



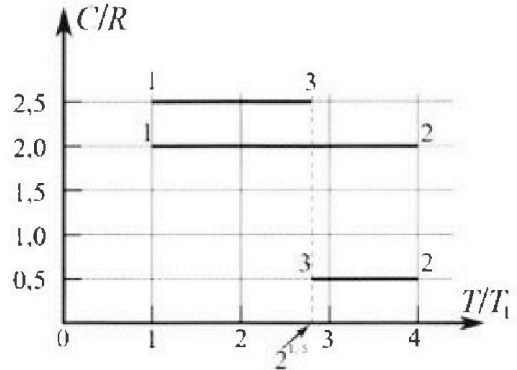
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01



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

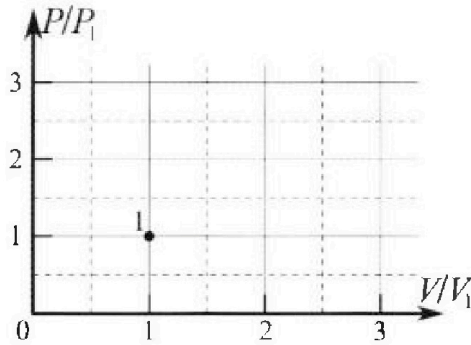
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



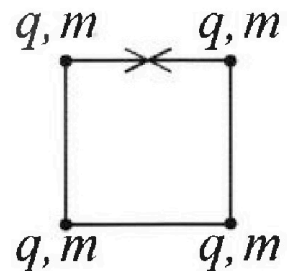
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 сверху (на рисунке)?

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



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.

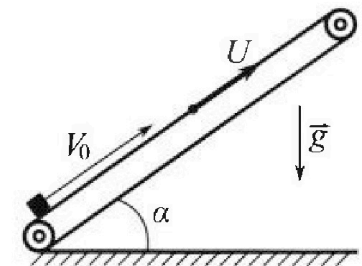
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопр отивление воздуха 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/с². 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.

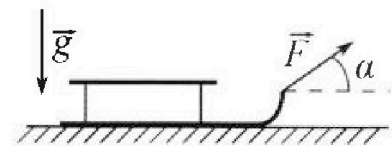
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.



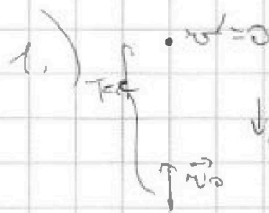
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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



Запишем ур-е для расчета
скорости при ра-ус. движении

на ось y. Конечная скорость — 0, т.е.:

$$0 = v_0 - gT \Rightarrow T = \frac{v_0}{g}; T \neq v_0 = gT;$$

$$v_0 = 10^4 \text{ c}^2 \cdot 2 \text{ c} = \boxed{20^4 \text{ c}}$$

2) Запишем ур-е траектории при броске под
углом α к горизонту из высоты x со скоростью v_0 .

$$\begin{aligned} x &= v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \\ y &= v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{aligned} \Rightarrow y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}, \text{ но}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha. \text{ Тогда: } y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha).$$

Представим вместо $g = 10^4 \text{ c}^2$, вместо $x = \beta = 20 \text{ м}$.

$$y = h = 20 \tan \alpha - 5 \cdot \frac{\beta^2}{v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha). v_0 = 20^4 \text{ c (нужно)}$$

$$h = 20 \tan \alpha - 5 \cdot \frac{20^2}{20^2} (1 + \tan^2 \alpha) = 20 \tan \alpha - 5 - 5 \tan^2 \alpha.$$

Ур-е $h(\tan \alpha)$ — квадратный трёхчлен, графиком
которого является парабола с ветвями вниз,

т.е. наибольшая значение h достигается в
вершине параболы, а её макс. координата, $\text{max}(-\frac{b}{2a})$,

где b, a — коэффициенты, $b = +20, a = -5$. Тогда,

$\tan \alpha = 2$ — значение тангенса, когда h — максимальное

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!

Тогда, представим $\text{tg} \alpha = 2$ в ур-е траектории:

$$h = 20 \cdot 2 - 5 \cdot \frac{20^2}{20^2} (1 + 2^2) = 40 - 5 \cdot 5 = 15 \text{ (м)}.$$

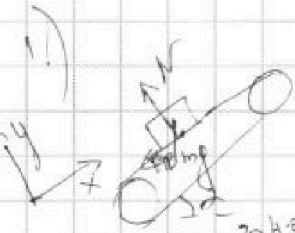
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



Нарисуем все силы, действующие на корабль. Найдем откуда горизонтальная

$$\begin{cases} a_{x_1} = -g \sin \alpha - F_{тр} \\ \text{ог: } N = mg \cos \alpha; F_{тр} = \mu N \end{cases} \begin{cases} a_{x_1} = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \\ \text{т.к. } \sin \alpha = 0,8 \text{ то} \\ \cos \alpha = 0,6 \text{ (из ПТ)} \end{cases}$$

$$a_{x_1} = -g(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = -g$$

Тогда, проведём на канале линию скорости
траектория корабля при начальной скорости $v_0 = 4 \text{ м/с}$.

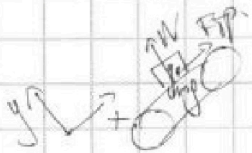
$v_0 + a_{x_1} t_1 = 0$ (исключая скорость - 0, "остановка").

$t_1 = \frac{v_0}{g}; t = 0,4 \text{ с}$. Пройдем, какой путь она пройдет

за этот $0,4 \text{ с}$: $S_1 = v_0 t_1 + \frac{a_{x_1} t_1^2}{2}; S_1 = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 = 0,8 \text{ м}$.

То есть за $t_1 = 0,4 \text{ с}$ корабль прошел путь S_1 и остановился
в $0,8 \text{ м}$. "станет" пройти $S_2 = S - S_1 = 0,2 \text{ м}$.

После того малого микровеника, когда корабль
покажется повзвист с естественной скоростью:



$F_{тр}$ направлено в другую сторону, так

как $F_{тр}$ направлено против отклонения

двигателя (ракет — корабль движется вверх,

теперь — вниз). Заминим g и $F_{тр}$ в проекции на ось:

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!



$$Oy: N - mg \cos \alpha = 0; F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$Ox: -mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma_{x_2} \Rightarrow a_{x_2} = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = \\ = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = g\left(\frac{1}{3} - 0,6 - 0,8\right) = -0,6g$$

Из ур-я и кинематик найдем за какое время t_2 коробка пройдет путь $S_2 = 0,2$ м (что при данном движении - 0, т.к. тело ранее остановилось).

$$-S_2 = \frac{a_{x_2} t_2^2}{2} \quad (\text{"-" перед } S_2, \text{ т.к. мы "продуруем" уменьшающийся расст. вдоль оси } x). \quad S_2 = 0,3g t_2^2$$

$$0,2 = 0,3 \cdot 10 t_2^2; \quad t_2^2 = \frac{1}{15}; \quad t_2 = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с (отр. время не берем)}$$

Тогда, всё время $T = t_1 + t_2$, за которое коробка прошла путь $S = 1$ м, равно

$$T = \left(0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \text{ с}$$

2.) Во втором случае на скорость коробки относительно ЛСО траектория будет равна $u_0 = u_0 + u = 6 \text{ м/с}$ т.е. на расставном L - скорость коробки

относительно ЛСО. Тогда, найдем L из ур-я кинематик:

$$L = \frac{u^2 - u_0^2}{2ax}, \quad \text{но } a_x = a_x = -g, \text{ т.к. ситуация аналогична}$$

$$L = \frac{u^2 - u_0^2}{2g}; \quad L = \frac{6^2 - 2^2}{2 \cdot 10}; \quad L = 1,6 \text{ м}$$

3.) из тех же соображений: $A = \frac{0 - u_0^2}{2ax}; \quad A = \frac{u_0^2}{2g}; \quad H = \frac{u_0^2}{2g} = 1,8 \text{ м}$

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!

1) Запишем 2 з.н. на оси x и y в двух случаях

случаи:



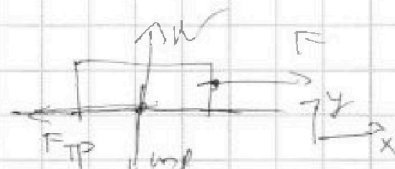
2 з.н.:

$$Ox: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma$$

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

$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$



2 з.н.:

$$Ox: F - F_{\text{тр}} = ma$$

$$Oy: N - mg = 0$$

$$N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Но т.к. скорости в обоих случаях достигают

одинаковой и тогда же выйдут из соприкосновения

и тогда же остановятся, то их ускорения

из уравнения кинематики, очевидно, равны $a_1 = a_2 = a$. Тогда:

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

$$F - \mu mg = ma$$

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

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

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

2.) После того, как силы перестали взаимодействовать на поверхности в горизонтальном направлении, против движения (направленная) скорости действует лишь одна сила — $F_{\text{тр}}$.

$F_{\text{тр}} = \mu N$ в обоих случаях N и N в обоих случаях одинаковы, $F_{\text{тр}}$ в горизонтальном направлении действует лишь одна и та же сила, поэтому ускорения в этой плоскости нет, и равно $N = mg$.

Тогда, ускорение по горизонтальной оси направлено против движения скорости ao и равно по модулю $a_{\text{тр}}$. Значит, время T найдем из уравнения кинематики. Конечная скорость — 0, тогда:

$$0 = v_0 - a_{\text{тр}} T \Rightarrow T = \frac{v_0}{a_{\text{тр}}}. \text{ Подставим } \mu, \text{ получим: } T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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!



1) $Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12}$; $\Delta T_{12} = T_2 - T_1$; $T_2 = 4T_1$; $T_1 = T_1$; $\Delta T_{12} = 3T_1$
 $C_{12} = 2R$ (из 2-го закона).

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$; $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$; $\Delta T_{12} = 3T_1$

$A_{12} = 6 \nu R T_1 - \frac{9}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1$

$A_{12} = \frac{3}{2} \cdot 1,8 \cdot 31 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж.}$

2) $\eta = \frac{Q_{\text{пол}} - Q_{\text{отп}}}{Q_{\text{пол}}}$; $Q_{\text{пол}} = Q_{12}$; $Q_{\text{отп}} = |Q_{31}| + |Q_{23}|$

($|Q_{31}|$ и $|Q_{23}|$) — отрицательная ком-во теплоты, т.к. ΔT у них — отрицательное

$|Q_{31}| = 2,5 R \nu \Delta T_{31}$; $\Delta T_{31} = T_1(2^{\sqrt{2}} - 1) = T_1(2\sqrt{2} - 1)$

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

$|Q_{23}| = \frac{1}{2} R \nu \Delta T_{32}$; $\Delta T_{32} = T_1(4 - 2^{\sqrt{2}}) = T_1(4 - 2\sqrt{2})$

$|Q_{23}| = \frac{1}{2} \nu R T_1 (4 - 2\sqrt{2})$

$Q_{12} = 2 \nu R \Delta T_{12}$; $\Delta T_{12} = 3T_1$; $Q_{12} = 6 \nu R T_1$

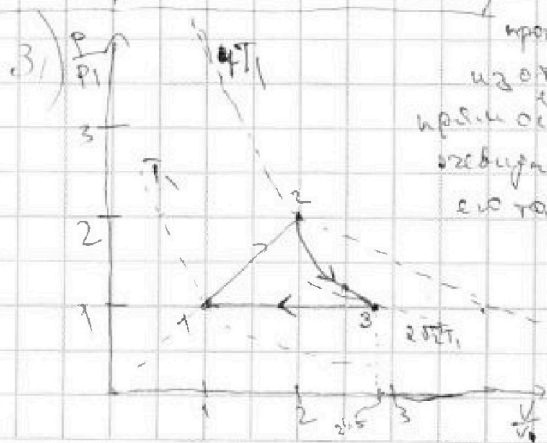
$\eta = \frac{6 \nu R T_1 - \frac{5}{2} \nu R T_1 (2\sqrt{2} - 1) - \frac{1}{2} \nu R T_1 (4 - 2\sqrt{2})}{6 \nu R T_1}$

$\eta = \frac{6 - \frac{5}{2}(2\sqrt{2} - 1) - \frac{1}{2}(4 - 2\sqrt{2})}{6} = \frac{6 - 5\sqrt{2} + 2,5 - 2 + \sqrt{2}}{6} = \frac{6,5\sqrt{2} - 4\sqrt{2}}{6}$

$\eta = \frac{6,5\sqrt{2} - 4\sqrt{2}}{6}$

Из уравнения $\eta = \frac{C - C_p}{C - C_v}$, где η — степень концентрации тепла, это процесс 1-2 — изохора, проходящая в 2-м квадранте координат Карнового изотермы, находим точку пересечения этой изохоры и изотермы $4T_1$. Процесс 3-1, очевидно, — изобара, т.к. $C_p = \frac{5}{2} R$. Добавим сюда также ро изотерма $2\sqrt{2} T_1$.

График процесса 2-3 из степени концентрации тепла $\eta = \text{const}$. Карнового цикла (объемный процесс не изобара) его, конструируя кривую графика цикла.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

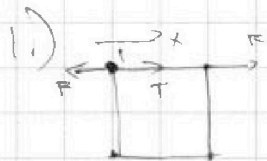
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

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



Р-чип ~~сравны~~ z и h . Выровнены на ось x центр шарика 1:

$$T - F = 0 \Rightarrow T = F, \text{ где } F - \text{сила тяжести}$$

найдем из закона Кулона. $F = k \cdot \frac{q^2}{r^2}$

Тогда, $T = k \cdot \frac{q^2}{r^2}$ (она равна силе веса и направлена в сторону центра дуги)

2.)



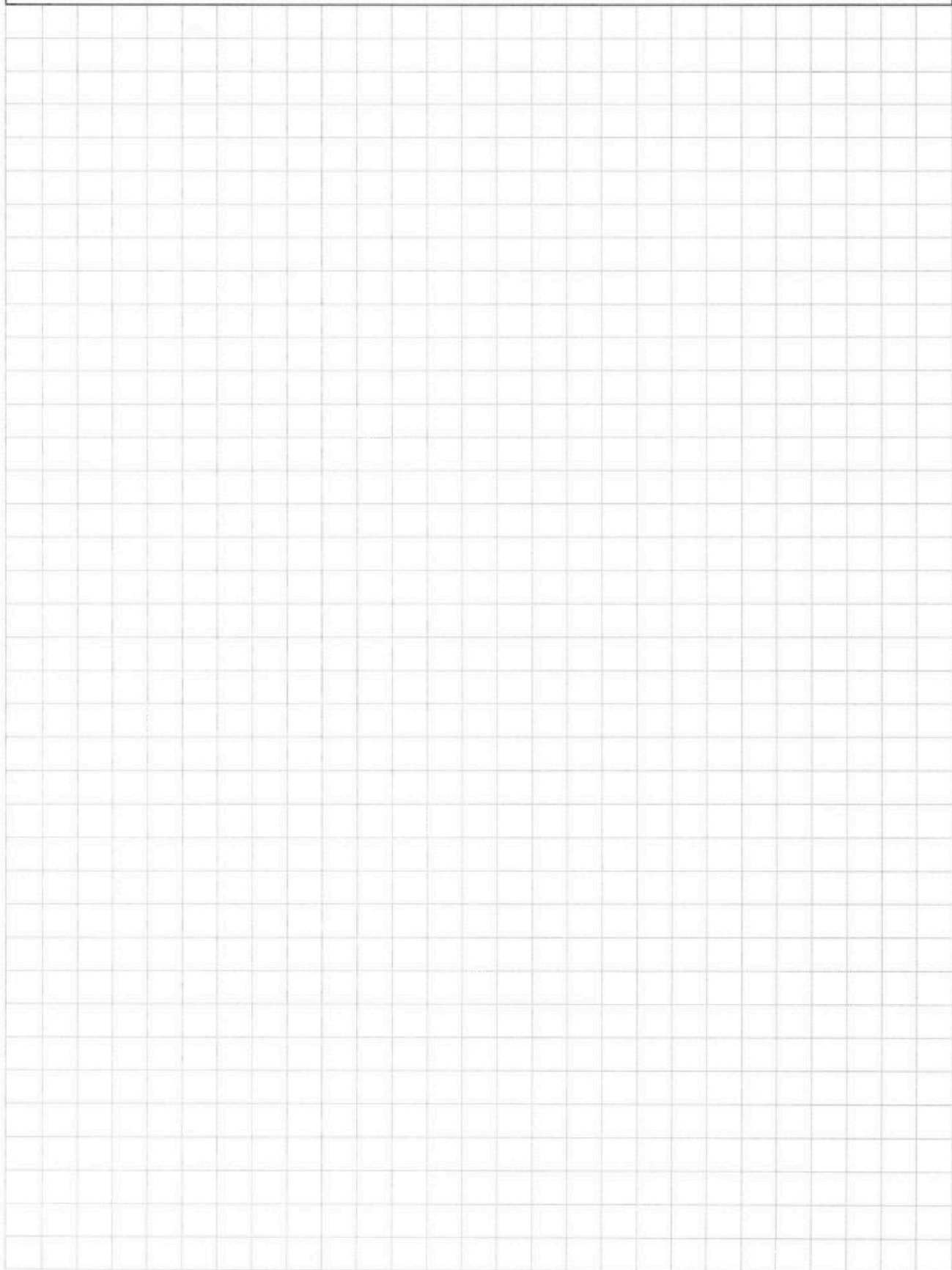
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

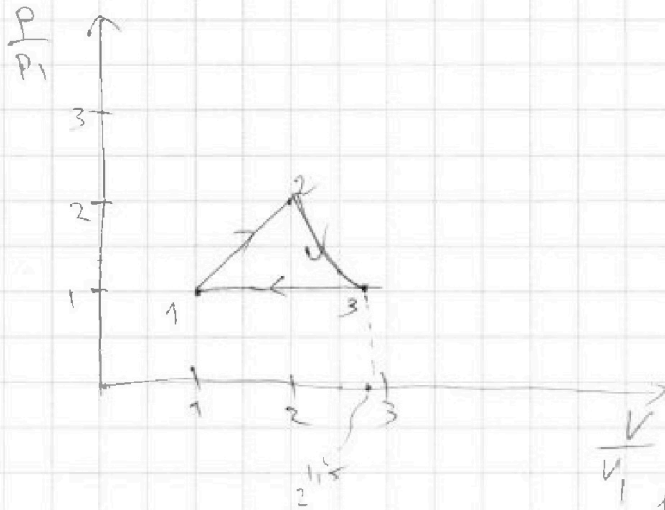
решение которой представлено на странице:



- 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!



$$k_2 = \frac{\frac{1}{2} - \frac{5}{2}}{\frac{1}{2} - \frac{3}{2}} = \frac{-2}{-2} = 2$$

$$\rho v^2 = \text{const.}$$

$$\rho_1 \cdot (2^{1,5} v_1)^2 = \rho_1 \cdot 2^3 v_1^2$$

~~$$2 \rho_1 v_1^2 = \rho_1 \cdot 2^3 v_1^2$$~~

$$2 v_2^2 = 2^3 v_1^2$$

$$v_2^2 = 4 v_1^2$$

$$v_2 = 2 v_1$$

~~$$(2,5 v_1)^2 \cdot \rho_1 = \rho_1 \cdot 2^3 v_1^2$$~~

~~$$p = p_1 \cdot \frac{160}{0,25}$$~~

$$\frac{800}{0,25} = \frac{160}{125} = \frac{32}{25} = 1 \frac{7}{25} = 1,28$$

$$p = \rho_1 k \cdot \frac{v^2}{2}$$

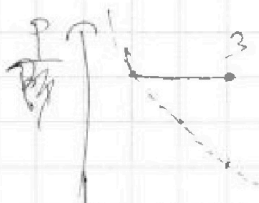
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

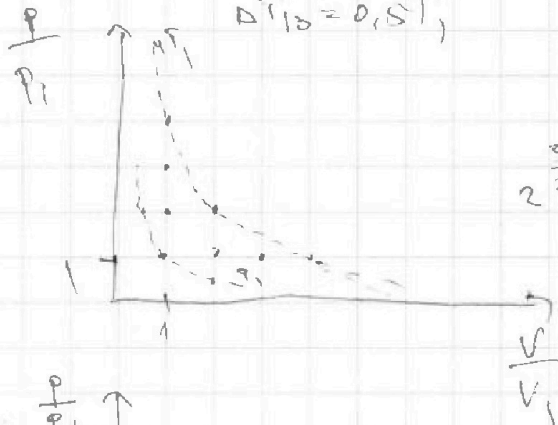
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$h = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{-\frac{R}{2}}{\frac{R}{2}} = -1$$

$$\frac{5}{2} R \Delta T_{13} = \frac{3}{2} R \Delta T_{13} + R \Delta T_{13} = A_{13}$$

$$\Delta T_{13} = 0,5 T_1$$



$$h = \frac{R - 5R}{R - 3R} = \frac{-4R}{-2R} = 2$$

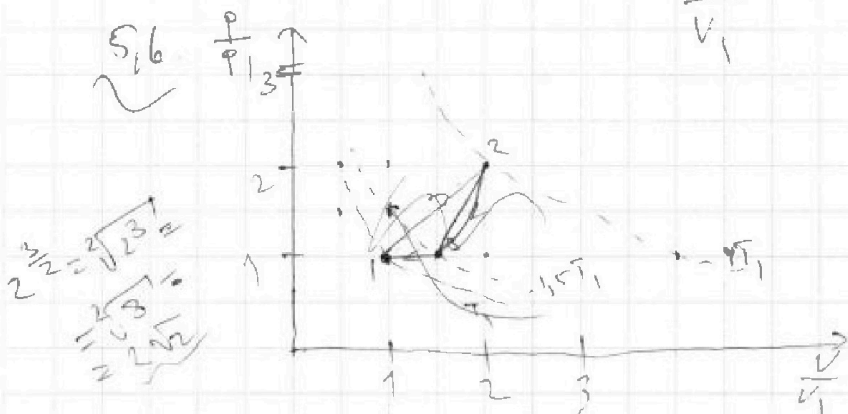
$$p v^2 = \text{const.}$$

$$2^{\frac{5}{2}} = 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} = p = \frac{\text{const.}}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$$

$$P_1 V_1 = 5 R T_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{2} = 5 R T_1$$

$$V_1 \cdot \frac{3 P_1}{2} = 5 R T_1 A_{12}$$



$$A_{12} = \frac{3}{2} 5 R T_1 \quad \sqrt{2} \approx 1,4 \quad \eta = \frac{A_{12} - A_{13} - A_{23}}{Q_{12}}$$

$$A_{13} = \frac{R T_1}{2}$$

$$A_{23} =$$

$$Q_{12} - Q_{23} - Q_{13}$$

$$= 5 R \Delta T_{32} = \frac{3}{2} 5 R \Delta T_{32} + A_{13}$$

$$\frac{2 \cdot 5 R T_1 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2} - 5 R T_1 (2\sqrt{2} - 1) - 0,5 R T_1 (4 - 2\sqrt{2})}{2 \cdot 5 R T_1 \cdot 3 T_1} =$$

$$A = -\frac{1}{2} 5 R \Delta T_{32} =$$

$$= \frac{5 R T_1 (6 - 2,5(2\sqrt{2} - 1) - 0,5(4 - 2\sqrt{2}))}{6 \cdot 5 R T_1} = \frac{6 - 5\sqrt{2} + 2,5 - 2 + \sqrt{2}}{6}$$

$$\frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6}$$

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!



1) $\omega = 6 \text{ с}^{-1}$

2) $\omega_0 = 6 \text{ с}^{-1}$

$a_x = g$

$\rho v^2 = \text{const}$

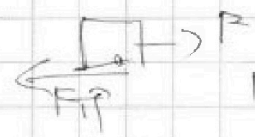
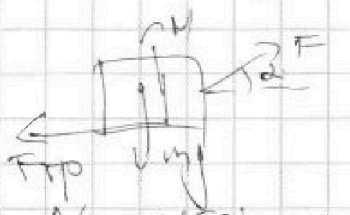
$\frac{1}{2} \rho A$

$$n = \frac{\frac{R}{2} - \frac{5R}{2}}{\frac{R}{2} - \frac{3R}{2}} = \frac{R - 5R}{R - 3R} = \frac{-4R}{-2R} = 2$$

$L = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$

$L = \frac{6^2 - 2^2}{2 \cdot 10} = \frac{36 - 4}{20} = \frac{32}{20} = 1.6 \text{ м}$

3) $\omega = g \frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v^2 - v_0^2}{2} = \frac{6^2 - 2^2}{2} = \frac{36 - 4}{2} = \frac{32}{2} = 16 \text{ с}^{-1}$



$F - \mu mg = ma$

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

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

$N = mg - F \sin \alpha$

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

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

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

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

$2 \rho R \Delta T_R = \frac{3}{2} \rho R \Delta T_{12} + A_{12}$

$\frac{1}{2} \rho R \Delta T_{12} = A_{12}$

$\Delta T_{12} = T_2 - T_1 = \eta T_1 - T_1 = \left(\frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{g \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}} = \right)$

$= 3T_1$

$A_{12} = \frac{1}{2} \rho R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \rho R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8.31 \cdot 900 = 11176.5 \text{ Дж}$

$\begin{array}{r} -3324 \\ 2 \\ \hline -13 \\ -12 \\ \hline -12 \end{array}$

$\begin{array}{r} \times 831 \\ 4 \\ \hline 5324 \end{array}$

$\begin{array}{r} \times 831 \\ 4 \\ \hline 3324 \end{array}$

$\begin{array}{r} \sqrt{11176.5} \\ \times 3324 \\ \hline 115 \\ + 11176.5 \\ \hline 11176.5 \end{array}$

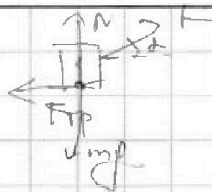
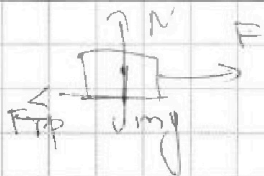
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



то $e_1 = e_2(\text{орев})$

$$F - \mu mg = ma \quad N = mg - F \sin \alpha$$

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

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

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

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

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

$$\sqrt{\mu^2 + 1} (\cos \varphi \cos \alpha + \sin \varphi \sin \alpha) = 1$$

$$\varphi = \arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$\sqrt{\mu^2 + 1} \cos(\varphi - \alpha) = 1$$

$$\cos(\varphi - \alpha) = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$\varphi - \alpha = \arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$\arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}} - \alpha = \arccos \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}} + 2\pi k$$

$$\alpha = 0$$

$$\sqrt{\mu^2 + 1} \sin(\varphi + \alpha) = 1 \quad 1) \mu = 0 \quad ? \quad ?$$

$$\varphi = \arcsin \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}} \quad 2) \text{ нулевой}$$

$$\alpha = \pi$$

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!



N2

$$v_0 = 4 \frac{m}{s}; \mu = \frac{1}{3}$$

$$1) \text{ для } N = mg \cos \alpha; F_{TP} = \mu mg \cos \alpha$$

$$F_{Tx} = mg \sin \alpha$$

$$a_{x1} = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$

$$\sqrt{\frac{1}{9} \cdot 6,6666} = 2 = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = -g$$

$$\begin{array}{r} 0,33333 \\ \times 0,2 \\ \hline 0,066666 \end{array}$$

$$\sqrt{0,066666} = 0,255 \quad v = v_0 T = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \frac{T^2}{2} = 1$$

$$\frac{1}{0,0666} = \sqrt{10^2 \cdot 6,6666} = 4T - 10,5 T^2 (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 1$$

$$= 10^{-2} \cdot 2,6 = 0,26 \text{ м} \quad 4T - 5T^2 \cdot 1 = 1$$

$$\sqrt{\frac{6,6666}{4}} = 2,58 \approx 2,6$$

$$\begin{array}{r} \times 4 \overline{) 2,666} \\ \underline{8} \\ \times 50 \overline{) 4166} \\ \underline{20} \\ 166 \\ \underline{130} \\ 366 \\ \underline{350} \\ 166 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,16 \\ 5 \\ \hline 0,80 \end{array}$$

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

$$T = 1 \text{ — не верно} \quad D_1 = 4 - 5 = -1$$

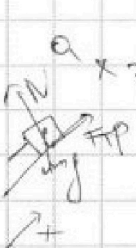
$$1,000000 \mid 15$$

$$0,0 v_0 - g t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} = 0,2 \cdot 0,3333$$

$$\text{за } t_1 = v_0 t_1 - g \frac{t_1^2}{2} = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

То есть за $t_1 = 0,4 \text{ с}$ коробка пройдёт путь s_1



$$a_{x2} = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) =$$

$$= g(\frac{1}{3} \cdot 0,6 - 0,8) =$$

$$= -0,6g$$

$$s_2 = \frac{a_{x2} t_2^2}{2} = 0,2 \text{ м}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + 0,66 = 1,06 \text{ с}$$

$$0,6g \cdot t_2^2 = 0,4 \quad 6t_2^2 = 0,4$$

$$t_2^2 = \frac{0,4}{6} = \frac{0,2}{3} \quad t_2 = \sqrt{\frac{0,2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

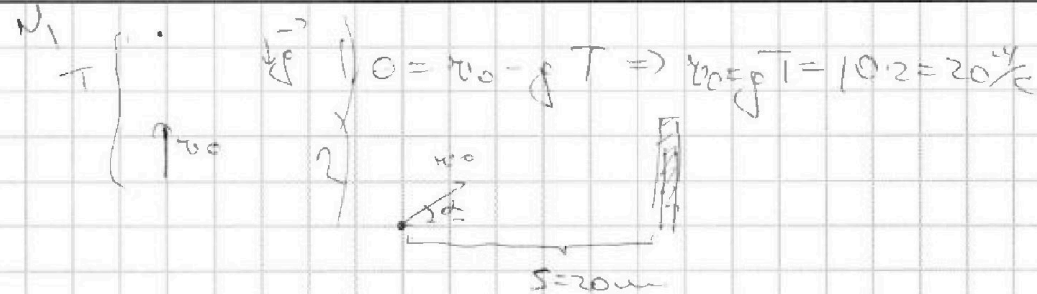
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МОТИ

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



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

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot t = x \rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g}{2} t^2 = y$$

$$\sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = y$$

$$x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = y$$

$$x = S = 20 \text{ m}$$

$$20 \tan \alpha - 5(1 + \tan^2 \alpha) = y$$

$$4 \tan \alpha - 1 - \tan^2 \alpha = \frac{y}{5}$$

$$a = 4$$

$$\tan \alpha = -\frac{b}{2a} =$$

$$= -\frac{4}{2} = -2$$

$$\tan \alpha = 2$$

$$20 \tan \alpha - \frac{5 \cdot 20^2}{200} (1 + \tan^2 \alpha) = y$$

$$x \cdot 20 (\tan \alpha - 100 (1 + \tan^2 \alpha)) = y$$

$$x \cdot \tan \alpha - 100 - 100 \tan^2 \alpha = 0$$

$$x \cdot 8 = 100 \tan^2 \alpha - \tan \alpha + 100 = 0$$

$$D = 1 - 40000$$

$$y = 4 = 20 \cdot 2 - 5 \cdot \frac{20^2}{200} (1 + 2^2) = 40 - 5 \cdot 5 = 15$$

$$\tan \alpha = -\frac{b}{2a}$$

$$\tan \alpha = -\frac{4}{2 \cdot (-100)} = \frac{1}{200}$$

$$y = 20 \cdot \frac{1}{200} - 5 \cdot 20^2 \left(1 + \frac{1}{200}\right)$$

$$y = \frac{1}{10} - 5 \cdot 20^2 \cdot \frac{201}{200} = \frac{1}{10} - \frac{20 \cdot 20 \cdot 201}{2} =$$

x =