

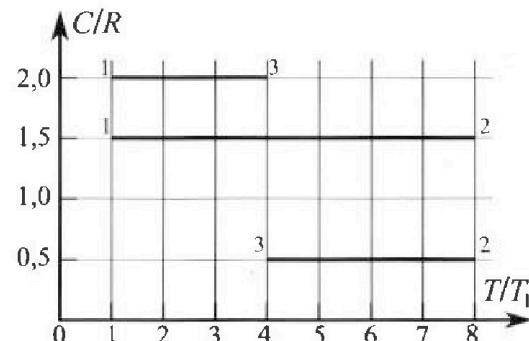
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

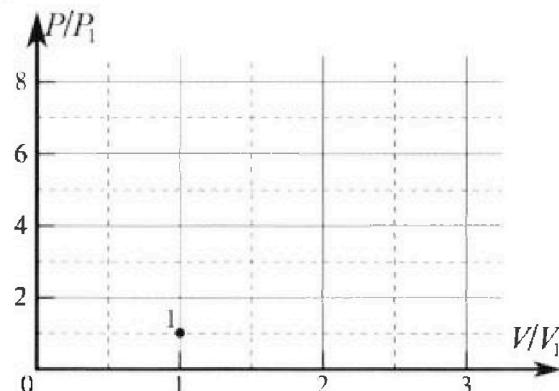


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

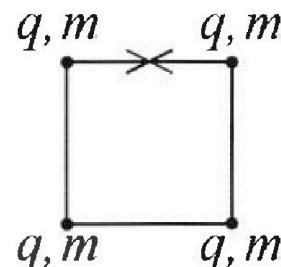


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 .

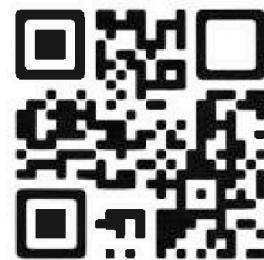
- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (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.

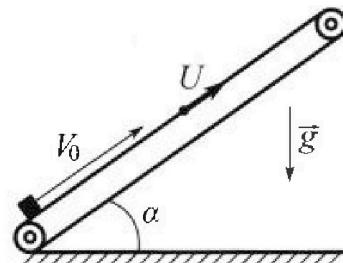
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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?

Уско рение 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 покояющуюся 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

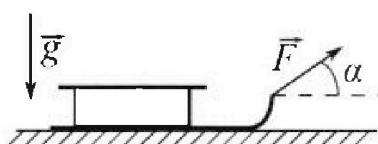
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

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 ?

n1

Решение:

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

$$\alpha = 95^\circ \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin 2\alpha = 1$$

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

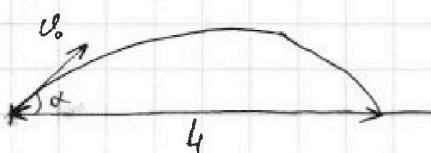
чтобы найти время полёта
пользуемся уравнением

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

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

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

$$t = \sqrt{\frac{g H}{v_0^2 \sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{g H}{v_0^2 \sin 90^\circ}} = \sqrt{\frac{g H}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{g H}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20}} \approx 14,1 \text{ с}$$



$$2) \quad H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g}, \text{ где } \beta - \text{ угол, под которым движение идет}$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{2gh}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{10 \cdot 3.6}}{10 \cdot 20}} = \frac{6\sqrt{2}}{10\sqrt{10}} = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \beta = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin 2\beta = 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{24}{25}$$

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

Ответ: 1) $14,1 \text{ с}$

2) $19,2 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

8 СО лестни:

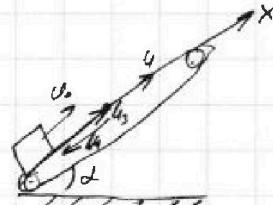
$$v_0 = 0 \Rightarrow 0 = v_0 + a_1 t_3$$

$$t_3 = \frac{v_0}{g} = 0,8 \text{ с}$$

$$v_0 = -1 \Rightarrow -1 = 0 + a_2 t_4$$

$$t_4 = \frac{-1}{a_2 g} = 0,5 \text{ с}$$

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



$$l_3 = v_0 t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2} = 1,8 \text{ м}$$

$$-l_4 = \frac{a_2 t_4^2}{2} = -0,25 \text{ м}$$

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

Ответы: 1) 1,96 м = 196 см

2) $T_1 = 0,8 \text{ с}$

3) $l = 1,55 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

Дано:

$$U_0 = 6 \frac{m}{s}$$

$$\mu = 0,5$$

$$U = 1 \frac{m}{s}$$

$$m \cdot d = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$T = 1c$$

Найти: 1) τ_1

2) T_1

3) U

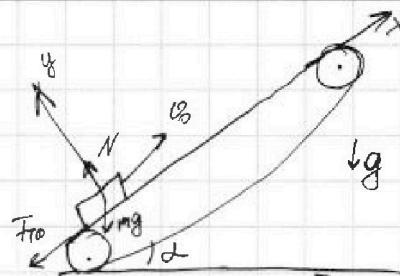
№2

Тема:

1)

Найдем, через какое
время $v = 0$

$$v = v_0 + at$$



~~$F_f = \mu N$~~

~~$(y): N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_f = \mu mg \cos \alpha$~~

~~$(x): -F_f = ma$~~

~~$m a = -\mu mg \cos \alpha$~~

~~$a = -\mu g \cos \alpha$~~

запишем II ЗН

$$(x): -F_f - mg \sin \alpha = ma$$

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

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

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

$v = v_0 - gt \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{g} = 0,6 \text{ (с)},$ значит через $T_1 = 1 \text{ с}$ вектор v изменит направление и коробка остановится вниз.

Найдем путь, который сделала коробка до $v = 0$

$$l_1 = v_0 t_0 - \frac{g \cdot t_0^2}{2} = 3,6 \text{ м} - 1,8 \text{ м} = 1,8 \text{ м};$$

ускорение падает до нуля, с этим она будет ехать $t_2 = T - t_0 = 0,4 \text{ с}$

Найдем перемещение коробки S_0 через $T = 1 \text{ с}: m a_0 = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$

$$S_0 = v_0 T - \frac{g T^2}{2} = 6 \text{ м} - 5,4 \text{ м} = 1 \text{ м}$$

$$a_0 = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = -9 \text{ м/с}^2$$

$$-l_{12} = \frac{a_0 T^2}{2} \Rightarrow l_{12} = \frac{9 \cdot 0,4^2}{2} \text{ м} = 0,16 \text{ м}$$

$$\text{маршрут } S = l_1 + l_{12} = 1,8 \text{ м} + 0,16 \text{ м} = 1,96 \text{ м}$$

2) чтобы в дад. СО скорость коробки стала равна $U = 1 \frac{m}{s}$, нужно, чтобы в СО имела $v_x = 0$

$$D = U_0 T_1 - \frac{g T_1^2}{2} = 0 = U_0 - g T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{U_0}{g} = 0,6 \text{ (с)}$$

3) ~~$U_k = 0,6$~~ дад. СО; если v_x в СО должна равна $-1 \frac{m}{s}$

$$-U = U_0 - g T_1$$

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.

N 3

Дано:

$$K, \alpha, m$$

Найти:

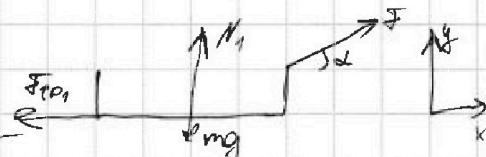
1) μ

2) S

Задача:

1) $K = -A_{T\mu}, F_{T\mu} = \mu mg$

$K = \mu mg$



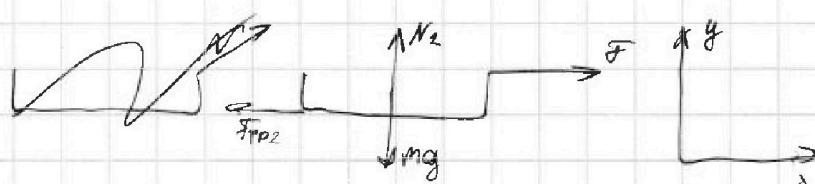
II ЗН:

(x): $F_{C01x} - F_{T\mu 1} = ma$

(y): $N_1 + F_{S1x} = mg$

$$N_1 = mg - F_{S1x} \Rightarrow F_{T\mu 1} = \mu (mg - F_{S1x})$$

$$K = A_{T\mu 1} + A_{T\mu} = S_0 (F_{C01x} - \mu (mg - F_{S1x}))$$



II ЗН: (y): $N_2 = mg \Rightarrow F_{T\mu 2} = \mu mg$

$$K = A_{T\mu 2} + A_{T\mu} = S_0 (F - \mu mg)$$

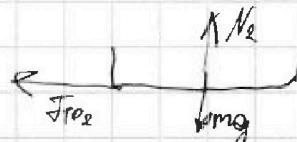
$$\mu (F_{C02x} - \mu mg + F_{S1x}) = S_0 (F - \mu mg)$$

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

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

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

2) Когда санки тормозят, но их не движут силой F , тогда



$$K = -A_{T\mu 2} = -\mu mg S$$

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

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:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

Дано:

$$T_1 = 200K$$

$$R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$$

Найти: 1) A_{31}

2) η

3) энталпия

Реш.

1) ИНТА для
участка 31:

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

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

$$A_{31} = \sqrt{C_V} \Delta T_{31}$$

N^4



длн однотр.

из. зона

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

$$\begin{aligned} A_{31} &= \sqrt{C_V} \Delta T_{31} - v_0 T_1 \cdot C_{31} = -V \cdot 3T_1 \left(\frac{3}{2}R - 2R \right) = V \frac{1}{2} R \cdot 3T_1 = \\ &= +\frac{9}{2} \cdot 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 200K = +2493 \text{ Дж} \end{aligned}$$

$$2) \eta = \frac{A_{31}}{Q_+} \cdot 100\%, \text{ где } Q_+ - \text{полученная теплота}$$

$$\begin{aligned} A_{12} &= \cancel{A_{12}} \cancel{Q_{12}} \quad A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} - \Delta U_{12} + Q_{23} - \Delta U_{23} + A_{31} \\ A_{31} &= -A_{12} = -\frac{3}{2} \sqrt{R} T_1 \end{aligned}$$

$$A_{12} = \cancel{V} \frac{3}{2} R \cdot (8T_1 - T_1) - \cancel{V} \frac{3}{2} R \cdot (8T_1 - T_1) = A_{12} = \sqrt{\frac{3}{2}} R \cdot (8T_1 - T_1) - V \cdot \frac{3}{2} R \cdot (8T_1 - T_1) = 0$$

$$\begin{aligned} A_{23} &= \cancel{V} \frac{1}{2} R \cdot (8T_1 - 4T_1) - \cancel{V} \frac{1}{2} R \cdot (4T_1 - 8T_1) - V \cdot \frac{1}{2} R \cdot (4T_1 - 8T_1) = \\ &= 4T_1 \cdot V \cdot \frac{3}{2} - 4T_1 \cdot V \cdot \frac{1}{2} = 8VRT_1 \end{aligned}$$

$$A_{12} = 8VRT_1 - \frac{3}{2} VRT_1 + 0 = \frac{15}{2} VRT_1$$

$$p=\text{const} \Rightarrow C = \frac{5}{2} V$$

$$\Delta U = -V \frac{5}{2} R \cdot 4T_1 - V \frac{5}{2} R T_1$$

$$Q_+ = Q_{12} = V \cdot \frac{5}{2} R \cdot (8T_1 - T_1) = \frac{81}{2} VRT_1$$

$$\eta = \frac{\frac{81}{2} VRT_1}{\frac{81}{2} VRT_1} \cdot 100\% = \frac{100\%}{21}$$

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!

Мы выяснили, что $A_{12} = 0 \Rightarrow V_{\text{нагр}} = \text{const}$
где сост. из. газа
 $p_1 V_1 = \nu R T_1$ - в тонк. $\Rightarrow p_1$

$$p_2 V_2 = \nu R \cdot 8 T_1 \quad \text{где сост. из. газа в т.2}$$
$$\Downarrow p_2 = \frac{8 \nu R T_1}{V_2}$$
$$\frac{p_2}{p_1} = 8$$

$$A_{23} = 4 \nu R T_1 \quad p_3 = \frac{4 \nu R T_1}{V_3}$$

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

$$\frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{1}{2}$$

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

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

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

$$t = \sqrt{8} \quad 2 = \frac{8}{t} - t$$

$$t - \frac{8}{t} + 2 = 0$$

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

$$\frac{1}{t} = 1 + 2 = 3$$

$$t_1 = \sqrt{-1 + \sqrt{3}} \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = 1 + \sqrt{3} \approx 2,4$$

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

=

http://www.mfti.ru

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

Дано:

g, m, T, a

Найти:

1) $|q|$

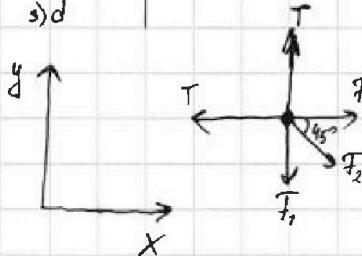
2) K

3) d

№ 5

Реш:

1) Трассы, симм. действующие
на шарик № 3



π ЗН для шарика № 3:

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

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

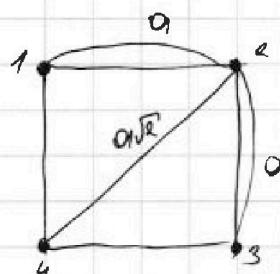
$$F_2 = \frac{kq^2}{4a^2}$$

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

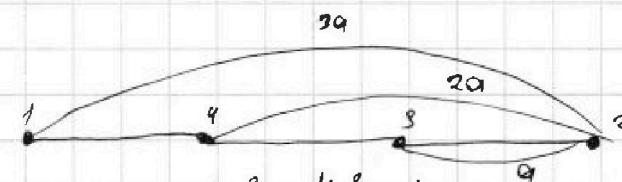
$$|q| = \sqrt{\frac{a^2 T}{k \cdot (1 + \frac{\sqrt{2}}{2})}}$$

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

2)



Найти изменение пот. энергии 2-го шарика



$$W_{n1} = kq_1 q_2 \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a^2}$$

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

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

$$K = \Delta W_n + \Delta_T, \text{ где } \Delta_T - \text{сила} \text{ натяжения нити}$$

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

Все шарики
имеют одинаковый
заряд, поэтому
они отталкива-
ют друг друга

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

$$K = \frac{m v_0^2}{2}$$

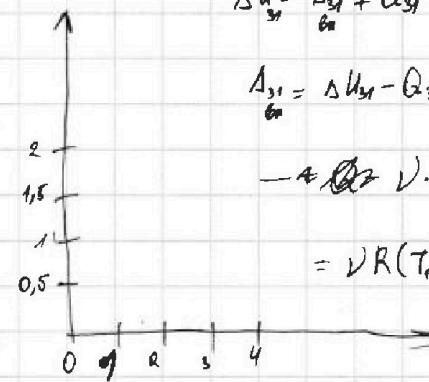
$$K = \mu mg$$

$$\Delta_{31} = -\frac{3}{2}\nu RT_1$$

$$\Delta_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \nu \cdot \frac{3}{2}R(8T_1 - T_0) - \nu \cdot \frac{3}{2}R(8T_1 - T_0) = 0$$

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

$$Q = \nu C_p T - \nu \cdot \frac{3}{2}R(8T_1 - T_0) = (4T_1 - 8T_1)\nu R\left(\frac{1}{2} - \frac{3}{2}\right) = -4\nu R \cdot (-1) = 4\nu R$$



$$\Delta U_31 = \Delta U_31 + Q_31$$

$$\Delta_{31} = \Delta U_31 - Q_{31} = V \cdot \frac{3}{2}R(T_1 - 4T_0) -$$

$$-4\nu R \cdot 2R(T_1 - 4T_0) =$$

$$= \nu R(T_1 - 4T_0)(\frac{3}{2} - 2) =$$

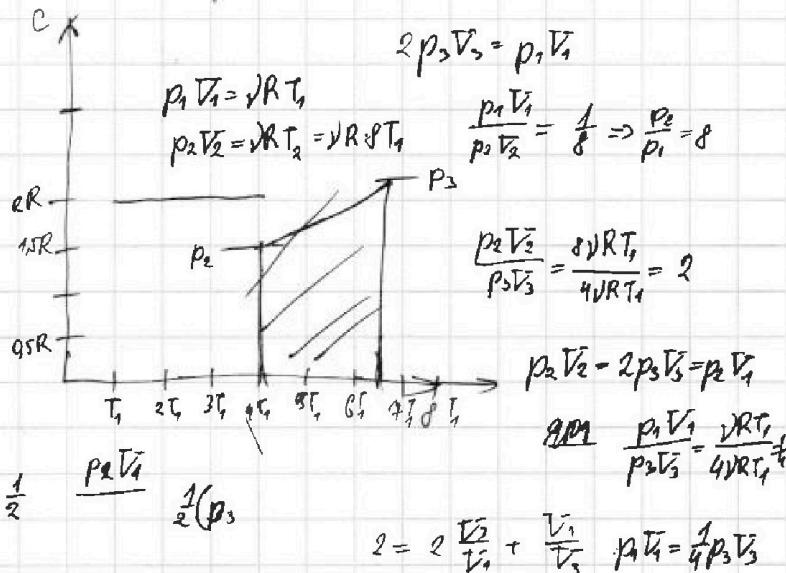
$$\nu R \cdot (-3T_1) \cdot (-\frac{1}{2}) = \frac{3}{2}\nu R T_1$$

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

$$C = C_0 n_f t \Rightarrow \Delta U = \Delta_{123}$$

$$\Delta_{31} = \nu C_p \Delta T = \nu R T_1$$

$$\Delta_{31} = \nu C_p \cdot (-3T_1)$$



$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

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

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

$$12\nu R T_1 - p_2 V_2 - p_3 V_1 = 4\nu R T_1$$

$$p_2(V_3 - V_1) = 8p_2 V_2$$

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

$$8\nu R T_1 = p_2 V_2 + p_3 V_3$$

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

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

$$8\nu R T_1 = \frac{8\nu R T_1 V_3}{V_1} + \frac{8\nu R T_1 V_2}{V_3}$$

$$p_3 = \frac{8\nu R T_1}{V_3}$$

$$8 = 8 \frac{V_3}{V_1} + 4 \frac{V_2}{V_3}$$

$$p_2 V_3 = 4$$

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

$$\begin{cases} 4p_2 V_1 = p_3 V_3 \\ 8p_2 V_3 = p_2 V_1 \end{cases}$$

4t

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.

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

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

$$p = \alpha V$$

$$Q_{23} = -V (8T_1 - 4T_4) \cdot \frac{1}{2} R = -2VRT$$

$$p_2 = \alpha V_1 \quad p_2 = \alpha V_2 \cdot p_3$$

$$\Delta U_{23} = V C (4T_1 - 8T_4) = -\frac{3}{2} V R \cdot 4T = -6VRT$$

$$p_3 = \alpha V_3 \quad p_3 = \alpha V_3 + p_0$$

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

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

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

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

$$\frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} = \frac{1}{2}$$

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

$$V_2 = -p_1$$

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

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

$$V_3 = \alpha p_3$$

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

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

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

$$\frac{p_2 V_1}{p_3 V_3} = 2 \quad p_1 V_1 = 2p_3 V_3$$

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

$$\begin{cases} \frac{p_2 V_3}{p_3 V_1} = 1 \\ \frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} = 2 \end{cases}$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} = \frac{1}{2} \quad p_1 V_1 = p_3 V_3$$

$$t_3 = \frac{d}{t} + 2t$$

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

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

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

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

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

$$D = 169 - 64 = 105$$

$$8VRT_1 + 4VRT_1 - p_1 V_1 - p_3 V_3 = 4VRT_1$$

$$V_1^2 = QV_3^2$$

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

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

$$V_1 = \sqrt{2} V_3$$

$$f_{p_2} + (p_2 - p_3)(V_1 - V_3) = 0$$

справа

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

$$\frac{4VRT_1}{V_3} \cdot V_1 + \frac{8VRT_1}{V_1} V_3 = 8VRT_1, \quad 4p_1 V_1$$

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

$$F_{\text{cos}\alpha} = ma$$

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

$$\pi p_1 V_1$$

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

$$F_{\text{cos}\alpha} - \mu(mg F_{\text{cos}\alpha}) = ma$$

Факт

$$F - \mu mg = ma_2$$

$$N = mg - F_{\text{sin}\alpha}$$

$$F_{T1} = \mu (mg - F_{\text{sin}\alpha})$$

$$F_{T2} = \mu mg$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

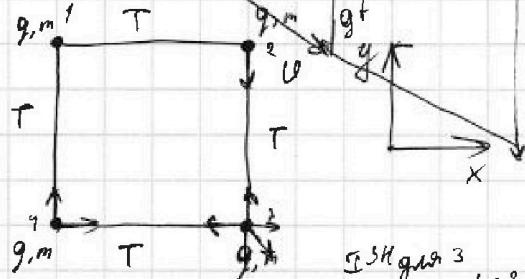
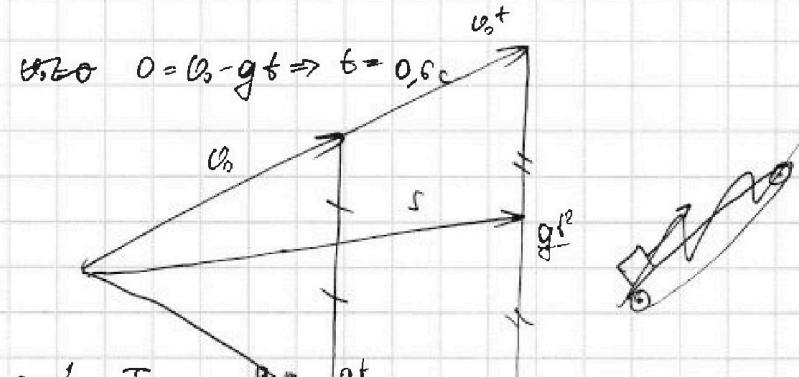


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

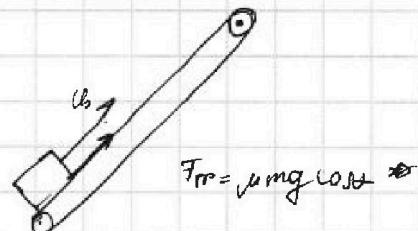
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$v_0 \geq 0 \quad 0 = v_0 - gt \Rightarrow t = 0,6 \text{ с}$$



$$\text{из условия } (g)_i: T - \frac{kq^2}{r^2} = 0$$

$$(x): T = kq^2$$



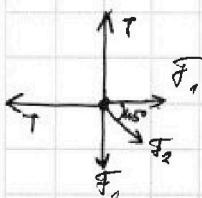
$$ma = -mg \sin \alpha + t_N mg \cos \alpha$$

$$a_x = 10 \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \right) =$$

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

$$W_{\text{нр}} = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{4r^2} + \frac{kq^2}{8r^2}$$

$$\Delta W_n = \frac{kq^2}{r^2} \left(1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) = \frac{m \omega^2}{2}$$



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

$$T = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2 \sqrt{2}}{2r^2 \cdot 2} = \frac{kq^2}{r^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

$$q = \sqrt{\frac{\alpha^2 T}{k \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)}}$$

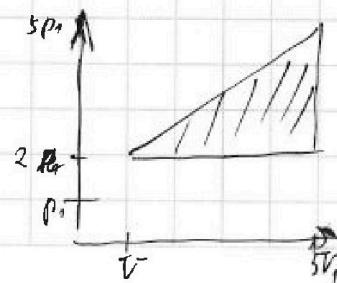
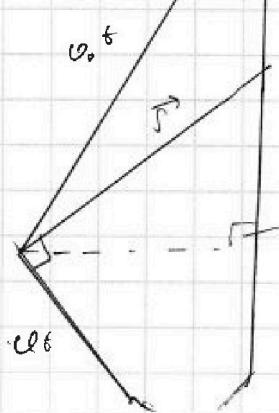
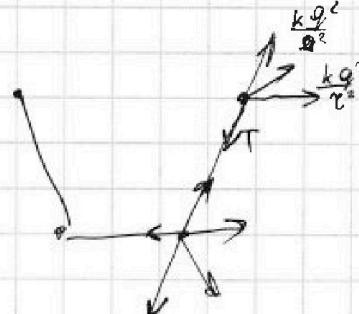
$$W_{\text{нр}} = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{2r^2} + \frac{kq^2}{4r^2}$$

$$W_{\text{нр}} = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{4r^2} + \frac{kq^2}{8r^2}$$

$$\Delta W_n = \frac{kq^2}{r^2} \left(1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) = \frac{m \omega^2}{2}$$

$$\Delta U_{\text{нр}} = A_{\text{внр}} + Q_{\text{внр}} \Rightarrow \\ \Rightarrow A_{\text{внр}} = -Q_{\text{внр}}$$

$$A_g = 12 p_1 V_1$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

$$h = 20 \text{ м}$$

N1

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

$$\frac{24}{5} = \frac{-2g \tan 50^\circ}{40}$$

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

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

$$\frac{t}{2} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 0,4 \cdot 0,5}{g}$$

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

$$= \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{2g}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}}$$

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

$$\sin \beta =$$

$$N = m g \cos \alpha$$

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

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

$$S = v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

$$S = v_0 t - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)t^2}{2} = 10 \cdot 6 - \frac{10}{2} = 1 \quad \frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} = 2 \quad p_1 V_1 - p_3 V_3 + p_3 T_3 - p_2 T_3 = 8 kT_1$$

$$0 = v_0 - gt$$

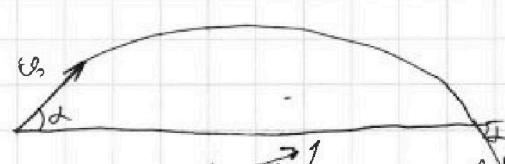
$$S = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} = 3,6 - 1,8 = 1,8$$

$$t = 0,6$$

$$(p_1 - p_3)(V_1 - V_3) = \Delta_{23}$$

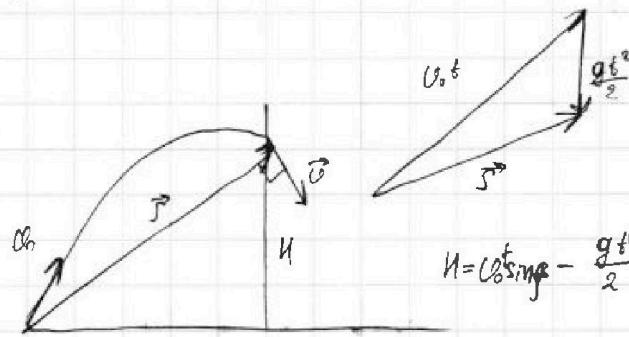
$$p_2 V_2 = 8 kT_1$$

$$p_3 V_3 = 4 T_1 R$$



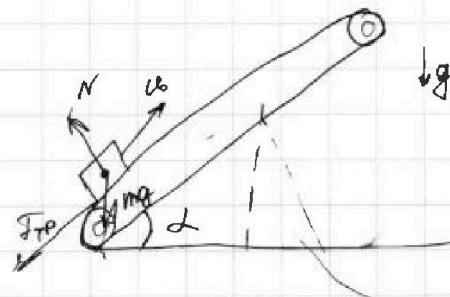
$$h = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot 45^\circ)}{g}$$

$$v = \sqrt{g h} = \sqrt{20 \cdot 10} \frac{m}{s} = 10 \sqrt{2} \approx 14 \frac{m}{s}$$



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

$$\mu = 0,5$$



$$\begin{aligned} \alpha &= 10 \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{5} \right) = \\ \alpha &= 10 \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) = \\ &= -2(9+3) = -10 \frac{\pi}{180} \end{aligned}$$

$$p_1 V_1 - p_3 V_3 + p_3 T_3 - p_2 T_3 = 8 kT_1$$

