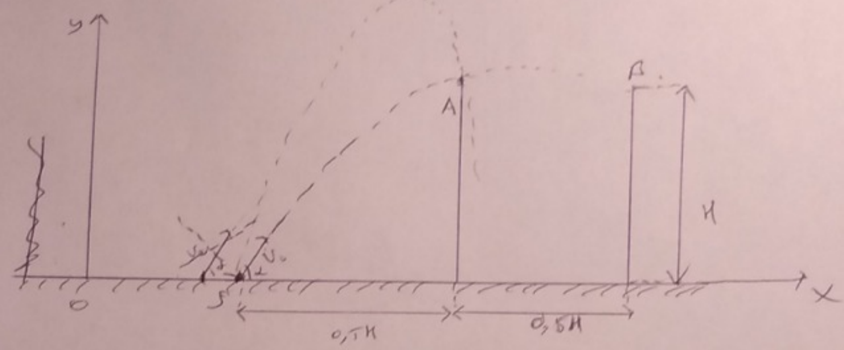
Ответ:

1) $t_1 = 1{,}25\sqrt{\frac{2H}{g}}$ с $\quad\left(\text{или } t_1 = 1{,}25\sqrt{\frac{H}{5}}\ \text{c}\right)$ при $g = 10$ м/с²

2) $a_2 = \frac{4}{25}g$ м/с² $\quad(\text{или } a_2 = 1{,}6\ \text{м/с}^2)$

3) $t_3 = 1{,}25\sqrt{\frac{2H}{g}}$ с $\quad\left(\text{или } t_3 = 1{,}25\sqrt{\frac{2H}{g}}\ \text{c}\right)$

Задача N 5



1) $v_0 = \sqrt{2,5gH}$. Известно, что вся вода попадает в бочку. Её объём $V_Б = \pi R^2 \cdot H = \pi \cdot (0,25H)^2 \cdot H = 0,0625\pi H^3$

За некоторое Δt из шланга успеет высвободиться струя воды длиной $v_0 \Delta t$ ⇒

$V_в(\Delta t) = v_0 S \cdot t$ $V_в(t_к) = V_Б$ ⇒

$V_в(t_к) = v_0 S t_к = V_Б$

$$t_к = \frac{0,0625\pi H^3}{v_0 S} = \frac{0,0625\pi H^3}{\sqrt{2,5gH}\, S} \approx \frac{0,124\, H^2\sqrt{H}}{S} = \frac{0,124\sqrt{H^5}}{S}$$

Сколько времени летели ~~бы~~ последние „капли" воды мы не знаем (угол может быть разный), поэтому окончательный ответ такой.

Чистовик (страница 5 из 7)

Продолжение задачи № 5.

г) Сказано, что при помощи $S_{отв} \ll H \Rightarrow$ можно считать, что вода выходит из одной точки на расстоянии 0,5H от бочки.

~~Давайте предположим, что до т. А можно пренебречь навесной и настильной траекторией~~

Запишем движение воды по оси Ox и Oy

Ox: $x(t) = v_0 \cos\alpha \cdot t$

Oy: $y(t) = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

Из $x(t)$ и $y(t)$ находим $y(x)$:

$$y(x) = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos\alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2\alpha}$$

$$y(x) = x \cdot tg\alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2\alpha}$$

$$\frac{1}{\cos^2\alpha} = 1 + tg^2\alpha \Rightarrow$$

$$y(x) = x\, tg\alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha)$$

Тогда запишем $y(x)$ для координат т. А:

$y_A = H$; $x_A = 0,5H$:

$$H = 0,5H \cdot tg\alpha - (0,5H)^2 \frac{g}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha)$$

$$1 = 0,5\, tg\alpha - 0,25H \cdot \frac{g}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha)$$

$$1 = 0,5\, tg\alpha - 0,25H \cdot \frac{g}{2 \cdot 3,5gH}(1 + tg^2\alpha)$$

Чистовик (страница 6 из 7)

Продолжение задачи №5.

$1 = 0{,}5\,tg\,\alpha - 0{,}05(1 + tg^2\alpha)$

$0{,}05\,tg^2\alpha - 0{,}5\,tg\,\alpha + 1 + 0{,}05 = 0$

$tg^2\alpha - 10\,tg\,\alpha + 21 = 0$

Решаем кв. ур:

$D = 10^2 - 4\cdot 21 = 100 - 84 = 16 = 4^2$

$tg\,\alpha = \frac{10 \pm \sqrt{4^2}}{2} = \left[\begin{array}{l} 7 \\ 3 \end{array}\right.$

Можно навесной, а можно настильной траекторией ~~найдём также и угол~~

3) Теперь ~~найдём также~~ сделаем тоже самое для т. B ~~пересечение диагоналей~~ ~~Ответом будет~~

То есть для т. A диапазон $3 \le tg\,\alpha \le 7$

Для B сейчас найдём:

$y_B = 4$; $x_B = 4 \Rightarrow$

$4 = 4\,tg\,\alpha - 4^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha)$

$1 = tg\,\alpha - 4 \cdot \frac{g}{2\cdot 2{,}5g4}(1 + tg^2\alpha)$

$1 = tg\,\alpha - 0{,}2(1 + tg^2\alpha)$

$0{,}2\,tg^2\alpha - tg\,\alpha + 1 + 0{,}2 = 0$

$tg^2\alpha - 5\,tg\,\alpha + 6 = 0$

Чистовик (страница 7 из 7)

Продолжение задачи № 5

Решаем кв. ур.:

для т. В.

$D = 5^2 - 4 \cdot 6 = 1 = 1^2 \Rightarrow$

$tg\,\alpha = \frac{5 \pm \sqrt{1^2}}{2} = \left[\begin{array}{l} 3 \\ 2 \end{array}\right.$

$2 \leq tg\,\alpha \leq 3$

Ответ - это объединение диапазонов для т. А и т. В $\Rightarrow$

$2 \leq tg\,\alpha \leq 7$

Ответ:

1) $t_K = \frac{0{,}124\sqrt{H^5}}{S}$

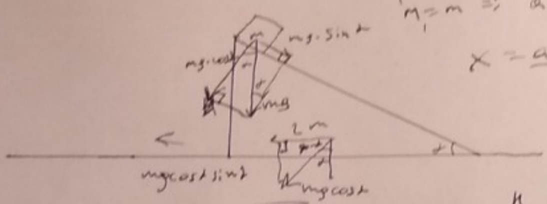
2) а) $tg\,\alpha = 3$; б) $tg\,\alpha = 7$

3) $2 \leq tg\,\alpha \leq 7$

21204660 (U873120 M1281134)

Черновик

(4)



$F_1 = mg \cdot \sin\alpha$

$m_1 = m \Rightarrow a = g \cdot \sin\alpha.$

$x = \frac{at^2}{2}$

$x = \frac{H}{\sin\alpha}$

$\frac{H}{\sin\alpha} = \cancel{\tfrac{1}{2}}\, g \cdot \sin\alpha \cdot t^2$

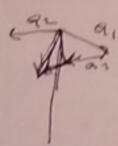
1) $t = \sqrt{\frac{H}{g \sin^2\alpha}}$

$F_1 = mg\cos\alpha \sin\alpha$

$M_2 = 2m + m = 3m$

$a_\Sigma = \frac{mg\cos\alpha \sin\alpha}{3m} = \frac{g\cos\alpha \sin\alpha}{3}$

$\frac{2}{1 - \frac{9}{25}} = \frac{2}{\frac{16}{25}} = \frac{25 \cdot 2}{16}$



2 mg

$\sin\alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$

$\frac{4 \cdot 10}{25} = \frac{4 \cdot 2}{5} = \frac{8}{5} = 1{,}6$

$x(t) = v_0 \cos\alpha \cdot t$

$y(t) = v_0 \sin\alpha\, t + \frac{gt^2}{2}$

$y(x) = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{x}{v_0\cos\alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2\alpha} =$

$= x \cdot \operatorname{tg}\alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2\alpha}$