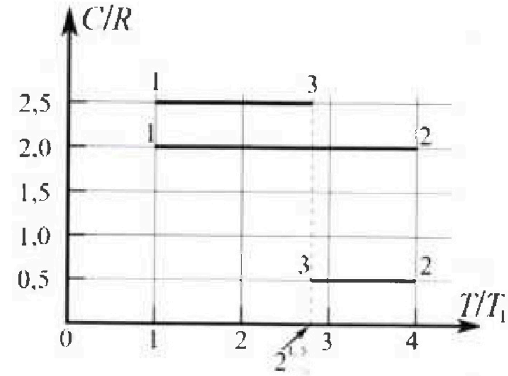
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

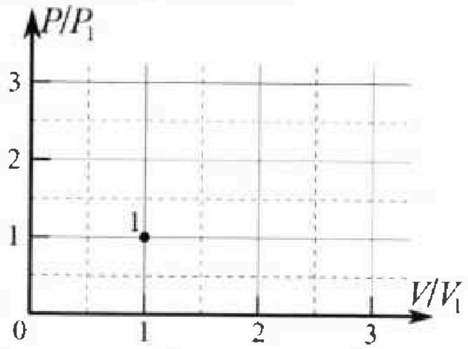
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



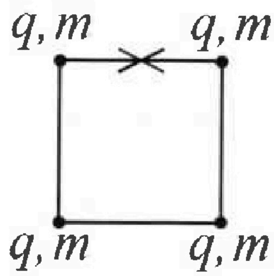
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 расс тоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэ ффициент 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.

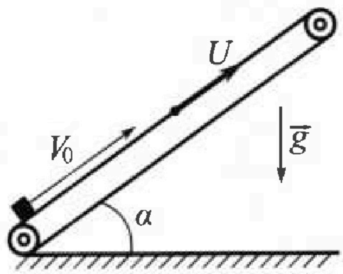
1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

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/с^2. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Соп ротивление 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.



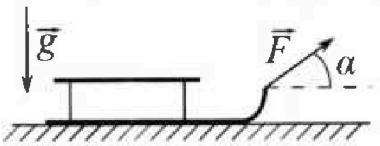
1) За какое время T после старта коробка пройдет *в первом опыте* путь $S = 1$ м?

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.

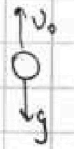
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

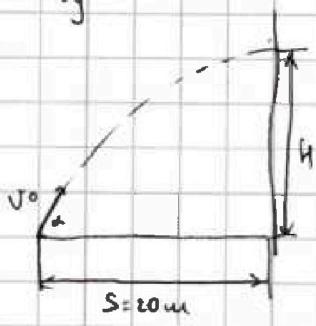
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

На максим. высоте скорость 0



$0 = v_0 - g\cdot T$

$v_0 = g\cdot T = 10\cdot 2 = 20\ \frac{м}{с}$



τ – время, за к-ое мяч долетит до стенки

α – угол, под к-ым бросают мяч

$S = v_0\cos\alpha\cdot\tau$ (1)

$H = v_0\sin\alpha\cdot\tau - \frac{g\tau^2}{2}$ (2)

(1) ⇒ $\tau = \frac{S}{v_0\cos\alpha}$

(2) ⇒ $H = v_0\sin\alpha\cdot\frac{S}{v_0\cos\alpha} - \frac{gS^2}{2v_0^2\cdot\cos^2\alpha} =$

$= tg\alpha\cdot S - \frac{gS^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} = S\left(tg\alpha - \frac{gS}{2v_0^2}\cdot\frac{1}{\cos^2\alpha}\right) =$

$= S\left(tg\alpha - \frac{gS}{2v_0^2}\left(tg^2\alpha+1\right)\right) = S\left(tg\alpha\left(1-\frac{gS}{2v_0^2}tg\alpha\right) - \frac{gS}{2v_0^2}\right)$

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

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

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

H максимально при $\left(tg\alpha - \frac{gS}{2v_0^2}tg^2\alpha\right) \to$ максим

$tg\alpha = x$

$\left(x - \frac{gS}{2v_0^2}x^2\right)' = 1 - 2\frac{gS}{2v_0^2}x = 0$

$x = \frac{v_0^2}{gS} = tg\alpha = max$

$H_{max} = S\left(\frac{v_0^2}{gS} - \frac{gS}{2v_0^2}\cdot\frac{v_0^4}{g^2S^2} - \frac{gS}{2v_0^2}\right) = S\left(\frac{v_0^2}{2gS} - \frac{gS}{2v_0^2}\right) = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} =$

$= \frac{20^2}{2\cdot10} - \frac{10\cdot20\cdot20}{2\cdot20\cdot20} = 20 - 5 = 15$ м

Ответ: $v_0 = 20\ \frac{м}{с}$; $H = 15$ м

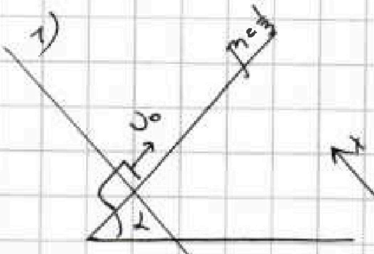
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

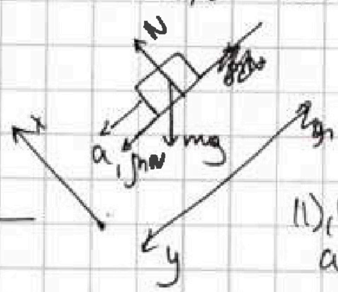
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

1)

$\sin\alpha = 0,8 \quad \cos\alpha = 0,6$





$Ox: \; N - \cos\alpha mg = 0 \quad (1)$

$Oy: \; \mu N + \sin\alpha mg = ma_1 \quad (2)$

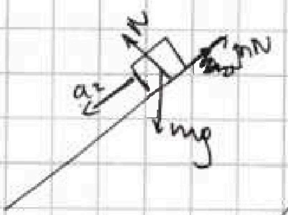
$(1),(2) \Rightarrow$

$a_1 = \mu\cos\alpha g + \sin\alpha g =$
$= \frac{1}{3}\cdot 0,6\cdot 10 + 0,8\cdot 10 = 10 \frac{м}{с^2}$

ост. через τ: $v_0 - a\tau = 0$

$\tau_1 = \frac{v_0}{a} = 0,4$ с

за это груз пройдет $S_1 = v_0\tau - \frac{a_1\tau^2}{2} = 0,4\cdot 4 - \frac{10\cdot 0,4\cdot 0,4}{2} =$
$= 1,6 - 0,8 = 0,8$ м



$Oy: \; ma_2 = \sin\alpha mg - \mu\cos\alpha mg$

$a_2 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 10(0,8 - 0,6\cdot\frac{1}{3}) = 6 \frac{м}{с}$

$S - S_1 = \frac{a_2\tau_2^2}{2}$

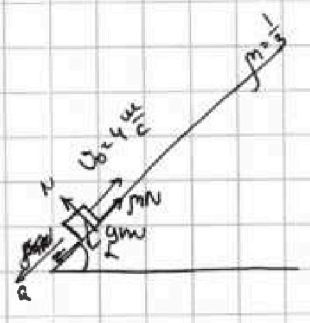
$\tau_2 = \sqrt{\frac{2(S-S_1)}{a_2}} = \sqrt{\frac{2(1-0,8)}{6}} = \sqrt{\frac{0,2}{3}}$

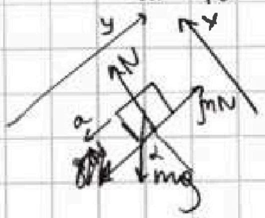
$T = \tau_1 + \tau_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{0,2}{3}}$ с $= 0,4 + \sqrt{\frac{2}{30}}$ с

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!





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

Ox: $N - \cos\alpha mg = 0$ (1)

Oy: $-\mu N + \sin\alpha mg = ma$ (2)

N – нормальная сила реакции опоры

(1), (2) => $a = \sin\alpha g + \mu\cos\alpha g =$

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

$S = v_0 T - \frac{aT^2}{2}$

$\frac{aT^2}{2} - v_0 T + S = 0$

$v_0 - a\tau = 0$ $\tau = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ с

время, через которое скорость станет 0

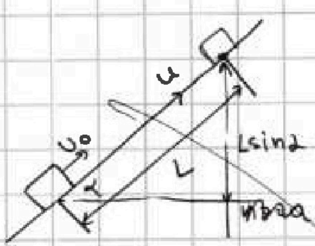
$D = v_0^2 - 4\frac{a}{2}\cdot S = 16 - 2\cdot\cancel{10}\,6\cdot 1 = 4$

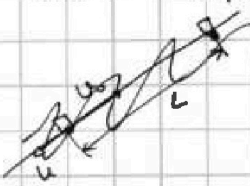
$T_1 = \frac{v_0 + \sqrt{D}}{\frac{a}{2}\cdot 2} = \frac{4+2}{6} = 1$ с $> \tau$ ~~т.к. до скор. напр.~~ после того, как скорость станет 0

$T_2 = \frac{v_0 - \sqrt{D}}{\frac{a}{2}\cdot 2} = \frac{4-2}{6} = \frac{1}{3}$ с

~~Ответ: $T = \frac{1}{3}$ с~~

~~Буга перейдем в со ленты~~





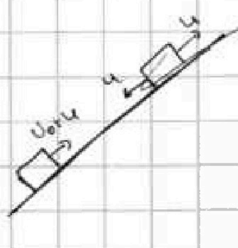
~~$(v_0 - u) - a\tau = 0$~~

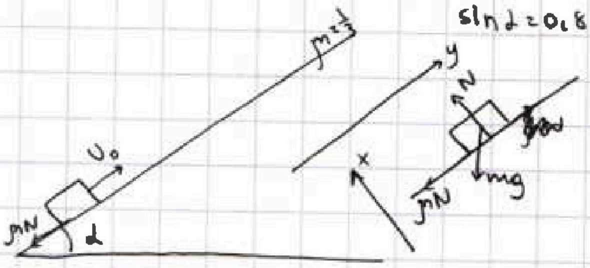
$(v_0 + u) - a\tau = u$

$\frac{v_0}{a} = \tau$

$L = (v_0+u)\tau - \frac{a\tau^2}{2} = \frac{(v_0+u)v_0}{a} - \frac{a\cdot v_0^2}{2a^2} =$

$= \frac{v_0^2}{2a} + \frac{uv_0}{a} = \frac{16}{2\cdot 6} + \frac{2\cdot 4}{6} = \frac{2\cdot 8}{6} = \frac{8}{3}$ м $= 2\frac{2}{3}$ м



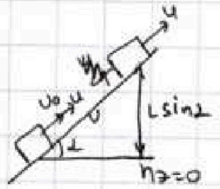


$\sin\alpha = 0{,}8$ $\quad v_0 = 4\ \frac{м}{с}$

$Ox:\ N - \cos\alpha\, mg = 0$

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

2)



$\vec{N} \perp \vec{S} \Rightarrow A_N = 0$

ЗСЭ:

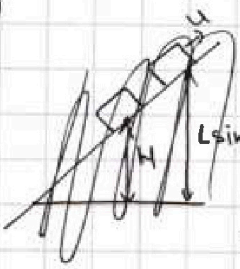
$$\left(\frac{mu^2}{2} + L\sin\alpha\, mg\right)_к - \left(\frac{m(v_0+u)^2}{2}\right)_н = -\mu mg\cos\alpha \cdot L$$

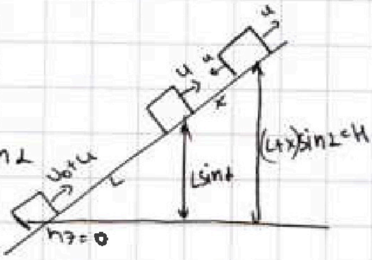
~~$Lg(\mu\sin\alpha$~~

$$(L\sin\alpha g + \mu\cos\alpha g L) = \frac{v_0^2}{2} + \frac{2v_0 u}{2}$$

$$L = \frac{v_0(v_0+2u)}{2(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)g} = \frac{4\cdot(4+2\cdot2)}{2(0{,}8 + \frac{1}{3}0{,}6)\cdot10} = \frac{4\cdot8}{2\cdot10} = 1{,}6\ м$$

3)





ЗСЭ:

~~$(Hmg)_к - (0)_н$~~

$$(Hmg)_к - \left(\frac{m(v_0+u)^2}{2}\right)_н = -\mu mg\frac{H\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$Hg\left(1 + \frac{\cos\alpha\,\mu}{\sin\alpha}\right) = \frac{(v_0+u)^2}{2}$$

$$H = \frac{(v_0+u)^2\cdot\sin\alpha}{2g(\sin\alpha + \cos\alpha\,\mu)} = \frac{(4+2)^2\cdot0{,}8}{2\cdot10(0{,}8 + \frac{1}{3}\cdot0{,}8)} = \frac{6^2\cdot 4}{10\cdot10\cdot1} = 1{,}44\ м$$

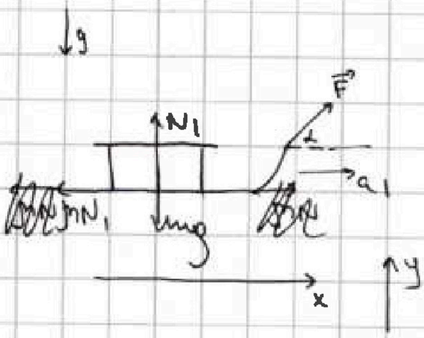
Ответ: $T = \frac{1}{3}с$ $\quad L = 1{,}6\ м$, $H = 1{,}44\ м$

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



$$v_0 - a_1 T = 0$$
$$v_0 - a_2 T = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a_0$$

~~Ox: $F\cos\alpha - \mu N = ma_1$~~

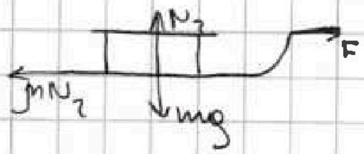
Ox: $F - \mu N_2 = ma_0$ (1)

$F\cos\alpha - \mu N_1 = ma_0$ (2)

Oy: $N_2 - mg = 0$ (3)

$N_1 + \sin\alpha F - mg = 0$ (4)

~~их ускорение одинаковые,~~
~~а силы на санки~~



(2), (4) $\Rightarrow F\cos\alpha - \mu(mg - \sin\alpha F) = ma_0$

(1), (3) $\Rightarrow F - \mu mg = ma_0$

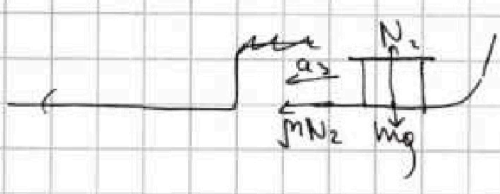
$$F\cdot\cos\alpha - \cancel{\mu mg} + \mu\sin\alpha\cdot F = F - \cancel{\mu mg}$$

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

~~$\mu\,tg\alpha$~~

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

~~$a_0 = F$~~



Oy: $ma_3 = \mu N_2$

$a_3 = \mu g$

$$v_0 - a_3 T = 0$$

$$T = \frac{v_0}{a_3} = \frac{v_0}{g}\cdot\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$$

Ответ: $\mu = \dfrac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$; $T = \dfrac{v_0}{g}\cdot\dfrac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

~~если~~ $\cancel{p \sim V}$ $\cancel{dp = dV}$ $\cancel{A =}$

$\cancel{C \cdot \Delta T \cdot \nu = \frac{3}{2}\nu R \cdot \Delta T +}$

$V_3^2 p_3 = V_2^2 p_2 = p_1 \cdot V_1^2 \cdot 2^{1,5 \cdot 2} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2^2}{V_1^2 \cdot 2^3}$

для 1-2 $\quad \frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow p \sim V$ ~~прямая~~ $\Rightarrow \frac{p}{p_1} = \frac{V}{V_1}$

(прямая

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_2^2}{V_1^2 \cdot 2^3} \Rightarrow V_1^3 \cdot 2^3 = V_2^3$

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

$p_2 \cdot 2V_1 = \nu R \cdot 4T_1 = 4p_1V_1$

$p_2 = 2p_1 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = 2$

2 - 3 $\quad p \cdot V^2 =$ ~~const~~ α

$\cancel{p = \frac{const}{}}$

$p = \frac{\alpha}{V^2}$

$p_1 \cdot V_1^2 \cdot 2^3 = p \cdot V^2$

$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V}\right)^2 \cdot 2^3 = y$

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

$y = \frac{8}{x^2}$

ответ: $\quad A_{12} = 49,86$ Дж ; $\eta = 1\frac{5}{\sqrt{2}} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$

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

$\nu = 1$ моль
$i = 3$

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

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

$p_1 \cdot V_1 = \nu R \cdot T_1 \quad (1)$
$p_2 \cdot V_2 = \nu R T_2 \quad (2)$
$p_3 \cdot V_3 = \nu R T_3 \quad (3)$

$\frac{T_3}{T_1} = 2^{1,5}$

1-2 $\quad C = const \quad T\uparrow$

$c_{12} \cdot (T_2 - T_1) \cdot \nu = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + A_{12}$

$A_{12} = \left(C - \frac{3}{2}R\right)(T_2 - T_1)\nu =$
$= \left(2R - \frac{3}{2}R\right)\nu(4T_1 - T_1) = \frac{R}{2}\nu \cdot 3T_1 =$
$= \frac{8{,}31}{2} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 400 = 600 \cdot 8{,}31 = 49{,}86$ Дж

$\cancel{(T_3 - T_2)C_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + A_{23}}$

$\cancel{(T_1 - T_3)C_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + A_{31}}$

$\cancel{A_{23} = \nu(T_3 - T_2)\left(\frac{R}{2} - \frac{3}{2}R\right) = -\nu \cdot (T_1 \cdot 2^{1,5} - 4T_1) \cdot R =}$
$\cancel{= \nu R T_1(4 - 2^{1,5})}$

при $p = const \quad d(pV) = d(\nu RT) \quad p \cdot dV = \nu R dT \quad A = p \cdot \Delta V$

$C_V \cdot \Delta T \cdot \nu = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2}\nu R \cdot \Delta T$

$C_V = \frac{5}{2}R$

$\Downarrow$

3-1 изобара $\quad p_3 = p_1$

$(3):(1) \Rightarrow \frac{p_3 \cdot V_3}{p_1 \cdot V_1} = \frac{T_3}{T_1} \Leftrightarrow \frac{V_3}{V_1} = 2^{1,5}$

$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{C_{12} \cdot (T_2 - T_1) + C_{23}(T_3 - T_2) + C_{31}(T_1 - T_3)}{C_{12}(T_2 - T_1)} =$

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

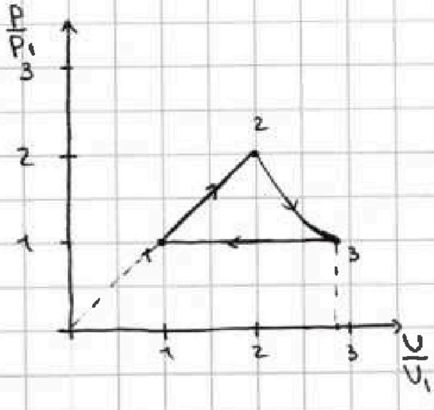
$= \frac{6 + 2^{0,5} - 2 + 2{,}5 - 2^{0,5} \cdot 5}{2 \cdot 3} = \frac{8{,}5 - 4 \cdot 2^{0,5}}{6} =$

$= \frac{17}{12} - \frac{2}{3}\sqrt{2} = 1\frac{5}{12} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$

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!



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

$p_1 \cdot V_1 = \nu R \cdot T_1$

$p_2 \cdot V_2 = \nu R \cdot 4T_1$

$p_4 \cdot 2^{1,5} V_1 = \nu R \cdot T_1 \cdot 2^{1,5}$

$pV = \nu RT$

$d(pV) = d(\nu RT)$

$dp \cdot V + dV \cdot p = \nu R \cdot dT \quad (4)$

$C \cdot dT \cdot \nu = \frac{3}{2}\nu R \cdot dT + p dV$

$(C - \frac{3}{2}R)\nu dT = p \cdot dV \quad (5)$

$(4), (5) \Rightarrow \quad p \cdot dV = (C - \frac{3}{2}R) \cdot \nu \cdot \frac{dpV + dV \cdot p}{\nu R}$

$p \cdot dV = \frac{C - \frac{3}{2}R}{R} (dp \cdot V + dV \cdot p) \Big| \cdot \frac{1}{pV}$

$\frac{dV}{V} = \frac{C - \frac{3}{2}R}{R} \left(\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} \right)$

$\cancel{R} \frac{dV}{V} \cdot \frac{R - C + \frac{3}{2}R}{\cancel{R}} = \frac{C - \frac{3}{2}R}{R} \cdot \frac{dp}{p}$

$\frac{dV}{V} \cdot 2 = \frac{dV}{V} \cdot \left(\frac{5}{2}R - \frac{R}{2} \right) = \left(\frac{R}{2} - \frac{3}{2}R \right) \cdot \frac{dp}{p} = - \frac{dp}{p}$

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

$A_{23} + \frac{3}{2}\nu R \cdot \Delta T_{23} = \frac{1}{2}\nu R \cdot \Delta T_{23}$

$A_{12} = \frac{\nu R \cdot \Delta T_{12}}{2}$

$A_{23} = -\nu R \cdot \Delta T_{23}$

для 23 $\quad dA = -\nu R\, dT = p\, dV = -p \cdot dV - dp \cdot V$

$2 p \cdot dV = -dp \cdot V \quad \int_{V_2}^{V_3} 2 \cdot \frac{dV}{V} = \int_{p_2}^{p_3} - \frac{dp}{p}$

$2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_2} = -\ln \frac{p_3}{p_2} \Rightarrow V_3^2 p_3 = V_2^2 p_2$

для 12 $\quad A_{12} = \frac{\nu R \cdot \Delta T_{12}}{2}$

$dA = \frac{1}{2}\nu R\, dT = p dV = \frac{1}{2} p dV + \frac{1}{2} dp \cdot V$

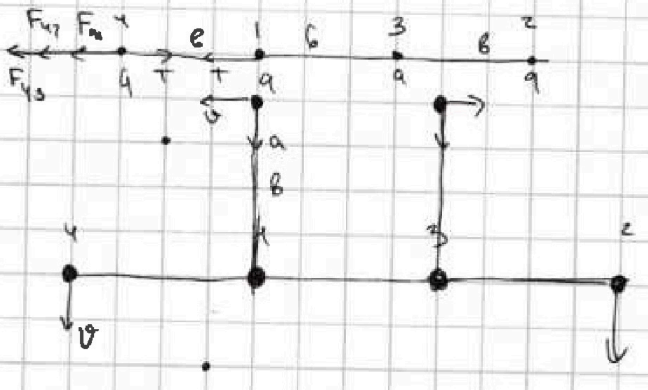
$\frac{p dV}{2} = \frac{dp V}{2} \Rightarrow p\, dV = dp\, V \quad \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{p} \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{p_2}{p_1}$

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



$$\frac{v^2}{b} = a$$

$$v = \sqrt{a \cdot b} =$$

$$v = \sqrt{b \cdot \frac{T}{m}} = \sqrt{\frac{kq^2\,(1+2\sqrt{2})}{mb \cdot b^2 \quad 2\sqrt{2}}} = \frac{q}{b} \cdot \sqrt{\frac{\cancel{k}(1+\sqrt{2}\cdot 2)}{mb \cdot 2\sqrt{2}}}$$

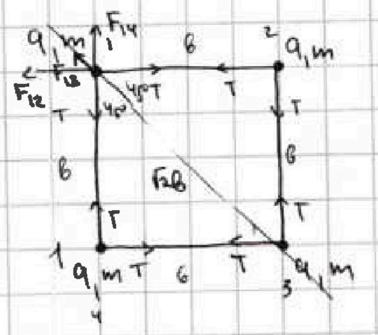
~~т.к.~~ когда шарики будут в одной линии, их полож будет устойчивым

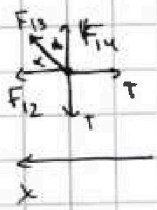
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$\angle = 45^\circ$

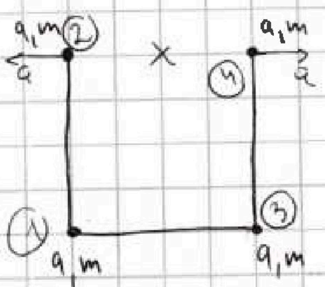


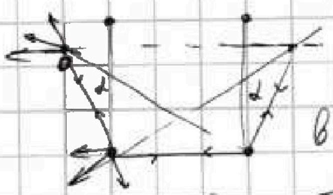


$Ox: \cos\alpha \cdot F_{13} + F_{12} - T = 0$

$T = \cos 45^\circ \cdot \frac{kq^2}{2b^2} + \frac{kq^2}{b^2} = \frac{kq^2}{b^2}\left(\frac{1}{2\sqrt{2}} + 1\right)$

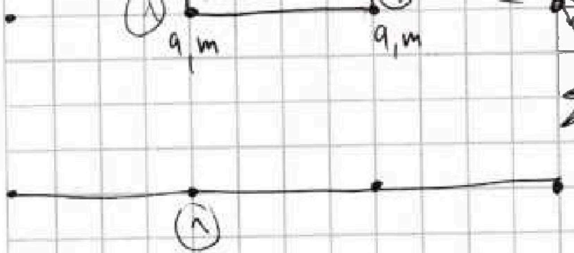
~~в начальный момент времени~~ сразу после того, как нить пережгут ускорение верхних шаров будет $a = \frac{T}{m}$





в СО нижнего шарика

верхний будут двигаться по окружности отн него



~~перейдем в СО 1го шарика 2 и 3 двинутся по окр. с радиусом в отн него~~

~~перейдем в СО 3го шарика т.к. рисунок симметр., то 3 шарик тоже будет неподвижен~~

~~в момент когда шарики будут находиться на той прямой, они будут в устойчивом положении~~

~~2 и 4 будут двигаться по окр. с центром в 1 и 3 соответств.~~

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

$1{,}7 \times 1{,}7$ $\quad 17 \times 17 = 119 \ldots 289$ $\quad 0{,}9 \quad 169$

$1{,}3 \times 1{,}3 \quad 14 \times 14 = 196$

$\frac{2^{1,5}}{2} - \frac{4}{2}$

$1{,}4 \cdot 2 \quad 2{,}1$

$\frac{5}{2} \cdot 2^{1,5} \quad \frac{\frac{17}{2} - 4\cdot\sqrt{2}}{6}$

$\left(\frac{mv}{2} - h mg\right) - \frac{mv}{2}$

$\frac{17}{12} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$ $\quad gm\sin\alpha > \mu N$

$gm\sin\alpha - \mu N$

$v_0 \cdot T$

$v_0 - aT = 0$

$\frac{v_0}{10} \quad \frac{4}{10}$

$1{,}4 \quad 0{,}4$

$14 \times 7 = 0{,}98$ $\quad \frac{17}{12}$ $\quad mg =$

$0{,}2 = \frac{6\cdot t^2}{2}$

144

$L\sin\alpha\, mg + \frac{m(v_0+u)^2}{2} - \frac{m u^2}{2} = -\mu\cos\alpha\, mg \cdot L$

$\frac{v_0^2}{2} + \frac{v_0 u}{2} = gL(-\mu\cos\alpha - \sin\alpha) = -10$

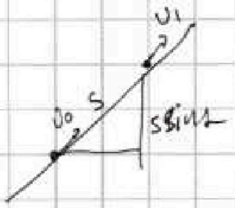
$L = \frac{1}{2\mu\cos\alpha g}\left(v_0^2 + 2v_0 u\right) + \frac{L\,tg\alpha}{}$

$L = \frac{v_0^2}{}$

$\left(\frac{mv_1^2}{2} + S\sin\alpha\, mg\right) - \left(\frac{mv_0^2}{2}\right) =$

$\frac{mu^2}{2}$

$= -\mu S\cos\alpha\, mg$



$(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) Sg = \frac{(v_0^2 - v_1^2)}{2}$

$S = \frac{v_0^2}{2\, g \cdot 10^2} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 0{,}8$

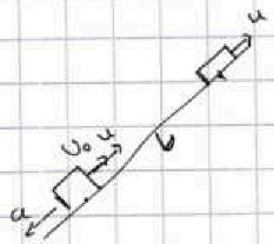
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2)



$$L = \frac{u^2-(v_0+u)^2}{-2a} = \frac{v_0^2+2v_0u}{2a} =$$

$$= \frac{u^2+u\cdot 2\cdot 2}{2\cdot 6} = \frac{16}{6} = \frac{8}{3}\ м$$

3) $\cancel{\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{0-(v_0+u)^2}{2}}$