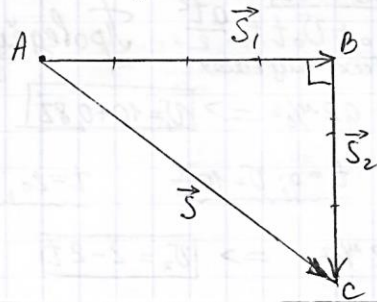


## Задачи "Кинематика"

- ① Дано:
- |                       |
|-----------------------|
| $S_1 = 40 \text{ км}$ |
| $S_2 = 30 \text{ км}$ |
| $S = ?$ $L = ?$       |



Решение

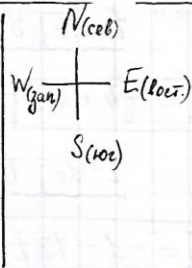
Путь  $L = S_1 + S_2 = 30 \text{ км} + 40 \text{ км} = 70 \text{ км}$

Перемещ.  $S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ (км)}$

Ответ:  $L = 70 \text{ км}$ ;  $S = 50 \text{ км}$

- ② Дано:

$S_1 = 400 \text{ м}$
$S_2 = 500 \text{ м}$
$S_3 = 300 \text{ м}$
$S = ?$



Решение

Способ 1

Геометрическим построением

$S \approx 620 \text{ м}$  - по линейке, где 1 см - это 100 м

Способ 2

Рассмотрим прямоугол. треугольник:

ABC - равнобедренной,  $\alpha = 45^\circ$

Тогда  $a = S_1 \cdot \sin \alpha = 400 \cdot \sin 45^\circ \approx 280 \text{ м}$

Рассмотрим прямоугольн. тр. CDE:  $S_x = S_2 - a = 500 - 280 = 220 \text{ (м)}$

$S_y = S_3 + a = 300 + 280 = 580 \text{ (м)}$

по теореме Пифагора:  $S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{220^2 + 580^2} \approx 620 \text{ (м)}$

Ответ:  $S \approx 620 \text{ м}$

- ③ Дано:

$v_1 = 20 \text{ м/с}$
$v_2 = 36 \text{ км/ч} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
$S_1 = \frac{S}{3}$
$S_2 = \frac{2S}{3}$
$v_{\text{ср}} = ?$

Решение

$$v_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} ; t_1 = \frac{S_1}{v_1} ; t_2 = \frac{S_2}{v_2}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{\frac{S}{3} + \frac{2S}{3}}{\frac{S}{v_1} + \frac{2S}{v_2}} = \frac{S}{\frac{S}{3v_1} + \frac{2S}{3v_2}} = \frac{S}{\frac{v_2 + 2v_1}{3v_1 v_2}} = \frac{3v_1 v_2}{v_2 + 2v_1}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{3 \cdot 20 \cdot 10}{10 + 2 \cdot 20} = \frac{600}{50} = 12 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Ответ:  $v_{\text{ср}} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

- ④ Дано:

$t = 10 \text{ с}$
$v = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
$v_0 = 0$
$S = ?$

Решение

$$S = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2}$$

$$S = \frac{10 \cdot 10^2}{2} = 500 \text{ (м)}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{100 - 0}{10} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ:  $S = 500 \text{ м}$

5) Дано:

$$x_1 = 10t + 0,4t^2$$

$$x_2 = 2t - t^2$$

$$x_3 = -4t + 2t^2$$

$$x_4 = -t - 6t^2$$

$$v_1(t) - ? \quad v_2(t) - ?$$

$$v_3(t) - ? \quad v_4(t) - ?$$

Решение.

$$v = v_0 + at$$

В общем виде  $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ . Проверим анализ:  
 $x_0 = 0$  во всех случаях

①  $v_0 = 10 \frac{м}{с}$ ;  $\frac{a}{2} = 0,4 \Rightarrow a = 0,8 \frac{м}{с^2} \Rightarrow v_1 = 10 + 0,8t$

Точки:  $t=0; v=10 \frac{м}{с}$        $t=2с; v=11,6 \frac{м}{с}$

②  $v_0 = 2 \frac{м}{с}$ ;  $\frac{a}{2} = -1 \Rightarrow a = -2 \frac{м}{с^2} \Rightarrow v_2 = 2 - 2t$

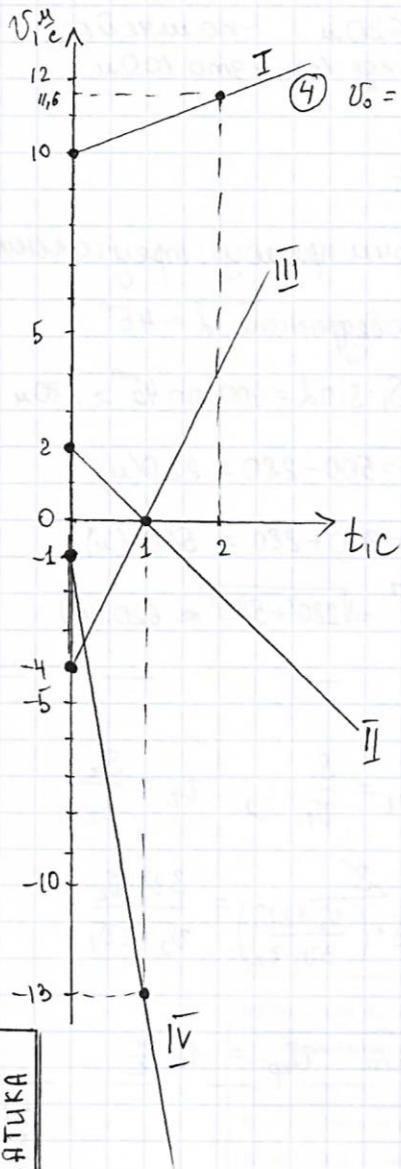
Точки:  $t=0; v=2 \frac{м}{с}$        $t=1с; v=0$

③  $v_0 = -4 \frac{м}{с}$ ;  $\frac{a}{2} = 2 \Rightarrow a = 4 \frac{м}{с^2} \Rightarrow v_3 = -4 + 4t$

Точки:  $t=0; v=-4 \frac{м}{с}$        $t=1с; v=0$

④  $v_0 = -1 \frac{м}{с}$ ;  $\frac{a}{2} = -6 \Rightarrow a = -12 \frac{м}{с^2} \Rightarrow v_4 = -1 - 12t$

Точки:  $t=0; v=-1 \frac{м}{с}$        $t=1с; v=-13 \frac{м}{с}$



Тело №2 и №4 имеют отрицательное ускорение, т.е. движение равнозамедленное

У тел №1 и №3 движение равноускоренное

⑥ Дано:

$v_0 = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	Cu
$a = 0,3 \text{ м/с}^2$	
$v = 0$	
$S = ?$	

Решение

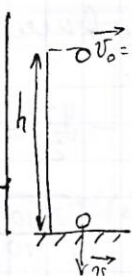
$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad a < 0, \text{ т.к. торможение}$$

$$S = \frac{-v_0^2}{-2a} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{15^2}{2 \cdot 0,3} = 375 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 375 \text{ м}$

⑦ Дано:

$v_0 = 0$
$h = 5 \text{ м}$
$g = 10 \text{ м/с}^2$
$v = ?$



Решение

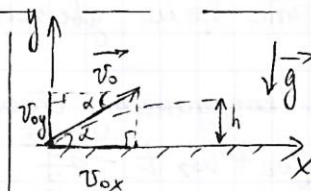
$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$h = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5} = 10 \text{ м/с}$$

Ответ:  $v = 10 \text{ м/с}$

⑧ Дано:

$v_0 = 200 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \text{ м/с}$	Cu
$\alpha = 30^\circ$	
$v_y = 0$	
$h = ?$	



Решение

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

По вертикали - движение равнозамедленное до полной остановки:

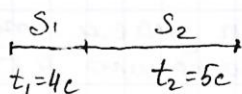
$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow h = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{-2g} \Rightarrow h = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$h = \frac{20^2 \cdot 0,5^2}{2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

Ответ:  $h = 5 \text{ м}$

⑨ Дано:

$S_1 = 2 \text{ м}$
$t_1 = 4 \text{ с}$
$S_2 = 4 \text{ м}$
$t_2 = 5 \text{ с}$
$a = ?$



Решение

Это равноускоренное движение.

$v_1$  - средняя скорость в середине первого интервала

$v_2$  - средняя скорость в середине второго интервала

$t$  - время между серединами интервалов

$$t = \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2} = \frac{4 \text{ с}}{2} + \frac{5 \text{ с}}{2} = 4,5 \text{ с}$$

Тогда  $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$

$$v_1 = \frac{S_1}{t_1} = \frac{2 \text{ м}}{4 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{S_2}{t_2} = \frac{4 \text{ м}}{5 \text{ с}} = 0,8 \text{ м/с}$$

$$a = \frac{0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{4,5 \text{ с}} \approx 0,07 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ:  $a \approx 0,07 \text{ м/с}^2$

10) Дано:

$$y_{01} = 10 \text{ м}$$

$$y_{02} = 8 \text{ м}$$

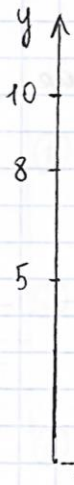
$$y_3 = 5 \text{ м}$$

$$v_{01} = 0$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$t_1 = t_2 = t$$

$$v_{02} = ?$$



тело;

Свободно падает  $v_{01} = 0$

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

(по условию нач. координата первого тела 10 м)

В момент столкновения их общая высота 5 м.

$$\text{Тогда } y_3 = y_{01} - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \frac{gt^2}{2} = y_{01} - y_3$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot (y_{01} - y_3)}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (10 - 5)}{10}} = 1 \text{ с}$$

$t = 1 \text{ с}$  - это время движения до столкновения

2-е тело

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Подставим координату столкновения:

$$\Rightarrow y_3 = y_{02} + v_{02} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v_{02} = \frac{y_3 - y_{02} + \frac{gt^2}{2}}{t}$$

$$v_{02} = \frac{5 - 8 + \frac{10 \cdot 1^2}{2}}{1} = 2 \text{ (м/с)}$$

Ответ:  $v_{02} = 2 \text{ м/с}$

11) Дано:

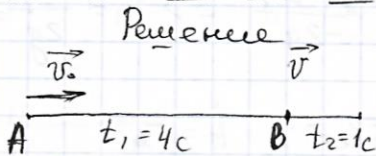
$$v_0 = 5 \text{ м/с}$$

$$t_1 = 4 \text{ с}$$

$$t_2 = 1 \text{ с}$$

$$S = 4,5 \text{ м}$$

$$a = ?$$



Решение

В начальный момент: в т. А

$$v = v_0 + a \cdot t \text{ или } v = v_0 + a t_1 \quad (1)$$

Рассмотрим движение в т. В: мы знаем, что за пятую секунду тело прошло 4,5 м:

$$S = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \text{ или } S = v \cdot t_2 + \frac{a \cdot t_2^2}{2} \quad (2)$$

в т. В начальной будет та скорость  $v$ !

Подставим формулу (1) в (2), получим:

$$S = (v_0 + a t_1) \cdot t_2 + \frac{a t_2^2}{2} \Rightarrow S = v_0 t_2 + a t_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} = v_0 t_2 + a \left( t_1 t_2 + \frac{t_2^2}{2} \right)$$

тогда

$$a = \frac{S - v_0 \cdot t_2}{t_1 t_2 + \frac{t_2^2}{2}}; \quad a = \frac{4,5 - 5 \cdot 1}{4 \cdot 1 + \frac{1^2}{2}} = -0,11 \text{ (м/с}^2)$$

Ответ:  $a = -0,11 \text{ м/с}^2$

12) Дано:

$$T = \frac{1}{15} \text{ мин} = 4 \text{ с}$$

$$R = 20 \text{ см} = 2 \text{ м}$$

$$v = ?$$

Решение

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2}{4} = 3,14 \text{ (м/с)}$$

Ответ:  $v = 3,14 \text{ м/с}$

Кинематика

4

(13) Дано:  $\text{см}$   
 $N = 0,5$   
 $R = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$   
 $t = 10 \text{ с}$   
 $L_1 = \frac{L}{2}$

---

$v = ?$

Решение

Тело прошло половину длины окружности

$$v = \frac{2\pi R}{T} ; T = \frac{t}{N} = \frac{10 \text{ с}}{0,5} = 20 \text{ с}$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5}{20} = 0,157 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 0,16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $v \approx 0,16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

(14) Дано:  $\text{см}$   
 $R = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$   
 $v = 7,2 \text{ км/ч} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

---

$a_y = ?$

Решение

$$a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{2^2}{0,5} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ:  $a_y = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

# Задачи "Динамика"

① Дано:

$$\frac{F_1}{F_2} = 100$$

h-?



$$F_1 = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} \quad (1) \quad F_2 = G \cdot \frac{m \cdot M}{(R+h)^2} \quad (2) \quad \text{Разделим (1) на (2):}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}}{G \cdot \frac{M \cdot m}{(R+h)^2}} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{R+h}{R}\right)^2 = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2 = 10^2$$

$$1 + \frac{h}{R} = 10$$

$$\frac{h}{R} = 10 - 1$$

Ответ: на расстоянии 9 радиусов Земли.

$$h = 9 \cdot R$$

② Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$h = 600 \text{ км}$$

$$R = 6400 \text{ км}$$

$$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

F-?

См

Решение

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{(R+h)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 1}{(6,4 \cdot 10^6 + 0,6 \cdot 10^6)^2} = \frac{6 \cdot 10^{14}}{7^2 \cdot 10^8} = 6,67 \cdot 10^{-11} = 0,8 \cdot 10^{-7} = 8 \text{ (Н)}$$

Ответ: F = 8 Н

③ Дано:

$$\rho = 5200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$R = 6100 \text{ км}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

g-?

См

Решение

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

$$M = \rho \cdot V; \quad V = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3$$

$$\Rightarrow g = G \cdot \frac{\frac{4}{3} \pi R^3 \rho}{R^2} = \frac{4}{3} \cdot G \cdot \pi R \rho$$

$$g = \frac{4}{3} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 3,14 \cdot 6,1 \cdot 10^6 \cdot 5200 =$$

$$= 885783 \cdot 10^{-5} = 8,86 \text{ м/с}^2$$

Ответ: g = 8,86 м/с<sup>2</sup>

④ Дано:

$$g_1 = 0,05 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 8$$

g<sub>2</sub>-?

Решение

$$g_1 = G \cdot \frac{M_1}{R_1^2} \quad (1); \quad g_2 = G \cdot \frac{M_2}{R_2^2}$$

$$M - \text{масса} \quad M_1 = \rho \cdot V_1 \quad \text{и} \quad M_2 = \rho \cdot V_2 \Rightarrow M \text{ увеличилась в } 8 \text{ раз}$$

$$\text{т.к. } \rho_1 = \rho_2$$

Рассмотрим радиусы:

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi R_1^3; \quad V_2 = \frac{4}{3} \pi R_2^3 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 = 8 = 2^3 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 2$$

$$R_2 = R_1 \cdot 2$$

В формуле (1) произойдет увеличение массы в 8 раз и увеличение радиуса в 2 раза.

Ответ: g<sub>2</sub> = 0,1 м/с<sup>2</sup>

$$g_2 = g_1 \cdot \frac{8}{2^2} = 2 \cdot g_1 = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ м/с}^2$$

ДИНАМИКА

7

5) Дано:

Решение

$P = 600 \text{ Н}$

$P_1 = 720 \text{ Н}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$a = ?$

т.к. вес увеличился, значит перегрузка  $\Rightarrow P_1 = m(g+a)$

$\Rightarrow a = \frac{P_1}{m} - g \quad (1)$

Выразим массу из формулы веса в неподвижном лифте.

$P = m \cdot g \Rightarrow m = \frac{P}{g} \quad (2)$

$(2) \rightarrow (1) \Rightarrow a = \frac{P_1 \cdot g}{P} - g = g \cdot \left( \frac{P_1}{P} - 1 \right) = 10 \cdot \left( \frac{720}{600} - 1 \right) = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$

Ответ:  $a = 2 \text{ м/с}^2$

6) Дано: Си

$m = 5 \text{ т} = 5 \cdot 10^3 \text{ кг}$

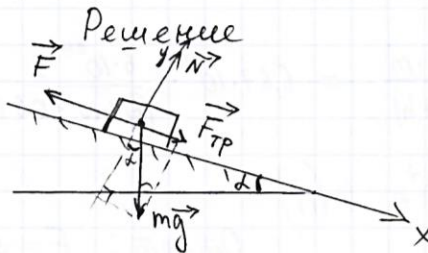
$\mu = 0,7$

$\alpha = 30^\circ$

$a = 0$

$F = ?$

Решение



II закон Ньютона:

$\vec{F} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$\textcircled{OX} \quad -F + F_{тр} + mg \cdot \sin \alpha = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow F = F_{тр} + mg \cdot \sin \alpha \quad (1)$

$F_{тр} = \mu \cdot N \quad (2)$

$\textcircled{OY} \quad N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \cos \alpha \quad (3)$

$(2), (3) \rightarrow (1) \Rightarrow F = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha \Rightarrow F = mg (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$

$F = 5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot \left( 0,7 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right) = 5,5 \cdot 10^4 \text{ (Н)}$

Ответ:  $F = 5,5 \cdot 10^4 \text{ Н}$

7) Дано: Си

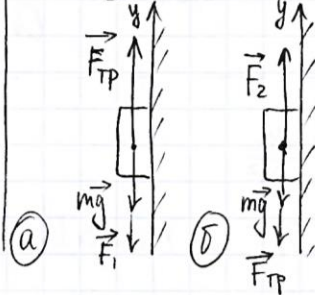
$a = 0$

$m = 50 \text{ кг} = 0,05 \text{ кг}$

$F_1 = 1,5 \text{ Н}$

$F_2 = ?$

Решение



II 3-и Ньютона:

$\textcircled{a} \quad \vec{F}_{тр} + m\vec{g} + \vec{F}_1 = m\vec{a}$

$\textcircled{OY} \quad F_{тр} - mg - F_1 = 0 \Rightarrow F_{тр} = mg + F_1 \quad (1)$

$\textcircled{b} \quad \vec{F}_2 + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$

$\textcircled{OY} \quad F_2 - mg - F_{тр} = 0 \Rightarrow F_2 = mg + F_{тр} \quad (2)$

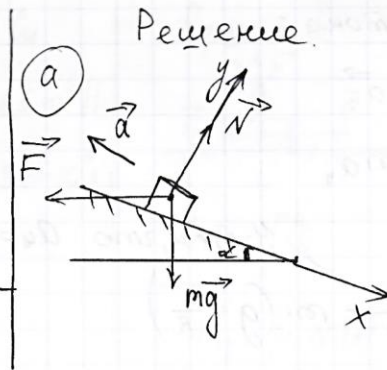
$(1) \rightarrow (2) \Rightarrow F_2 = mg + mg + F_1 = 2mg + F_1 = 2 \cdot 0,05 \cdot 10 + 1,5 = 2,5 \text{ (Н)}$

Ответ:  $F_2 = 2,5 \text{ Н}$

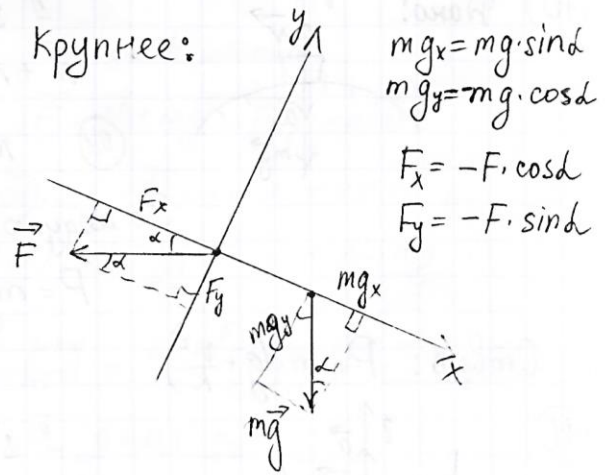
8) Дано:

$\alpha = 30^\circ$   
 $m = 50 \text{ кг}$   
 $F = 294 \text{ Н}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

$a_1 = ?$   $a_2 = ?$



Крупнее:



$mg_x = mg \cdot \sin \alpha$   
 $mg_y = mg \cdot \cos \alpha$   
 $F_x = -F \cdot \cos \alpha$   
 $F_y = -F \cdot \sin \alpha$

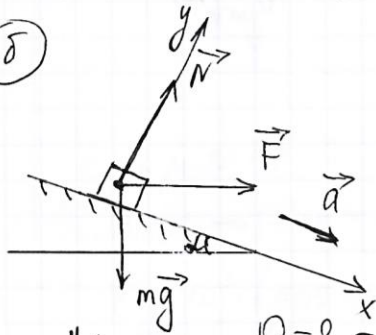
II закон Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}$$

OX)  $mg \cdot \sin \alpha - F \cdot \cos \alpha = -ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F \cdot \cos \alpha - mg \sin \alpha}{m}$

$$a_1 = \frac{294 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 50 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{50} = 9,09 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

8)



II закон Ньютона:

$$\vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}_2$$

OX)  $F \cdot \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha = ma_2$

$$a_2 = \frac{F \cos \alpha + mg \sin \alpha}{m} = \frac{294 \cdot \frac{1}{2} + 50 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{50} = 10,09 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

Ответ:  $a_1 = 9,09 \text{ м/с}^2$ ;  $a_2 = 10,09 \text{ м/с}^2$

9) Дано:

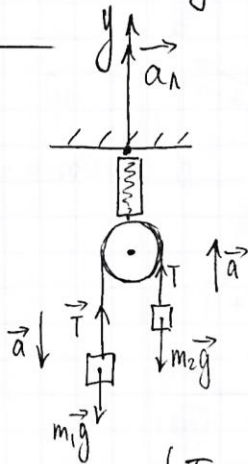
$a_1 = 1,2 \text{ м/с}^2$

$m_1 = 0,3 \text{ кг}$

$m_2 = 0,2 \text{ кг}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$F_{\text{уп}} = ?$



Решение

Жгут невесомая и нерастяжимая

$T_1 = T_2 = T$ ;  $a_1 = a_2 = a$

$a_1$  - ускорение шпота

Система грузов движется в сторону более тяжелого груза

II закон Ньютона для двух тел:

$$\begin{cases} T - m_1 \cdot g = m_1 \cdot (a + a_1) & (1) \\ T - m_2 \cdot g = m_2 \cdot (a_1 - a) & (2) \end{cases}$$

Возьмем из (1) второе:

$$m_1 g - m_2 g = m_2 \cdot (a_1 - a) - m_1 \cdot (a + a_1)$$

$$g(m_1 - m_2) = m_2 a_1 - m_2 a - m_1 a - m_1 a_1 \Rightarrow g(m_1 + m_2) = a_1(m_2 - m_1) - a(m_1 + m_2)$$

$$a = \frac{a_1(m_2 - m_1) - g(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} = \frac{(1,2 + 10) \cdot (0,2 - 0,3)}{0,2 + 0,3} = \frac{11,2 \cdot (-0,1)}{0,5} = -2,24 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$T = m_1 \cdot (a + a_1) + m_1 \cdot g = 0,3 \cdot (-2,24 + 1,2) + 0,3 \cdot 10 = 2,7 \text{ Н}$$

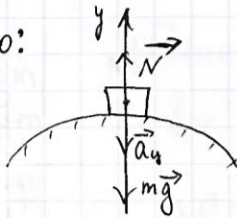
$$P = F_{\text{уп}} = 2 \cdot T = 2 \cdot 2,7 = 5,4 \text{ Н}$$

Ответ:  $F_{\text{уп}} = 5,4 \text{ Н}$

Динамика  
9



10) Дано:



II закон Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_y$$

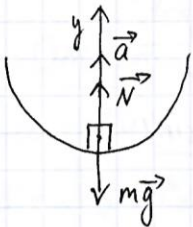
$$\textcircled{0y} \quad N - mg = -ma_y$$

По модулю:  $P = N$  ; Учтём, что  $a_y = \frac{v^2}{R}$

$$\Rightarrow P = mg - m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \left( g - \frac{v^2}{R} \right)$$

Ответ:  $P = m \cdot \left( g - \frac{v^2}{R} \right)$

11)



II закон Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_y$$

$$\textcircled{0y} \quad N - mg = ma_y ; a_y = \frac{v^2}{R} ; N = P$$

$$P = mg + ma_y = m \cdot \left( g + \frac{v^2}{R} \right)$$

Ответ:  $P = m \cdot \left( g + \frac{v^2}{R} \right)$

—

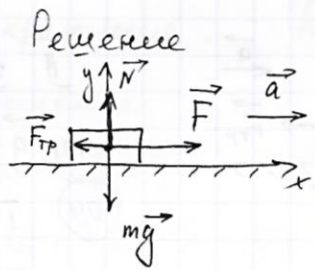
272 Дано:  $G$

$$F = 650 \text{ кН} = 6,5 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$m = 3250 \text{ т} = 3,25 \cdot 10^6 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,005$$

$$a = ?$$



II 3-н Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

$$(Ox) \quad F - F_{\text{тр}} = ma \Rightarrow a = \frac{F - F_{\text{тр}}}{m} \quad (1)$$

$$(Oy) \quad N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \quad (2)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N \quad (3)$$

$$(3), (2) \rightarrow (1) \Rightarrow a = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{6,5 \cdot 10^5 - 0,005 \cdot 3,25 \cdot 10^6 \cdot 10}{3,25 \cdot 10^6} = 1,5 \cdot 10^{-1} = 0,15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ:  $a = 0,15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

273 Дано:  $G$

$$m = 1 \text{ т} = 10^3 \text{ кг}$$

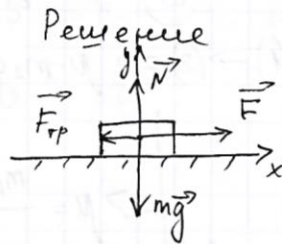
$$v = 30 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 0$$

$$t = 20 \text{ с}$$

$$\mu = 0,05$$

$$F = ?$$



II 3-н Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

$$(Ox) \quad F - F_{\text{тр}} = ma \Rightarrow F = F_{\text{тр}} + ma \quad (1)$$

$$(Oy) \quad N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \quad (2)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N \quad (3) \quad a = \frac{v - v_0}{t} \quad (4)$$

$$(4), (3), (2) \rightarrow (1) \Rightarrow F = \mu mg + ma = m \left( \mu g + \frac{v - v_0}{t} \right)$$

$$F = 10^3 \cdot \left( 0,05 \cdot 10 + \frac{30}{20} \right) = 2 \cdot 10^3 \text{ (Н)}$$

Ответ:  $F = 2 \text{ кН}$

289 Дано:  $G$

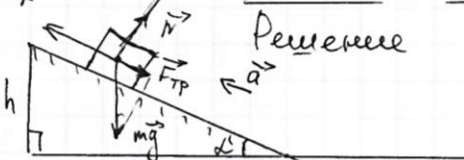
$$m = 4 \text{ т} = 4 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$a = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{h}{l} = \sin \alpha = 0,02$$

$$\mu = 0,04$$

$$F = ?$$



Уклон:  $\frac{h}{l} = \sin \alpha$   
 $l$  - длина уклона

II 3-н Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$(Ox) \quad F_{\text{тр}} - F + mg \cdot \sin \alpha = -ma \Rightarrow F = F_{\text{тр}} + mg \cdot \sin \alpha + ma \quad (1)$$

$$(Oy) \quad N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N \quad (3) \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,02^2} = 0,99 \quad (4)$$

$$(2), (3), (4) \rightarrow (1) \Rightarrow F = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha + ma = m \cdot (\mu \cdot g \cdot \cos \alpha + g \cdot \sin \alpha + a)$$

$$F = 4 \cdot 10^3 \cdot (0,04 \cdot 10 \cdot 0,99 + 10 \cdot 0,02 + 0,2) \approx 3,2 \cdot 10^3 \text{ (Н)}$$

Ответ:  $F \approx 3,2 \cdot 10^3 \text{ Н}$

310 Дано:  $\mu$

$m_2 = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$

$m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$

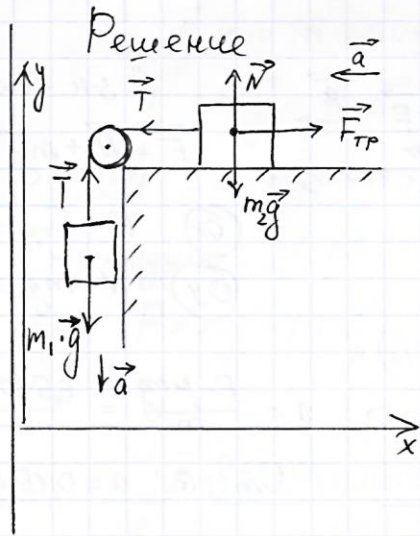
$v_0 = 0$

$S = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$

$t = 2 \text{ с}$

---

$\mu = ?$



II 3-и Ньютона:

$$m_1 \cdot \vec{g} + \vec{T} = m_1 \vec{a}$$

$$\textcircled{0y} \quad T - m_1 g = -m_1 a =$$

$$= T = m_1 (g - a) \quad (1)$$

II 3-и Ньютона:

$$\vec{N} + m_2 \vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{T} = m_2 \vec{a}$$

$$\textcircled{0x} \quad F_{\text{тр}} - T = -m_2 a \Rightarrow F_{\text{тр}} = T - m_2 a \quad (2)$$

$$\textcircled{0y} \quad N - m_2 g = 0 \Rightarrow N = m_2 g \quad (3)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N(4); \quad (4), (3), (1) \rightarrow (2) \Rightarrow \mu \cdot m_2 g = m_1 (g - a) - m_2 a$$

$$\mu = \frac{m_1 (g - a) - m_2 a}{m_2 g};$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2 \cdot S}{t^2}$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{m_1 \left( g - \frac{2 \cdot S}{t^2} \right) - m_2 \cdot \frac{2S}{t^2}}{m_2 \cdot g}$$

$$\mu = \frac{0,1 \cdot \left( 10 - \frac{2 \cdot 0,8}{4} \right) - 0,4 \cdot \frac{2 \cdot 0,8}{4}}{0,4 \cdot 10} = \frac{0,96 - 0,16}{4} = 0,2$$

Ответ:  $\mu = 0,2$

# Закона сохранения. $A, E, p$

1) Дано:  
 $x = 5 - 8t + 4t^2$   
 $m = 2 \text{ кг}$   
 $t_1 = 2 \text{ с};$   
 $t_2 = 4 \text{ с}$   


---

 $p_1 = ?; p_2 = ?; F = ?$

Решение  
 $x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow v_0 = -8 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \frac{a}{2} = 4 \Rightarrow a = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $v = v_0 + at \Rightarrow v = -8 + 8 \cdot t$   
 $t_1 = 2 \text{ с} \Rightarrow v_1 = -8 + 8 \cdot 2 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $t_2 = 4 \text{ с} \Rightarrow v_2 = -8 + 8 \cdot 4 = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $p_1 = m \cdot v_1 = 2 \text{ кг} \cdot 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 16 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$   
 $p_2 = m \cdot v_2 = 2 \text{ кг} \cdot 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 48 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$   
 $\Delta p = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1} = \frac{48 - 16}{4 - 2} = 16 \text{ Н}$

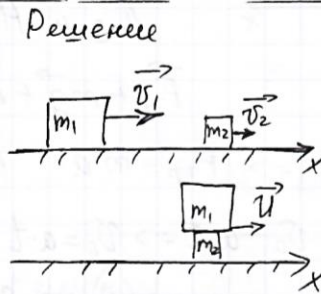
Ответ:  $p_1 = 16 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}; p_2 = 48 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

$F = 16 \text{ Н}$

2) Дано:  $Cu$   
 $m_1 = 60 \text{ кг}$   
 $v_1 = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $m_2 = 20 \text{ кг}$   
 $v_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   


---

 $u = ?$



до

ЗСУ:  
 $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$

после

(OX)  $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$

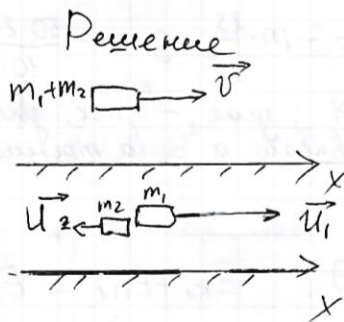
$u = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = \frac{60 \cdot 5 + 20 \cdot 1}{60 + 20} = 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$

Ответ:  $u = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) Дано:  $Cu$   
 $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $m = 600 \text{ г} = 0,6 \text{ кг}$   
 $u_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $u_2 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   


---

 $m_1 = ?$



ЗСУ:  
 $(m_1 + m_2) \cdot \vec{v} = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$

(OX)  $(m_1 + m_2) \cdot v = m_1 \cdot u_1 - m_2 \cdot u_2 \quad (1)$

$m_2 = m - m_1 \quad (2)$

$(m_1 + m_2) \cdot v = m_1 \cdot u_1 - (m - m_1) \cdot u_2$

$m \cdot v = m_1 \cdot u_1 - m \cdot u_2 + m_1 \cdot u_2 \Rightarrow m_1 = \frac{m(v + u_2)}{u_1 + u_2}$

$m_1 = \frac{0,6 \cdot (10 + 5)}{20 + 5} = 0,36 \text{ (кг)}$

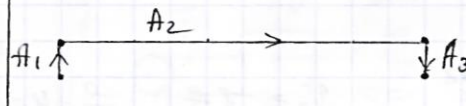
Ответ:  $m_1 = 0,36 \text{ кг}$

4) Дано:  $m = 10 \text{ кг}$   
 $h = 1 \text{ м}$   
 $L = 1000 \text{ см} = 10 \text{ м}$

---

$A_1 = ?$   $A_2 = ?$   $A_3 = ?$   
 $A = ?$

Решение



$A_1$  - работа против силы тяжести  
 $A_1 = -F_T \cdot h = -mgh = -10 \cdot 10 \cdot 1 = -100 \text{ Дж}$

$A_2 = 0$ , т.к. сила тем. направлена вниз, а перемещение - горизонтальное

$A_3$  - работа силы тяжести по перемещению вниз  
 $A_3 = F_T \cdot h = mgh = 10 \cdot 10 \cdot 1 = 100 \text{ Дж}$

Общая работа  $A = A_1 + A_2 + A_3 = -100 + 0 + 100 = 0 \text{ Дж}$

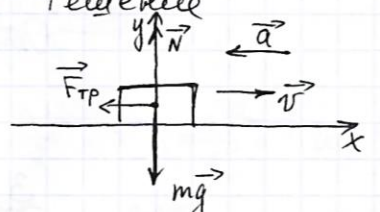
Ответ:  $A_1 = -100 \text{ Дж}$ ,  $A_2 = 0$ ;  $A_3 = 100 \text{ Дж}$ ;  $A = 0$

5) Дано:  $m = 50 \text{ кг}$   
 $S = 0,01 \text{ км} = 10 \text{ м}$   
 $t = 1/6 \text{ мин} = 10 \text{ с}$   
 $v = 0$

---

$A = ?$

Решение



$A = -F_{\text{тр}} \cdot S \quad (1)$

II 3-и Ньютона:  
 $\vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$

(0x)  $-F_{\text{тр}} = -ma \Rightarrow F_{\text{тр}} = m \cdot a \quad (2)$

$v = v_0 - a \cdot t \Rightarrow 0 = v_0 - a \cdot t \Rightarrow v_0 = a \cdot t \quad (3)$

$S = v_0 \cdot t - \frac{at^2}{2}$  (примем формулу (3))  $\Rightarrow S = a \cdot t \cdot t - \frac{at^2}{2} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow S = at^2 - \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2} \quad (4)$

(3), (4), (2)  $\rightarrow$  (1)  $\Rightarrow A = -m \cdot \frac{2S}{t^2} \cdot S = -\frac{50 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10}{10 \cdot 10} = -100 \text{ (Дж)}$

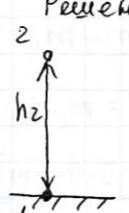
Ответ:  $A = -100 \text{ Дж}$ ; знак "-", т.к. движется вправо, перемещение влево, а сила трения - влево.

6) Дано:  $m = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}$   
 $E_{k1} = 49 \text{ Дж}$   
 $h_1 = 0$   
 $E_{k2} = E_{n2}$

---

$h = ?$

Решение



ЗСЭ:  $E_{k1} + E_{n1} = E_{k2} + E_{n2}$

т.к.  $E_{n2} = E_{k2} \Rightarrow E_{k1} = 2 \cdot E_{n2} \Rightarrow E_{n2} = \frac{E_{k1}}{2}$

$E_{n2} = mgh_2 \Rightarrow h_2 = \frac{E_{n2}}{mg} = \frac{E_{k1}}{2mg}$

$h_2 = \frac{49}{2 \cdot 0,25 \cdot 10} = 9,8 \text{ м}$

7) Дано:  $G$   
 $F = 9,8 \text{ Н}$   
 $\Delta x = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$   
 $m = 12 = 0,0012 \text{ кг}$   


---

 $h = ?$

Решение

ЗСЭ:  $E_{n1} = E_{k2} + E_{n2} \quad (1)$

$E_{n1} = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2}$ ;  $k = \frac{F_{\text{упр}}}{\Delta x} \Rightarrow E_{n1} = \frac{F_{\text{упр}} \cdot \Delta x^2}{2 \cdot \Delta x} = \frac{F_{\text{упр}} \cdot \Delta x}{2} \quad (2)$

$E_{k2} = \frac{m v^2}{2} = 0$  (максимальная высота,  $v=0$ )

$E_{n2} = mgh \quad (3)$

Из (2), (3)  $\rightarrow$  (1)  $\Rightarrow \frac{F_{\text{упр}} \cdot \Delta x}{2} = mgh \Rightarrow h = \frac{F_{\text{упр}} \cdot \Delta x}{2 \cdot mg}$

$h = \frac{9,8 \cdot 0,04}{2 \cdot 0,0012 \cdot 10} = 19,6 \text{ м}$

8) Дано:  $G$   
 $m = 2 \text{ кг}$   
 $h = 100 \text{ гм} = 10 \text{ м}$   
 $v = 12 \text{ м/с}$   


---

 $A = ?$

Решение

ЗСЭ:  $E_{n1} = E_{k2} + A \Rightarrow A = E_{n1} - E_{k1}$

$E_{n1} = mgh$ ;  $E_{k2} = \frac{m v^2}{2}$

$A = mgh - \frac{m v^2}{2} = m \cdot (gh - \frac{v^2}{2}) = 2 \cdot (10 \cdot 10 - \frac{12^2}{2}) = 56 \text{ Дж}$

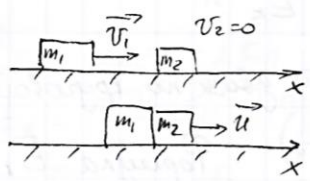
Ответ:  $A = 56 \text{ Дж}$ .

9) Дано:  
 $m_1 = 10^4 \text{ кг}$   
 $m_2 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ кг}$   
 $v_1 = 25 \text{ м/с}$   
 $v_2 = 0$   


---

 $u = ?$

Решение



ЗСУ:

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$

(0x)  $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) u \Rightarrow u = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$

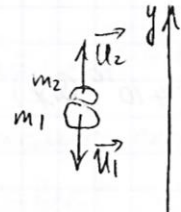
$u = \frac{10^4 \cdot 25}{(1+1,5) \cdot 10^4} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ:  $u = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

10) Дано:  
 $M = 0,6 \text{ кг}$   
 $m_1 = 0,35 \text{ кг}$   
 $u_1 = 300 \text{ м/с}$   
 $v_1 = v_2 = 0$   


---

 $\frac{h_1}{h_2} = 6$   
 $h_2 = ?$



Решение

ЗСУ:  
 $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$

(0y)  $0 = m_2 u_2 - m_1 u_1 \Rightarrow m_1 u_1 = m_2 u_2 \Rightarrow u_2 = \frac{m_1 u_1}{m_2}$

$m_2 = M - m_1 \Rightarrow u_2 = \frac{m_1 \cdot u_1}{M - m_1}$  - нач. скорость подвешенной корпуса патрона

Высота подъема: (без учета сопротивл. воздуха)

$h_1 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{-v_0^2}{-2g} \Rightarrow h_1 = \frac{u_2^2}{2g} \Rightarrow h_1 = \frac{1}{2g} \cdot \frac{m_1^2 u_1^2}{(M - m_1)^2}$   
 $h_2 = \frac{h_1}{6} = \frac{m_1^2 u_1^2}{12 \cdot g (M - m_1)^2} = \frac{0,35^2 \cdot 300^2}{12 \cdot 10 \cdot (0,6 - 0,35)^2} = \frac{11025}{7,5} = 1470 \text{ (м)}$

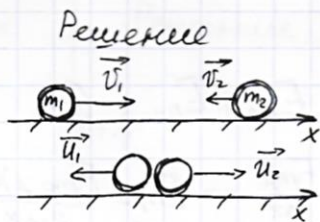
11) Дано:

$$v_1 = 10 \frac{m}{c}$$

$$v_2 = 5 \frac{m}{c}$$

$$m = m_1 = m_2$$

$u_1 = ?$   $u_2 = ?$



ЗСУ:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

ОХ:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_2 u_2 - m_1 u_1 \quad (m_1 = m_2 = m)$$

$$v_1 - v_2 = u_2 - u_1 \quad (1)$$

$$u_2 = v_1 - v_2 + u_1$$

ЗСЭ:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} \quad (\text{учтём, что } m_1 = m_2 = m)$$

$$v_1^2 + v_2^2 = u_1^2 + u_2^2 \Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = u_1^2 + (v_1 - v_2 + u_1)^2$$

$$10^2 + 5^2 = u_1^2 + (5 + u_1)^2 ; \quad 125 = u_1^2 + 25 + 10u_1 + u_1^2 \Rightarrow 2 \cdot u_1^2 + 10u_1 - 100 = 0$$

$$u_1^2 + 5u_1 - 50 = 0 ; \quad \sqrt{D} = \sqrt{b^2 - 4ac} = \sqrt{25 - 4 \cdot (-50)} = \sqrt{225} = 15 \quad u_1 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a} = \frac{-5 + 15}{2} = 5 \frac{m}{c}$$

$$u_2 = 5 + u_1 = 5 + 5 = 10 \frac{m}{c} \quad \text{Отв даём: } u_1 = 5 \frac{m}{c} ; u_2 = 10 \frac{m}{c}$$

12) Дано:

$$m = 70 \text{ кг}$$

$$h_1 = 10 \text{ м}$$

$$h_2 = 3 \text{ м}$$

$E_{n1} = ?$   $E_{n2} = ?$

Решение

$$E_{n1} = mgh_1 = 70 \cdot 10 \cdot 10 = 7000 \text{ Дж}$$

$$E_{n2} = -mgh_2 = -70 \cdot 10 \cdot 3 = -2100 \text{ Дж}$$

Отв даём:  $E_{n1} = 7000 \text{ Дж}$ ;  $E_{n2} = -2100 \text{ Дж}$

13) Дано:

$$m = 10^3$$

$$h = 10^4 \text{ м}$$

$E_n = ?$   $E_k = ?$   $E = ?$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M}{m^2}$$

$$M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$R = 6380 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Решение

Потенциальная энергия тела:  $E_n = -G \frac{m \cdot M}{(R+h)}$  (на высоте h)

Выведем отношение  $E_n$  к  $E_k$ :

Из ньютона:  $F = ma$ ; при движ. по круговой орбите:

$$G \cdot \frac{m \cdot M}{(R+h)^2} = \frac{m v^2}{(R+h)} \quad (\text{где } \frac{v^2}{R} = a_y) \quad \text{Формула } E_k = \frac{m v^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{E_n}{(R+h)} = \frac{m v^2 \cdot 2}{(R+h) \cdot 2} \Rightarrow E_n = 2 \cdot E_k \Rightarrow E_k = \frac{E_n}{2}$$

Полная мех. энергия:  $E = E_n + E_k$

$$E_n = -6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{10^3 \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{(6380 + 1000) \cdot 10^3} = -0,00539 \cdot 10^{13} = -5,4 \cdot 10^{10} \text{ (Дж)}$$

$$E_k = \frac{5,4 \cdot 10^{10}}{2} = 2,7 \cdot 10^{10} \text{ (Дж)}$$

$$E = -5,4 \cdot 10^{10} + 2,7 \cdot 10^{10} = -2,7 \cdot 10^{10} \text{ (Дж)}$$

Отв даём:  $E_n = -5,4 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$ ;  $E_k = 2,7 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$   
 $E = -2,7 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$

14) Дано:

$$m = 0,02 \text{ кг}$$

$$h = 0,576 \text{ м}$$

$$k = 400 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\Delta x = ?$$

Решение

ЗСЭ:

$$E_{k1} + E_{n1} = E_{k2} + E_{n2}$$

$v_0$  - нач. скорость;  $v$  - конечная скорость;  $v = v_0 = 0$

тогда  $E_{n1} = E_{n2}$

$$E_{n1} = \frac{k \Delta x^2}{2}; \quad E_{n2} = mgh \Rightarrow \frac{k \Delta x^2}{2} = mgh$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,02 \cdot 10 \cdot 0,576}{400}} = 0,024 \text{ (м)}$$

Ответ:  $\Delta x = 0,024 \text{ м}$

15) Дано:

Решение

Найти:

$$\frac{v_{II}}{v_I} = ?$$

II космич. скорость - необходимая кораблю для преодоления гравитацион. поле Земли и для того, чтобы покинуть орбиту Земли.

Эту же скорость приобретает у Земли космический корабль, который на бесконеч. большом расстоянии покоился, а затем стал падать на Землю под действием сил тяготения.

В этом случае работа сил тяготения является мерой увеличения  $E_k$  корабля и одновременно мерой уменьшения его  $E_p$

$$A = \Delta E_k = -\Delta E_p$$

$$\Delta E_k = \frac{m v_{II}^2}{2} - 0 = \frac{m v_{II}^2}{2}; \quad \Delta E_p = -G \frac{m \cdot M}{R} - 0 = -G \frac{m M}{R}$$

$$\text{т.к. } \Delta E_k = -\Delta E_p \Rightarrow \frac{m v_{II}^2}{2} = G \frac{m M}{R} \Rightarrow v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2GM}{R^2} \cdot R} =$$

$$= \sqrt{2gR} \quad (\text{т.к. } g = G \frac{M}{R^2})$$

$$v_{II} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 6380 \cdot 10^3} \approx 11183 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$\text{I космич. скорость: } v_I = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \cdot 6380 \cdot 10^3} = 7907 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_{II} = 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}; \quad v_I = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}; \quad v_{II} = v_I \cdot \sqrt{2}$$



# СТАТИКА

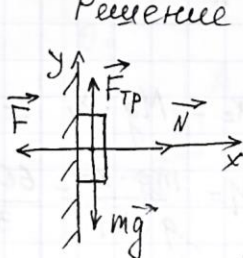
Условия равновесия:  $\sum_{i=1}^n F_i = 0$ ;  $\sum_{i=1}^n M_i = 0$

① Дано:

$\mu = 0,1$   
 $m = 5 \text{ кг}$

F-?

Решение



$$\vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} = 0$$

$$\textcircled{OX} \quad N = F \quad (1)$$

$$\textcircled{OY} \quad F_{\text{тр}} = mg \quad (2)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N \quad (3)$$

$$\Rightarrow mg = \mu N \Rightarrow N = \frac{mg}{\mu} \quad (4)$$

$$(4) \rightarrow (1) \Rightarrow F = \frac{mg}{\mu} = \frac{5 \cdot 10}{0,1} = 500 \text{ Н}$$

Ответ: F = 500 Н

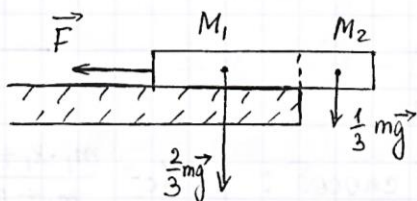
②

Дано:

$M$   
 $m$

F-?

Решение.



$$M_1 > M_2$$

$\frac{2}{3}mg \cdot \frac{2}{3}l > \frac{1}{3}mg \cdot \frac{1}{3}l \Rightarrow$  момент сил не уравнивается, нет вращательного движения.

Сила F должна быть больше, чем  $F_{\text{тр}}$ .  $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N = \mu mg$

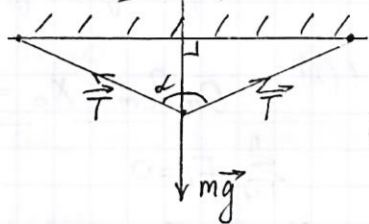
Ответ: F >  $\mu mg$

③ Дано:

$\alpha = 120^\circ$   
 $m = 20 \text{ кг}$

T-?

Решение



$$\vec{T} + \vec{T} + m\vec{g} = 0$$

$$\textcircled{OY} \quad T \cdot \cos \frac{1}{2} + T \cdot \cos \frac{1}{2} = mg \Rightarrow 2T \cdot \cos \frac{1}{2} = mg$$

$$T = \frac{mg}{2 \cdot \cos \frac{1}{2}} = \frac{20 \cdot 10}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 200 \text{ Н}$$

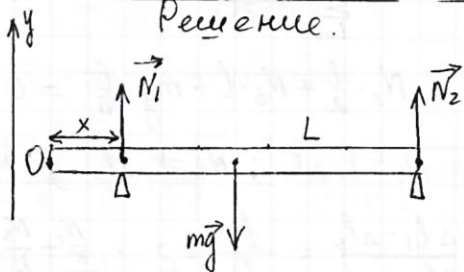
Ответ: T = 200 Н

④ Дано:

$m = 80 \text{ кг}$   
 $L = 5 \text{ м}$   
 $x = 1 \text{ м}$

$N_1$ -?  
 $N_2$ -?

Решение.



$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

$$N_1 + N_2 - mg = 0 \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

$$N_1 \cdot (L-x) = mg \cdot \frac{L}{2} \Rightarrow N_1 = \frac{mg \cdot L}{2(L-x)} \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1) \Rightarrow \frac{mgL}{2(L-x)} + N_2 = mg \Rightarrow N_2 = mg - \frac{mgL}{2(L-x)} = mg \left(1 - \frac{L}{2(L-x)}\right)$$

$$N_2 = 80 \cdot 10 \cdot \left(1 - \frac{5}{2 \cdot 4}\right) = 300 \text{ Н} \quad ; \quad N_1 = mg - N_2 = 800 - 300 = 500 \text{ Н}$$

Ответ:  $N_2 = 300 \text{ Н}$  ;  $N_1 = 500 \text{ Н}$

5) Дано:

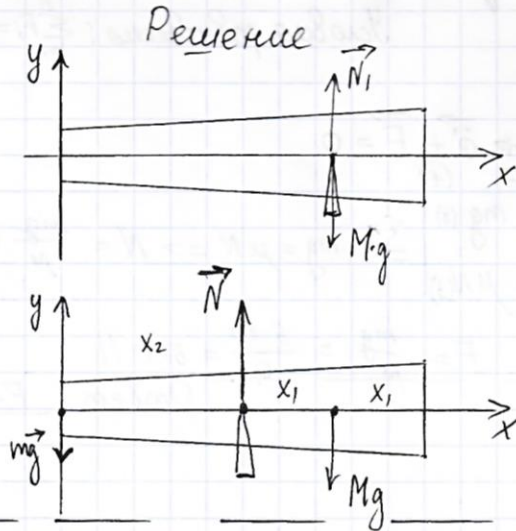
$$L = 12 \text{ м}$$

$$x_1 = 3 \text{ м}$$

$$x_2 = 6 \text{ м}$$

$$m = 60 \text{ кг}$$

$$M = ?$$



$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

$$mg \cdot x_2 = Mg \cdot x_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M = \frac{mg \cdot x_2}{g \cdot x_1} = \frac{60 \cdot 6}{3} = 120 \text{ кг}$$

Ответ:  $M = 120 \text{ кг}$

6) Дано:

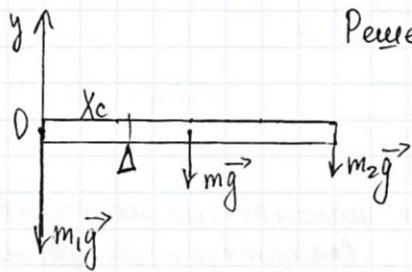
$$m = 10 \text{ кг}$$

$$L = 0,4 \text{ м}$$

$$m_1 = 40 \text{ кг}$$

$$m_2 = 10 \text{ кг}$$

$$x_c = ?$$



1 способ:  $x_c = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + m_3 \cdot x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$

$$x_c = \frac{m_1 \cdot 0 + m_2 \cdot L + m \cdot \frac{L}{2}}{m_1 + m_2 + m} = \frac{10 \cdot 0,4 + 10 \cdot 0,2}{10 + 40 + 10} = 0,1 \text{ (м)}$$

2 способ:  $\sum_{i=1}^n M_i = 0$

$$m_1 \cdot g \cdot x_c = m \cdot g \cdot \left(\frac{L}{2} - x_c\right) + m_2 \cdot g \cdot (L - x_c)$$

$$m_1 \cdot g \cdot x_c = mg \frac{L}{2} - mg x_c + m_2 g L - m_2 g x_c \Rightarrow x_c \cdot (m_1 \cdot g + mg + m_2 g) = g \cdot L \cdot \left(\frac{m}{2} + m_2\right)$$

$$x_c = \frac{gL \left(\frac{m}{2} + m_2\right)}{g \cdot (m_1 + m + m_2)} = \frac{0,4 \cdot (5 + 10)}{(40 + 10 + 10)} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ (м)}$$

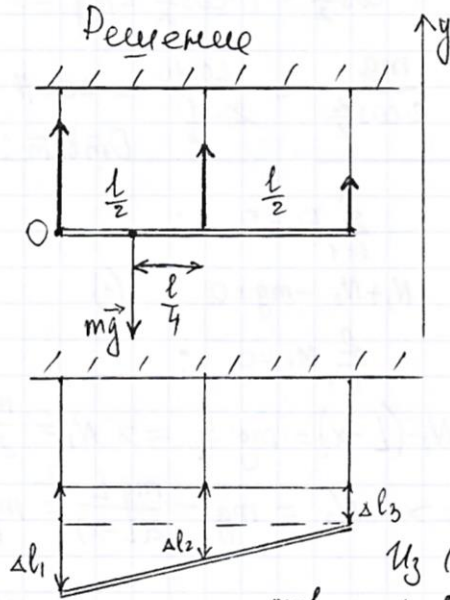
Ответ:  $x_c = 0,1 \text{ м}$

7) Дано:

$$m = 120 \text{ кг}$$

$$x_c = \frac{l}{4}$$

$$N_1 = ? \quad N_2 = ? \quad N_3 = ?$$



$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

$$N_1 + N_2 + N_3 - mg = 0 \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

$$N_2 \cdot \frac{l}{2} + N_3 \cdot l - mg \cdot \frac{l}{4} = 0 \quad (2)$$

$$N_1 = k \cdot \Delta l_1; \quad N_2 = k \cdot \Delta l_2; \quad N_3 = k \cdot \Delta l_3$$

$$\frac{\Delta l_1 - \Delta l_3}{\Delta l_2 - \Delta l_3} = \frac{l}{\frac{l}{2}} = 2; \quad \frac{\frac{N_1}{k} - \frac{N_3}{k}}{\frac{N_2}{k} - \frac{N_3}{k}} = \frac{N_1 - N_3}{N_2 - N_3} = 2$$

$$N_1 - N_3 = 2N_2 - 2N_3 \Rightarrow N_1 + N_3 = 2N_2$$

$$N_3 \quad (1) \Rightarrow N_2 + 2N_2 - mg = 0 \Rightarrow 3N_2 = mg \Rightarrow N_2 = \frac{mg}{3} = 400 \text{ Н}$$

$$N_3 = \frac{mg}{4} - N_2 \cdot \frac{l}{2} = \frac{120 \cdot 10}{4} - 400 \cdot \frac{1}{2} = 100 \text{ Н}$$

$$N_1 = 2N_2 - N_3 = 2 \cdot 400 - 100 = 700 \text{ Н}$$

Ответ:  $N_1 = 700 \text{ Н}; \quad N_2 = 400 \text{ Н}; \quad N_3 = 100 \text{ Н}$

СТАТУКА

20

8) Дано:

$$l = 8 \text{ м}$$

$$M = 100 \text{ кг}$$

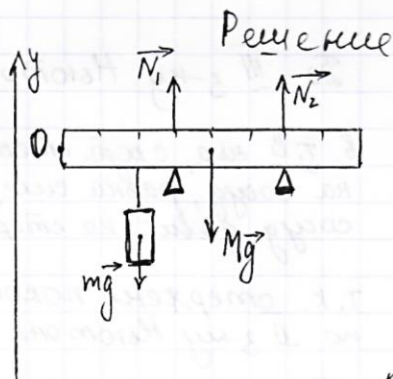
$$AM = 3 \text{ м}$$

$$MN = 3 \text{ м}$$

$$NB = 2 \text{ м}$$

$$m = 40 \text{ кг}$$

$$N_1 = ? \quad N_2 = ?$$



$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

$$mg + Mg = N_1 + N_2$$

$$N_1 = mg + Mg - N_2$$

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

$$mg \cdot \frac{l}{4} + Mg \cdot \frac{l}{2} = N_1 \cdot \frac{3l}{8} + N_2 \cdot \frac{3l}{4}$$

$$\frac{2mg}{4} + \frac{4}{4} Mg = \frac{3mg}{4} + \frac{3Mg}{4} - \frac{3N_2}{4} + \frac{6}{4} N_2$$

$$\frac{3}{4} N_2 = \frac{Mg}{4} - \frac{mg}{4} \Rightarrow 3N_2 = Mg - mg \Rightarrow N_2 = \frac{g}{3} \cdot (M - m)$$

$$N_2 = \frac{10}{3} \cdot (100 - 40) = 200 \text{ Н}; \quad N_1 = 10 \cdot (40 + 100) - 200 = 1200 \text{ Н}$$

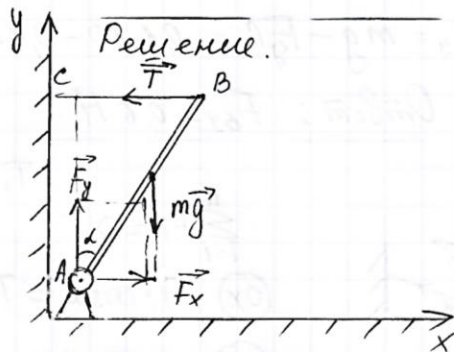
Ответ:  $N_1 = 1200 \text{ Н}; N_2 = 200 \text{ Н}$

9) Дано:

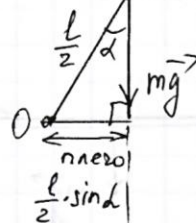
$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$F_H = ? \quad T = ?$$



Плечо силы - кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы



$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

$$mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha - T \cdot l \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow T = \frac{mg \cdot \frac{l}{2} \sin \alpha}{l \cdot \cos \alpha} = \frac{mg}{2} \cdot \text{tg} \alpha$$

$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

$$\textcircled{0x} \quad F_x - T = 0 \Rightarrow F_x = T$$

$$\textcircled{0y} \quad F_y - mg = 0 \Rightarrow F_y = mg$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{T^2 + (mg)^2}$$

$$F_H = \sqrt{\left(\frac{mg}{2} \cdot \text{tg} \alpha\right)^2 + (mg)^2} = mg \cdot \sqrt{\left(\frac{\text{tg} \alpha}{2}\right)^2 + 1} = 0,1 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1}{\sqrt{3} \cdot 2}\right)^2} = 1,14 \text{ Н}$$

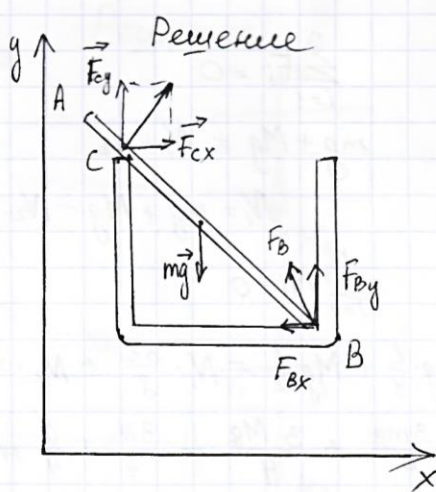
$$T = \frac{0,1 \cdot 10}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,3 \text{ Н}$$

Ответ:  $F_H = 1,14 \text{ Н}; T = 0,3 \text{ Н}$

10) Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг}$$
$$F_{Bx} = 0,3 \text{ Н}$$
$$F_c = 0,5 \text{ Н}$$

$$F_{By} = ?$$



По III закону Ньютона:

в т. В сила, с кот. стержень давит на сосуд, равна силе, с которой сосуд давит на стержень в т. В

т.к. стержень покоится, то по II закону Ньютона равнодейств. = 0.

Горизонтальные проекции:

$$F_{cx} = F_{Bx} = 0,3 \text{ Н}$$

По теореме Пифагора:  $F_{cy} = \sqrt{F_c^2 - F_{cx}^2} = \sqrt{0,5^2 - 0,3^2} = 0,4 \text{ Н}$

Вертикальные проекции:

$$F_{cy} + F_{By} - mg = 0 \Rightarrow F_{By} = mg - F_{cy} = 0,1 \cdot 10 - 0,4 = 0,6 \text{ Н}$$

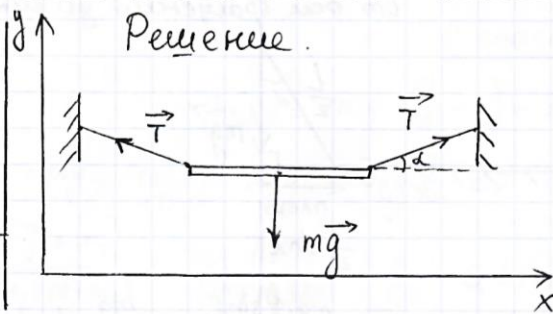
Ответ:  $F_{By} = 0,6 \text{ Н}$

11) Дано:

$$m = 36 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$T = ?$$



$$T_1 = T_2 = T$$

$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

$$\textcircled{OX} \quad T_1 \cdot \cos \alpha = T_2 \cdot \cos \alpha$$

$$\textcircled{OY} \quad 2 \cdot T \cdot \sin \alpha = mg$$

$$\Rightarrow T = \frac{mg}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{36 \cdot 10}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 360 \text{ Н}$$

Ответ:  $T = 360 \text{ Н}$