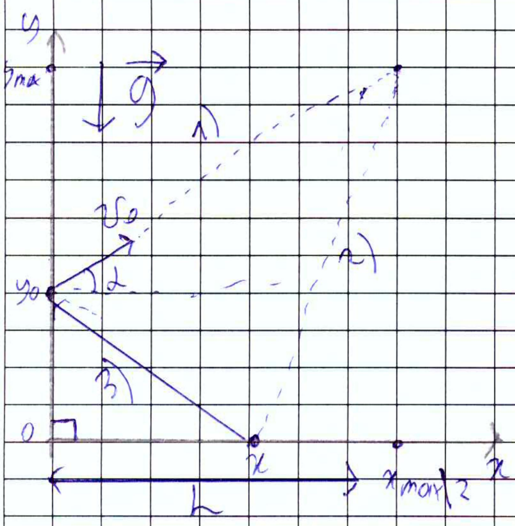
ШИФР ф-1-10-22



№1

Дано:

$v_0 = 8$ м/с

$\alpha = 60^0$

$h = 2{,}6$ м

$g = 10$ м/с²

$L = ?$; $t = ?$

Решение.

Запишу уравнение для конечных координат x и y в первом процессе (мяч летит до стены)

$x = x_0 + v_{0x} t_{под}$ ($a = g = 0$, т.к. ось x вертикальна)

$y = y_0 + v_{0y} t_{под} - \frac{g t_{под}^2}{2}$ ($a = -g$, т.к. g противоположно направлению оси y.)

Имеем: $x_{max/2} = v_0 \cos\alpha \, t_{под}$; $y_{max} = y_0 + v_0 \sin\alpha \, t_{под} - \frac{g t_{под}^2}{2}$.

Выражу $t_{под}$: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$; $v_y = v_{0y} - g t_{под}$, т.к. в верхней точке $v_y = 0$ => $v_{0y} = g t_{под}$; $t_{под} = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$; Откуда:

$y_{max} = y_0 + v_0 \sin\alpha \cdot \frac{v_0 \sin\alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g^2} = y_0 + \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = y_0 + \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = 2{,}6 м + \frac{(8 м/с)^2 \cdot (\sin 60^0)^2}{2 \cdot 10 м/с^2} = 2{,}6 м + \frac{64 м^2/с^2 \cdot (\frac{\sqrt{3}}{2})^2}{20 м/с^2} = 2{,}4 м + 2{,}6 м = 5 м.$

$x_{max/2}$ (т.к. координата x $h_{max} = x_{max/2}$) $= v_0 \cos\alpha \, t_{под} = v_0 \cos 60^0 \cdot \frac{v_0 \sin 60^0}{g} = 8 м/с \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{8 м/с \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 м/с^2} = 1{,}6\sqrt{3} м = L$; $t_{под} = \frac{v_0 \sin 60^0}{g} = \frac{8 м/с \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 м/с^2} = 0{,}4\sqrt{3} с$.

Рассмотрим случай 2 (мяч летит от стенки до пола). Это движение тела, брошенного горизонтально, с $v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha$ (удар упругий); $v_{0y} = 0$ м/с (на промежуток времени $\Delta t \to 0$ мяч по оси y у стенки, во время удара не движется); $v_y = g t_{под}$. $y_0 = 5$ м; $y = 0$ м; $x_0 = x_{max/2}$; $x = v_{0x} t_{под}$.

Итак, $h = y_0 = \frac{g t_{под}^2}{2} \Rightarrow t_{под}^2 = \frac{2h}{g}$; $t_{под} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 м}{10 м/с^2}} = 1 с$.

$x = v_{0x} t_{под} = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_{под} = 8 м/с \cdot \cos 60^0 \cdot 1 с = 8 м/с \cdot \frac{1}{2} = 4 м$

Рассмотрю случай 3: движение тела под углом к горизонту, под углом $\alpha = 60^0$. Пройдет расстояние: $x - L = 4 м - 1{,}6\sqrt{3} м \approx 1{,}23 м$ (относительно оси x), поднявшись на высоту $y = y_0 = 2{,}6 м$; $v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha$, т.к. удар неупругий.

ШИФР Ф-1-10-22

№1 (продолжение).

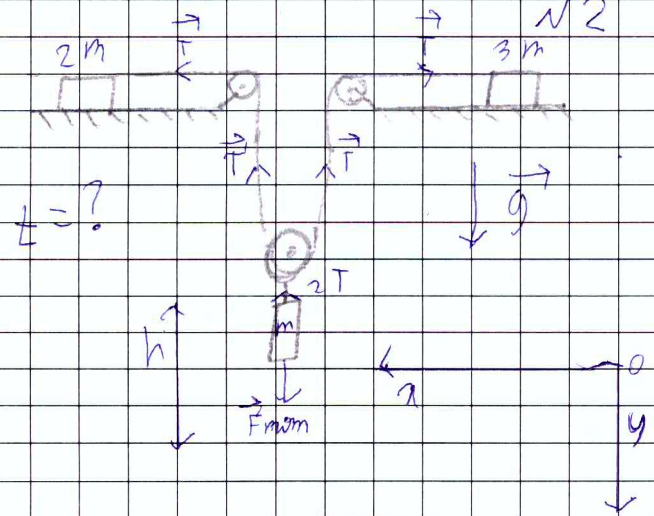
$x = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_{пол} \Rightarrow t_{пол} = \frac{x}{v_0 \cdot \cos\alpha} = \frac{1,23\ м}{8\ м/с \cdot \cos 60°} = \frac{1,23\ м}{8\ м/с \cdot \frac{1}{2}} \approx 0,31\ с.$

$t_{общ} = t_{под} + t_{пол} + t_{пад} = 0,4\sqrt{3}\ с + 0,31\ с + 1\ с \approx 0,69\ с + 0,31\ с + 1\ с \approx 2\ с$

$h = 1,6\sqrt{3}\ м \approx 2,77\ м$

Ответ: $t \approx 2\ с$; $h \approx 2,77\ м$

№2



Трения нет $\Rightarrow \mu = 0$

Система для трёх тел.

Обращаю внимание, что подвижный блок даёт выигрыш в силе в 2 раза, но проигрывает в расстоянии в 2 раза $\Rightarrow$ Сила натяжения у тел массами 2m и 3m равны $\vec{T}$, а у малой m: 2T

$\begin{cases} \text{Первое тело } Ox: T = -2ma \\ \text{Первое тело } Oy: \text{силы взаимноскомпенсированы.} \\ \text{Второе тело } Ox: T = 3ma \\ \text{Второе тело } Oy: \text{силы взаимноскомпенсированы.} \\ \text{Третье тело } Ox: \text{движения не происходит} \\ \text{Третье тело } Oy: -2T + mg = ma \end{cases}$

* Первое тело: масса 2m
* Второе тело: масса 3m
* Третье тело: масса m

$\Rightarrow \begin{cases} T = -2ma \\ T = 3ma \\ -2T + mg = ma \end{cases} +$

$T + T + (-2T) + mg = -2ma + 3ma + ma$; $mg = 2ma \Rightarrow a = \frac{g}{2} = \frac{10\ м/с^2}{2} = 5\ м/с^2$

! По условию $v_0 = 0\ м/с$ для всей системы. $S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow S = \frac{at^2}{2}$; $S = h$.

$h = \frac{at^2}{2} = \frac{5\ м/с^2 \cdot t^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{2h}{5\ м/с^2}$; $t = \sqrt{\frac{2h}{5\ м/с^2}} = \sqrt{\frac{2h}{5}}$

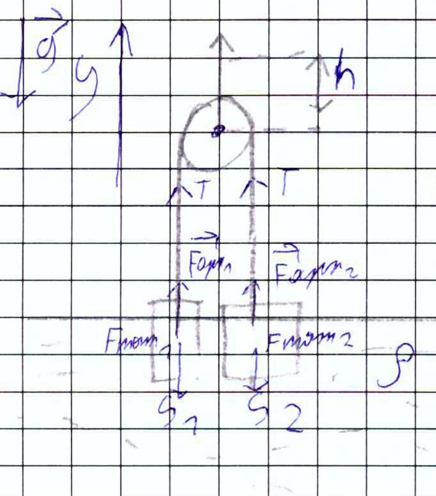
Ответ: $t = \sqrt{\frac{2h}{5}}$

№3.

В условии ничего не сказано про массу и высоту. По рисунку видно, что $h_1 = h_2 \Rightarrow$ высоты тел одинаковы. Рассмотрю этот случай

ШИФР ф-1-10-22

№3 (продолжение)



$\vec{F}_{арх} = \rho_ж \vec{g} V$; $\vec{F}_{тяж} = m\vec{g}$; $V = Sh$; $h_1 = h_2$.

Тела плавают => $F_{арх} > F_{тяж}$. Т.к. ни одно из 2 тел не перевешивает другое => $F_{арх_1} = F_{арх_2}$

$\rho_ж g S_1 h_1 = \rho_ж g S_2 h_2$; $S_1 h_1 = S_2 h_2$; $S_2 > S_1$;

=> $h_1 > h_2$ — чтобы не перев., тела имеют разную высоту. При поднятии блок сила тяжести для обоих цилиндров не изменится, однако изменится сила архимеда, а значит и вес P.

$\frac{S_2}{S_1} = в \Rightarrow S_2 = S_1 в \ (S_2 > S_1)$. Запишу систему:

$\begin{cases} \vec{F}_{арх_1} + \vec{F}_{тяж_1} + \vec{T} = m_1 \vec{a} \\ \vec{F}_{арх_2} + \vec{F}_{тяж_2} + \vec{T} = m_2 \vec{a} \end{cases}$; $\begin{cases} \rho_ж g S_1(h_1 - h) - m_1 g + T = m_1 a \\ \rho_ж g S_2(h_2 - h) - m_2 g + T = m_2 a \end{cases}$ +

$\rho_ж g S_1(h_1 - h) - m_1 g + T + T - m_2 g + \rho_ж g S_2(h_2 - h) = m_1 a + m_2 a$

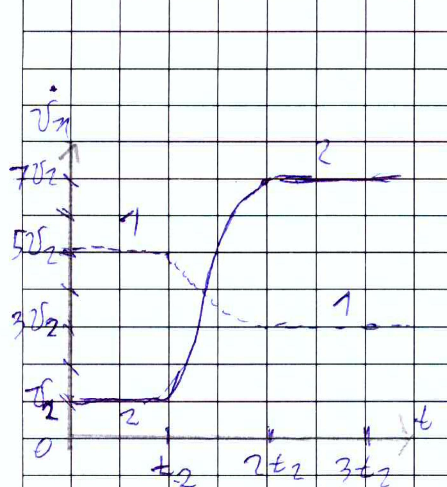
$\rho_ж g (S_1(h_1 - h) + S_2(h_2 - h)) - g(m_1 + m_2) + 2T = a(m_1 + m_2)$

$\rho_ж g (S_1(h_1 - h) + S_2(h_2 - h)) - g(\rho_1 S_1 h_1 + \rho_2 S_2 h_2) + 2T = a(\rho_1 S_1 h_1 + \rho_2 S_2 h_2)$;

$T = a(\rho_1 S_1 h_1 + \rho_2 S_2 h_2) - \rho_ж g (S_1(h_1 - h) + S_2(h_2 - h)) + g(\rho_1 S_1 h_1 + \rho_2 S_2 h_2)$

$a = F \backslash m$

№4



$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$; $a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$

$a_2 = \frac{7\upsilon_2 - \upsilon_2}{t_2} = \frac{6\upsilon_2}{t_2}$; $a_1 = \frac{3\upsilon_2 - 5\upsilon_2}{t_2} = \frac{5\upsilon_2 - 3\upsilon_2}{t_2} = \frac{2\upsilon_2}{t_2}$ (т.к. $m \geq 0$).

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{6\upsilon_2}{t_2} : \frac{2\upsilon_2}{t_2} = 3$

$\frac{5\upsilon_2}{\upsilon_2} = \frac{7\upsilon_2}{3\upsilon_2}$; $5 \neq \frac{7}{3}$; $5\upsilon_2 - \upsilon_2 = 7\upsilon_2 - 3\upsilon_2$; $4\upsilon_2 = 4\upsilon_2$; $4 = 4$.

Ответ: $m_1 : m_2 = 3$; Да; уменьшение скорости 1 тела соответствует увеличению

ШИФР Ф-1-10-22

№4 (продолжение)

скорости второго тела. Разность между скоростями не изменяется: $5v_2 - v_2 = 7v_2 - 3v_2$. Массы не изменяются, значит тела взаимодействуют абсолютно упруго.

№5

$T_1 = 90°C$, $T_2 = 20°C$, $\Delta T = 30°C$, $t_1 = 40c$, $t_2 = 10c$, $t_0 = 60c$, $v = const$; $T = ?$; $c = const = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

Т.к. $v = const \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{40c}{10c} = 4 \Rightarrow t_1 = 4t_2 \Rightarrow v_2 = 4v_1$; значит холодная вода за единицу времени t заполняет в 4 раза больший объём, чем горячая, а т.к. $\rho_{90°C} \approx \rho_{20°C}$ воды $\Rightarrow m_x = 4m_2$

$Q = cm\Delta t$; $\Sigma Q_i = 0$; $Q = I^2R\tau = P\tau$

$cm\Delta t = P\tau$; $cm \cdot 30°C = P \cdot 60c$; $cm = 2P$; $4200m = 2P$; $2100m = P$

$Q_1 = cm_2(T - T_1) = 4cm_2(T - 90°C)$; $Q_2 = cm_2(T - 20°C)$,

$Q_3 = c(m_2 + 4m_2)\Delta t$

$\cancel{4}cm_2(T-90) = 4cm_2(T-20) + c(\cancel{m_2}5m_2)\Delta t \quad | : cm_2$

$T - 90 = 4T - 80 + 5\Delta t$; $3T + 10 + 5 \cdot 30 = 0$; $3T + 160 = 0$; $3T = -160 \Rightarrow$

$t = -\frac{160}{3} \approx -53°C$; но $t_{воды} > 0°C \Rightarrow$ это невозможно.