Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

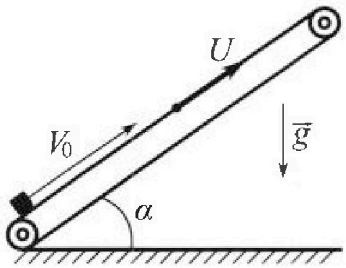
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.
2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения g =10 м/с^2. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление возд уха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin\alpha = 0{,}8$ (см. рис.).



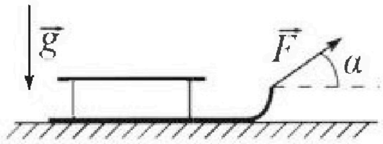
В первом опыте небольшую коробку ставят на *покоящуюся* ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.

1) За какое время T после старта коробка пройдет *в первом опыте* путь $S = 1$ м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, *движущуюся* со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?
3) На какой высоте H, отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения g =10 м/с^2. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.



В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g.

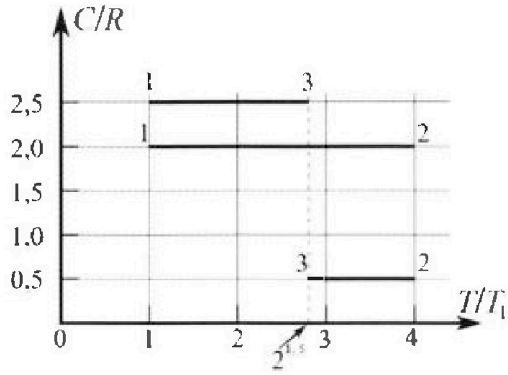
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

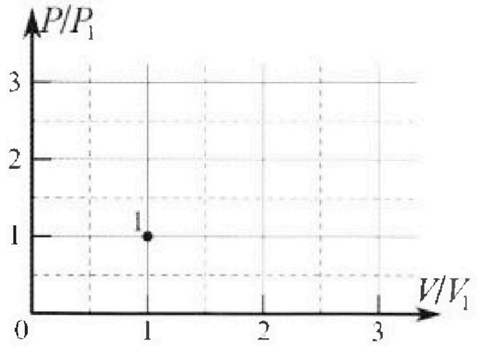
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).



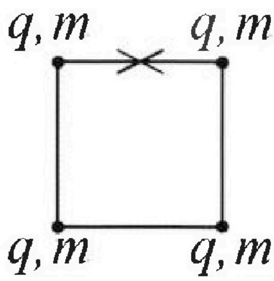
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η цикла.

3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m, заряд q.



1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

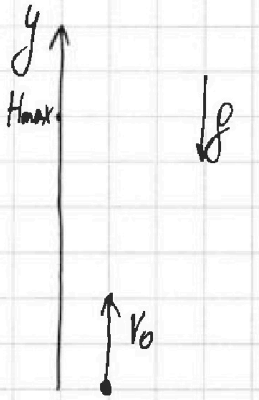
3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэффициент пропор циональности в законе Кулона k. Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [X] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

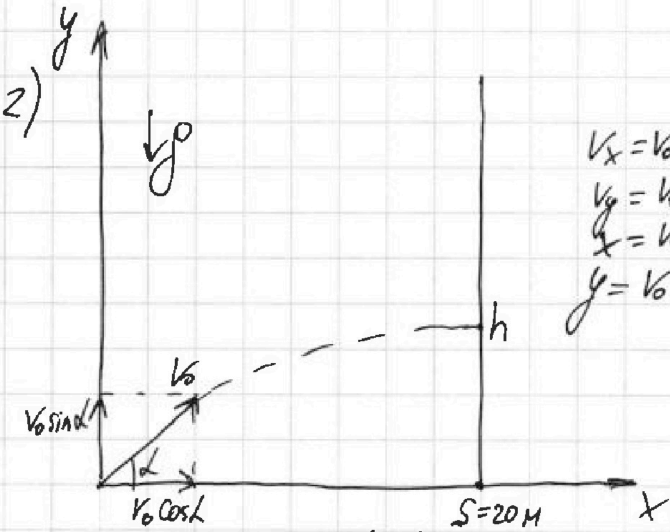
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)


$y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$; при $y = H_{max}$: $V = 0$

$V = V_0 - gt$; при $y = H_{max}$ $t = T = 2c$.

$0 = V_0 - gT$; $V_0 = gT = 20$ м/с

2)


$V_x = V_0 \cos\alpha$

$V_y = V_0 \sin\alpha - gt$

$x = V_0 t \cos\alpha$

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

Пусть при ударе о стенку $t = t_x$, тогда $x = S = V_0 t_x \cos\alpha$

$t_x = \frac{S}{V_0 \cos\alpha}$; $y = h = V_0 \sin\alpha \cdot \frac{S}{V_0 \cos\alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2\alpha}$

$h = S \sin\alpha \cdot \frac{1}{\cos\alpha} - \frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2\alpha}$; пусть $k = \frac{1}{\cos\alpha}$, тогда

$h = S \sin\alpha \cdot k - \frac{gS^2}{2V_0^2} k^2$, - график - парабола, ветвями вниз.

сл-но максимум в вершине $k = \frac{-S\sin\alpha}{-\frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot 2} = \frac{S \sin\alpha}{\frac{gS^2}{V_0^2}} = \frac{V_0^2 S \sin\alpha}{gS^2} = \frac{V_0^2 \sin\alpha}{gS}$; $\frac{1}{\cos\alpha} = \frac{V_0^2 \sin\alpha}{gS}$

$\cos\alpha = \frac{gS}{V_0^2 \sin\alpha}$; $2\sin\alpha\cos\alpha = \frac{2gS}{V_0^2} = \sin(2\alpha) = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{20^2}$

$\sin(2\alpha) = 1$; сл-но $2\alpha = 90°$, $\alpha = 45°$.

$h = S\,tg\,\alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2\alpha} = 20 - \frac{4000}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{2}} = 20 - 10 = 10$ м

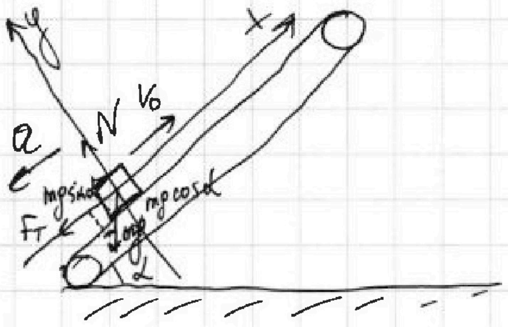
Ответ: 1) 20 м/с ; 2) 10 м

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\sin\alpha = 0{,}8$; $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-0{,}64} = 0{,}6$

$\mu = \frac{1}{3}$

1) Oy: $0 = N - mg\cos\alpha$; $N = mg\cos\alpha$

$F_T = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

Ox: $-ma = -F_T - mg\sin\alpha$

$ma = \mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha$

$a = \mu g\cos\alpha + g\sin\alpha = g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) =$

$= g\left(\frac{1}{3}\cdot 0{,}6 + 0{,}8\right) = g(0{,}8+0{,}2) = g$

2) Найдём на какое расстояние вверх ($x_м$) по остановленному транспортеру груз смог проехать до остановки:

$\frac{mV_0^2}{2} - \mu mg\cos\alpha x = mgx\sin\alpha$

$\frac{V_0^2}{2} = gx\sin\alpha + \mu gx\cos\alpha = gx(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = gx$

$x = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = 0{,}8м$, а-но груз стал съезжать обратно до того как проехал $S = 1м$.

$S = x + S'$. Расстояние $x = 0{,}8$ он проехал за t_1 расстояние S' за t_2. $T = t_1 + t_2$ - искомое.

$0 = V_0 - at_1$; $at_1 = V_0$; $gt_1 = V_0$; $t_1 = \frac{V_0}{g} = \frac{4}{10} = 0{,}4c$.

S': $S' = \frac{a't_2^2}{2}$; $a' = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) =$

$= g(0{,}8 - 0{,}2) = 0{,}6g$, т.к. сила трения стала действовать в другую сторону.

$S' = 0{,}2м = \frac{0{,}6g t_2^2}{2}$; $0{,}6gt_2^2 = 0{,}4$; $6gt_2^2 = 4$; $t_2^2 = \frac{4}{60} = \frac{1}{15}$

$t_2 = \frac{\sqrt{15}}{15}$; $T = 0{,}4 + \frac{\sqrt{15}}{15}$

См. 2 след. лист задачи 2

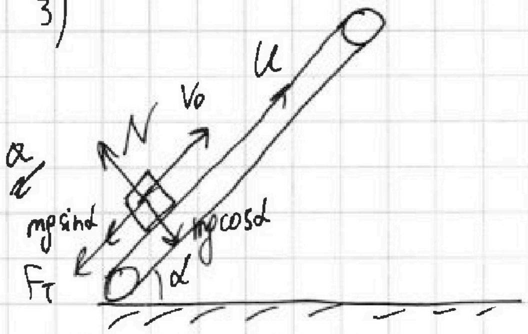
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

3)



Во втором эксперименте сила трения будет действовать "вниз" вдоль плоскости пока "V > U" когда U станет больше V, сила трения станет действовать вверх.

Найдём L, при котором $V=U$, вначале $V=V_0$

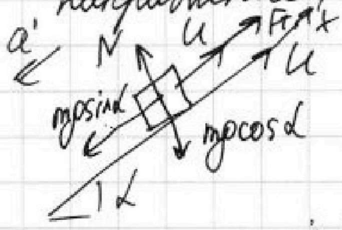
При $V>U$ $a=g(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)=g$

$$\frac{mV_0^2}{2}-\mu mg\cos\alpha L=\frac{mU^2}{2}+mgL\sin\alpha$$

$$\frac{V_0^2}{2}=\frac{U^2}{2}+gL(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)=\frac{U^2}{2}+gL$$

$$L=\frac{V_0^2-U^2}{2g}=\frac{16-4}{20}=\frac{12}{20}=\frac{3}{5}=0,6\,м$$

После этого момента сила трения поменяла направление, т.к. $V<U$



Сл-но. Ox: $-ma'=-mg\sin\alpha+\mu mg\cos\alpha$

$$a'=g\sin\alpha-\mu g\cos\alpha=g(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)$$
$$=g(0,8-0,2)=0,6g$$

При остановке $0=U-0,6gt_x$; $t_x=\frac{U}{0,6g}$

Пусть груз до остановки проедет ещё L'

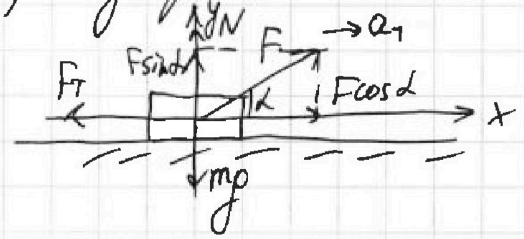
$$L'=Ut-\frac{0,6g t_x^2}{2}=Ut-\frac{0,6U^2}{1,2g}=\frac{U^2}{0,6g}-\frac{U^2}{1,2g}=\frac{U^2}{1,2g}$$

$L'=\frac{4}{12}=\frac{1}{3}\,м$, тогда искомое

$$H=(L+L')\sin\alpha=\left(\frac{3}{5}+\frac{1}{3}\right)\cdot\frac{4}{5}=\frac{14}{15}\cdot\frac{4}{5}=\frac{56}{75}\,м.$$

Ответ: 1) $T=\left(94+\frac{\sqrt{15}}{15}\right)c$; 2) $0,6\,м$; 3) $\frac{56}{75}\,м$

1) Под углом α



$Oy: 0 = N + F\sin\alpha - mg$

$N = mg - F\sin\alpha$

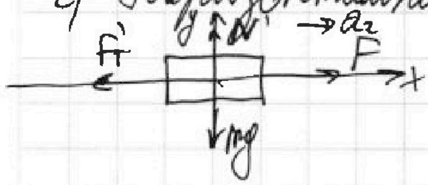
$F_{Tp} = \mu N = \mu mg - \mu F\sin\alpha$

$Ox: ma_1 = F\cos\alpha - F_T =$

$= F\cos\alpha - \mu mg + \mu F\sin\alpha = F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu mg$

$V_0 = a_1 t = \frac{Ft}{m}(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu g t$

2) Горизонтальная сила



$Oy: 0 = N' - mg;\ N' = mg$

$F'_{Tp} = \mu mg$

~~$Ox = F - F'_T = F - \mu mg$~~ $Ox: ma_2 = F - \mu mg$

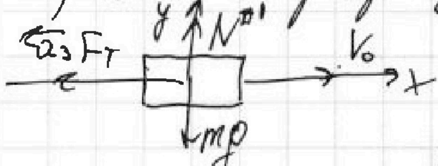
$a_2 = \frac{F - \mu mg}{m};\ V_0 = a_2 t = \frac{Ft}{m} - \mu g t$

По усл. $V_0 = a_1 t = a_2 t$, сл-но

$\frac{Ft}{m} - \mu g t = \frac{Ft}{m}(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu g t;\ 1 = \cos\alpha + \mu\sin\alpha$

$\mu\sin\alpha = 1 - \cos\alpha;\ \mu = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$

3) После прекращения действия силы:



$Oy: 0 = N' - mg;\ N' = mg;\ F_T = \mu mg$

$Ox: -ma_3 = -\mu mg;\ a_3 = \mu g$

Найдем T:

$0 = V_0 - \mu g T;\ T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0\sin\alpha}{g(1-\cos\alpha)}$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$; 2) $T = \frac{V_0\sin\alpha}{g(1-\cos\alpha)}$

$\nu = 1$ моль; $T_1 = 400$ К

1) В процессе 1–2:

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$. $C_{12} = 2R$ – из графика.

$Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12}$; $\nu C_{12}(4T_1 - T_1) = 6\nu R T_1$ – из гр.

Из гр. $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2}\nu R T_1 \cdot 3 = 4{,}5\nu R T_1$

$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 1{,}5\nu R T_1 = 1{,}5 \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 400 =$

$= 600 \cdot 8{,}31 = \underline{4986 \text{ Дж}}$

2) $\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}$, где $Q_н$ – „нагревателя", $Q_х$ – „холодильника"

$Q_н = Q_{12}$; $Q_х = |Q_{23}| + |Q_{31}|$; Из гр. $Q_{23} = \nu C_{23} \Delta T_{23}$

$C_{23} = 0{,}5R$; $\Delta T_{23} = 2\sqrt{2}T_1 - 4T_1$

$Q_{23} = \nu \cdot 0{,}5R \cdot T_1(2\sqrt{2} - 4) = \nu R T_1(\sqrt{2} - 2)$

$Q_{31} = \nu C_{31} \Delta T_{31}$; $C_{31} = 2{,}5R$; $\Delta T_{31} = T_1 - 2\sqrt{2}T_1$

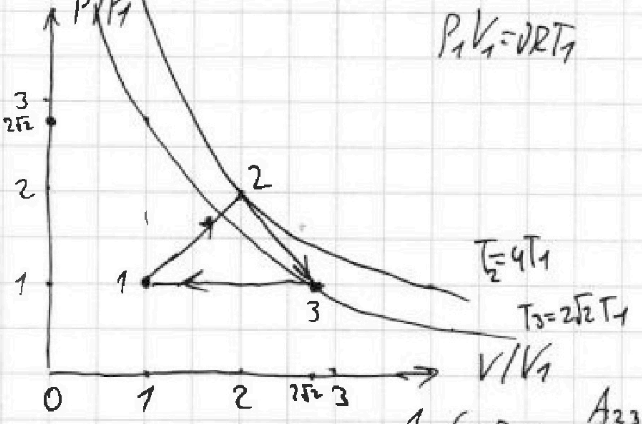
$Q_{31} = 2{,}5\nu R T_1(1 - 2\sqrt{2})$

$Q_х = |Q_{31}| + |Q_{23}| = \nu R T_1(2 - \sqrt{2}) + 2{,}5\nu R T_1(2\sqrt{2} - 1) =$

$= \nu R T_1(2 - \sqrt{2} + 5\sqrt{2} - 2{,}5) = \nu R T_1(4\sqrt{2} - 0{,}5)$

$\eta = \frac{6\nu R T_1 - (4\sqrt{2} - 0{,}5)\nu R T_1}{6\nu R T_1} = \frac{6 - 4\sqrt{2} + 0{,}5}{6} = \frac{6{,}5 - 4\sqrt{2}}{6} = \underline{\frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}}$

3) $P_1 V_1 = \nu R T_1$



$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} =$

$= \nu R T_1(\sqrt{2} - 2) - \frac{3}{2}\nu R T_1(\cancel{4 - 2\sqrt{2}})^{2\sqrt{2} - 4} =$

$= \nu R T_1(\sqrt{2} - 2) - 3\nu R T_1(\cancel{2 - \sqrt{2}})^{\sqrt{2} - 2}$

$= -2\nu R T_1(\sqrt{2} - 2) =$

$= (-2\sqrt{2} + 4)P_1 V_1$. $T_2 = 4T_1$

$T_3 = 2\sqrt{2}T_1$

$\cancel{A_{31}} = A_{23} = (P_2 + P_1) \cdot \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1)$

$P_2 V_2 = 4\nu R T_1 = 4P_1 V_1$

$A_{23} = \frac{1}{2}(4P_1V_1 - P_1V_1 + P_1V_2 - P_2V_1) =$

$= \frac{1}{2}(3P_1V_1 + P_1V_2 - P_2V_1) = (4 - 2\sqrt{2})P_1V_1$

$3P_1V_1 + P_1V_2 - P_2V_1 = 8P_1V_1 - 4\sqrt{2}P_1V_1$; $P_1V_2 - P_2V_1 = (5 - 4\sqrt{2})P_1V_1$

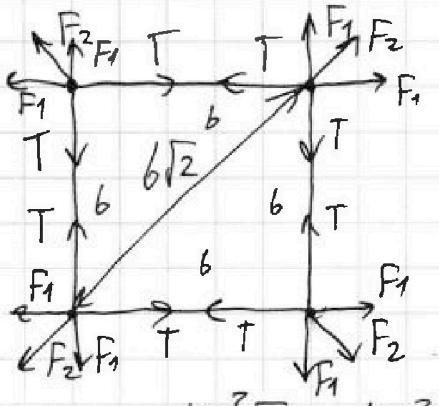
$\frac{V_2}{V_1} - \frac{P_2}{P_1} = 5 - 4\sqrt{2}$ $\frac{V_2}{V_1} - \frac{4}{P_1V_2} = 5 - 4\sqrt{2}$; $A_{31} = \nu R T_1(1 - 2\sqrt{2})$. Сл-но $\frac{P_3}{P_1} = 2\sqrt{2}$; $\frac{V_3}{V_1} = 1$

Ответ:
1) 4986 Дж
2) $\frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

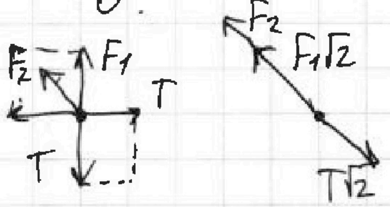
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Рассмотрим один шарик, равнодействующая сил на который вначале равна 0:



$\cancel{F=}\ T\sqrt{2} = F_2 + F_1\sqrt{2}$

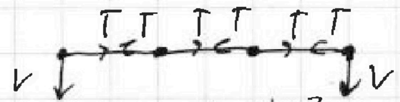
$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$

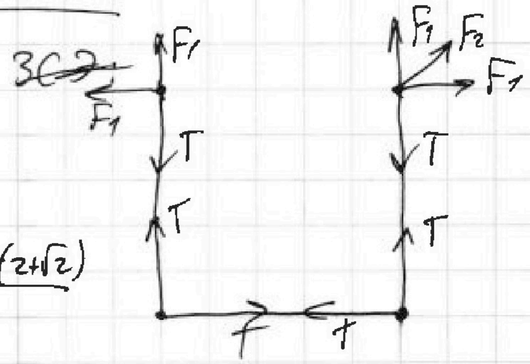
$F_2 = \frac{kq^2}{2b^2}$ - диагональ

$$T\sqrt{2} = \frac{kq^2\sqrt{2}}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} = \frac{kq^2}{b^2}\left(\sqrt{2}+\frac{1}{2}\right)$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2}\left(1+\frac{1}{2\sqrt{2}}\right) = \frac{kq^2}{b^2}\left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

2)





ЗСЭ: $\cancel{\frac{2mv^2}{2} = 2kq^2}$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kq^2}{b^2}\cdot(2+\sqrt{2})b = \frac{kq^2(2+\sqrt{2})}{b}$$

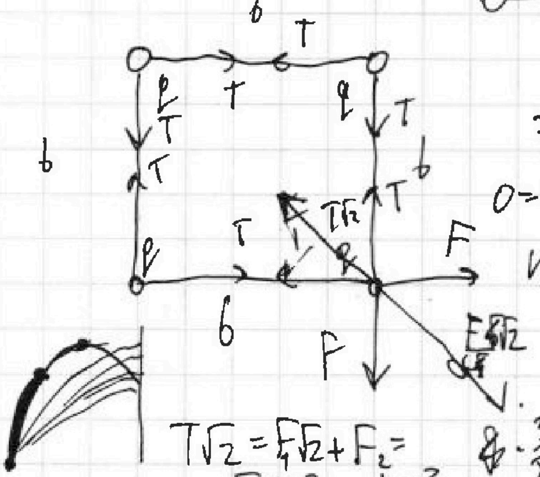
$$v = \sqrt{\frac{2kq^2(2+\sqrt{2})}{mb}}$$

Ответ: 1) $T = \frac{kq^2}{b^2}\left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)$; 2) $v = \sqrt{\frac{2kq^2(2+\sqrt{2})}{mb}}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\frac{kq^2}{b^2}$ $\quad ma = \frac{kq^2}{mb^2}$ $\quad F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$ $\quad F_2 = \frac{kq^2}{2b^2}$

$400t^2 - 400 - 25t^4 - 10h^2t^2 - h^4 = 0$

$D = 100t^4 - 4(-1)$

$E = A = FS$

$0 = v_0 - 2g$ $\quad v_0 = 20$

$t = \frac{S}{v_0\cos\alpha}$

$\frac{kq^2}{b^2} = \frac{kq^2}{b}$ $\quad \frac{kq^2}{b} S$ $\quad +4(400t^2 - 400 - 8t^4)$

$\frac{1}{2\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{4}$ $\quad 2\sqrt{2}-1$

$100t^4 - 1600t^2$

$2b(2+\sqrt{2})$

$\frac{2kq^2(2+\sqrt{2})}{b} = \frac{2mv^2}{2}$

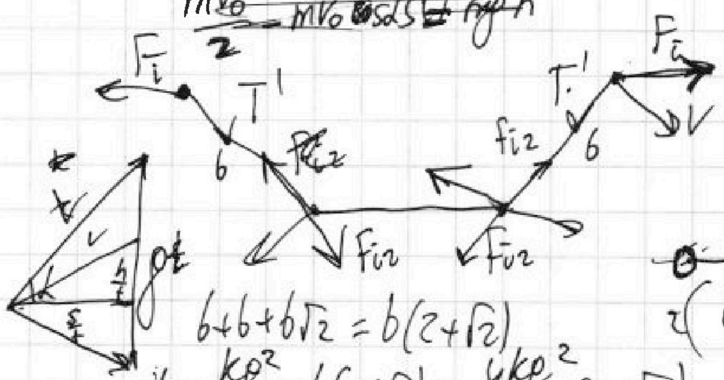
$T\sqrt{2} = F_1\sqrt{2} + F_2 =$

$\frac{mv^2}{2}$ $\quad = \frac{\sqrt{2}kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} = T\sqrt{2}$

$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2\sqrt{2}b^2} = \frac{2\sqrt{2}kq^2 + kq^2}{2\sqrt{2}b^2} = \frac{(2\sqrt{2}+1)}{2\sqrt{2}}\frac{kq^2}{b^2}$ $\quad qU_{13}$

$12mgb =$ $\quad = \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)\frac{kq^2}{b}$ $\quad \frac{kq^2}{b}(2+\sqrt{2}) = \frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv_0^2}{2} = \cancel{mv_0\cos\alpha} = mgh$



$F_i = \frac{b+b+b+b+b+b}{6b}$ $\quad v^2 = \frac{2kq^2(2+\sqrt{2})}{mb}$

$2(b+b+2b)$ $\quad b$ $\quad 6\,2b$

$2(b+2b+3b)$ $\quad v = \sqrt{\frac{2kq^2(2+\sqrt{2})}{mb}}$

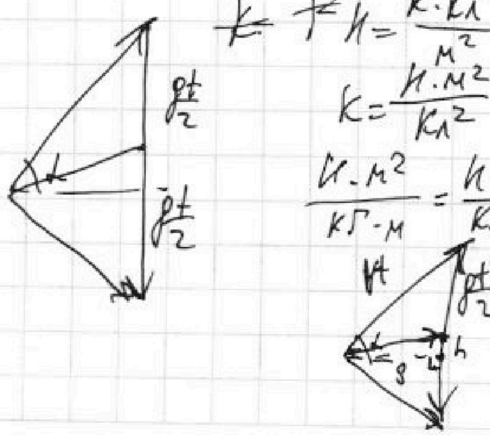
$b + b + b\sqrt{2} = b(2+\sqrt{2})$

$4 \cdot \frac{kq^2}{b^2} \cdot b(2+\sqrt{2}) = \frac{4kq^2}{b}(2+\sqrt{2})$ $\quad 8b + 14b = 22b$ $\quad \frac{2mv^2}{2} = \frac{2kq^2(2+\sqrt{2})}{b}$

$F_k = \frac{k \cdot k_1^2}{M^2}$ $\quad \frac{4kq^2}{b}(2+\sqrt{2}) = \frac{22kq^2}{6b} + \frac{4mv^2}{2}$

$k = \frac{K \cdot M^2}{K_1^2}$ $\quad k = \frac{M}{c^2}$ $\quad \frac{4kq^2}{b}(2+\sqrt{2}) = \frac{22kq^2}{b} + \frac{4mv^2}{2}$

$\frac{K \cdot M^2}{K\Gamma \cdot M} = \frac{K \cdot M}{K\Gamma}$ $\quad \frac{8kq^2}{b} + \frac{4\sqrt{2}kq^2}{b} - \frac{(14-4\sqrt{2})kq^2}{b} =$ $\quad = -\frac{4mv^2}{2}$



$v^2t^2 = \left(\frac{gt^2}{2} + h\right)^2 + S^2$

$400t^2 = (5t^2 + h^2)^2 + 400$

$400t^2 - 400 = 25t^4 + 10t^2h^2 + h^4$

$D = (5 - 4\sqrt{2})^2 -$

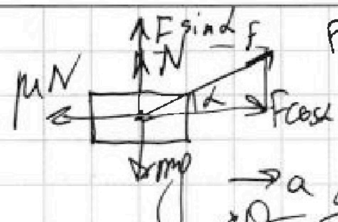
$\frac{V_2}{V_1} - \frac{4}{P_1} = (5 - 4\sqrt{2})V_2$ $\quad \frac{P_2V_2}{P_1V_1} = 4$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



$P_3V_3=\nu R 2\sqrt{2}T_1$

$F\sin\alpha+N=mg$

$N=mg-F\sin\alpha$

$F_T=\mu mg-\mu F\sin\alpha$

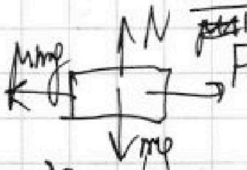
$ma=F\cos\alpha-\mu N=F\cos\alpha-F_T=F\cos\alpha-\mu mg+\mu F\sin\alpha$

$\Delta U_{23}=\frac{3}{2}1{,}5\nu R\Delta T=\frac{g t_2^2}{2}$

$=1{,}5\nu R(2\sqrt{2}T_1-4T_1)$

$=3\nu RT_1(\sqrt{2}-2)$

$\frac{\Delta Q}{\nu\Delta T}$



$\frac{\Delta Q}{\Delta T}$ $Q\infty$ $x^2=2\sqrt{2}$ $x=\sqrt{2\sqrt{2}}$ $=F(\mu\sin\alpha+\cos\alpha)-\mu mg$

$F(\mu\sin\alpha+\cos\alpha)-\mu mg=F-\mu mg$

$\frac{A+\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{\Delta T}$

$Q_{23}=\nu C$

$=0{,}5\nu RT_1(2\sqrt{2}-4)V_0=$ $\frac{Ft-\mu mgt}{m}$ $2^{\frac{3}{2}}=(\sqrt{2})^3$ $F=F(\mu\sin\alpha+\cos\alpha)$

$\nu RT_1(\sqrt{2}-2)$

$\frac{A}{\Delta T}+\frac{3}{2}\nu R=const$

$\sqrt{8}=2\sqrt{2}\cdot1=\mu\sin\alpha+\cos\alpha$

$\Delta U_{23}=1{,}5\nu RT_1(2\sqrt{2}-4)$

$mV_0=Ft-\mu mgt$

$\mu=-\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}=-ctg\,\alpha$ $\frac{A}{\Delta T}=const$

$Q=\Delta U+A$ $k^2=2$ $k=\sqrt{2}$

$mV_0=$ $A=Q-\Delta T$ $-2\sqrt{2}-1-\sqrt{2}$

$(1+2)\cdot\sqrt{2}=1{,}5\sqrt{2}$

V PS $Q=\nu C\Delta T$

$\cos\alpha=\frac{\sqrt{2}}{2}$ $\frac{2}{\sqrt{2}}=\sqrt{2}$ $1{,}5\sqrt{2}+3\nu RT_1(\sqrt{2}-2)$

$=3\nu RT_1(\sqrt{2}-2)$

$Q_{12}=\nu C\Delta T=2\nu R\Delta T=2\nu R(4T_1-T_1)=6\nu RT_1$

$A_{23}=\nu RT_1(\sqrt{2}-2-3\sqrt{2}+6)$

$P_1V_1=\nu RT_1$ $=4-2\sqrt{2}$ $\Delta U=\frac{3}{2}\nu R\Delta T=\frac{3}{2}\nu R\cdot3T_1=4{,}5\nu RT_1$

$1{,}5\sqrt{2}+3\sqrt{2}-6$

$4{,}5\sqrt{2}-6$ $\frac{1}{3}+\frac{3}{8}$

$2\sqrt{2}-4=$ $A=1{,}5\nu RT_1$

$T=4T_1$ $Q_{12}=6\nu RT_1$

$A=4\nu RT_1$ $Q_x=\nu RT_1(2-\sqrt{2}+2\sqrt{2}-1)$

$P_4V_4=4\nu RT_1$ $Q_{23}=0{,}5\nu R(2\sqrt{2}T_1-4T_1)=$

$P_3V_3=2\sqrt{2}$ $=(1+\sqrt{2})\nu RT_1$

$PV=4P_1V_1$

$=\nu R(T\nu RT_1(\sqrt{2}-2)$

$PV=4$

$\frac{2gS}{V_0^2}=\sin2\alpha$ $\frac{20\cdot20}{20^2}=1$

$Q_{31}=2{,}5\nu R(T_1-2\sqrt{2}T_1)=2{,}5\nu RT_1(1-2\sqrt{2})$

$\frac{V_0^2}{g}-\frac{V_0^2}{2g}$

$\frac{3}{2}gS$ $\cdot\sqrt{2}=1{,}5\sqrt{2}$

$\eta=\frac{Q_H-Q_x}{Q_H}=\frac{6\nu RT_1-(1+\sqrt{2})\nu RT_1}{6\nu RT_1}$

$\cos\alpha=\cos\alpha-\frac{2gS}{V_0^2\sin\alpha}$

$\sin\alpha=\frac{gS}{V_0^2}$

$\frac{6-1-\sqrt{2}}{}=\frac{5-\sqrt{2}}{6}$

$\frac{4\nu RT_1-\nu RT_1}{2}$

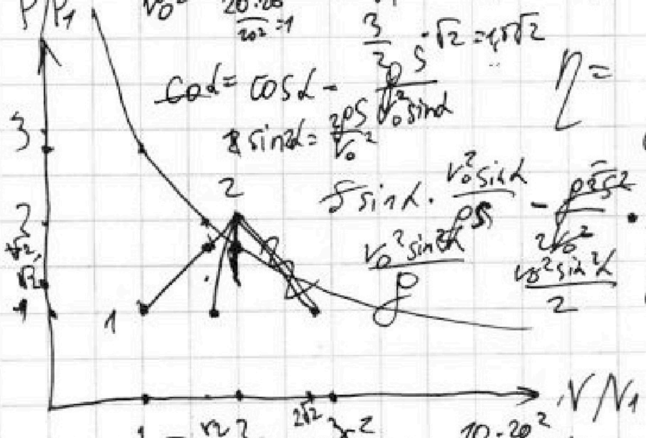
$g\sin\alpha\cdot\frac{V_0^2\sin\alpha}{gS}-\frac{gS^2}{}$

$\nu RT_1(6-2$

$4\nu RT_1$

$\frac{V_0^2\sin\alpha}{g}$ $\frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2}$

$A=4{,}5\nu RT_1$



$P_3V_3=2\sqrt{2}\,\nu RT_1=2\sqrt{2}$

$\nu RT_1(\sqrt{2}-2)>$ $2^1\cdot2^{\frac{1}{2}}$

$A_{23}=\nu RT_1$ $=A_{23}+\Delta U_{23}$

$2^{\frac{3}{2}}$

$=A_{23}$

$h=S\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\sqrt{2}S-\frac{gS^2}{2V_0^2}=20-\frac{10\cdot20^2}{2\cdot20^2}=10$

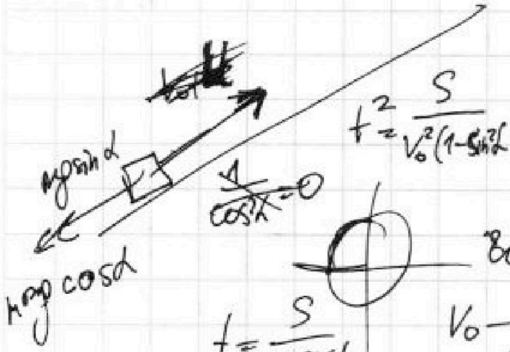
$A_{23}=\nu RT_1(\sqrt{2}-2)-3\nu RT_1(\sqrt{2}-2)$ $\sqrt{8}=2\sqrt{2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



$\frac{mv_0^2}{2} = mgL\sin\alpha + \frac{mu^2}{2}$

$t^2 = \frac{S}{v_0^2(1-\sin^2\alpha)}$ $\quad \frac{mv_0^2}{2} - \mu mg\cos\alpha\, L = mgL\sin\alpha + \frac{mu^2}{2}$

$\frac{1}{\cos^2\alpha} = 0$

$80 - \frac{160}{2} =$ $\quad \frac{v_0^2}{2} = Lg\xi + \frac{u^2}{2}$ $\quad 40 -$

$t = \frac{S}{v_0\cos\alpha}$ $\quad v_0 - \rho t = 0$ $\quad v_0 = \rho t$ $\quad t = \frac{v_0}{\rho}$ $\quad v_0^2 = 2\rho L + u^2$

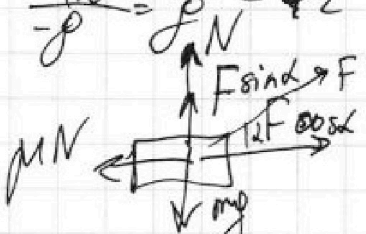
$\frac{mu^2}{2} + \mu mg\cos\alpha\, h = mgh\sin\alpha$ $\quad L = \frac{v_0^2 - u^2}{2g}$ $\quad \frac{16-4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{3}{4}$

$S = v_0 t\cos\alpha$

$h = v_0 t\sin\alpha - \frac{\rho t^2}{2}$ $\quad \frac{u^2}{2} = gh(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$\frac{-v_0}{-g} = \frac{2v_0}{g} = 2$ $\quad h = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} =$ $\quad \frac{u^2}{g} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} + \frac{3}{4} = \frac{8+15}{20} = \frac{23}{20} = \frac{115}{100}$

$\frac{800}{400} = 0 = 1{,}15$



$N = mg - F\sin\alpha$

$ma = -\mu(mg - F\sin\alpha) + F\cos\alpha$ $\quad \frac{40\cdot 20}{400} = 2$

$ma = -\mu mg + \mu F\sin\alpha + F\cos\alpha =$

$= F(\mu\sin\alpha + \cos\alpha) - \mu mg$

$v_0 = at = (F(\mu\sin\alpha + \cos\alpha) - \mu mg)t$

$F(\mu\sin\alpha + \cos\alpha) - \mu mg = F - \mu mg$

$\frac{\sqrt{3}}{2} : \frac{1}{2} = \sqrt{3}$

$\mu\sin\alpha + \cos\alpha = 1$

$t = \frac{S_0}{v_0\cos\alpha}$ $\quad ma = F\cos\alpha - \mu mg + F\mu\sin\alpha$ $\quad \cancel{\mu = ctg\alpha}$ $\quad \frac{g}{2}\cdot\frac{S^2}{v_0^2\cos^2\alpha}$

$h = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{v_0^2\cos^2\alpha}$ $\quad F(\mu\sin\alpha + \cos\alpha)$ $\quad N + F\sin\alpha = mg$

$= S\sin\alpha\cdot\frac{1}{\cos\alpha} - \frac{gS^2}{v_0^2}\cdot\frac{1}{\cos^2\alpha}$ $\quad F - \mu mg$ $\quad N = mg - F\sin\alpha$ $\quad F_T = \mu mg - \mu F\sin\alpha$

$0 = v_0 - \mu t$

$S\sin\alpha\, x - \frac{gS^2}{v_0^2}\cdot x^2$ $\quad T = \frac{v_0}{-ctg\alpha}$ $\quad \mu = -ctg\alpha\frac{v_0^2}{2\mu g}$

$\frac{1}{\cos\alpha} = \frac{v_0^2 S\sin\alpha}{2gS^2}$ $\quad \frac{-S\sin\alpha\, v_0^2}{-2gS^2} = x$ $\quad x = \frac{S\sin\alpha\, v_0^2}{2gS^2} = \frac{v_0^2\sin\alpha}{2gS}$ $\quad \frac{1}{\cos\alpha} = \frac{v_0^2\sin\alpha}{2gS}$

$\cos\alpha = \frac{2gS}{v_0^2\sin\alpha}$

$\cos\alpha = \frac{2gS}{v_0^2\sin\alpha}$ $\quad \frac{20\cdot 20}{20\sin\alpha}$ $\quad \cancel{\cos\alpha =}$ $\quad \sin 2\alpha =$ $\quad 2\sin\alpha\cos\alpha = \frac{4gS}{v_0^2}$

$\sin\alpha\sqrt{1-\sin^2\alpha} = 1$ $\quad =$ $\quad \sin\alpha\cos\alpha =$ $\quad D = 1 - 4$

$\sin^2\alpha(1-\sin^2\alpha) = 1$ $\quad \sin^4\alpha - \sin^2\alpha + 1 = 0$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

$h = 40 - 5\cdot 2\cdot 2 = 20$

$y = \cancel{V_0 t} = 0\, V_0 T - \frac{gT^2}{2}$ $\quad V_0 = 20$ м/с

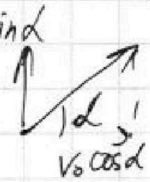
$0 = V_0 - gT$

$V_0 = gT$

$h = V_0 T - \frac{gT^2}{2}$

$8{,}31 \times 600 = 4986{,}00$

$8{,}31 \times 6 = 49{,}86$



$(\cos\alpha)' = -\sin\alpha$

$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} - \frac{gS}{2V_0^2\cos^2\alpha}$

$S = V_0 t\cos\alpha$

$t = \frac{S}{V_0\cos\alpha}$

$\frac{V_0^2\sin\alpha\cos\alpha - gS}{V_0^2\cos^2\alpha}$

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

$y = V_0\sin\alpha\cdot\frac{S}{V_0\cos\alpha} - \frac{g}{2}\cdot\frac{S^2}{V_0^2\cos^2\alpha}$

$= S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2\cos^2\alpha}$

$\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)' = \frac{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

$\frac{1}{\cos^2\alpha} = \frac{-\sin\alpha}{\cos^2\alpha}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - 0{,}64} = 0{,}6$

$\frac{t^2}{2} = \frac{gx - 0}{4}$

$S\frac{1}{\cos^2\alpha} - \frac{gS^2}{2V_0^2}$

$\frac{1}{\cos\alpha} = -\frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha}$

$0{,}8 + \frac{1}{3}0{,}6 = 0{,}8 + 0{,}2 = 1$

$\frac{1}{\cos^2\alpha}$ $\quad V_0 t\cos\alpha$

$mg\,x\sin\alpha = \frac{mV_0^2}{2} - A_{тр}$

$mgx\sin\alpha = \frac{mV_0^2}{2} - x\mu mg\cos\alpha$

400

$0 = V_0\sin\alpha - \frac{gt}{2}$

$gt = 2V_0\sin\alpha$ $\quad t = \frac{2V_0\sin\alpha}{g}$

$\sin\alpha\cos\alpha = \frac{1}{2}$

$\sin(2\alpha) = 1$

$\alpha = 45°$

$2S = \frac{2V_0^2\sin(2\alpha)}{g}$

$\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

$S = \frac{V_0^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$

$gx\sin\alpha + \mu gx\cos\alpha = \frac{mV_0^2}{2}$

$gx(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

$S - \frac{gS^2}{2V_0^2}$ $\quad S^2 = 400$

$\sin\alpha\cos\alpha = \frac{gS}{V_0^2}$

$gx = \frac{V_0^2}{2}$

$x = \frac{V_0^2}{2g}$

$\frac{16}{20} = \frac{4}{5}S - \frac{gS^2}{2V_0^2}$ $\quad 20 - \frac{400}{2\cdot 400}$

$0 = V_0\sin\alpha - gt$

$t = \frac{V_0\sin\alpha}{g}$

15

$\frac{1}{5} = \frac{gt^2}{2}$

$ma = mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha$

$-5t^2 + 4t - 1 = 0$

$5t^2 - 4t + 1 = 0$

$g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = a$

$D = 16$

$\frac{2}{50} = t^2$ $\quad t = \frac{1}{5}$

$\frac{1}{25} = t^2$

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

$1 = 4t - 5t^2$