



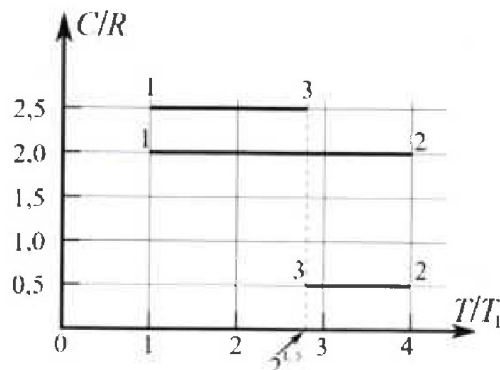
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

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



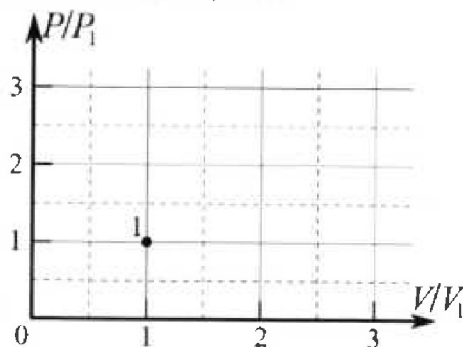
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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.



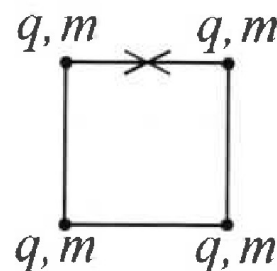
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

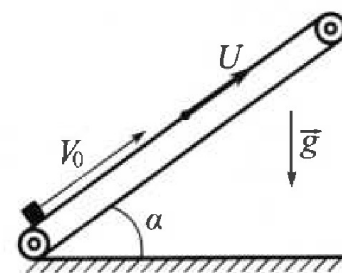
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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. Сопротивление 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.

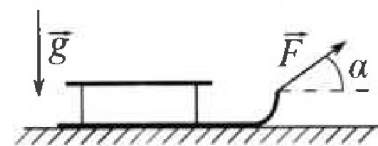
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

$$0 = v_0 - g \cdot T$$

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

T - время, за которое мяч долетит до стены
 L - угол, под которым бросают мяч

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot T \quad (1)$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow T = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

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

$$= \tan \alpha \cdot S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \left(\tan \alpha - \frac{g S}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) =$$

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

H максимальна при $\left(\tan \alpha - \frac{g S}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha \right) \rightarrow \text{максимум}$

$$\tan \alpha = x$$

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

$$x = \frac{v_0^2}{g S} = \tan \alpha = \tan \alpha_{\text{max}}$$

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

1)

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

ОХ: $N - \cos \alpha mg = 0 \quad (1)$
ОУ: $\mu N + \sin \alpha mg = ma_1 \quad (2)$

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

ост. через τ : $v_0 - a_1 \tau = 0$
 $\tau = \frac{v_0}{a_1} = 0,4 \text{ с}$

за это время прыгает

$S_1 = v_0 \tau - \frac{a_1 \tau^2}{2} = 0,4 \cdot 4 - \frac{10 \cdot 0,4 \cdot 0,4}{2} \text{ с}$
 $= 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$

ОУ: $ma_2 = \sin \alpha mg - \mu \cos \alpha mg$
 $a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10(0,8 - 0,6 \cdot \frac{1}{3}) = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$S - S_1 = \frac{a_2 \tau_2^2}{2}$
 $\tau_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_1)}{a_2}} = \sqrt{\frac{2(1 - 0,8)}{6}} = \sqrt{\frac{0,4}{3}}$

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

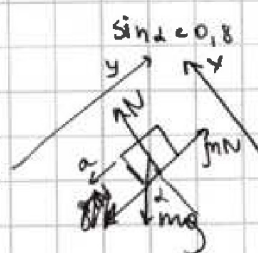
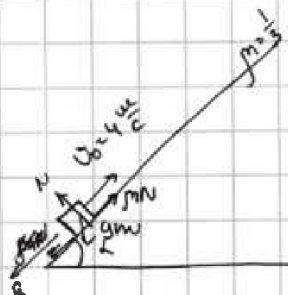
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

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

$$Oy: -\sin \alpha mg + ma = 0 \quad (2)$$

N - нормальная сила реакции опоры

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

$$S = U_0 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$\frac{aT^2}{2} - U_0 T + S = 0$$

$$D = U_0^2 - 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot S = 16 - 2 \cdot 10 \cdot 1 = 4$$

$$T_1 = \frac{U_0 + \sqrt{D}}{\frac{a}{2}} = \frac{4 + 2}{6} = 1 \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{U_0 - \sqrt{D}}{\frac{a}{2}} = \frac{4 - 2}{6} = \frac{1}{3} \text{ с}$$

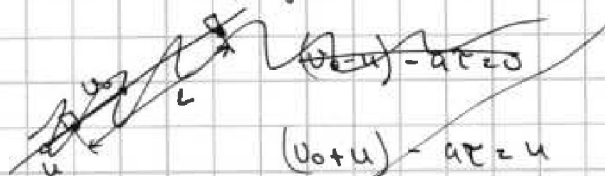
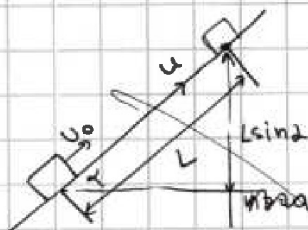
$$U_0 - aT = 0 \quad T = \frac{U_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

время, чуждое скорости становится 0

мы должны найти, после того, как скорость станет 0

$$T = \frac{1}{3} \text{ с}$$

время движения в 10 минут

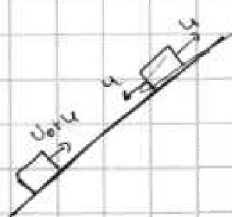


$$(U_0 + u) - aT = u$$

$$\frac{U_0}{a} = T$$

$$L = (U_0 + u)T - \frac{aT^2}{2} = \frac{(U_0 + u)U_0}{a} - \frac{a \cdot U_0^2}{2a^2}$$

$$= \frac{U_0^2}{2a} + \frac{U_0 u}{a} = \frac{16}{2 \cdot 10} + \frac{2 \cdot 4}{6} = \frac{2 \cdot 8}{6} = \frac{8}{3} \text{ м} = 2 \frac{2}{3} \text{ м}$$



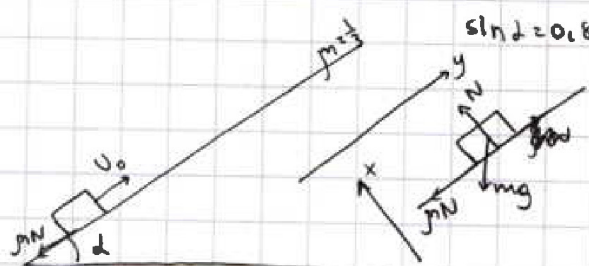
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$u_0 = 4 \frac{m}{c}$$

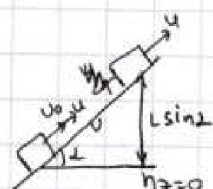
$$\sin \alpha = 0.6$$

$$\mu = 0.8$$

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

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

2)



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

сг:

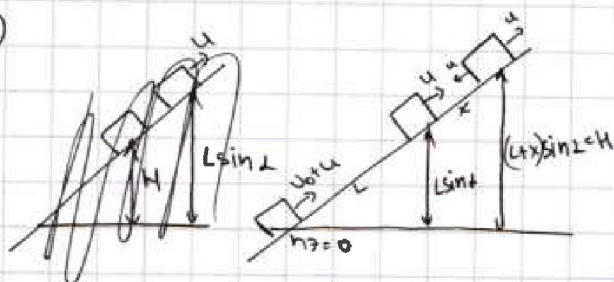
$$\left(\frac{m u^2}{2} + L \sin \alpha mg \right)_k - \left(\frac{m (u_0 + u)^2}{2} \right)_n = - \mu mg \cos \alpha \cdot L$$

$$\cancel{Lg (\mu \sin \alpha)}$$

$$(L \sin \alpha g + \mu \cos \alpha g L) = \frac{u^2}{2} + \frac{2 u_0 u}{2}$$

$$L = \frac{u_0 (u_0 + 2u)}{2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) g} = \frac{4 \cdot (4 + 2 \cdot 2)}{2 (0.8 + \frac{10}{3} \cdot 0.6) \cdot 10} = \frac{4 \cdot 8}{2 \cdot 10} = 1.6 \text{ м}$$

3)



сг:

$$\left(\frac{m u^2}{2} + L \sin \alpha mg \right)_k - \left(\frac{m (u_0 + u)^2}{2} \right)_n = - \mu mg \cos \alpha \cdot L$$

$$Lg \left(1 + \frac{\mu \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = \frac{(u_0 + u)^2}{2}$$

$$L = \frac{(u_0 + u)^2 \cdot \sin \alpha}{2g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{(4 + 2)^2 \cdot 0.8}{2 \cdot 10 (0.8 + \frac{1}{3} \cdot 0.6)} = \frac{6^2 \cdot 8}{2 \cdot 10 \cdot 1} = 1.44 \text{ м}$$

$$Omben: T = \frac{1}{3} c$$

$$L = 1.6 \text{ м}$$

$$L = 1.44 \text{ м}$$



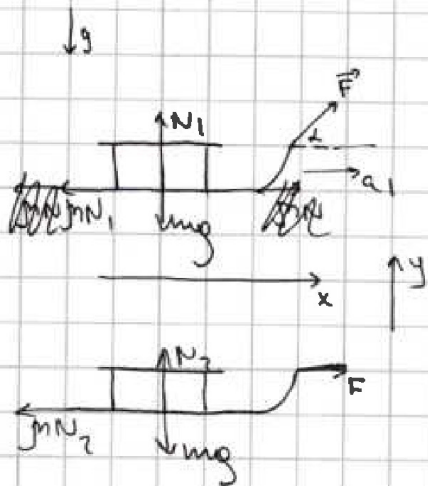
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



~~Условие~~

$$U_0 - a_1 T = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a_0$$

$$U_0 - a_2 T = 0$$

$$Ox: F \cos \alpha - f N_1 = m a_1$$

$$Ox: F - f N_2 = m a_2 \quad (1)$$

$$F \cos \alpha - f N_1 = m a_2 \quad (2)$$

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

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

~~мы ускорение отрицательное,~~
~~а сила на самом~~

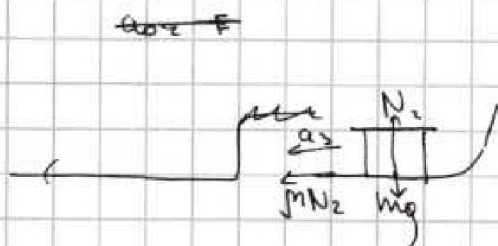
$$(2), (4) \Rightarrow F \cos \alpha - f (mg - \sin \alpha F) = m a_2$$

$$(1), (3) \Rightarrow F - f mg = m a_2$$

$$F \cdot \cos \alpha - f mg + f \sin \alpha \cdot F = F - f mg$$

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

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



$$Oy: m a_3 = f N_2$$

$$a_3 = f mg$$

$$U_0 - a_3 T = 0$$

$$T = \frac{U_0}{a_3} = \frac{U_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

Ответ: $f = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$; $T = \frac{U_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

~~если $p \sim U$ $dp = dU$ $A =$~~
 ~~$C \cdot \Delta T \cdot \rho = \frac{3}{2} \rho R \cdot \Delta T$~~

$$U_1^3 p_1 = U_2^3 p_2 = p_1 \cdot U_1^2 \cdot 2^{15/2} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{U_2^2}{U_1^2 \cdot 2^3}$$

гид 1-2 $\frac{p_2}{U_2} = \frac{p_1}{U_1} \Rightarrow p \sim U$ ~~$p \sim U$~~ $\Rightarrow \frac{p}{p_1} = \frac{U}{U_1}$
 (применяем)

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{U_2^2}{U_1^2 \cdot 2^3} \Rightarrow U_1^3 \cdot 2^3 = U_2^3$$

$$U_2 = 2U_1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 2$$

$$p_2 \cdot 2U_1 = \rho R \cdot 4T_1 = 4p_1 U_1$$

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

2-3 $p \cdot U^2 = \text{const}$ ~~$p \sim U$~~
 $p = \frac{x}{U^2}$

$$p_1 \cdot U_1^2 \cdot 2^3 = p \cdot U^2$$

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{U_1}{U}\right)^2 \cdot 2^3 = y$$

$$\frac{U}{U_1} = x$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

Решение
123

831
1986

1-2 $C = \text{const}$ $T \uparrow$

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

$$A_{12} = \left(C - \frac{3}{2} \nu R \right) (T_2 - T_1) \nu =$$

$$= \left(2R - \frac{3}{2} R \right) \nu (4T_1 - T_1) = \frac{R}{2} \nu \cdot 3T_1 =$$

$$= \frac{831}{2} \cdot 1.3 \cdot 400 = 600 \cdot 831 = 49,86 \text{ Дж}$$

$$T_1 = 400 \text{ К}$$

$$\nu = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$P_1 \cdot V_1 = \nu R \cdot T_1 \quad (1)$$

$$P_2 \cdot V_2 = \nu R T_2 \quad (2)$$

$$P_3 \cdot V_3 = \nu R T_3 \quad (3)$$

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

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

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

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

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

при $P = \text{const}$

$$(P \nu) d(\nu R T)$$

$$P \cdot dV = \nu R dT \quad A = P \cdot \Delta V$$

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

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

↓

3-я работа

$$P_3 = P_1$$

$$(3) : (1) \Rightarrow \frac{P_3 \cdot V_3}{P_1 \cdot V_1} = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = 2^{1,5}$$

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

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

$$= \frac{6 + 2^{1,5} - 2 + 2,5 - 2^{1,5} \cdot 5}{2 \cdot 3} = \frac{8,5 - 4 \cdot 2^{1,5}}{6}$$

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

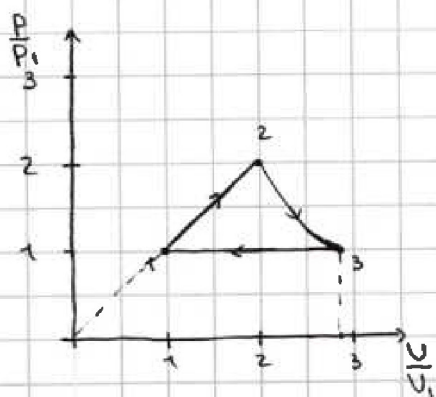
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



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

$$P_1 \cdot V_1 = \gamma R \cdot T_1$$

$$P_2 \cdot V_2 = \gamma R \cdot T_2$$

$$P_3 \cdot 2^{1.5} V_1 = \gamma R \cdot T_1 \cdot 2^{1.5}$$

$$P V = \gamma R T$$

$$d(PV) = d(\gamma R T)$$

$$dP \cdot V + dV \cdot P = \gamma R \cdot dT \quad (4)$$

$$C \cdot dT \cdot \gamma = \frac{3}{2} \gamma R \cdot dT + P dV$$

$$(C - \frac{3}{2} \gamma) \gamma dT = P \cdot dV \quad (5)$$

$$(4), (5) \Rightarrow P \cdot dV = (C - \frac{3}{2} \gamma) \cdot \gamma \cdot \frac{dPV + dV \cdot P}{\gamma R}$$

$$P \cdot dV = \frac{C - \frac{3}{2} \gamma}{R} (dP \cdot V + dV \cdot P) \quad | \cdot \frac{1}{PV}$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{C - \frac{3}{2} \gamma}{R} \left(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} \right)$$

$$\frac{dV}{V} \cdot \frac{R - C + \frac{3}{2} \gamma}{R} = \frac{C - \frac{3}{2} \gamma}{R} \cdot \frac{dP}{P}$$

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

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

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

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

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

$$\text{гид 23} \quad dA = - \gamma R dT = P dV = P \cdot dV = dP \cdot V + P \cdot dV \Rightarrow P \cdot dV = - dP \cdot V \Rightarrow \int_{V_2}^{V_3} \frac{dV}{V} = \int_{P_2}^{P_3} - \frac{dP}{P}$$

$$2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_2} = - \ln \frac{P_3}{P_2} \Rightarrow V_3^2 P_3 = V_2^2 P_2$$

$$\text{гид 12} \quad A_{12} = \frac{\gamma R \cdot \Delta T_{12}}{2}$$

$$dA = \frac{1}{2} \gamma R dT = P dV = \frac{1}{2} P dV + \frac{1}{2} dP \cdot V$$

$$\frac{P dV}{R} = \frac{dP \cdot V}{2} \Rightarrow \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{P_2}{P_1}$$

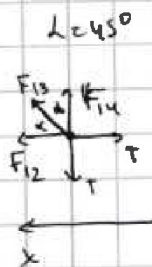
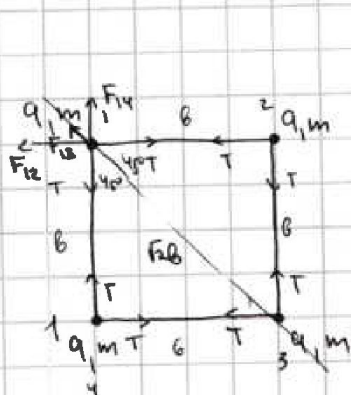
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

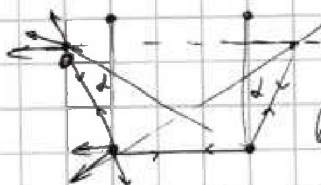
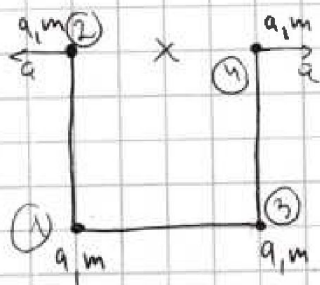
МФТИ

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



$$Ox: \cos 45^\circ \cdot F_{13} + F_{12} - T = 0$$

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



в начальной момент
прямая сразу после того,
как нить разрежут ускорение
верхних шаров
будет $a = \frac{T}{m}$

в со шнуром шарик
вертикаль будут двигаться
по окружности отсюда

перейдем в со шарик радиусом в
2 " 3 движутся по окр. отсюда
ускорение в со шарик
и радиус шарик, то 3 шарик тоже
будет двигаться
в момент когда шарик будет находиться
на со шарик, он будет в установившейся
длина будут двигаться по окр. с центром
в 1 и 3 соответственно

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!

Handwritten calculations and diagrams on a grid background:

Top left:
$$\begin{array}{r} 1,7 \\ \times 1,7 \\ \hline 119 \\ + 119 \\ \hline 289 \end{array}$$

Top middle:
$$\begin{array}{r} 0,9 \\ \times 1,3 \\ \hline 113 \\ + 113 \\ \hline 1167 \end{array}$$

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

Middle left:
$$\frac{5}{2} \cdot 2^{1,5}$$

Middle center:
$$\frac{17}{2} - 4 \cdot \sqrt{2}$$

Middle right:
$$\left(\frac{m v}{2} - h m g \right) - \frac{m v}{2} = \dots$$

Below middle left:
$$\frac{17}{12} - \frac{2}{3} \sqrt{2}$$

Below middle center:
$$g m \sin \alpha \geq m N$$

$$g m \sin \alpha - m N$$

Below middle right:
$$U_0 \cdot T$$

$$U_0 - a T = 0$$

$$\frac{U_0}{10} = \frac{a}{10}$$

Bottom left:
$$\frac{10000}{12} = 833,33$$

Bottom center:
$$0,2 = \frac{6 \cdot 2^2}{2}$$

Bottom right:
$$\frac{m v^2}{2} + \frac{m (U_0 + v)^2}{2} - \frac{m v^2}{2} = -m \cos \alpha \cdot g \cdot L$$

$$\frac{U_0^2}{2} + \frac{U_0 v}{2} = g L (-m \cos \alpha - \sin \alpha) = -10$$

$$L = \frac{1}{2 g m \cos \alpha} (U_0^2 + 2 U_0 v) + \frac{L \tan \alpha}{\cos \alpha}$$

$$L = \frac{U_0^2}{2 g m \cos \alpha}$$

$$\left(\frac{m v^2}{2} + g \sin \alpha m g \right) - \left(\frac{m U_0^2}{2} \right) = -m s \cos \alpha m g$$

$$(m \cos \alpha + \sin \alpha) g = \frac{(U_0^2 - v^2)}{2}$$

$$S = \frac{U_0^2}{2 \cdot 9,8 \cdot 10^2} = \frac{4 \cdot 10^7}{2 \cdot 9,8 \cdot 10^2} = 20,8$$

Diagram: A right-angled triangle with hypotenuse L , angle α at the bottom left, and sides $s \sin \alpha$ and $s \cos \alpha$. Points U_0 and U_1 are marked on the hypotenuse.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

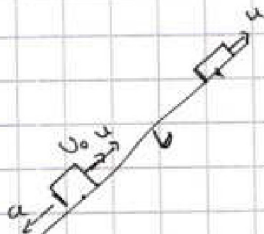
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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)



$$L = \frac{u^2 - (u_0 + u)^2}{-2a} = \frac{u_0^2 + 2u_0u}{2a}$$
$$= \frac{u^2 + u \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 6} = \frac{16}{6} = \frac{8}{3} \text{ м}$$

3)

~~$$L = \frac{u^2 - (u_0 + u)^2}{-2a} = \frac{u_0^2 + 2u_0u}{2a}$$~~