Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

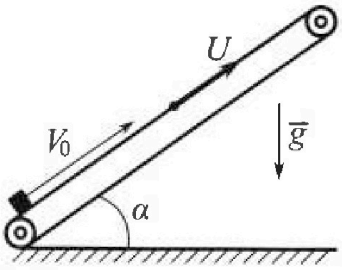
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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. Сопротивлени е 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.).



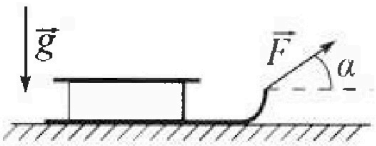
В первом опыте небольшую коробку ставят на *покоящуюся* ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.

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/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.

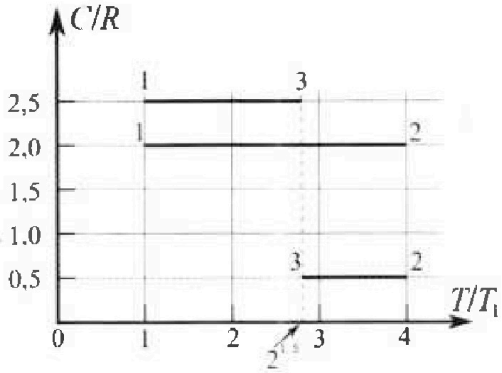
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

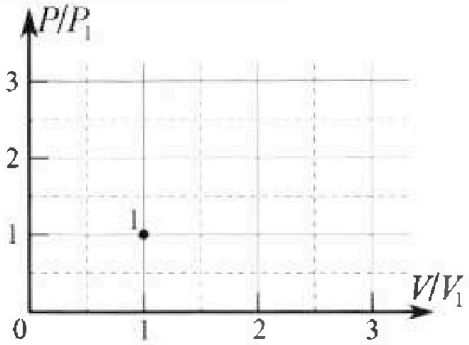
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



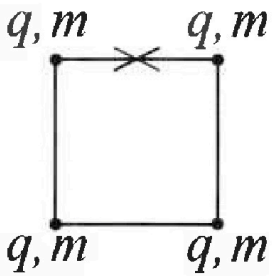
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 пр опорциональности 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!

МФТИ

Вариант 7

№1.

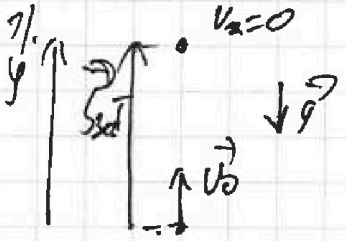
Дано:

$T = 2c$

v_0?

h_m?

Решение:



$\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{g}T$

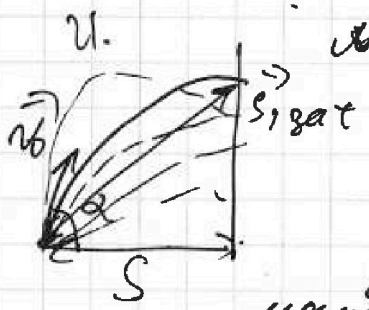
$\vec{v} = 0$

$Oy: 0 = v_0 - gT$

$v_0 = gT = 20$ м/с

h_m - максимальная высота удара мяча о стенку

№2.



$h = \cancel{tg\alpha \cdot S - \frac{g v_0^2}{2}}$

$h = tg\alpha \cdot S - \frac{g S^2 (tg^2\alpha + 1)}{2 v_0^2}$

Уравнение траектории полёта мяча до стенки. Значение высоты в момент удара

$\frac{dh}{d\,tg\alpha} = S - \frac{g S^2}{v_0^2} tg\alpha = 0$ $\quad tg\alpha = \frac{v_0^2}{gS} = \frac{20 \cdot 20}{10 \cdot 20} = 2$

$h = 2 \cdot 20 - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 5}{2 \cdot 20 \cdot 20} = 15$ м

Ответ: 20 м/с; 15 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 ☐

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

МФТИ

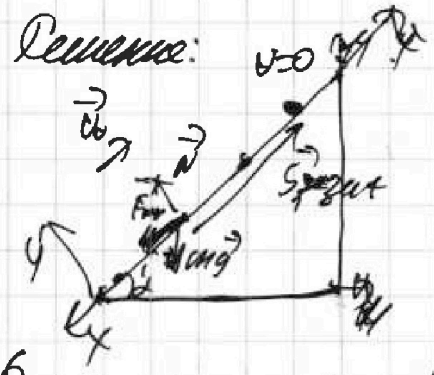
№2.

Дано:
$\sin\alpha = 0{,}8$
$v_0 = 4$ м/с
$S = 1$ м
$\mu = \frac{1}{3}$

T?

$\cos\alpha = 0{,}6$

Решение:



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

y: $0 = N - mg\cos\alpha$

$N = mg\cos\alpha$

x: $ma = \mu N + mg\sin\alpha$

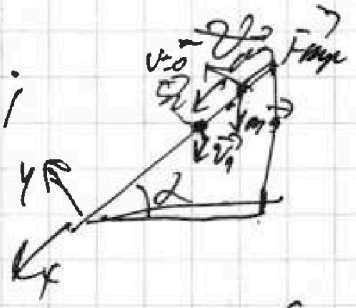
$ma = \mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha$

$a = g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) = g = 10$ м/с²

$v^2 - v_0^2 = 2\vec{g}\vec{S}_1$ $-v_0^2 = -2gS$

$S_1 = \frac{16}{2\cdot 10} = 0{,}8$ м

2)



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

y: $N = mg\cos\alpha$

x: $ma = mg\sin\alpha - F_{тр} =$

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

$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 0{,}6\cdot 9 = 6$ м/с²

$S_2 + S_1 = S$ $S_2 = 0{,}2$ м $2\vec{a}\vec{S}_2 = v_1^2 - \vec{v}^2$

$v_1^2 = 2\cdot 6\cdot 0{,}2 = 2{,}4$ $v_1 = \sqrt{2{,}4}$ м/с

$\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{g}t_1$ x: $0 = -v_0 + gt_1$

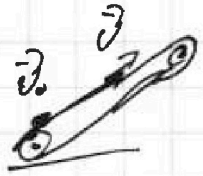
$t_1 = \frac{v_0}{g} = 0{,}4$ с

$\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{a}t_2$ x: $v_1 = at_2$

$t_2 = \frac{\sqrt{2{,}4}}{6}$ с

$t_1 + t_2 = T = 0{,}4 + \sqrt{\frac{2{,}4\cdot 2}{20\cdot 36}} = 0{,}4 + \frac{\sqrt{2{,}5}}{15} = \frac{6+\sqrt{2{,}5}}{15}$

2.



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

$+2gS = v_0^2 - v^2$ $S = \frac{16-4}{20} = \frac{12}{20} = 0{,}6$ м

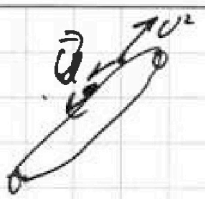
Когда скорость тела равна скорости транспортёра сила трения поменяет направление.

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



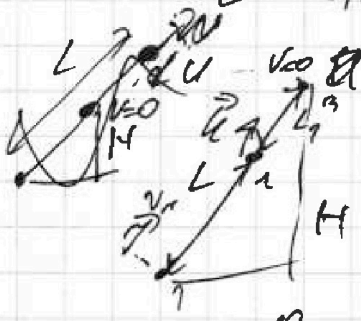
$a_2 = 6$ м/с² тут движется обратно

~~т.к.~~ $2gS = V^2 - V^2 = 0$ $S = 0$

Такое же расстояние ~~то же~~

$L = 0{,}6$ м

31.



$v_1 = \vec{v_0}$

На участке 1-2

$a = g$ и $v_2 = u$

На участке 2-3

$a = 6$ м/с² и $v_3 = 0$

$0 - u^2 = 2\vec{a}\vec{S_1}$ $L_1 = \frac{v^2}{2a} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3}$

$L_0 = L + L_1 = 0{,}6 + \frac{1}{3} = \frac{2{,}8}{3}$

$\sin\alpha = \frac{H}{L_0}$ $H = \sin\alpha L_0 = \frac{0{,}8 \cdot 2{,}8}{3} = \frac{8 \cdot 28}{100 \cdot 3} =$

$= \frac{92}{75}$ м

Ответ: $T = \frac{6 + \sqrt{15}}{15}$; $L = 0{,}6$ м; $H = \frac{92}{75}$ 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 ☐

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

МФТИ

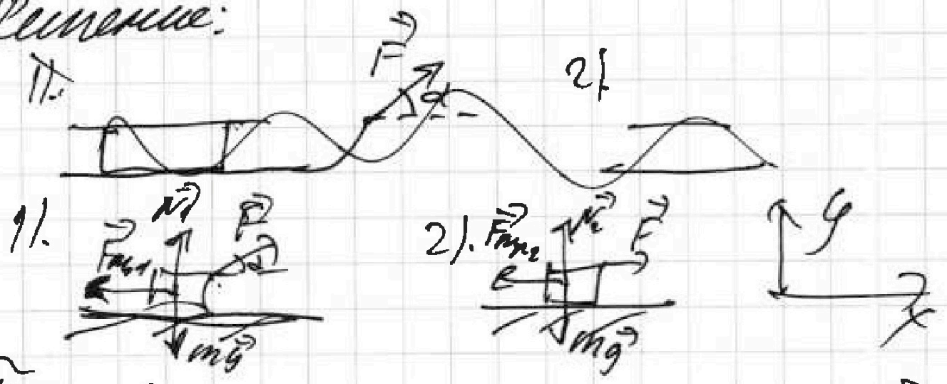
№3.

Дано: v_0

μ?

T?

Решение:



Т.к. время одинаково для обоих случаев, то ускорения равны

1). $m\vec a = \vec F + \vec N_1 + \vec F_{тр1} + m\vec g$

y: $N_1 = mg - F\sin\alpha$

x: $ma = F\cos\alpha - \mu N_1 = F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)$ (1)

2). $m\vec a = \vec F + \vec N_2 + \vec F_{тр2} + m\vec g$

y: $N_2 = mg$

x: $ma = F - \mu N_2 = F - \mu mg$ (2)

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

$\cancel{F(1-\cos\alpha) = \mu}$

$\cancel{\mu mg} - \cancel{\mu mg} + \cancel{\mu} F\sin\alpha$

$\mu = \dfrac{F(1-\cos\alpha)}{mg - mg + F\sin\alpha} = \dfrac{(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha}$

при $\alpha \in (0; \frac{\pi}{2})$

3). $m\vec a = \vec N + \vec F_{тр} + m\vec g$ y: $N = mg$ x: $ma = \mu N = \mu mg$

$a = \mu g$

$\vec v = \vec v_0 + \vec a T$

x: $0 = v_0 - aT$ $T = \dfrac{v_0 \sin\alpha}{(1-\cos\alpha)g}$

Ответ: $\mu = \dfrac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$; $T = \dfrac{v_0 \sin\alpha}{(1-\cos\alpha)g}$ при $\alpha \in (0; \frac{\pi}{2})$

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

Дано:
$T_1 = 400K$
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

A_{12}?
η?
p
T_1
V_1

Решение:

$Q_{12} = C_1 \nu \Delta T = 2R\nu\Delta T = \Delta U + A_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{12}$

$A_{12} = \frac{1}{2}\nu\Delta T R = \frac{(1600-400)\cdot 8{,}31}{2} = 600\cdot 8{,}31 = 6\cdot 831$

$= 4986$ Дж

$\eta = \frac{Q_{нагр} - |Q_{отд}|}{Q_{нагр}}$

$Q_{нагр} = Q_{12}$ $\Delta T > 0$

$Q_{отд} = Q_{23} + Q_{31}$ $\Delta T < 0$

$|Q_{отд}| = -Q_{отд}$

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

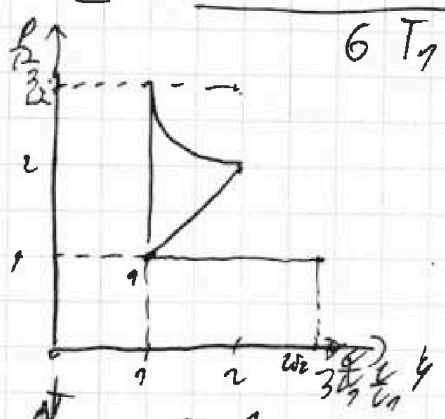
~~$\Delta T_1 = 1600$~~

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

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

$\eta = \frac{6R\nu T_1 + R\nu\sqrt{2}T_1 - 2T_1R\nu + 2{,}5T_1R\nu - 5\sqrt{2}T_1R\nu}{6R\nu T_1}$

$= \frac{6T_1 + 0{,}5T_1 - 4\sqrt{2}T_1}{6T_1} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$



$\ln\left(\frac{T}{T_1}\right)^{\frac{1}{2}} = \ln\left(\frac{V}{V_1}\right)$

$\sqrt{\frac{T}{T_1}} = \frac{V}{V_1}$

$\frac{T}{T_1} = \left(\frac{V}{V_1}\right)^2$

$c = 2$

$2\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{12}$

На маленьком участке

$\frac{1}{2}\nu R\Delta T = p\,dV$ $p = \frac{\nu R T}{V}$

$\frac{1}{2}\nu R\,dT = \frac{\nu R T\,dV}{V}$

$\frac{1}{2}\frac{dT}{T} = \frac{dV}{V}$ $\int_{T_1}^{T}\frac{1}{2}\frac{dT}{T} = \int_{V_1}^{V}\frac{dV}{V}$

$\frac{p}{p_1} = \frac{V_1}{V}\frac{T}{T_1} = \frac{V_1}{V}\frac{V^2}{V_1^2}$

$2\nu R\Delta T\,0{,}5 = -\frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{23}$ $pdV = 2\nu R\Delta T$

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

$\frac{\nu R}{V} T dV = 2\nu R dT$ по аналогии

$\frac{dV}{V} = \frac{2dT}{T}$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{T}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{2\sqrt{2}T_1}{4T_1}\right)^2 = \frac{1}{2}$

$V_2 = 2V_1$ $\frac{V_3}{V_1} = \frac{V_3}{V_2} = \frac{V_3}{2V_1} = \frac{1}{2}$ $\frac{V_3}{V_1} = 7$ $\frac{V}{2V_1} = \left(\frac{T}{4T_1}\right)^2$

$\frac{V}{2V_1} = \left(\frac{T}{4T_1}\right)^2 = \frac{V}{V_1} = \frac{T^2}{T_1^2 \cdot 8}$ $\frac{V}{V_1} = \frac{T^2}{T_1^2 \cdot 8}$

$\frac{P}{P_1} = \frac{V_1}{V} \frac{T}{T_1} = \frac{V_1}{V}\sqrt{\frac{8V}{V_1}} =$ $\frac{T^2}{T_1^2} = \sqrt{\frac{8V}{V_1}}$ $\sqrt{\frac{8V}{V_1}} = \frac{T}{T_1}$

$= \sqrt{\frac{V_1}{V}8} = \sqrt{\frac{8}{x}}$ $\frac{P_3}{P_1} = \sqrt{8}$

3-1.

Q_1: $2{,}5\nu R\Delta T = -\frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{31}$

$A_{31} = 4\nu R\Delta T$ $\frac{dV}{V_3} = \frac{4dT}{T_3}$

$\frac{V}{V_3} = \left(\frac{T}{T_3}\right)^4 = \left(\frac{T_1}{2\sqrt{2}T_1}\right)^4$

3-1.

$\frac{V}{V_1} =$

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

Дано:

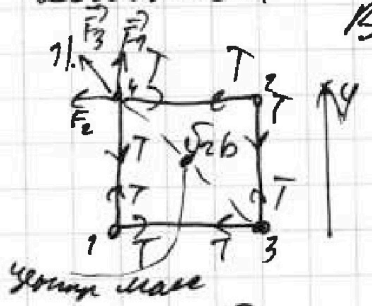
m, q, b

T?

v?

d?

Решение:



В силу симметрии T нить натянута нитей равны

На ось y

$$m\vec{a} = \vec{F_3} + \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{T} + \vec{T}$$

$a = 0$

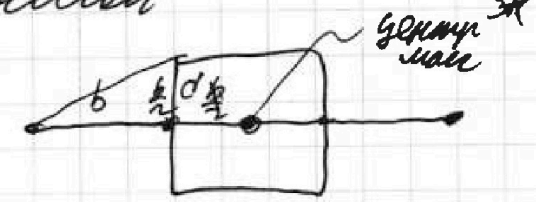
$$y: \; 0 = F_1 + F_3\cos 45 - T$$

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

Центр масс системы шариков не изменит положение (в начале импульс ~~системы~~ центра масс равен нулю и ускорение также равно нулю из-за внешних сил

Оба ~~шар~~ верхних шарика движутся в ~~сто~~ противоположные стороны и отталкиваются друг от друга (~~таки~~ кулоновские силы задают такое направление движения).

Момент, когда все шары на одной прямой



$$d = \frac{b}{2}$$

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

$P_1V_1 = \nu RT_1 \quad PV = \nu RT \quad \frac{P}{P_1} = \frac{V_2}{V}\frac{T}{T_1} = \frac{1}{x}\frac{T}{T_1}$

$Q = 2R\nu(T_2 - T_1) = \quad T = \frac{Q + 2R\nu T_1}{2R\nu}$

$\frac{C_V}{R} = 2 \quad C_p = \nu R\Delta T = P\Delta V$

$P\Delta V = \nu R\Delta T_C \quad \nu R\Delta T$

$\frac{C}{R} = 2$

$A_{газа} = P\Delta V = 2R\frac{1}{2}R\nu\Delta T$

$P\Delta V = \frac{1}{2}R\nu\, dT \quad P = \frac{1}{2}\frac{R\Delta T}{dV} \quad P\Delta V = \frac{1}{2}R\nu\Delta T$

$y = \frac{(\nu RT_1 + \frac{1}{2}R\nu\Delta T)}{x} \quad P_2V_2 - P_1V_1 = \quad P_1V_1 \quad P = \frac{1}{2}R\nu\frac{dT}{dV}$

$P_2V_2 - P_1V_1 = \frac{1}{2}R\nu\Delta T$

$yx = \frac{T}{T_1} \quad T = T_1yx \quad \frac{P}{P_1} = \frac{(P_1V_1 + \frac{1}{2}R\Delta T)V_1}{V_2\ \nu RT_1}$

$yx = \nu RT_1 + \frac{1}{2}R\nu(T - T_1)$

$P_1V_1 = \nu RT_1$

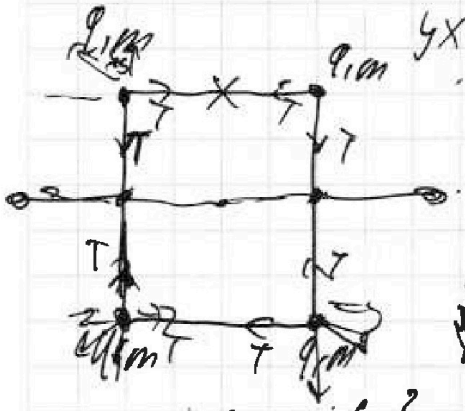
$\nu RT_1\, yx = \nu RT_1 + \frac{1}{2}R\nu T - \frac{1}{2}R\nu T_1$

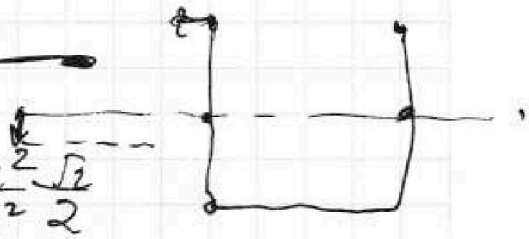
$\frac{P_2V_2 - P_1V_1}{P_1V_1} = \frac{\frac{1}{2}\nu R(T - T_1) + \nu RT_1}{\nu RT_1}$

$x = \frac{\frac{1}{2}RT_1}{\frac{1}{2}RT_1} \quad y = \frac{1}{x}$

$yx = \frac{1600}{600} =$

$\frac{1}{2}\nu R\Delta T(T - T_1) = P\Delta V \quad \int_V P\,dV$





$ma = T - \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2}\frac{\sqrt{2}}{2}$

$ma = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} - T \quad \cdot 2ma$

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

$xy = P_1V_1 = \nu RT$

$P_1V_1 = \nu RT_1$

$\frac{P}{P_1}\frac{V}{V_1} = \frac{T}{T_1}$

$\nu R\Delta T\, 0{,}5 = -\frac{3}{2}\nu R\Delta T + A$

$pV^{\gamma} = const$

$\frac{P}{P_1}\frac{V}{V_1} = y$

$xy = y$

$2\nu R\Delta T = \nu R\frac{T}{V}dV$

$\frac{2\Delta T}{T} = \frac{dV}{V}$

$P = const$

$2 - \frac{3}{2}$

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

$\frac{P}{2}$

$PV = 2^{1{,}5}\nu RT_1$

$PV_1 = \nu RT_1$

$\frac{V}{V_1} = 2^{1{,}5}$

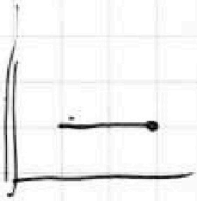
$\frac{PV}{P_1V_1} = \frac{PV}{P_1V_1} = 4$

$2(\ln|T_2| - \ln|T_1|) = \ln|V_2| - \ln|V_1|$

$2\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \ln\frac{V_2}{V_1}$

$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \frac{V_2}{V_1}$

$P + P_2V \approx 0$



$P = \frac{\nu RT}{V}$

$\frac{PV}{P_1V_1} = \frac{\nu R2^{1{,}5}T}{\nu RT}$

$\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \frac{V_2}{V_1}$

$Q = -\frac{3}{2} + A_{12}$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T = PdV = \frac{\nu RT}{V}dV$

$\left(\frac{V_1T_1}{T_1}\right)$

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

$\frac{3}{2}\frac{\nu R\Delta T}{T} = \frac{\nu RdV}{V}$

$\frac{1600}{400} = 4$

$\ln|T_2|^{\frac{3}{2}} - \ln|T_1| = \ln|V_2| - \ln|V_1|$

$\frac{3}{2}\ln\left|\frac{T_2}{T_1}\right|^{\frac{3}{2}} = \ln\frac{V_2}{V_1}$

$2\sqrt{2}$

$\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{3}{2}}$

$\frac{P}{P_1} = \frac{V_0^2V_1}{V_1^2V}$

$\frac{T}{T_1}$

$\left(\frac{2\sqrt{2}T_1}{4T_1}\right)^2 = \frac{4\cdot 2}{16}\ \frac{1}{2}$

$\frac{P}{2}\ \sqrt{\frac{T}{T_1}} = \frac{V_2}{V_1}$

$\frac{V_3}{V_1} = \frac{1}{2}\quad \frac{V_3}{V_1} = 1$

$\frac{1}{2\sqrt{2}}$

$\sqrt{\frac{T}{T_1}} = \frac{V}{V_1}$

$P_1V_1 = \frac{\nu RT}{\nu RT_1} = \frac{V_1\cdot V^2}{V\ V_1^2}$

$\frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1}$

$\frac{1}{2^4\sqrt{4}} = \frac{1}{16\cdot 4\ 64}$

$\frac{V_3}{V_4} = 1$

$V_3 = V_1$

$\frac{V}{V_1} = \frac{1}{64}$

$0{,}5+$

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

$-qE\frac{x}{t_1}\Big|^2 = \frac{v_3}{v_2}$

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!

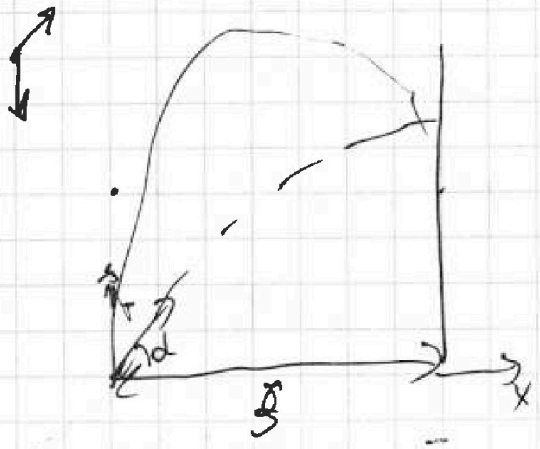
МФТИ

$\sqrt{\frac{2,4}{36}} = \frac{\cancel{49}\cdot 2}{\cancel{49}\cdot 3}$ $\frac{1}{\sqrt{15}}$ $\frac{\sqrt{15}}{15}$ $\frac{6-\sqrt{15}}{5}$

1. h_{max} $T=2c$ $\vec{v_0}$

$\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{g}t$ $y: 0 = v_0 - gt$

$\frac{4\cdot 63}{105}$ $2\sqrt{0,6}$ $v_0 = gt = 20$ м/с



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

$h = v_0\sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

$h = \frac{v_0\sin\alpha}{v_0\cos\alpha} S - \frac{g}{2}\frac{S^2}{v_0^2\cos^2\alpha}$

$h = tg\alpha\, S - \frac{g S^2}{2 v_0^2\cos^2\alpha}(tg^2\alpha+1)$

$\sin\alpha = tg\alpha\cos\alpha$

$tg^2\alpha\cos^2\alpha + \cos^2\alpha$

$\frac{dh}{d\,tg\alpha} = S - \frac{2gS^2}{2v_0^2}tg\alpha - \frac{gS^2}{v_0^2}$

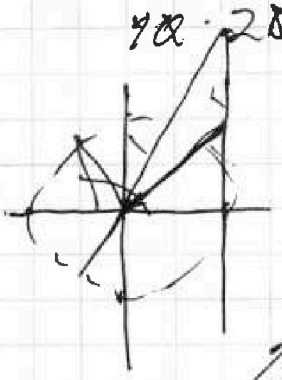
$= 0$ $\cancel{tg\alpha = 5v_0^2}$

$h = 400 - 20\cdot 4\cdot 5 = 0$ $tg\alpha\frac{gS^2}{v_0^2} = S$ $tg\alpha = \frac{v_0^2}{gS} =$

$= \frac{400}{40\cdot 20} = 2$

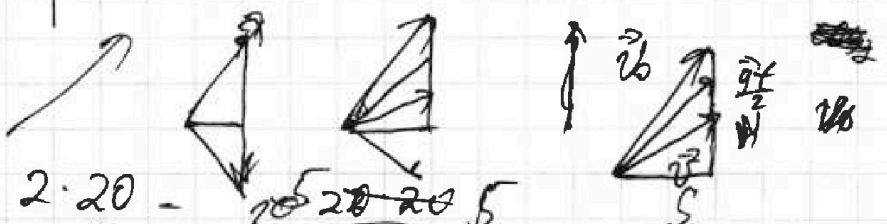
$\frac{\pi}{2}$

$\cancel{tg\alpha}$ $y+1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$



$\alpha+\beta = \frac{\pi}{2}$ $\cos^2\alpha = \frac{1}{5}$ $\cos\alpha = \pm\sqrt{\frac{1}{5}}$

$\sin\alpha = \pm\sqrt{1-\frac{1}{5}} = \pm\frac{2}{\sqrt{5}}$



$h = 2\cdot 20 - \frac{\cancel{10\cdot 20\cdot 20}\,5}{2\cdot\cancel{20\cdot 20}} = 40 - 25 = 15$

$15 = 20x - \frac{\cancel{10\cdot 20}\,5}{2}(x^2+1)$

$15 = 20x - 5x^2 - 5$ $5x^2 - 20x + 20$

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

$\sin\alpha = 0{,}8$ $\quad V_0 = 4$ м/с $\quad V = 0$

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

$\cos\alpha = 0{,}6$

$N = mg\cos\alpha$

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

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

$= 10(0{,}8 + \frac{1}{3}\cdot 0{,}6) = 10(0{,}8+0{,}2) = 10$ м/с^2

$S = V_0 t - \frac{gt^2}{2} = \quad \frac{gt^2}{2} - V_0 t + S = 0$

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

$D = 16 - 1\cdot 5\cdot 4$

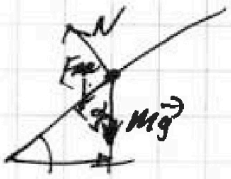
$V_0 = 2gS \quad \frac{16}{10} S = 1{,}6$

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

$D = 16 - 4\cdot 5 = -4$

$\sin\alpha = 0{,}8$

$\cos\alpha^2 = 1 - \sin\alpha^2 = 1 - \frac{64}{100} = \frac{100-64}{100} = \frac{36}{100} \to \cos\alpha = \frac{6}{10} = 0{,}6$



$mg\cos\alpha = N$

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

$a = g(\frac{1}{3}\cdot 0{,}6 + 0{,}8) = \frac{2}{3} + 8 = 10$

$S = \frac{2}{2\cdot 10} = 0{,}1$

$V = 10t \quad 0{,}5$

$0{,}2 \quad 2\cdot 0{,}2 = 0{,}4$

$V_0^2 - V^2 = 2gS$

$\frac{4-2}{20} = S = \frac{1}{5}$

$\sin\alpha = \frac{6}{L} \quad L = \frac{4\cdot 4^2 \cdot 10}{2\cdot 20} = 1$

$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} + mgL\sin\alpha = -F_{тр}\cos\alpha\, L$

$V_0^2 - V_0^2 = 2gL\sin\alpha + 2\mu g\cos\alpha\, L$

$\frac{16-4}{2\cdot 10} = \frac{12}{2\cdot 10} = 0{,}6$

$\frac{4-0}{2\cdot 10} = 0{,}2$

$0 = \frac{mV_0^2}{2} + mgL$

$mV_0 + 0M = MV + mV$

$V = \frac{m}{M+m} V_0$

$\frac{MV^2}{2} + \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} + mgL\sin\alpha = 0$

$\frac{(M+m)\frac{m^2V_0^2}{(M+m)^2}}{2} - \frac{mV_0^2}{2} - mgL\sin\alpha$

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

$gL\sin\alpha = \frac{V_0^2}{2}\left(\frac{M+m-m}{M+m}\right)$

$gL\sin\alpha = \frac{V_0^2}{2} - \frac{V_0^2 m}{2(M+m)}$

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

$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + mg\sin\alpha L = 0$ $\quad \frac{v^2(m+M)}{2} \frac{m^2v_0^2}{m+M^2} - \frac{mv_0^2}{2}$

$v = \frac{m}{M+m} v$ $\quad g\sin\alpha L = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2(m+M)} = v_0^2$

$\frac{v^2(m+M)}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$ $\quad \frac{mv_0^2}{2} - v^2(m+M) = 2mg\sin\alpha L$

$\frac{m+M-m}{2(m+M)} v_0^2$ $\quad v_0^2 = \frac{v^2(m+M)}{m} - 2g\sin\alpha L$

$\frac{4\cdot 4}{2\cdot 10\cdot 0{,}8} =$ $\quad v^2 = \left(\frac{m}{M+m}\right)^2 v_0^2$ $\quad v^2(M+m)^2 = v^2 m(m+M) + 2g\sin\alpha L m^2$

$v^2(M^2 + 2mM + m^2 - m^2 - mM) = 2g\sin\alpha L m^2$

$v_0^2 = v^2 \frac{m^2}{(M+m)^2} v_0^2$ $\quad v^2 = \frac{2g\sin\alpha L m^2}{M(m+M)}$

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

$\frac{v^2(m+M)}{2} - \frac{m(M+m)^2 v^2}{2m^2} + 2gm\sin\alpha L = 0$

$\frac{v^2}{2}(m^2 + Mm - M^2 - 2mM$

$\frac{v^2 M}{2}(m+M) = 2gm^2\sin\alpha L$

$Ma = \frac{F_{тр}}{M}$ $\quad \frac{v^2}{2} M^2\left(\frac{m}{M} + 1\right) = gm^2\sin\alpha L$

$F_{ин} = -ma$

$v = \frac{a\sin\alpha\cos\alpha}{M} t$

$\frac{mg\cos\alpha\mu}{M} + \frac{m\,mg\cos\alpha\mu}{M} + F_{тр} + mg\sin\alpha = ma$

$v =$

$a = \frac{mg\cos\alpha\mu}{M} + \mu g\cos\alpha + g\sin\alpha$

$a = g\left(\frac{m\cos\alpha\mu + M\mu\cos\alpha + g\sin\alpha M}{M}\right)$

$-2gS = v_0 - v_0^2$ $\quad a = 10 \cdot M$

$S = \frac{v_0^2 M}{2\cdot g(2m\cos\alpha + 2M + 8M)}$

v_0^2

$v = \frac{at^2}{2}$ $\quad S = \frac{16^2}{2\cdot 10} = 0{,}8$ $\quad v_0 t = at$

$0{,}4 = t$

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

$\frac{2}{6}$ $\frac{1}{3}$ c

$\frac{1}{3}$ c

$S = -v_0 t + \frac{at^2}{2} = -\frac{2\cdot 2}{3} + \frac{8\cdot 4}{2\cdot 9}$

$N_1 = mg - F\sin\alpha$

$N_2 = mg$

$S = 0$

$ma = F\cos\alpha - \mu(N_1)$

$ma = F - \mu N_2$

$F(1-\cos\alpha) = \mu(Ma - Ma)$

$F - F\cos\alpha + \mu N_1 - \mu N_2 = 0$

$\mu N_2 - N_1$

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

$1 - \cos\alpha \geq 0$

$\sin\alpha \neq 0$

$\cos\alpha \leq 1$

$\alpha \neq 0;$

$\alpha \neq 0; \pi$

$\alpha \neq 0; \pm\pi$

$\alpha \in (0; \frac{\pi}{2})$

$v_0 t = \mu g$

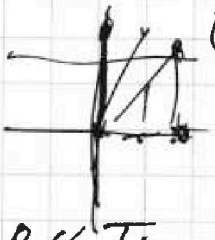
$t = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}\frac{g}{v_0}$

$\frac{3}{2}$ $\frac{4}{9}$ $\frac{2}{2}$

$C = 2R$

$C = 2R$

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



$Q = 2R\nu\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{12}$

$A_{12} = \frac{1}{2}R\nu\Delta T = 1600 - 400 = \frac{1200\cdot 1\cdot 83}{2}$

$= 4986$

$Q = 2R\nu\Delta T =$

$= 2R\nu(1600-400) =$

$= 2R\nu\cdot 1200$

$Q_{нагр} = Q_{12}$

$Q_{отд} = Q_{23} + Q_{31}$

$\eta = 1 - \frac{|Q_{отд}|}{Q_{нагр}} =$

$Q_{23} =$

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

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

$R\nu(4\sqrt{2}T_1 - \frac{T_1}{2})$

$\frac{T}{T_1} = 2^{\frac{3}{2}}$ $\sqrt{8} = 2\sqrt{2}$

$\eta = 1$

$\frac{2\cdot 12}{2R\nu 3T_1} = \frac{2R\nu 3T_1 - 4\sqrt{2}T_1 + \frac{T_1}{2}}{2R\nu 3T_1}$

$\frac{P}{P_1} =$

$PV = \nu RT$

$P_1V_1 = \nu RT_1$

$\frac{P}{P_1}\frac{V}{V_1} = \frac{T}{T_1}$

$\frac{P}{P_1} = \frac{T}{T_1}\frac{V_1}{V} = \frac{T}{T_1 X} =$

$\frac{V}{V_1} = X$

$\frac{\frac{13}{2} - 4\sqrt{2}}{6}$

$9{,}43$

$7{,}4\cdot 4$