

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влс

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. В полете гайка все время приближалась к горизонтальной поверхности Земли и упала на нее со скоростью $2V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.
- 2) Найти время полета гайки.
- 3) С какой высоты была брошена гайка?

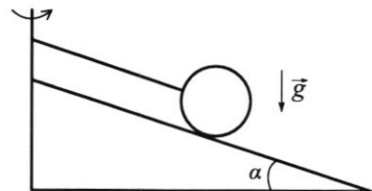
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ .



- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) За какое время человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

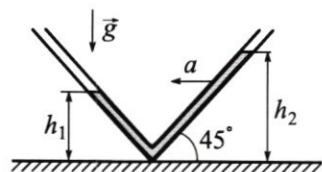


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

- 1) На какой высоте h_2 установится уровень масла в другом колене?
- 2) С какой скоростью V будет двигаться жидкость в трубке относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет») и когда уровни масла будут находиться на одинаковой высоте?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
- 2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 5,6$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1
Дано:

$$V_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$V = 2V_0$ - модуль конеч. скорости.

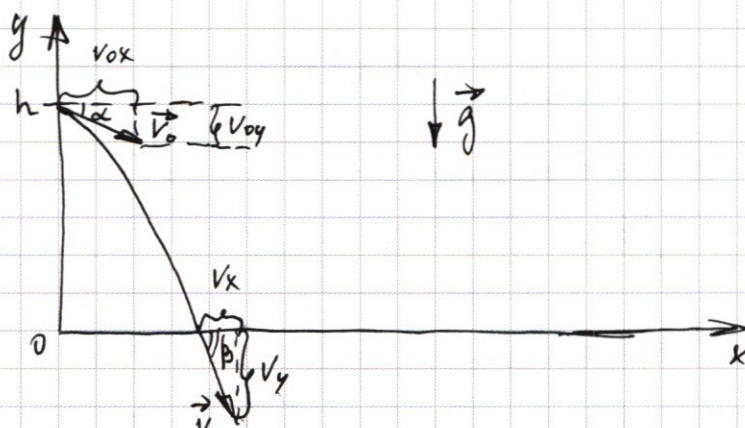
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1. V_y - ?

2. α - ?

3. h - ?

Решение:



β - угол, под которым направлена скорость в момент падения гайки на землю.

Ур. проекции скорости на oy :

$$V_y = V_{0y} - g\tau; \quad \text{где } V_{0y} = -V_0 \sin \alpha - \text{проекция нач. скорости на } oy$$

V_y - пр. конеч. ск. на oy .

$$V_y = -V_0 \sin \alpha - g\tau = -(V_0 \sin \alpha + g\tau) \quad (1)$$

Ур. пр. ск. на ox :

$$V_x = V_{0x}; \quad (\text{по горизонтали не действует никакое ускорение})$$

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha - \text{пр. нач. ск. на } ox.$$

$$V_x = \text{пр. конеч. ск. на } ox.$$

$$V_x = V_0 \cos \alpha;$$

Из теоремы Пифагора: $V^2 = V_x^2 + V_y^2$; $V = 2V_0$ - модуль конеч. ск.

$$4V_0^2 = (V_0 \sin \alpha + g\tau)^2 + (V_0 \cos \alpha)^2 = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2V_0 g\tau \sin \alpha + g^2 \tau^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha =$$

$$= V_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + 2V_0 g\tau \sin \alpha + g^2 \tau^2 = V_0^2 + 2V_0 g\tau \sin \alpha + g^2 \tau^2;$$

$$g^2 \tau^2 + 2V_0 g \sin \alpha \cdot \tau - 3V_0^2 = 0 \quad | : g^2$$

$$\tau^2 + \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \tau - \frac{3V_0^2}{g^2} = 0$$

$$\tau/4 = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{3V_0^2}{g^2} = \frac{V_0^2}{g^2} (\sin^2 \alpha + 3);$$

Поделим (1) на (3):

$$\frac{pV \cdot \gamma}{pV} = \frac{\nu n R T}{(\nu n - \nu_k) R T} ; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma(\nu n - \nu_k) = \nu n ;$$

$$\gamma \nu n - \gamma \nu_k = \nu n ; \quad \gamma \nu_k = \gamma \nu n - \nu n = \nu n (\gamma - 1) ;$$

$$\nu_k = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \nu n ; \quad (4)$$

Подставим (4) в (2):

$$V_k = \frac{\mu (\gamma - 1) \nu n}{\gamma} ; \quad (5)$$

Запишем ур. (3) через V_n :

$$p V_n = (\nu n - \nu_k) R T ; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_n = \frac{(\nu n - \nu_k) R T}{p} ;$$

С учетом ν_k :

$$V_n = \frac{(\nu n - \nu n \cdot \frac{\gamma - 1}{\gamma}) R T}{p} = \frac{\nu n R T (1 - \frac{\gamma - 1}{\gamma})}{p} = \frac{\nu n R T (\gamma - \gamma + 1)}{\gamma p} ;$$

$$\Rightarrow V_n = \frac{\nu n R T}{\gamma p} ; \quad (6) ;$$

Поделим (6) на (5):

$$\frac{V_n}{V_k} = \frac{\nu n R T \cdot \gamma}{\gamma p \cdot \mu \nu n (\gamma - 1)} = \frac{\gamma R T}{p \mu (\gamma - 1)} = \frac{1000 \cdot 8,31 \cdot 300}{3,55 \cdot 10^3 \cdot 0,08 (5,6 - 1)} =$$

$$= \frac{8,31 \cdot 0,3}{3,55 \cdot 18 \cdot 4,6} = \frac{0,831}{3,55 \cdot 6 \cdot 4,6} = \frac{831 \cdot 10^{-3}}{355 \cdot 6 \cdot 46 \cdot 10^{-3}} = \frac{831}{355 \cdot 276} \approx$$

$$\approx 0,0085$$

Ответ: 1. 0,00002563

2. 0,0085

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\alpha = -\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \pm \frac{v_0 \sqrt{\sin^2 \alpha + 3}}{g} = \frac{v_0}{g} (\pm \sqrt{\sin^2 \alpha + 3} - \sin \alpha);$$

$$\sin \alpha = \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \quad ; \quad \text{при } \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \sqrt{\sin^2 \alpha + 3} > \sin \alpha \\ \sqrt{\sin^2 \alpha + 3} > -\sin \alpha \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \text{при } \alpha = \frac{v_0}{g} (-\sqrt{\sin^2 \alpha + 3} - \sin \alpha); \quad \alpha < 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{v_0}{g} (\sqrt{\sin^2 \alpha + 3} - \sin \alpha) = \frac{10}{10} \left(\sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 3} - \frac{1}{2} \right) =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{4} + 3} - \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{1+12} - 1}{2} = \frac{\sqrt{13} - 1}{2}; \quad \sqrt{13} \approx 3,606$$

$$\alpha = \frac{3,606 - 1}{2} = \frac{2,606}{2} = 1,303 \text{ с}$$

Ответ: v_y
из гр. (1):

$$|v_y| = v_0 \sin \alpha + g\alpha = v_0 \sin \alpha + \frac{g v_0}{g} (\sqrt{\sin^2 \alpha + 3} - \sin \alpha) =$$

$$= v_0 (\sin \alpha + \sqrt{\sin^2 \alpha + 3} - \sin \alpha) = v_0 \sqrt{\sin^2 \alpha + 3};$$

$$|v_y| = 10 \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 3} = \frac{10 \sqrt{13}}{2} = 5 \sqrt{13} \approx 18,03 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Полезная работа:

$$h = \left| \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g} \right| = \frac{(v_0 \sqrt{\sin^2 \alpha + 3})^2 - (v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{v_0^2 (\sin^2 \alpha + 3) - v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + 3v_0^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad ; \quad \Rightarrow h = \frac{3v_0^2}{2g} = \frac{3 \cdot 10^2}{2 \cdot 10} = \frac{30}{2} = 15 \text{ м}$$

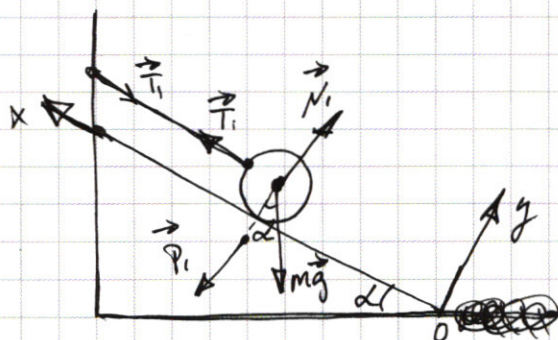
Ответ: 1. $18,03 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
2. $1,303 \text{ с}$
3. 15 м

№3
Дано:
 m, R, α, L

1. P_1 - ?
2. P_2 - ?
(при ω)

Решение:

1. Случ: система в состоянии покоя.



$\vec{T}_1$ - сила натяж. или в 1-м случае.

Зам. ур. равнов. для шара:

$$\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N}_1 = 0;$$

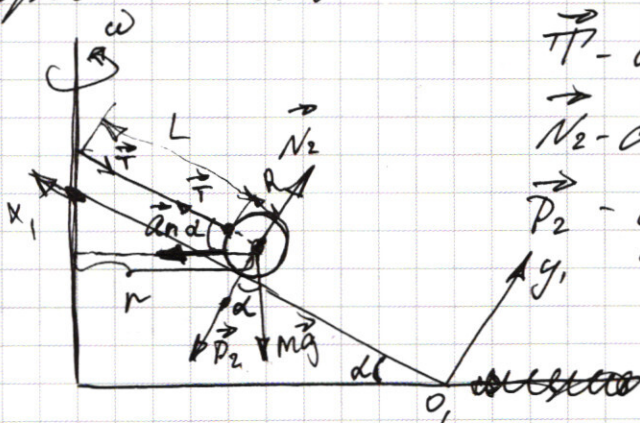
на ay :

$$N_1 - mg \cos \alpha = 0; \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha;$$

Но! По III з.Н.: $\vec{P}_1 = -\vec{N}_1; \Rightarrow P_1 = N_1;$

$$\Rightarrow P_1 = mg \cos \alpha;$$

2. Случ: система вращается с угловой скоростью ω :



$\vec{T}$ - сила натяж. или

N_2 - сила реакции опоры

$\vec{P}_2$ - сила равновесия шара на клин

во 2-м случае

$a_n = \omega^2 r$; - центростремительное ускорение шара.

$$\text{где } r = (L + R) \cos \alpha;$$

$$a_n = \omega^2 (L + R) \cos \alpha;$$

Зам. ур. равнов. для шара на ay_1 :

$$-mg \cos \alpha + N_2 = -ma_n \sin \alpha;$$

$$N_2 = m(g \cos \alpha - a_n \sin \alpha) = m(g \cos \alpha - \omega^2 (L + R) \sin \alpha \cos \alpha);$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 5

Дано: СИ

$t = 27^\circ\text{C}$ 300 K

$p = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$T = \text{const}$

пар насыщ.

$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$\gamma = 5,6$

ρ_n - ?
 $\rho_{\text{пар}}$ - ?

2. $\frac{V_n}{V_b}$ - ?

(при $V_n = \frac{V_{\text{пар}}}{\gamma}$)

Решение:

1. Ур. Менд.-Клан. для начального состояния (когда есть только насыщ. пар.)

$p V_{\text{пар}} = \nu_n R T$; (1) | ρ_n - плотность пара.

$p m_{\text{пар}} = \nu_n R T \rho_n$;

$\Rightarrow \rho_n = \frac{m_{\text{пар}}}{\nu_n} \cdot \frac{p}{R T}$;

где $\frac{m_{\text{пар}}}{\nu_n} = \mu$;

$\Rightarrow \rho_n = \frac{\mu p}{R T}$;

$\rho_n = \text{const}$; т.к. $T = \text{const}$ (усл.)

А $p = \text{const}$, т.к. пар при статии остается насыщ.

$$\begin{array}{r} 2130,000 \quad | \quad 831 \\ - 1662 \quad \quad | \quad 2,563 \\ \hline 4680 \quad \quad | \\ - 4655 \quad \quad | \\ \hline 250 \quad \quad | \\ - 4986 \quad \quad | \\ \hline 2640 \quad \quad | \\ - 2493 \quad \quad | \\ \hline 147 \end{array}$$

$\Rightarrow \frac{\rho_n}{\rho} = \frac{\mu p}{\rho R T} = \frac{0,018 \cdot 10^{-3} \cdot 3,55 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 8,31 \cdot \frac{300}{100}} =$

$= \frac{6 \cdot 3,55}{8,31} \cdot 10^{-5} \approx 2,563 \cdot 10^{-5} = 0,00002563 \text{ р.}$

2. $V_b = \frac{m_b}{\rho}$; где $m_b = \nu_k \mu$; m_b - масса скоплен. воды.

$\Rightarrow V_b = \frac{\nu_k \mu}{\rho}$; (2)

Ур. Менд.-Клан. для 2-го состояния пара (при $V_n = \frac{V}{\gamma}$; V_n - объем пара)

$\frac{p V}{\gamma} = (\nu_n - \nu_k) R T$; (3)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3ma - 2F + 3\mu mg = 0 ;$$

$$3ma = 2F - 3\mu mg ;$$

$$a = \frac{2F}{3m} + \frac{3}{2}\mu g ;$$

$$a = \frac{2F - 3\mu mg}{3m}$$

Ур. координаты на ax :

$$s = \frac{ax^2}{2} ; \quad x = x_0 + v_{0x}t + \frac{ax^2}{2} ; \quad \text{где } x_0 = 0 \text{ м}$$

$$x = s$$

$$v_{0x} = 0 \text{ м.}$$

$$ax = a$$

$$s = \frac{ax^2}{2} ;$$

$$2s = ax^2 ;$$

$$x^2 = \frac{2s}{a} ; \Rightarrow x = \sqrt{\frac{2s}{a}} ;$$

$$x = \sqrt{\frac{2s \cdot 3m}{2F - 3\mu mg}} = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu mg}} ;$$

Ответ: 1. $3mg$;

2. $\frac{3}{2}\mu mg$;

3. $\sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu mg}} ;$

2. Минимальной постоянной сила F_0 будет, если лизик и человек будут двигаться без ускорения, т.е. $\vec{a} = 0$; $F_{\text{л}} \neq F_{\text{ч}}$ в этом случае применим силу натяжения каната T за F_0 ($T = F_0$)

Тогда: Дин. ур. равн. для человека на ох:

$$N_1 \cos \alpha - T = 0; \Rightarrow N_1 = \frac{T}{\cos \alpha}$$

$$N_1 \cos \alpha - F_0 = 0; \Rightarrow N_1 = \frac{F_0}{\cos \alpha};$$

$N_{1.1}$ - сила р. лиз. на ч.
 $P_{1.1}$ - сила рав. з. на лизик.
 μ при $a=0$
 (равновесие)
 равн.!

Дин. ур. равн. для лизика на ох:

$$F_{\text{тр.}} - P_{1.1} \cos \alpha - F_0 = 0; \text{ но по III з.н.}$$

$$P_{1.1} = N_{1.1} = \frac{F_0}{\cos \alpha};$$

где $F_{\text{тр.}} = \mu N_1$; где $N_1 = 3mg$ (вышеош.)

$$F_{\text{тр.}} = 3\mu mg;$$

$$3\mu mg - \frac{F_0}{\cos \alpha} \cos \alpha - F_0 = 0;$$

$$3\mu mg - F_0 - F_0 = 0; \Rightarrow 2F_0 = 3\mu mg \Rightarrow F_0 = \frac{3\mu mg}{2}$$

3.

При $F > F_0$ человек и лизик будут двигаться с ускорением. В этом случае $T = F$; ускорение $a > 0$;

Дин. ур. равн. для человека на ох:

$$\cancel{N_2 \cos \alpha - T = 0};$$

$$N_2 \cos \alpha - F = -ma; \Rightarrow N_2 = \frac{F - ma}{\cos \alpha};$$

Дин. ур. равн. для лизика на ох:

$$F_{\text{тр.}} - P_{2.2} \cos \alpha - F = -2ma; \text{ где по III з.н.}$$

$$P_{2.2} = N_{2.2} = \frac{F - ma}{\cos \alpha};$$

($P_{2.2}$ - сила рав. человека на лизик при $a > 0$)
 $N_{2.2}$ - сила р. опоры на человека в случае 2

$$F_{\text{тр.}} = \mu N_2; \quad N_2 = \cancel{3mg} = 3mg; \Rightarrow F_{\text{тр.}} = 3\mu mg;$$

$$3\mu mg - \frac{F - ma}{\cos \alpha} \cos \alpha - F = -2ma;$$

$$3\mu mg - F + ma - F + 2ma = 0; \text{ где } \mu = 2m;$$

$$3\mu mg - 2F + ma + 2ma = 0;$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$a = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$h_1 = 10 \text{ см}$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

1. $h_2 - ?$

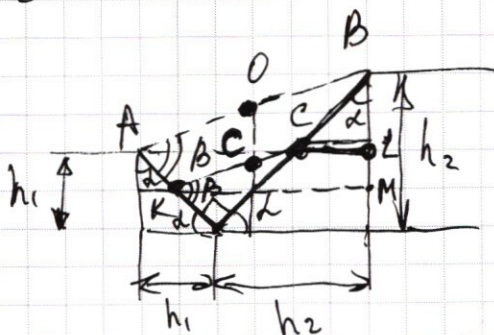
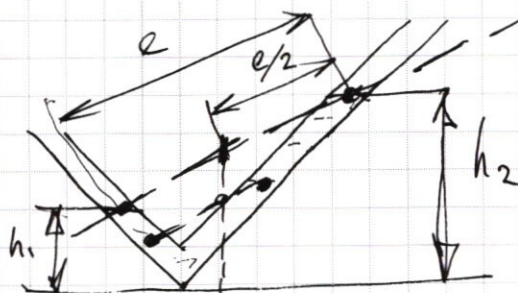
2. $V - ?$

СИ

~~Решение~~

Решение:

Кваз. пов.



Шт. 1

Точка O всегда
некоррктна,
расположена на
одной прямой с
центром масс в
споконном состоя-
нии.

$$AB = \sqrt{(h_1 + h_2)^2 + (h_2 - h_1)^2} =$$

$$= \sqrt{h_1^2 + 2h_1h_2 + h_2^2 + h_2^2 - 2h_1h_2 + h_1^2} = \sqrt{2(h_1^2 + h_2^2)}$$

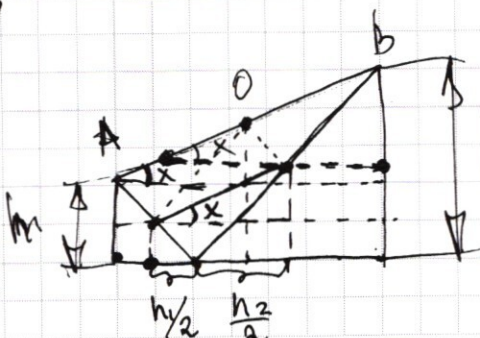
$$\sin \beta = \frac{h_2 \sqrt{2}}{\sqrt{2(h_1^2 + h_2^2)}} = \frac{h_2}{\sqrt{h_1^2 + h_2^2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{(h_2 - h_1)}{\sqrt{2(h_1^2 + h_2^2)}}$$

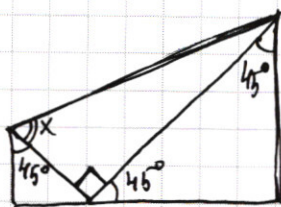
$$\sin \alpha = \frac{h_2 - h_1}{\sqrt{2(h_1^2 + h_2^2)}}$$

$$\cos \beta = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{h_2}{a} - \frac{h_1}{a}$$



$$\sin \alpha = \frac{h_2}{a} - \frac{h_1}{a}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1
Дано:
 $v_0 = 10 \frac{м}{с}$
 $\alpha = 30^\circ$
Пов. земли - гориз.
 $v = 2v_0$
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$

1. v_y - ?
2. α - ?
3. h - ?

Решение:

1. $\Delta/4 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{3v_0^2}{g^2} = 3,605$

2. $\Delta/4 = \frac{v_0^2}{g^2} (\sin^2 \alpha + 3) = \frac{10^2}{10^2} (\frac{1}{4} + 3) = 3,25$

3. $\Delta/4 = \frac{v_0^2}{g^2} (\frac{1}{4} + 3) = \frac{13}{4} = 3,25$

4. $v_y = v_{0y} - g t$; $v_y = -v_0 \sin \alpha - g t = -(v_0 \sin \alpha + g t)$

5. $v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$

6. $4v_0^2 = v_y^2 + v_x^2 = (-(v_0 \sin \alpha + g t))^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha$

7. $4v_0^2 = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2v_0 \sin \alpha \cdot g t + g^2 t^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha$

8. $4v_0^2 = v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + 2v_0 \sin \alpha \cdot g t + g^2 t^2$

9. $4v_0^2 = v_0^2 + 2v_0 \sin \alpha \cdot g t + g^2 t^2$

10. $g^2 t^2 + 2v_0 \sin \alpha \cdot g t - 3v_0^2 = 0$

11. $t^2 + \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} t - \frac{3v_0^2}{g^2} = 0$

12. $t = \frac{-\frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \pm \sqrt{(\frac{2v_0 \sin \alpha}{g})^2 + 4 \cdot \frac{3v_0^2}{g^2}}}{2}$

13. $t = \frac{-2 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ \pm \sqrt{(2 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ)^2 + 4 \cdot 3 \cdot 10^2}}{2 \cdot 10}$

14. $t = \frac{-20 \pm \sqrt{400 + 1200}}{20} = \frac{-20 \pm \sqrt{1600}}{20} = \frac{-20 \pm 40}{20}$

15. $t = \frac{20}{20} = 1 \text{ с}$

16. $v_y = -v_0 \sin \alpha - g t = -10 \cdot \sin 30^\circ - 10 \cdot 1 = -15 \frac{м}{с}$

17. $\alpha = \arctan \left(\frac{v_y}{v_x} \right) = \arctan \left(\frac{-15}{10} \right) = -56,3^\circ$

18. $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{10^2 \sin^2 30^\circ}{2 \cdot 10} = 1,25 \text{ м}$

N3

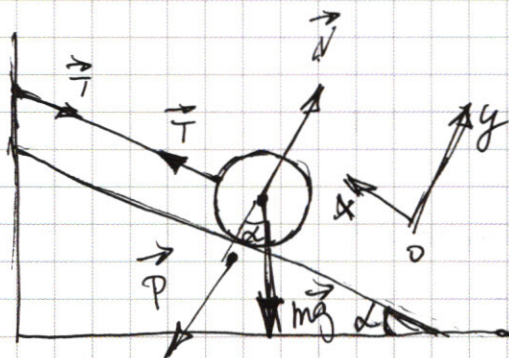
Дано:

m, R, α, L

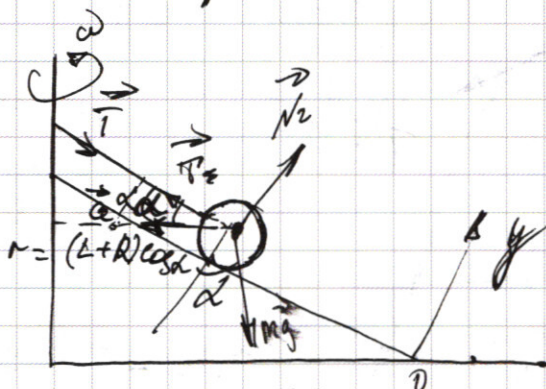
1. P - ?

2. P_2 (при ω) - ?

Решение:



$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R$$



$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R \quad \leftarrow m a_n \sin \alpha$$

$$a_n = \omega^2 (L+R) \cos \alpha$$

$$N_2 - mg \cos \alpha = -m a_n \sin \alpha$$

$$N_2 = m(g \cos \alpha - a_n \sin \alpha) =$$

$$= m(g \cos \alpha - \omega^2 (L+R) \cos \alpha \sin \alpha) =$$

$$= m \cos \alpha (g - \omega^2 (L+R) \sin \alpha)$$

N4.

Дано:

$\alpha = 45^\circ$
 $a = 4 \frac{m}{c^2}$

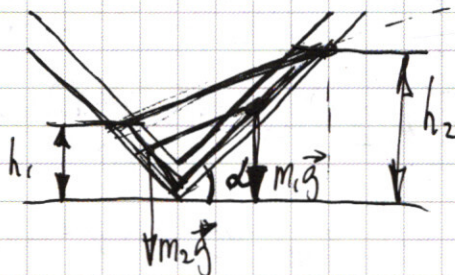
$h_1 = 10 \text{ см}$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$

1. h_2 - ?

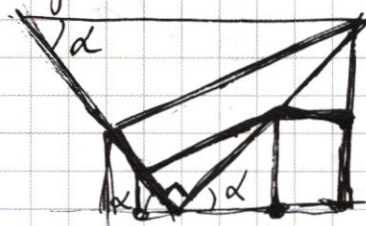
2. V - ?

СИ

Решение:



$180 - 90 = 90$
 $90 - 45 = 45$
кв. угол.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$3,605^2 = 12,996$
 $\frac{13,000000}{12,996025} = 1,0003975$
 $5 + 10 \cdot 1,3 = 18$
 $V_2 = \frac{m \cdot V_1}{\rho}$
 $5 + 13 = 18$
 $T = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$
 $p = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$
 $TP = \text{const}$
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{сек}}$
 $1. \frac{p_1}{p_{\text{кв}}} - ?$
 $2. \frac{V_{n2}}{V_{n1}} - ?$
 $(\text{при } V_{n2} = \frac{V_{n1}}{\gamma})$
 $\gamma = 5,6$

Решение:
 $p_1 V_{n1} = p_{n1} R T$ (1)
 $p_2 V_{n2} = p_{n2} R T$
 $p_{n2} = \frac{p_{n1}}{\gamma}$
 $p_2 = \frac{p_{n2}}{\gamma} = \frac{p_{n1}}{\gamma^2}$
 $\frac{p_1}{p_{\text{кв}}} = \frac{p_{n1} R T}{p_{\text{кв}} V_{n1}} = \frac{\mu R T}{p}$
 $\frac{p_1}{p_{\text{кв}}} = \frac{\mu_{\text{кв}} R T}{p_{\text{кв}} V_{n1}} = \frac{0,018 \cdot 8,31 \cdot 300}{3,55 \cdot 10^3 \cdot 10^3}$
 $= \frac{0,018 \cdot 8,31 \cdot 0,3}{3,55} \cdot 10^{-3} = \frac{44,8740}{355} = 0,1264$
 $\frac{p_1}{p_{\text{кв}}} = 0,1264$
 $\frac{V_{n2}}{V_{n1}} = \frac{p_1}{p_2} = \gamma^2 = 5,6^2 = 31,36$

$2130000 \cdot 831$
 $\frac{1662}{4680} = 2,563$
 $\frac{41,5 \cdot 5}{5250} = 4986$
 $\frac{2640}{2493} = 147$

$$12-8=10-6$$

$$831,000' \quad 57980$$

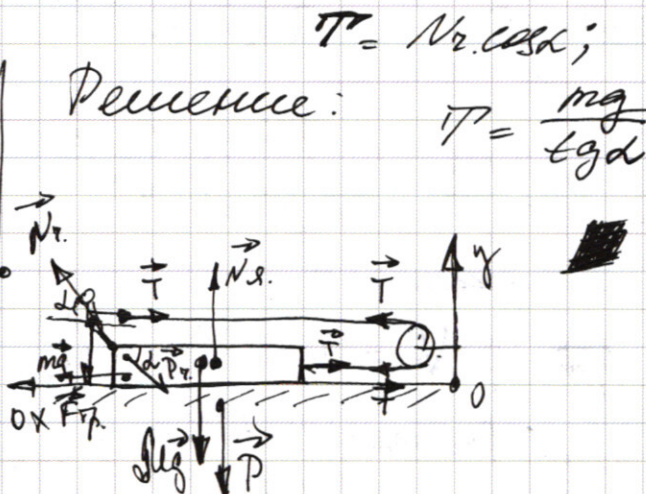
$$\quad \quad \quad 0,00$$

$$\begin{array}{r} 83,10000 \quad 9798 \\ - 78,324 \quad 0,00848 \\ \hline 47160 \\ - 39192 \\ \hline 79680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 83100 \\ \times 9798 \\ \hline 454 \\ 9798 \\ \hline 58788 \\ \times 565 \\ \hline 9798 \\ 7 \\ \hline 68586 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 9798 \\ \hline 676 \\ 9798 \\ \hline 78384 \\ \times 8 \\ \hline 68586 \\ + 9798 \\ \hline 78384 \\ \times 9798 \\ \hline 48990 \\ \times 333 \\ \hline 9798 \\ \times 4 \\ \hline 39192 \end{array}$$

Дано:
 $S, m, \mu = 0,2m$
 μ
 1. $P - ?$
 2. $F_0 - ?$
 3. $\alpha - ?$



$$T = N_2 \cos \alpha;$$

$$T = \frac{mg}{\tan \alpha}$$

Для человека: (на OX):
 $N_2 = \frac{mg \cos \alpha}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha};$
 $N_2 \cos \alpha = T;$
 $\cos \alpha = \frac{T}{N_2};$
 $N_2 = \frac{T}{\cos \alpha};$

$$N_2 = \frac{mg}{\sin \alpha}$$

P_2

на OY:
 $mg = N_2 \sin \alpha;$
 $mg = \frac{T \sin \alpha}{\cos \alpha};$

$$N_2 = \frac{T}{\cos \alpha}$$

$$mg = T \tan \alpha;$$

$$\frac{mg}{\sin \alpha} = \frac{T}{\cos \alpha};$$

$$P_2 = \frac{T}{\cos \alpha};$$

$$\alpha = 45$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{mg^2}{N_2^2}}$$

или: (OX):

$$P_2 \cos \alpha + T \sin \alpha = F_{тр};$$

$$2T = \mu N_2;$$

$$N_2 = \frac{2T}{\mu} = 2T$$

$$m_1 a + m_2 a = ma$$

$$P_2 \sin \alpha + mg = N$$