



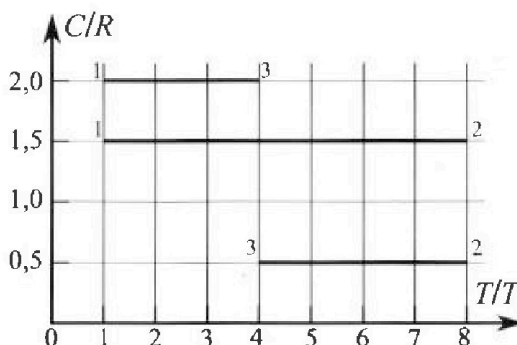
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

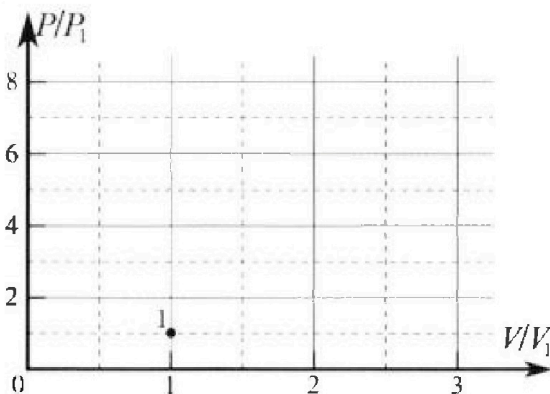
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

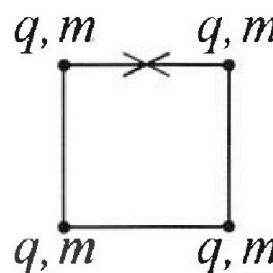
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K 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)?

Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

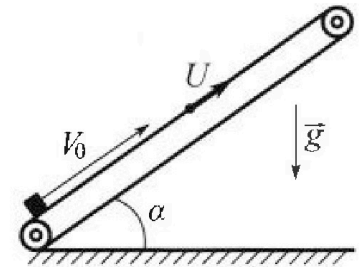
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

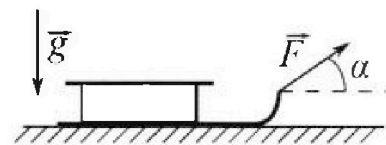
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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!

Дано:

$$L = 20 \text{ м}; H = 3,6 \text{ м}$$

$$\alpha = 45^\circ; g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти: 1) v_0 ?

2) S ?

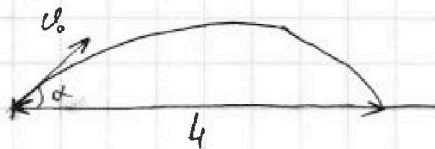
чтобы найти время полёта
приравняем y к нулю.

Решение: ^{№ 1}

$$1) x = v_0 t \cos \alpha$$

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin 2\alpha = 1$$

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



$$0 = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{gL} = \sqrt{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м}} \approx 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$, где β — угол, под которым футболист пинает мяч

$$\sin^2 \beta = \frac{2gH}{v_0^2} = \frac{2gH}{gL} = \frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{10 \cdot 3,6}}{\sqrt{10 \cdot 20}} = \frac{6\sqrt{2}}{10\sqrt{2}} = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \beta = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin 2\beta =$$

$$= 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{24}{25}$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м} \cdot \frac{24}{25}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{24}{25} \cdot 20 \text{ м} = 24 \cdot 0,8 \text{ м} = 19,2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $19,2 \text{ м}$

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

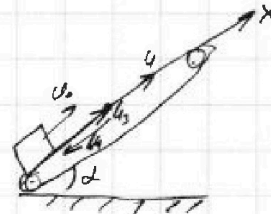
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



В СО системы:

$$v_k = 0 \Rightarrow 0 = v_3 + a_1 t_3$$
$$t_3 = \frac{v_3}{g} = 0,6 \text{ c}$$
$$v_k = -1 \Rightarrow -1 = 0 + a_2 t_4$$
$$t_4 = \frac{1}{0,2g} = 0,5 \text{ c}$$

перемещение $\vec{l}_1 = \vec{l}_3 + \vec{l}_4 \Rightarrow l_1 = l_3 - l_4$



$$l_3 = v_0 t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2} = 1,8 \text{ (м)}$$
$$-l_4 = \frac{a_2 t_4^2}{2} = \frac{-2 \frac{v_0}{t_3} \cdot 0,25 \text{ c}^2}{2} = -0,25 \text{ м}$$

$$l_1 = l_3 - l_4 = 1,8 \text{ м} - 0,25 \text{ м} = 1,55 \text{ м.}$$

- Ответы 1) $1,96 \text{ м} = 1 \text{ м}$
2) $t_1 = 0,6 \text{ c}$
3) $l_1 = 1,55 \text{ м}$



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!

Дано:

$v_0 = 6 \frac{м}{с}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

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

~~$F_{тр} = 0$~~

$\mu = 0,5$

$T = 1с$

$u = 1 \frac{м}{с}$

Найти: 1) s

2) T_1

3) h

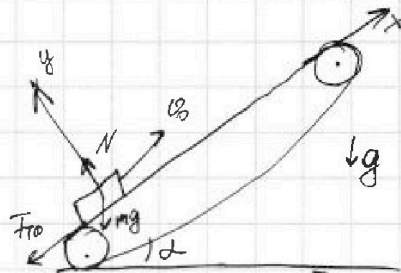
№2

Тем:

1)

Найти, через какое время t_0 $v = 0$

$0 = v_0 + at$



~~$F_{tr} \uparrow \downarrow v_0$~~
~~(y): $N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{tr} = \mu mg \cos \alpha$~~
~~(x): $-F_{tr} = ma$~~
 ~~$ma = -\mu mg \cos \alpha$~~
 ~~$a = -\mu g \cos \alpha$~~

запишем II ЗИ

(x): $-F_{tr} - mg \sin \alpha = ma$

(y): $N = mg \cos \alpha$

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

$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g(0,5 \cdot 0,6 + 0,8) = -g$

$0 = v_0 - gt \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{g} = 0,6 (с)$, ускорит через $T_1 = 1с$ вектор v поменяет направление и коробка начнет скатываться вниз.

Найдем путь который едет коробка до $v = 0$ прохода

$h_1 = v_0 t_0 - \frac{g \cdot t_0^2}{2} = 3,6 м - 1,8 м = 1,8 м$; ускорение поменяется и становится: с ним она будет ехать $t_1 = T - t_0 = 0,4с$

Найдем перемещение коробки s_0 через $T = 1с$: $ma = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$

~~$s_0 = v_0 T - \frac{g T^2}{2} = 6 м - 5 м = 1 м$~~

$a_2 = g(0,5 \cdot 0,5 - 0,8) = -0,2g = -2 \frac{м}{с^2}$
 ~~$-h_2 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow h_2 = \frac{g \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 м$~~

тогда путь $s = h_1 + (h_1 - h_2) = 1,8 м + 1 м - 0,16 м = 2,64 м$

2) тогда в лад. CO скорости коробки стала равна $u = 1 \frac{м}{с}$, нулю, тогда в CO лента $v_k = 0$

~~$0 = v_0 T_1 - \frac{g T_1^2}{2}$~~ $0 = v_0 - g T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{v_0}{g} = 0,6 (с)$

3) ~~$v_k = 0$~~ лад. CO : если v_k в CO лента равно $+\frac{g}{2} - u$

~~$-u = v_0 - \frac{g}{2} t$~~

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!



№ 3

Дано:

k, α, m

Найти:

1) μ

2) S

Реш:

1) ~~$k = A_{TTP}$~~ ; ~~$F_{TP} = \mu mg$~~
 ~~$k = \mu mg S$~~

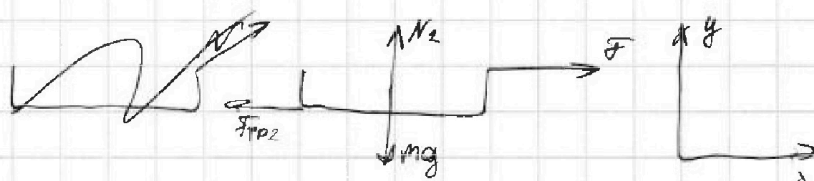
ИЗН:

(x): $F \cos \alpha - F_{TP1} = ma_x$

(y): $N_1 + F \sin \alpha = mg$

$N_1 = mg - F \sin \alpha \Rightarrow F_{TP1} = \mu (mg - F \sin \alpha)$

$k = A_{TP1} + A_{T1} = S_0 (F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha))$



ИЗН: (y): $N_2 = mg \Rightarrow F_{TP2} = \mu mg$

$k = A_{TP2} + A_{T2} = S_0 (F - \mu mg)$

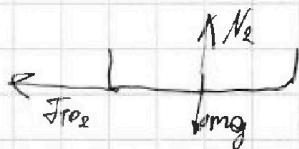
$S_0 (F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha) = S_0 (F - \mu mg)$

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

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

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

2) Когда санки тормозят, на них не действует сила F , тогда



$k = -A_{TP2} = +\mu mg S$

$S = \frac{k}{\mu mg} = \frac{k \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$

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

2) $S = \frac{k \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$

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!



Дано:

$$T_1 = 200 \text{ K}$$

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

Найти: 1) A_{31}

2) η

3) график

1) ИТА газ
уравнения 31:

$$\Delta U_{31} = A_{31} + Q_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \nu C_V \Delta T_{31}$$

$$Q_{31} = \nu C_{31} \Delta T_{31}$$

$$A_{31} = \nu C_V \Delta T_{31} - \nu T_{31} \cdot C_{31} = \nu \cdot 3T_1 \left(\frac{3}{2}R - 2R \right) = +\frac{1}{2}R \cdot 3T_1 =$$

$$= +\frac{3}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 200 \text{ K} = +2493 \text{ Дж}$$

2) $\eta = \frac{A_{31}}{Q_+}$, где Q_+ - полученная теплота

$$A_4 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} - \Delta U_{12} + Q_{23} - \Delta U_{23} + A_{31}$$

$$A_{31} = -A_{12} = -\frac{3}{2}\nu R T_1$$

$$A_{12} = \nu \frac{3}{2}R \cdot (\nu T_1 - T_1) - \nu \frac{3}{2}R \cdot (\nu T_1 - T_1) = 0$$

$$A_{23} = \nu \frac{1}{2}R \cdot (\nu T_1 - 8T_1) - \nu \frac{3}{2}R \cdot (\nu T_1 - 8T_1) =$$

$$= 4T_1 \cdot \nu R \cdot \frac{3}{2} - 4T_1 \cdot \nu R \cdot \frac{1}{2} = 8\nu R T_1$$

$$A_{23} = 8\nu R T_1 - \frac{3}{2}\nu R T_1 + 0 = \frac{13}{2}\nu R T_1$$

$$Q_+ = Q_{12} = \nu \cdot \frac{3}{2}R \cdot (\nu T_1 - T_1) = \frac{21}{2}\nu R T_1$$

$$\eta = \frac{\frac{13}{2}\nu R T_1}{\frac{21}{2}\nu R T_1} = \frac{13}{21}$$

3)

$\nu = 4$

$\frac{C}{R}$

2,0

1,5

1,0

0,5

0

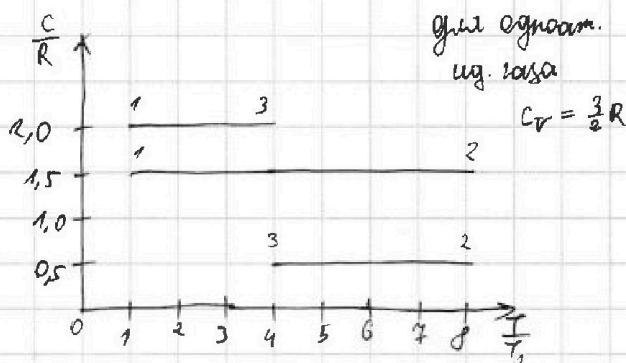
1 2 3 4 5 6 7 8

$\frac{T}{T_1}$

гид. уравн.

уг. газа

$$C_V = \frac{3}{2}R$$



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!

Мы выяснили, что $A_{12} = 0 \Rightarrow V_{12} = \text{const}$
 упр-е сост. уг. газа
 $p_1 V_1 = \nu R T_1$ - в точке 1 $\Rightarrow p$

$p_2 V_2 = \nu R \cdot 8 T_1$ - упр-е сост. уг. газа в т. 2
 $\Downarrow p_2 = \frac{8 \nu R T_1}{V_2}$

$$\frac{p_2}{p_1} = 8$$

$$A_{23} = 4 \nu R T_1$$

$$p_3 = \frac{4 \nu R T_1}{V_3}$$

$$p_2 V_2 = 4 \nu R T_1 \Rightarrow A_{23} = (V_3 - V_2) (p_3 + p_2)$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = 2$$

$$4 \nu R T_1 = p_3 V_3 - p_2 V_2 - p_2 V_1 + p_2 V_3$$

$$4 \nu R T_1 = 4 \nu R T_1 + 8 \nu R T_1 - \frac{4 \nu R T_1 V_2}{V_3} + \frac{8 \nu R T_1 V_2}{V_2}$$

$$8 \nu R T_1 \cdot 8 = \frac{8 V_2}{V_3} - \frac{4 V_2}{V_3}$$

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

$$t - \frac{2}{t} + 2 = 0$$

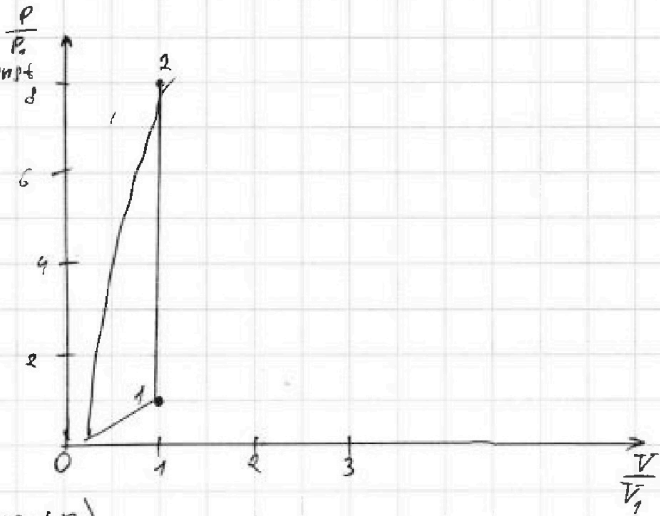
$$t^2 - 2 + 2t = 0$$

$$\frac{D}{4} = 1 + 2 = 3$$

$$t_1 = 1 + \sqrt{3} \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = 1 + \sqrt{3} \approx 2,7$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_2 \cdot 8 V_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow p_3 = p_2 \cdot \frac{8 V_2}{2} = 8 p_1 \cdot \frac{2,7}{2} =$$

=



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!



Дано

q, m, T, a

Найти:

1) $|q|$

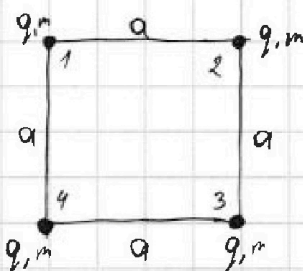
2) k

3) d

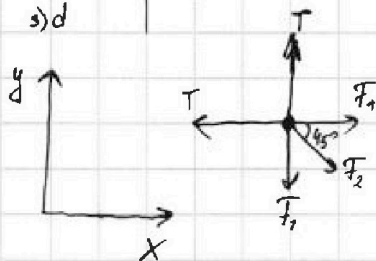
Реш:

$\#5$

1) Рассм. силы, действующие на шарик $\#3$



Все шарики имеют одинаковый заряд, поэтому они отталкиваются друг друга



ПЗН для шарика $\#3$:

$$(x): -T + F_1 + F_2 \cos 45^\circ = 0$$

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

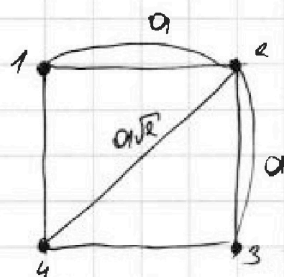
$$F_2 = \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = T$$

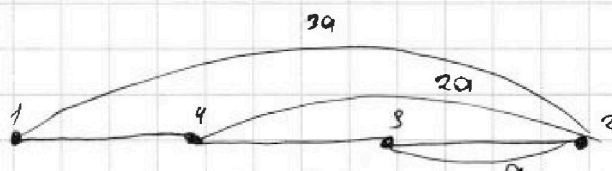
$$|q| = \sqrt{\frac{a^2 T}{k \cdot (1 + \frac{\sqrt{2}}{2})}}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} \Rightarrow |q| = a \sqrt{\frac{T \cdot 4\pi\epsilon_0}{(1 + \frac{\sqrt{2}}{2})}}$$

2)



Найдем изменение пот. энергии 2-го шарика



$$W_{n1} = kq^2/a + kq^2/a + kq^2/(2a^2)$$

$$W_{n2} = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a}$$

$$\Delta W_n = W_{n1} - W_{n2} = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} - \frac{kq^2}{a} - \frac{kq^2}{2a} - \frac{kq^2}{3a} = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$K = \Delta W_n + A_T$, где A_T — работа силы натяжения нити

$$K = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \frac{a^2 T \cdot 4\pi\epsilon_0}{(1 + \frac{\sqrt{2}}{2})} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{5}{6} \right) = aT \cdot \frac{4(3\sqrt{2}-5)}{6(4+\sqrt{2})} = aT \cdot \frac{2(3\sqrt{2}-5)}{3(4+\sqrt{2})}$$

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!



$$\kappa = \frac{mC_0^2}{2}$$

$$K = \mu mg$$

$$A_{31} = -\frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \nu \cdot \frac{3}{2} R (8T_1 - T_2) -$$

$$-\nu \cdot \frac{3}{2} R (8T_1 - T_2) = 0$$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = \nu \cdot \frac{1}{2} (4T_1 - 8T_1) R -$$

$$Q = \nu C_0 \Delta T \quad -\nu \cdot \frac{3}{2} R (4T_1 - 8T_1) =$$

$$= (4T_1 - 8T_1) \nu R \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{2}\right) = -4\nu R \cdot (-1) = 4\nu R$$

$$\Delta U = \Delta + Q$$

$$c = \text{const} \Rightarrow \Delta U = \Delta_{31}$$

$$A_{31} = \nu C_0 \Delta T = \nu C_0 T_1$$

$$A_{31} = \nu C_0 \cdot (-3T_1)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{out}}}$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{1}{2} \quad \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} (p_3)$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$(p_3 - p_2)(V_3 - V_1) = 4\nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R \cdot 8T_1$$

$$12\nu R T_1 - p_2 V_3 - p_3 V_1 = 4\nu R T_1$$

$$p_2 (V_3 - V_1) = 8\nu R T_1$$

$$p_3 V_3 = \nu R \cdot 4T_1$$

$$8\nu R T_1 = p_2 V_3 + p_3 V_1$$

$$\left(p_2 - \frac{1}{2} p_3\right) (V_3 - V_1) = \frac{p_2 V_1}{2}$$

$$p_1 = \frac{8\nu R T_1}{V_1}$$

$$8\nu R T_1 = \frac{8\nu R T_1 V_3}{V_1} + \frac{4\nu R T_1 V_1}{V_3}$$

$$\begin{cases} 4p_1 V_1 = p_3 V_3 \\ p_3 V_3 = p_2 V_1 \end{cases}$$

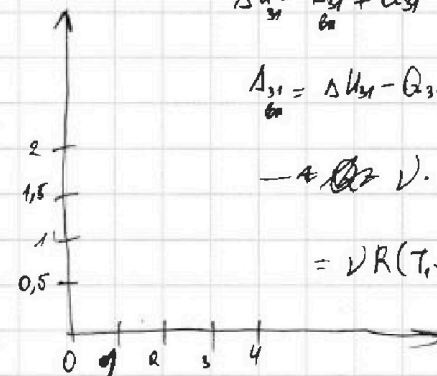
$$p_3 = \frac{4\nu R T_1}{V_3}$$

$$8 = 8 \frac{V_3}{V_1} + 4 \frac{V_1}{V_3} \quad 4t + \frac{4}{t} = 8$$

$$t + \frac{1}{t} = 2$$

4t

$$t^2 - 2t + 2 = 0$$



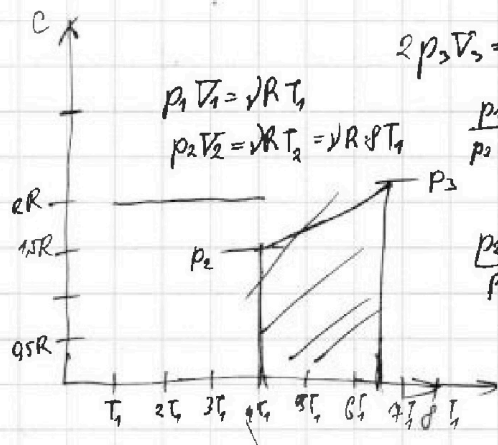
$$\Delta U_{31} = \Delta_{31} + Q_{31}$$

$$A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31} = \nu \cdot \frac{3}{2} R (T_1 - 4T_1) =$$

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

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

$$\nu R \cdot (-3T_1) \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = \frac{3}{2} \nu R T_1$$



$$2p_3 V_3 = p_1 V_1$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 = \nu R \cdot 8T_1$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = 8$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_3 V_3} = \frac{8\nu R T_1}{4\nu R T_1} = 2$$

$$p_2 V_2 - 2p_3 V_3 = p_2 V_1$$

$$9\nu R T_1 - 2p_3 V_3 = p_2 V_1$$

$$2 = 2 \frac{V_2}{V_1} + \frac{V_1}{V_3} \quad p_2 V_1 = \frac{1}{4} p_3 V_3$$

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!



$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \Rightarrow \Delta_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23}$$

$$p = \alpha V$$

$$Q_{23} = -V (8T_1 - 4T_1) \cdot \frac{1}{2} R = -2VRT$$

$$p_2 = \alpha V_1$$

$$p_2 = \alpha V_2 + p_0$$

$$\Delta U_{23} = \nu C (4T_1 - 8T_1) = -\frac{3}{2} \nu R \cdot 4T = -6VRT$$

$$p_3 = \alpha V_3$$

$$p_3 = \alpha V_3 + p_0$$

$$-2VRT + 6VRT = 4VRT$$

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{V_1}{V_3}$$

$$A_{31} = -\frac{3}{2} VRT_1$$

$$\frac{p_2 V_3}{p_3 V_1} = 1$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} = \frac{1}{4}$$

$$(p_1 - p_3)(V_1 - V_3) = -\frac{3}{2} VRT_1$$

$$V_2 = \alpha p_1$$

$$p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}$$

$$p_1 V_1 + p_3 V_3 - p_1 V_3 - p_3 V_1 = -\frac{3}{2} VRT_1$$

$$V_3 = \alpha p_2$$

$$p_3 = \frac{4VRT_1}{V_3}$$

$$\nu R T_1 + 4VRT_1 + \frac{3}{2} VRT_1 = p_1 V_3 + p_3 V_1$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{p_3}{p_2}$$

$$\frac{p_2 V_1}{p_3 V_3} = 2$$

$$p_2 V_1 = 2p_3 V_3$$

$$\frac{13}{2} VRT_1 = \frac{4VRT_1 V_1}{V_3} + \frac{VRT_1 V_3}{V_1}$$

$$\begin{cases} \frac{p_2 V_3}{p_3 V_1} = 1 \\ \frac{p_2 V_1}{p_3 V_3} = 2 \end{cases}$$

$$\frac{p_2 V_1}{p_3 V_3} = \frac{1}{4}$$

$$4p_2 V_1 = p_3 V_3$$

$$13 = \frac{8}{t} + 2t$$

$$p_2 = \frac{8VRT_1}{V_1}$$

$$(p_2 - p_3)(V_1 - V_3) = 4VRT_1$$

$$2t^2 - 13t + 8 = 0$$

$$p_3 = \frac{4VRT_1}{V_3}$$

$$\frac{V_1}{V_3} = 2 \frac{V_2}{V_1}$$

$$8VRT_1 + 4VRT_1 - p_2 V_1 - p_3 V_3 = 4VRT_1$$

$$D = 169 - 64 = 105$$

$$V_1^2 = 2V_2^2$$

$$p_3 V_1 + p_2 V_3 = 8VRT_1$$

$$t_1 = \frac{13 + \sqrt{105}}{4}; t_2 = \frac{13 - \sqrt{105}}{4}$$

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

$$(p_3 - p_2)(V_3 - V_1) = 4$$

$$\frac{4VRT_1}{V_3} \cdot V_1 + \frac{8VRT_1}{V_1} \cdot V_3 = 8VRT_1$$

$$4p_2 V_1$$

~~...~~

$$p_2 = \sqrt{2} p_3$$

$$F \cos \alpha = ma$$

$$F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = ma_1$$

$$\frac{V_1}{V_3} + \frac{2V_2}{V_3} = 2$$

$$\pi p_1 V_1$$

$$(p_2 - \sqrt{2} p_3)(V_1 - \sqrt{2} V_2) =$$

$$F - \mu mg = ma_2$$



$$F \cos \alpha =$$

$$= p_2 V_1 (1 - \sqrt{2})(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}) =$$

$$(p_1 - p_3)(V_1 - V_3) = p_3 V_3$$



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

$$F_{fr1} = \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$F_{fr2} = \mu mg$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

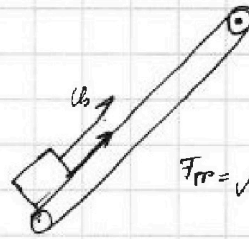
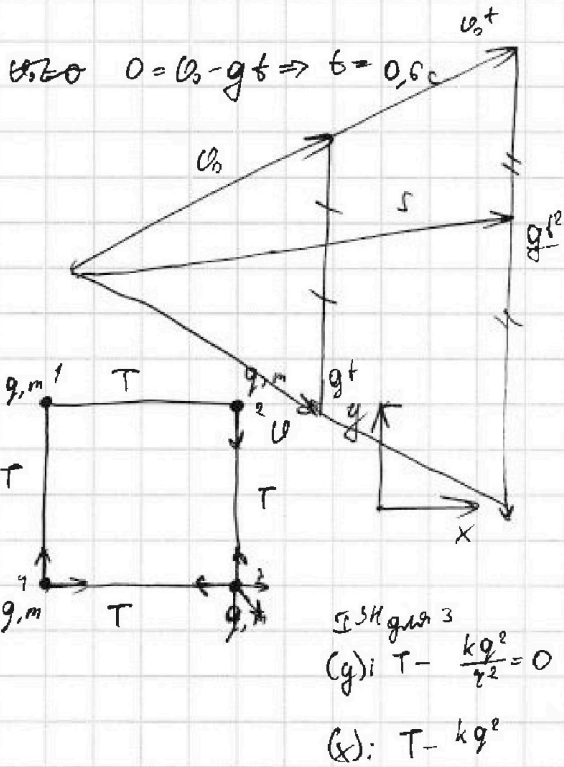
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$

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

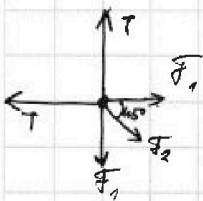
$\alpha_x = 10 \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{6} - \frac{9}{5} \right) =$

~~$W_{\text{п}} = \frac{kq^2}{r^2} + kq^2$~~

$W_{\text{п1}} = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{2r^2} = \frac{5kq^2}{2r^2}$

$W_{\text{п2}} = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{4r^2} + \frac{kq^2}{9r^2}$

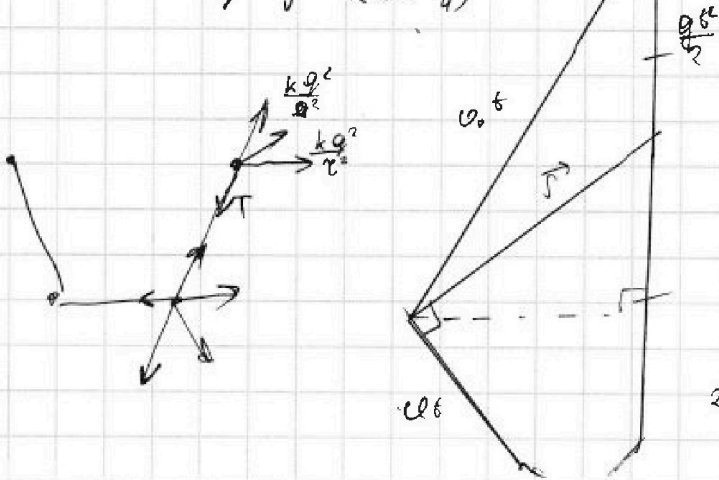
$\Delta W_{\text{п}} = \frac{kq^2}{r^2} \left(1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \frac{m v_0^2}{2}$



$T = F_1 + F_2 \cos 45^\circ$

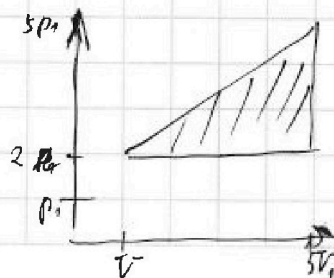
$T = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2 \sqrt{2}}{2r^2} = \frac{kq^2}{r^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$

$q = \sqrt{\frac{\alpha^2 T}{k \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}}$



$\Delta U_{\text{acc}} = \Delta s_{\text{acc}} + \Delta \phi_{\text{acc}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \Delta s_{\text{acc}} = -\Delta \phi_{\text{acc}}$

$\Delta \phi = 12 \rho_1 V_1$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$l = 20 \text{ м}$

$x = v_0 t \cos \alpha = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

$0 = v_0 \sin \alpha - g \frac{t^2}{2}$

$t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \quad \frac{2 \cdot 20 \cdot 0,8}{10}$

$\frac{t}{2} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$

$v_{\text{max}} = 2 v_0 \sin \alpha = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$

$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$

$\sin^2 \alpha = \frac{2 g H}{v_0^2}$

$l = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$

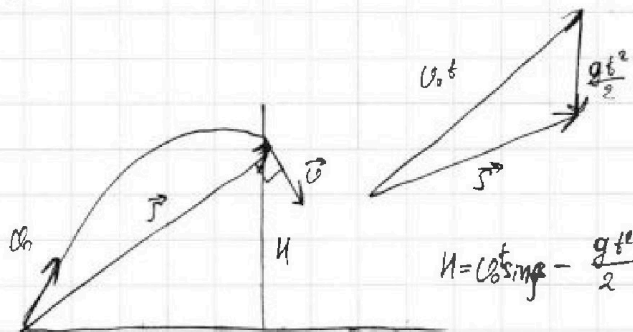
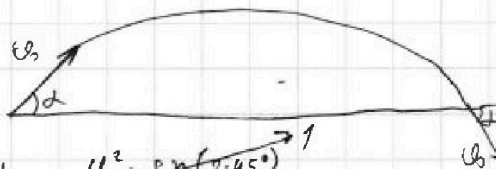
$\sin^2 \alpha = \frac{g l}{v_0^2}$

$\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20}$

$\frac{24}{5} = \frac{-2g \pm \sqrt{4g^2 - 4 \cdot 20 \cdot 10}}{2 \cdot 10}$

$l = \frac{v_0^2 \sin^2(2 \cdot 45^\circ)}{g}$

$v = \sqrt{g l} = \sqrt{20 \cdot 10} = 10 \sqrt{2} \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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

$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$

$\mu = 0,5$

$N = m g \cos \alpha$

$-\mu m g \cos \alpha - m g \sin \alpha = m a$

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

$s = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$

$s = v_0 t - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) t^2}{2} = 10 \cdot 6 - \frac{10}{2} = 1$

$\frac{p_2 V_2}{p_3 V_3} = 2$

$p_2 V_2 - p_3 V_2 + p_3 V_3 - p_2 V_3 = 2 R T$

$0 = v_0 - g t$

$s = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} = 3,6 - 1,8 = 1,8$

$t = 0,6$

$\int p V R T$

$(p_2 - p_3)(V_2 - V_3) = 2 R T$

$p_2 V_2 = 2 R T$

$p_3 V_3 = 4 R T$

$p_2 V_2 - p_3 V_2 + p_3 V_3 - p_2 V_3 = 2 R T$

