Решения семинаров

По мотивам тетради от Марины

sbos press

1 Дома. 28.11

• При $0 < t < 1c$ закон движения:

$v = at = 2t \quad S = \frac{at^2}{2} = \frac{2t^2}{2} = t^2$

• При $t = 1c \quad v = v_1 = 2 м/с \quad S = S_1 = 1 м$

• При $1c < t < 2c$: $v = v_1 + a(t - t_1)$

$S = S_1 + v_1(t - t_1) + \frac{a(t-t_1)^2}{2}$, где $t_1 = 1c$ — момент начала движ. в этом интервале, $a = -1 м/с^2$.

• при $t = 2c \quad v_2 = 2 - (2-1) = 1 м/с$

$S_2 = 1 + 2(2-1) - \frac{(2-1)^2}{2} = 2\frac{1}{2} м$

• При $2c < t < 3c$: $v = v_2 + a(t - t_2)$

$S = S_2 + v_2(t - t_2) + \frac{a(t-t_2)^2}{2}$, где $t_2 = 2c$,

$a = 2 м/с^2$.

• При $t = 3c$: $v_3 = 1 + 2(3-2) = 3 м/с$

$S_3 = 2\frac{1}{2} + (3-2) + \frac{2(3-2)^2}{2} = 4\frac{1}{2} м$

• При $3c < t < 5c$: $v = v_3 + a(t - t_3)$

$S = S_3 + v_3(t - t_3) + \frac{a(t-t_3)^2}{2}$, где $t_3 = 3c$,

$a = -1 м/с^2$

• Таким образом при $t = 5c$: $v_5 = 3 - (5-3) = 1 м/с$

$S_5 = 4\frac{1}{2} + 3(5-3) - \frac{(5-3)^2}{2} = 8\frac{1}{2} м$

• При $t = 6c$ ($t_5 = 5c$, $a = 2\,м/с^2$)

$v_6 = 1 + 2(6-5) = 3\,м/с$ $\quad S_6 = 8\frac{1}{2} + (6-5) + \frac{2(6-5)^2}{2} =$

$= 10\frac{1}{2}\,м$

• При $t = 9c$ ($t_6 = 6\,c$, $a = -1\,м/с^2$)

$v_9 = 3 - (9-6) = 0$, $\quad S_9 = 10\frac{1}{2} + 3(9-6) - \frac{(9-6)^2}{2} =$

$= 15\,м$

• При $t = 10c$ ($t_9 = 9c$, $a = 2\,м/с^2$)

$v_{10} = 0 + 2(10-9) = 2\,м/с$, $\quad S_{10} = 15 + 0\cdot(10-9)$

$+ \frac{2(10-9)^2}{2} = 16\,м$

• При $10c < t < 14c$: $v = v_{10} + a(t - t_{10})$

$S = S_{10} + v_{10}(t - t_{10}) + \frac{a(t-t_{10})^2}{2}$, где $t_{10} = 10c$,

$a = -1\,м/с^2$

• В этом интервале: $v = 2 - (t-10)$

$S = 16 + 2(t-10) - \frac{(t-10)^2}{2}$

• При $t = 12c$ $v = 0 \Rightarrow$ это (·), нач. с кот. корабль начнёт двигаться в противополож. направл.

Удаление при этом $S = 16 + 2\cdot 2 - \frac{4}{2} = 18\,м$ ← расст. max удал.

(2)

$V_{нах} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$V^{-1} = \frac{\Delta t}{\Delta x}$

$\Delta t = V^{-1} \cdot \Delta x$

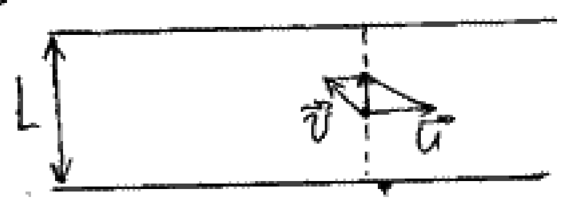
$t = \sum_i V_i^{-1}(\Delta x)$; , где V_i^{-1} – обратная скорость при предолжении Δx_i;

Это время – ~~Эт~~ площадь под кривой $V^{-1}(x)$

Чтобы найти площадь посчитаем число квадратов:

$t = 28\frac{1}{2}$ с

(3)



$\sqrt{v^2 - u^2}$ → из треуг. Δ =>

=> $t_1 = \frac{2L}{\sqrt{v^2-u^2}}$

$t_2 = \frac{L}{v+u} + \frac{L}{v-u} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{2v}{v^2-u^2} \cdot \frac{\sqrt{v^2-u^2}}{2} =$

$= \frac{v}{\sqrt{v^2-u^2}} = \frac{v/u}{\sqrt{(v/u)^2-1}}$

У $\frac{v}{u} = x$, тогда $\frac{x}{\sqrt{x^2-1}} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{5}{4}$

$4x = 5\sqrt{x^2-1}$

$16x^2 = 25x^2 - 25$

$9x^2 = 25$

$x^2 = \frac{25}{9}$

$x = \frac{5}{3}$ ← Отв.

4

I шарик: $y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$ возврат. в (.) $y=0$ через время T: $V_0 T - \frac{gT^2}{2} = 0 \Rightarrow T = \frac{2V_0}{g}$ — это равно четырём интервалам бросания между шариками.

$\frac{2V_0}{g} = 4\Delta t$, отсюда $\Delta t = \frac{V_0}{2g}$. $\Rightarrow y_1 = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$ - движ. I шарика.

II шарик: $y_2 = V_0\left(t - \frac{V_0}{2g}\right) - g\frac{\left(t-\frac{V_0}{2g}\right)^2}{2}$

$|y_2 - y_1| = V_0 t - \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} - g\cdot\frac{V_0^2}{8g^2} + gt\cdot\frac{V_0}{2g} - V_0 t - \frac{gt^2}{2} = -\frac{5V_0^2}{8g} + t\cdot\frac{V_0}{2}$

Надо найти max знач. $|y_2 - y_1|$ при $\frac{V_0}{2g} < t < \frac{2V_0}{g}$

т.к. $\frac{V}{2g}$ - момент бросания 2-го шарика, а $\frac{2V_0}{g}$ - момент возврата 1-го шарика в руку жонглёра. График $y_2 - y_1$ как ф-ции от t есть:

Максимум $|y_2-y_1|$ может быть либо при $t=\frac{V_0}{2g}$, либо при $t=\frac{2V_0}{g}$. Но легко вычислить, что y_2 в том и y_1 в др. случае

$$|y_2-y_1| = \underline{\frac{3}{8}\cdot\frac{V_0^2}{g}} = \frac{3}{8}\cdot\frac{25}{10} = \frac{3}{8}\cdot\frac{5}{2} = \frac{15}{16}$$

(5)

Закон движения поезда $S=\frac{at^2}{2}$, где a – ускор. поезда. Пусть t_0 – вр., когда мимо опоздавшего проходит нач. предпосл. вагона, тогда t_0+t_1 – вр., когда проходит конец посл. вагона. Пусть L – длина вагона.

Тогда $L = \frac{a(t_0+t_1)^2}{2} - \frac{at_0^2}{2} = \frac{at_1^2}{2} + at_0\cdot t_1$

$$L = \frac{a(t_0+t_1+t_2)^2}{2} - \frac{a(t_0+t_1)^2}{2} = \frac{at_2^2}{2} + at_2(t_0+t_1)$$

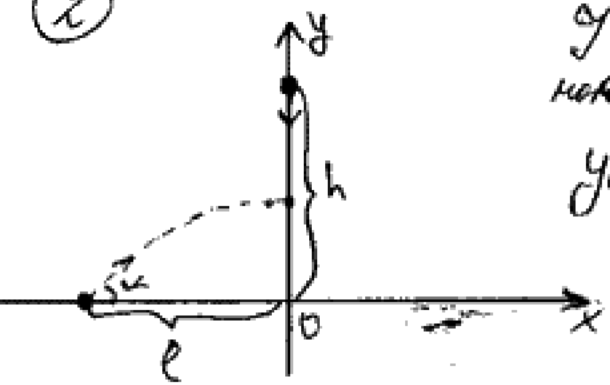
Приравн. и сокр. на a:

$$\frac{t_1^2}{2} + t_0t_1 = \frac{t_2^2}{2} + t_2(t_0+t_1)$$

$$t_0 = \frac{\frac{t_2^2}{2} + t_2t_1 - \frac{t_1^2}{2}}{t_1-t_2} = 63\frac{1}{2}\text{ с}$$

Дома.

(2)



Т. движ. кокоса и стрелы нач. в момент $t=0$

$$y_к = h - \frac{gt^2}{2}$$

$$\begin{cases} x_c = -l + (V_0 \cos\alpha)t \\ y_c = (V_0 \sin\alpha)t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

При $t = t_0$; $x_c = 0$, $y_c = y_к$ кокос и стрела встретятся:

$$\begin{cases} -l + (V_0 \cos\alpha)t_0 = 0 \\ (V_0 \sin\alpha)t_0 - \cancel{\frac{gt_0^2}{2}} = h - \cancel{\frac{gt_0^2}{2}} \end{cases}$$

$$t_0 = \frac{l}{V_0 \cos\alpha}$$

$$(V_0 \sin\alpha)\frac{l}{V_0 \cos\alpha} = h$$

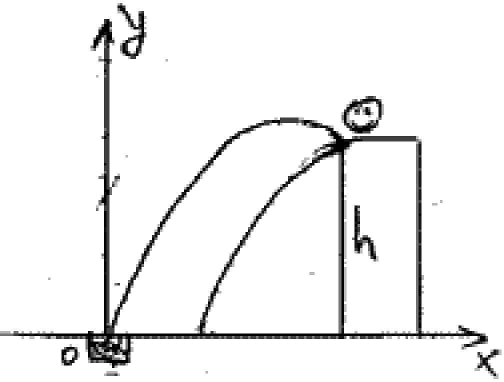
$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{l} = 1 \Rightarrow \alpha = 45° \Rightarrow$ при $\angle 45°$ встреча произойдёт в момент V_0, но надо, чтобы она произошла при $y > 0$, т.е. $h > \frac{gt_0^2}{2}$, $t_0 < \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$$\frac{l}{V_0 \cos} < \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$V_0 > \frac{l}{\cos\alpha}\sqrt{\frac{g}{2h}} = l\sqrt{2}\sqrt{\frac{g}{2h}} = l\sqrt{\frac{g}{h}} = \sqrt{10} \text{ м/с}$$

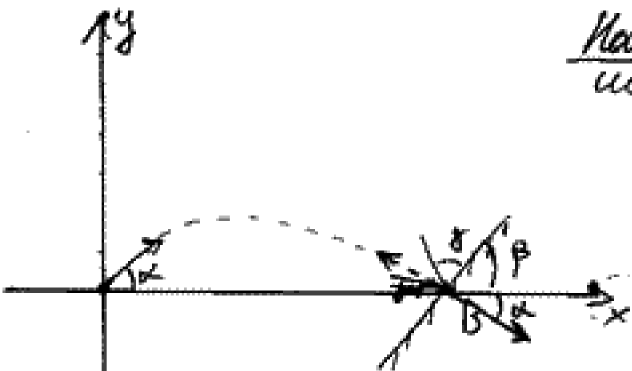
Отв. $\alpha = 45°$ при $V_0 > \sqrt{10}$ м/с

①



$$V = V_0 - gt$$
$$y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$
$$\begin{cases} h = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \\ 0 = V_0 (t_1 + t_2) - \frac{g(t_1+t_2)^2}{2} \end{cases}$$
$$V_0 = \frac{g(t_1+t_2)}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow h = \frac{g(t_1+t_2)t_1}{2} - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{g t_1 t_2}{2} = \frac{10 \cdot 1{,}2 \cdot 1}{2} = 6\text{ м}$$

⑤



<u>Найти</u> угол, под которым шарик был брошен из (·)B?

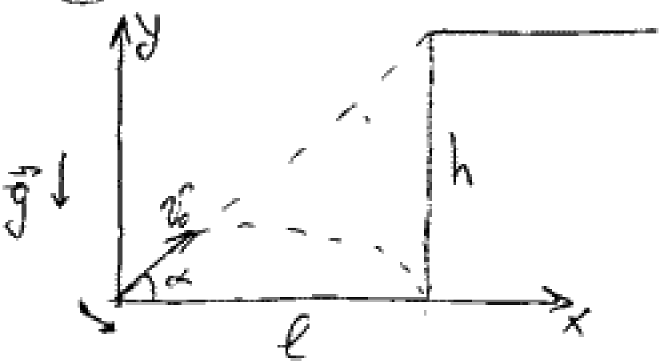
$$x = V_0 \cos\alpha \cdot t$$
$$y = V_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

t_1 — вр. до соударения $(y=0) \Rightarrow V_0 \sin\alpha\, t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 0$,

$$t_1 = \frac{2V_0 \cdot \sin\alpha}{g}$$
$$t_2 = \frac{2V_0 \cdot \sin\gamma}{g} = \frac{t_1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{2V_0 \sin\gamma}{g} = \frac{2V_0 \cdot \sin\alpha}{g \cdot \sqrt{3}}$$

$\sin\gamma = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$ ~~тогд~~ $\beta = 180° - \alpha - \gamma = 180° - 30° -$

1



~~$x = v_0 t$~~

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t \\ y = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \dfrac{g t^2}{2} \end{cases}$$

В момент падения ($t = T$):

$y = 0$ и $x = l$

$$\begin{cases} l = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot T \\ 0 = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot T - \dfrac{g T^2}{2} \end{cases} \longrightarrow T = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow v_0 \sin\alpha = \frac{Tg}{2}$$

$$l = \frac{2 v_0^2 \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{g}$$

$$tg\alpha = \frac{h}{l} \Rightarrow h = l \cdot tg\alpha = \frac{2 v_0^2 \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{g}.$$

$$tg\alpha = \frac{2 v_0^2 \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{g} \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{2 v_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{g} =$$

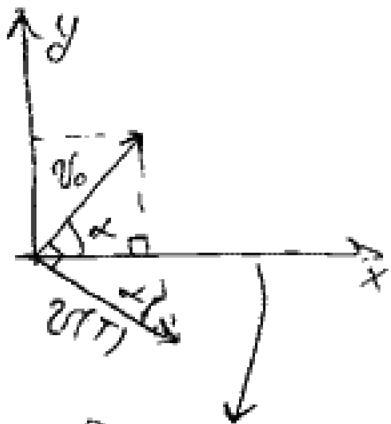
$$= \frac{2 \cdot \frac{T^2 g^2}{4}}{g} = \frac{T^2 g^2}{2} \cdot \frac{1}{g} = \frac{T^2 g}{2} = 5\text{ м}$$

(2)

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t \\ y = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \dfrac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Во время падения ($t=T$):

$x=\ell$ и $y=h$



$$\begin{cases} \ell = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot T \\ h = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot T - \dfrac{gT^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_y = v_{0y} - gt = v_0 \cdot \sin\alpha - gT \end{cases}$$

$$tg\,\alpha = \frac{v_x(T)}{|v_y(T)|} = \frac{v_0 \cdot \cos\alpha}{|v_{0y} - gT|} = \frac{v_0 \cdot \cos\alpha}{gT - v_0 \cdot \sin\alpha} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$v_0 (\cos^2\alpha + \sin^2\alpha) = g \cdot T \cdot \sin\alpha$$

$$v_0 = g \cdot T \cdot \sin\alpha$$

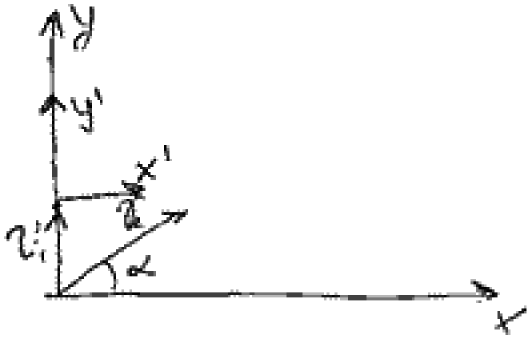
$$\begin{cases} \ell = g \cdot T^2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \\ h = g \cdot T^2 \cdot \sin^2\alpha - \dfrac{gT^2}{2} \end{cases}$$

$$S = \sqrt{h^2 + \ell^2} = gT^2 \sqrt{\sin^2\alpha \cdot \cos^2\alpha + \sin^4\alpha + \frac{1}{4} - \sin^2\alpha} =$$

$$= gT^2 \sqrt{\sin^2\alpha(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha) + \frac{1}{4} - \sin^2\alpha} =$$

$$= gT^2 \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{gT^2}{2} = 5 \text{ м}$$

4



$$\begin{cases} v'_{x_1} = 0 \\ v_{y_1} = v_0 - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{x_2} = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_{y_2} = v_0 \cdot \sin\alpha - gt \end{cases}$$

$$v'_{x_2} = v_0 \cdot \cos\alpha$$

$$v'_{y_2} = v_{y_2} - v_{y_1} = v_0 \sin\alpha - v_0$$

$$v' = \sqrt{(v'_{x_2})^2 + (v'_{y_2})^2} = v_0 \sqrt{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha + 1 - 2\sin\alpha}$$

$$= v_0 \sqrt{2(1-\sin\alpha)}$$

5

$$V_0 = \omega R \qquad v_1 = \omega x$$

$$\frac{V_0}{R} = \frac{V_1}{x} \iff v_0 = \frac{R}{x} \cdot v_1 = \frac{R}{x} \cdot v \cdot \sin\beta$$

$$x = \sqrt{R^2 + r^2 - 2R \cdot r \cdot \cos\alpha}$$

$$v_t = v \cdot \sin\beta$$

$$\frac{y}{\sin\beta} = \frac{x}{\sin(90+\alpha)}$$

$$\sin\beta = \frac{y \cdot \sin(90+\alpha)}{x}$$

$$V_0 = \frac{R}{x} \cdot v \cdot y \cdot \frac{\sin(90+\alpha)}{x}$$

$$y = R - \frac{r}{\cos\alpha}$$

$$V_0 = v \, \frac{R\left(R - \frac{r}{\cos\alpha}\right) \cdot \sin(90+\alpha)}{R^2 + r^2 - 2R \cdot r \cdot \cos\alpha} =$$

$$= v \cdot \frac{R\,(R \cdot \cos\alpha - r)}{R^2 + r^2 - 2Rr \cdot \cos\alpha} = vR \cdot \frac{R \cdot \cos\alpha - r}{R^2 + r^2 - 2Rr \cdot \cos\alpha}$$

08.03 Дома.

1.6

1) $ma = -\mu mg$ $\quad (+F_{тр} = \mu N = \mu mg)$

$a = -\mu g$

$V = V_0 - \mu g t$

$V_0 = \mu g t$ (тело остановится)

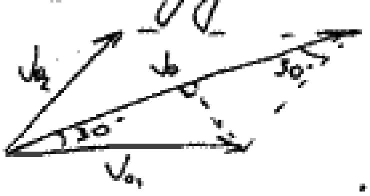
$t = \frac{V_0}{\mu g}$

$S = V_0 t - \frac{at^2}{2} = V_0 t - \frac{\mu g t^2}{2}$

$S = V_0 \cdot \frac{V_0}{\mu g} - \frac{\mu g V_0^2}{2\mu^2 g^2} = \frac{V_0^2}{2\mu g}$ (весь путь)

2) $S_1 = \frac{V_{01}^2}{2\mu g} \Rightarrow V_{01} = \sqrt{2\mu g S_1}$

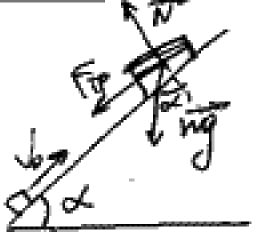
$V_{02} = \sqrt{2\mu g S_2}$



$\Rightarrow V_0 = V_{01}\cos 30° + V_{02}\cdot\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}(V_{01} + V_{02}) = \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{2\mu g}\cdot(\sqrt{S_1} + \sqrt{S_2}) = \frac{3}{4}(6+7)^2 = \frac{3}{4}\cdot 16$

$= 126{,}75$ см

3

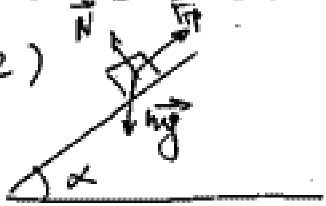
1) 

$$N = mg\cos\alpha$$

$$ma = mg\sin\alpha + F_{тр} = mg\sin\alpha + \mu N = mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha \Rightarrow a = g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha$$

$$V = V_0 - at \Rightarrow t_2 = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha}$$

$$y \quad S = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2(g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha)}$$

2) 

$$N = mg\cos\alpha$$

$$ma = mg\sin\alpha - F_{тр} = mg\sin\alpha - \mu N = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha$$

$$a = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$$

$$V = V_0 - at$$

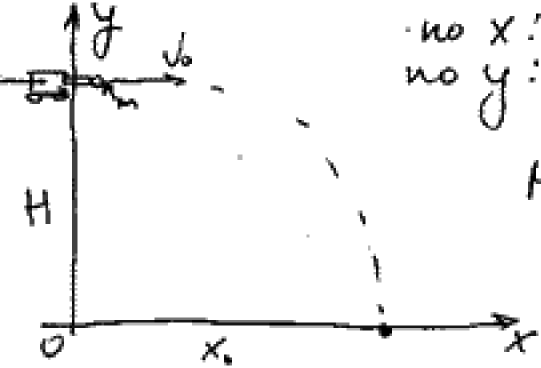
$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{2} \cdot t^2$$

$$\frac{V_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{2} \cdot t_1^2$$

$$t_1 = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2\alpha - \mu^2\cos^2\alpha}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\sqrt{\sin^2\alpha - \mu^2\cos^2\alpha}} = \sqrt{\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}}$$

3



по x: $x = V_0 t$

по y: $y = H - \frac{gt^2}{2}$

Момент пад. $y = 0$

$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \dots$

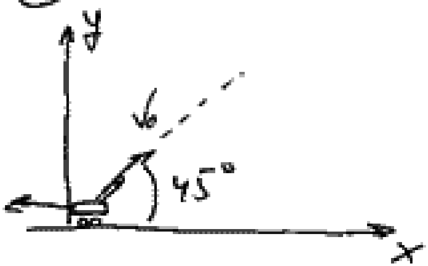
$\Rightarrow x_0 = V_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$

$MV = mV_0$ (закон сохран. импульса)

$\Rightarrow V_0 = \frac{MV}{m} \Rightarrow x_0 = \frac{MV}{m}\sqrt{\frac{2H}{g}} =$

$= \frac{2000 \cdot 2}{10} \cdot \sqrt{\frac{40}{10}} = 400 \cdot 2 = 800$ м

5



по x: $MV = mV_0 \cos\alpha$

$\Rightarrow mV_0 = \frac{MV}{\cos\alpha}$

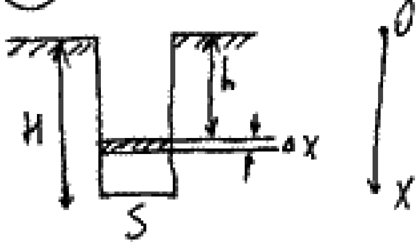
по y:

$\Delta P = mV_0 \sin\alpha = \frac{MV}{\cos\alpha} \cdot \sin\alpha = MV \cdot \operatorname{tg}\alpha =$

$= 800 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{\sin 45°}{\cos 45°} = 400 \cdot 1 = 400$

Дома. 15.03

4



$\Delta A = \Delta m g x$

S – площадь сечения колодца

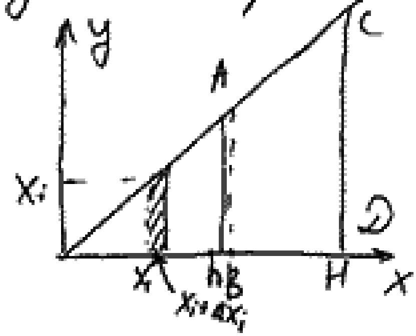
ρ – плотность грунта

m грунта в слое толщиной Δx:

$\Delta m = \rho S \Delta x \Rightarrow \Delta A = \rho S g x \Delta x$

$A_1 = \sum\limits_i \Delta A_i = \sum\limits_i \rho S g x_i \Delta x_i = \rho S g \cdot \sum\limits_i x_i \Delta x_i$,

где i – номер слоя.



$\sum\limits_i x_i \cdot \Delta x_i = S_{AB} = \dfrac{h^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ Работа I землекопа:

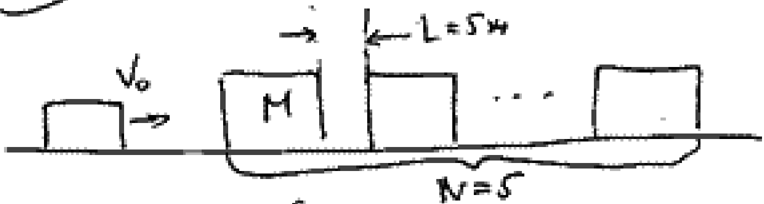
$A_1 = \rho S g \cdot \dfrac{h^2}{2}$

Работа II:

$A_2 = \rho S g \cdot \dfrac{H^2 - h^2}{2}$

$\dfrac{h^2}{2} = \dfrac{H^2 - h^2}{2} \Rightarrow h = \dfrac{H}{\sqrt{2}} = \dfrac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$ м

1.7



I столкновение при $t=0$ => $MV_0 = 2MV_1$ (закон сохран. импульса) =>

=> $V_1 = \frac{V_0}{2}$

Расст. $L=5м$ эти 2 вагона проедут за Δt_1

$$\Delta t_1 = \frac{L}{V_1} = \frac{L}{V_0}\cdot 2$$

$2MV_1 = 3MV_2$ (з-н сохр. имп. после столкновения)

$$V_2 = \frac{2}{3}V_1 = \frac{V_0}{3}$$

$$\Delta t_2 = \frac{L}{V_2} = 3\frac{L}{V_0}$$

—— " ——

$N\cdot M\cdot V_{N-1} = (N+1)MV_N$ (з-н сохр. для N ваг.)

$$\Rightarrow V_N = \frac{N}{N+1}V_{N-1} = \frac{N}{N+1}\cdot\frac{N-1}{N}\cdot V_{N-2} =$$

$$= \frac{N-1}{N-2}\cdot V_{N-2} = \ldots = \frac{V_0}{N+1} \Rightarrow$$

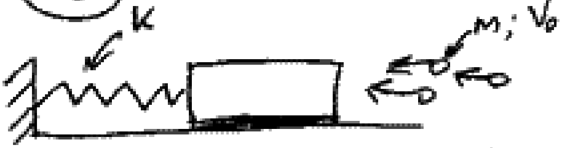
$$\Rightarrow \Delta t_{N-1} = \frac{L}{V_{N-1}} = N\frac{L}{V_0}$$

$$\tau = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \ldots + \Delta t_{N-1} = 2\frac{L}{V_0} + 3\frac{L}{V_0} + \ldots$$

$$+ N\frac{L}{V_0} = \frac{L}{V_0}(2+3+\ldots+N) = \frac{L}{V_0}\cdot\frac{N+2}{2}(N-1)$$

$$\cdot N=5 \Rightarrow \tau = \frac{L}{V_0}\cdot\frac{7}{2}\cdot 4 = 14\frac{L}{V_0}$$

1-8



$N = n \cdot S \cdot V_0 \cdot \Delta t$ капель в нап. промежуток Δt.

$\Delta P = mV_0 \cdot N = mV_0 \cdot n \cdot S \cdot V_0 \cdot \Delta t = F\Delta t \Rightarrow$

$\Rightarrow F = mV_0^2 n S$

$F = k \cdot \Delta L \Rightarrow \Delta L = \dfrac{mV_0^2 n S}{k}$

6

$mV\cos\alpha = (m+M)V' \Rightarrow V' = \dfrac{m}{M+m} V\cos\alpha$

$F_{тр} = \mu N = \mu(M+m)g$

$L = \dfrac{V_0^2}{2a}$

$V_0 = V'$; $a = \dfrac{F}{M+m} = \mu g \Rightarrow L = \dfrac{1}{2}\dfrac{m^2}{(M+m)^2} V^2\cos^2\alpha \cdot \dfrac{1}{\mu g}$

1-8

До и после попад. в I кубик: $mV_0 = MV' + m\dfrac{V_0}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{mV_0}{2} = MV' \Rightarrow V' = \dfrac{mV_0}{2M}$

$m\dfrac{V_0}{2} = (m+M)V''$

$$V'' = \frac{m v_0}{2(m+M)}$$

$$\Delta t_1 = \frac{L}{v_0/2} = \frac{2L}{v_0}$$

$$V'' = \frac{m v_0}{2(m+M)} \; ; \quad V' = \frac{m v_0}{2M}$$

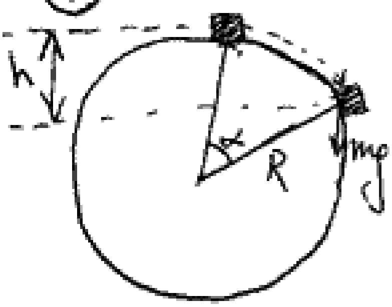
$$\Delta t_2 = \frac{L}{V' - V''} = \frac{L}{\frac{m v_0}{2}\left(\frac{1}{M} - \frac{1}{M+m}\right)} =$$

$$= \frac{2L}{v_0} \cdot \frac{M(M+m)}{m^2}$$

$$\tau = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{2L}{v_0}\left(1 + \frac{M(M+m)}{m^2}\right)$$

Дома. 12.04.

(1)



Момент отрыва $N = 0$

$$m\frac{V^2}{R} = mg\cos\alpha$$

• $V^2 = gR\cos\alpha$

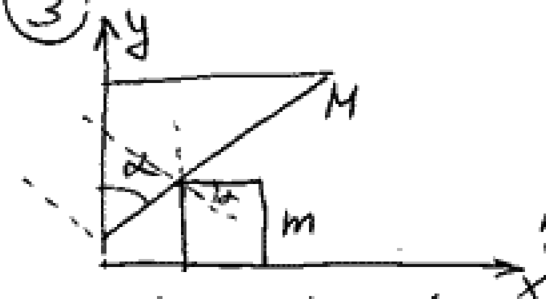
• $\frac{mV^2}{2} = mgh = mg(R - R\cos\alpha) =$

$= mgR(1 - \cos\alpha)$

$$\begin{cases} V^2 = 2gR(1-\cos\alpha) \\ V^2 = gR\cos\alpha \end{cases} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{2}{3}$$

• $h = R(1 - \cos\alpha) = \frac{R}{3}$

(3)



$\Delta x = \Delta y \, tg\alpha$ (сдвиг)

$\underset{\text{кубика}}{a_x} = \underset{\text{клина}}{a_y} \cdot tg\alpha$

• $Ma_y = Mg - N\sin\alpha$ → для клина

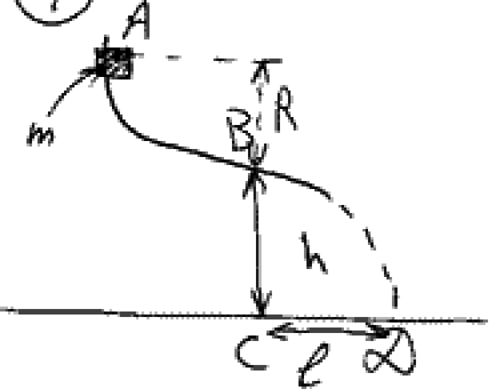
• $ma_x = N\cos\alpha$ → для кубика $\Rightarrow N = \frac{ma_x}{\cos\alpha}$

$Ma_y = Mg - \frac{ma_x}{\cos\alpha} \cdot \sin\alpha = Mg - ma_x \, tg\alpha =$

$= Mg - ma_y \cdot tg^2\alpha$

$(M + m\,tg^2\alpha)a_y = Mg \Rightarrow a_y = \frac{Mg}{M + m\,tg^2\alpha}$

4



$$E_{нач.} = mg(R+h)$$

$$E_{отрыва} = mgh + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$A = E_н - E_о = mgR - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$l = V_0 t$$

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$l = V_0\sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow V_0 = l\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

$$A = m\left(gR - \frac{V_0^2}{2}\right) = m\left(gR - \frac{l^2 g}{4h}\right) =$$

$$= mg\left(R - \frac{l^2}{4h}\right)$$

5

Брусок в покое $mg = k(l_0 - l_1) \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{mg}{k} = l_0 - l_1$

При пад. с выс. h пружина сжим. до l_2:

$$mg\left(h + (l_0 - l_2)\right) = \frac{k(l_0 - l_2)^2}{2}$$

$$l_0 - l_2 = x;\quad l_0 - l_1 = y$$

$$x^2 - 2yx - 2yh = 0$$

$$x = y + \sqrt{y^2 + 2yh} = 8 \text{ см}$$

$$l_0 - l_2 = 8 \Rightarrow l_2 = 12 \text{ см}$$

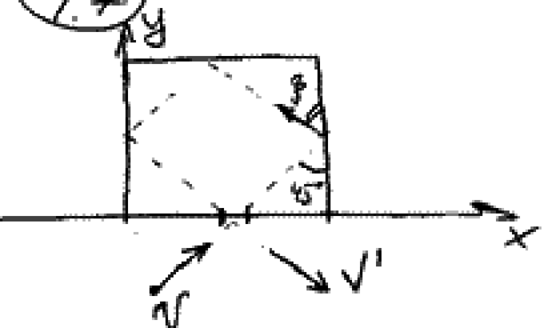
$$ma = mg - k(l_0 - l_2) \Rightarrow a = g - \frac{kx}{m}$$

2/3 Груз подвешен на нить длиной l и подвешен к гвоздю, вбит. в стену, на расст. $l/2$ от гвоздя A вбит 2 гвоздь, опр. период кол.

Дома.

19.04.

1.7



по x: $mV\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = m\cdot V_{рамки} - mV_{шар}\cdot\sin\beta$

по y: $mV\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = mV_{ш}\cdot\cos\beta$

Закон сохран E:

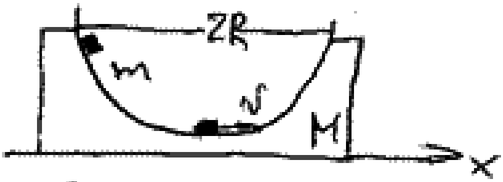
$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_р^2}{2} + \frac{mV_ш^2}{2}$$

$\beta = 0$

$V_ш = \frac{V}{\sqrt{2}}$; $V_р = \frac{V}{\sqrt{2}}$

$|V_ш| = |V|$

1.8



Закон сохран. E:

$$mgR = \frac{mv^2}{2} + \frac{MV^2}{2}$$

$$\cancel{m(v-V) = MV}$$

$$m(v-V) - MV = 0$$

$$V = \frac{mv}{m+M}$$

1.9

$R >> r$

II закон Ньютона:

$$m\frac{V_к^2}{R} = N - mg$$ ← конечн. скор.

$$N = mg + m\frac{V_к^2}{R}$$

Закон сохран. E:

$$mgh + \frac{mV^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} = m\frac{V_к^2}{2} + \frac{J\omega_к^2}{2}$$

$$J = mr^2$$

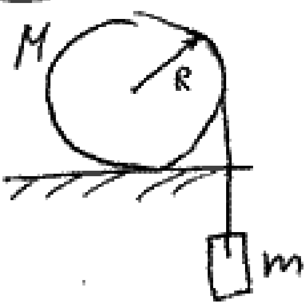
$$\omega = \frac{V}{r}$$ → движ. без проскальз.

$$mg\frac{R}{2} + \frac{mV^2}{2} + \frac{mr^2V^2}{2r^2} = \frac{mV_к^2}{2} + \frac{mr^2V_к^2}{2r^2}$$

$$gR + 2V^2 = 2V_k^2 \Rightarrow V_k^2 = \frac{gR}{2} + V^2$$

$$N = mg + \frac{m}{R}\left(\frac{gR}{2} + V^2\right) = \frac{3}{2}mg + \frac{mV^2}{R}$$

1.11



Закон сохр. E:

$$mgh = \frac{mV^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} + \frac{MV_0^2}{2}$$

$$\left.\begin{matrix} V_0 = \omega R \\ V = \omega R \end{matrix}\right\} \Rightarrow V_0 = V$$

$$mgh = \frac{mV^2}{2} + \frac{MR^2 \cdot V^2}{2R^2} + \frac{MV^2}{2}$$

$$mgh = \frac{mV^2}{2} + MV^2 = V^2\left(\frac{m}{2} + M\right)$$

$$h = \left(\frac{1}{2} + \frac{M}{m}\right)\frac{V^2}{g} \Rightarrow$$ равноускор. движ.

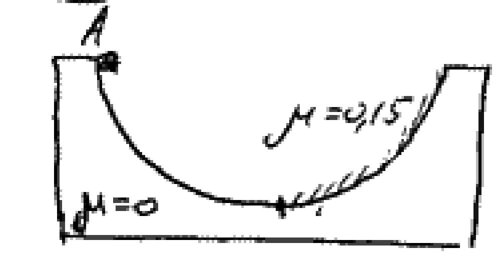
$$h = \frac{at^2}{2};\quad V = at$$

где $t = \frac{V}{a} \Rightarrow h = \frac{a}{2}\cdot\frac{V^2}{a^2} = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow$

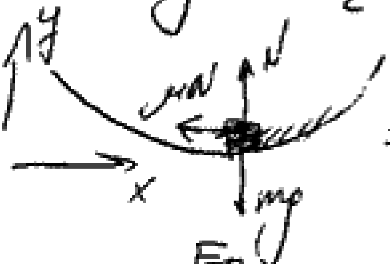
$$\Rightarrow 2a = \frac{g}{\frac{1}{2} + \frac{M}{m}} \Rightarrow a = \frac{g}{1 + \frac{2M}{m}}$$

$$A = \frac{mg\sqrt{R^2 + [mg\tau^2(M+m)]^2}}{(M+m)R}$$

1.3



$$mgR = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{2gR}$$



$$Oy:\ ma = N - mg \Rightarrow N = m(a_y + g)$$

$$= m\left(\frac{V^2}{R} + g\right)$$

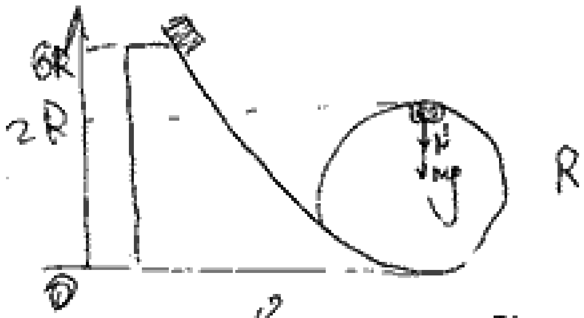
$$F_{тр} = \mu N = \mu m\left(\frac{V^2}{R} + g\right)$$

$$a_x = \frac{F_{тр}}{m} = \mu\left(\frac{V^2}{R} + g\right)$$

$$a_y = \frac{V^2}{R}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{4g^2 + \mu 9g^2}$$

1



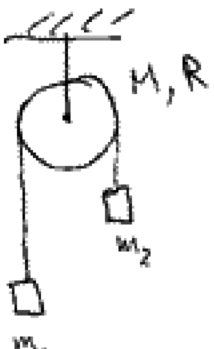
$$\frac{mv^2}{2} = mg \cdot 4R$$

$$a_{цс} = \frac{8gR}{R} = 8g$$

$$ma_{цс} = mg + N$$

$$N = 7mg$$

2



$$v = at$$

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

$$\Delta W_{пот} = (m_1 - m_2) g h (t)$$

$$\Delta W_{кин} = \frac{(m_1 + m_2 + M) v^2}{2}$$

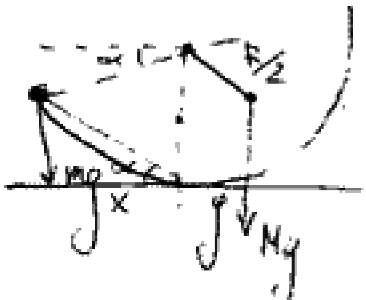
$$(m_1 - m_2) g h = \frac{(m_1 + m_2 + M) v^2}{2}$$

$$a = \frac{(m_1 - m_2) g}{m_1 + m_1 + M}$$

10.05

Дома.

1.19



$$mgx = Mgy$$

$$mx = My$$

$$x = R\cdot\cos\alpha$$

$$y = \frac{R}{2}\cdot\sin\alpha$$

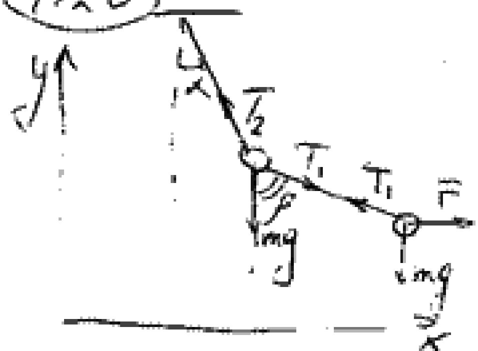
$$mR\cos\alpha = M\frac{R}{2}\cdot\sin\alpha$$

$$\frac{2mR}{MR} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow \frac{2m}{M} = \operatorname{tg}\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}} = \frac{2m/M}{\sqrt{1+4m^2/M^2}} = \frac{2m}{M\sqrt{1+4m^2/M^2}}$$

$$h = R\sin\alpha = \frac{2mR}{M\sqrt{1+4m^2/M^2}}$$

1.20



$$\begin{cases} F - T_1\sin\beta = 0 \\ T_1\sin\beta - T_2\sin\alpha = 0 \\ -mg + T_1\cos\beta = 0 \\ T_2\cos\alpha - mg - T_1\cos\beta = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2T_1\cos\beta - T_2\cos\alpha = 0 \\ T_1\sin\beta - T_2\sin\alpha = 0 \end{cases}$$

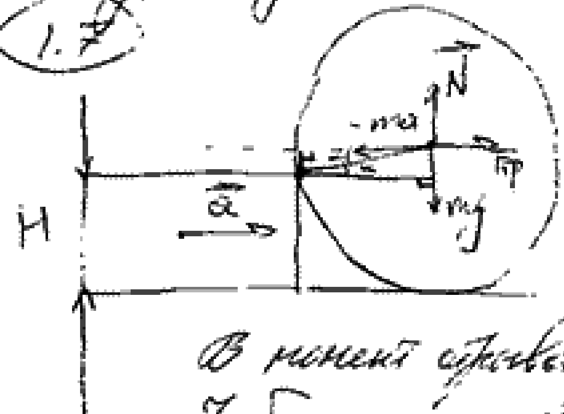
$$T_2 = \frac{2T_1\cdot\cos\beta}{\cos\alpha}$$

$$T_1 \cdot \sin\beta - \frac{2T_1\cos\beta\sin\alpha}{\cos\alpha} = 0$$

$$\sin\beta\cos\alpha - 2\sin\alpha\cos\beta = 0$$

$$\operatorname{tg}\beta = 2\operatorname{tg}\alpha$$

1.7



В момент отрыва $\vec{N}$ и $\vec{F}_{тр}$ исчезают

Чтобы тело оторвалось от угла, не [illegible] не перекат.:

$$M_{ma} = M_{mg}$$

$$(R-H)ma = \cos\alpha R\cdot mg$$

$$a = \frac{R\cos\alpha\cdot g}{R-H}$$

$$\sin\alpha = \frac{R-H}{R}$$

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{H(2R-H)}}{R}$$

$$a = \frac{\sqrt{H(2R-H)}\,g}{R-H} \quad \text{при} \quad H<R$$