



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.

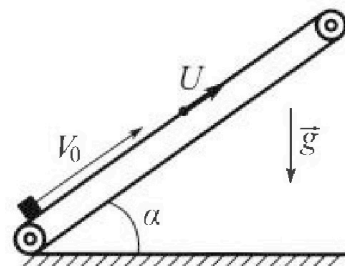
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

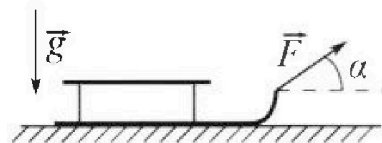
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

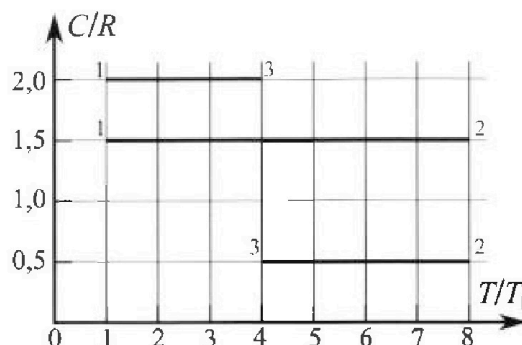
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

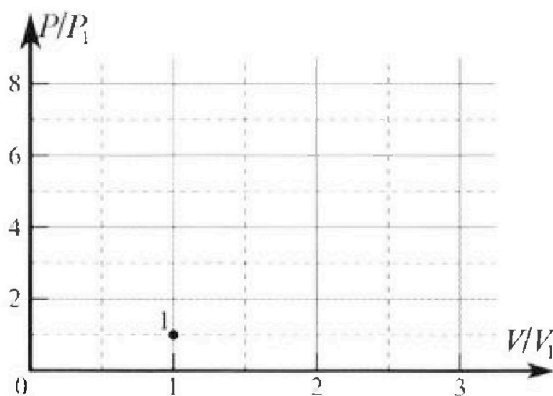
Вариант 10-02

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).

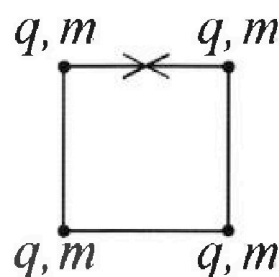


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



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. Дано:

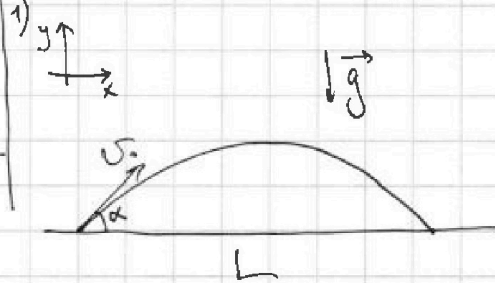
$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$v_0 = ? \quad S = ?$$

Решение:



$$x: v_0 \cos \alpha t = L, \text{ где } t - \text{время полета}$$

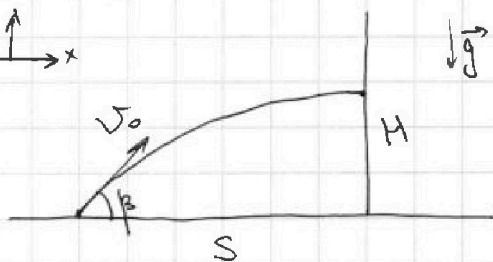
$$y: v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gL}{2 v_0 \cos \alpha} \Rightarrow 2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha = gL$$

$$v_0^2 = \frac{gL}{\sin(2\alpha)} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ (м/с)}$$

2) $y \uparrow$ $x \rightarrow$



$$x: v_0 \cos \beta t_2 = S$$

$$y: v_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = H$$

$$t_2 = \frac{S}{v_0 \cos \beta}$$

$$\frac{S v_0 \sin \beta}{v_0 \cos \beta} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = H$$

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

$$\frac{1}{\cos^2 \beta} = \tan^2 \beta + 1$$

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

Чтобы H был максимальным, нужно, чтобы $\left(\tan \beta - \tan^2 \beta \frac{g S}{2 v_0^2} - \frac{g S}{2 v_0^2} \right)$ - тоже был максимальным.

Возьмем производную и приравняем ее 0:

$$\tan \beta = \frac{v_0^2}{g S} \Rightarrow \tan \beta$$

стр 2

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



$$H = S \cdot \operatorname{tg} \beta \left(1 - \frac{gS \operatorname{tg} \beta}{2v_0^2} \right) - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \frac{gS \cdot \frac{v_0^2}{gS}}{2v_0^2} \right) - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \Rightarrow \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - H$$

$$S^2 = \left(\frac{v_0^2}{2g} - H \right) \frac{2v_0^2}{g} \Rightarrow S = v_0 \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} - \frac{2H}{g}}$$

$$S = 200 \sqrt{\frac{4 \cdot 10^4}{10^2} - \frac{7,2}{10}} = 200 \sqrt{400 - 0,72} = 200 \sqrt{399,28} \text{ (м)}$$

$$S = 10\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{200}{10} - \frac{7,2}{10}} = 10 \sqrt{2(20 - 0,72)} =$$
$$= 10 \sqrt{40 - 1,44} = 10 \sqrt{39,56} \text{ м}$$

Ответ: $S = 10\sqrt{39,56}$, $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

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!

2. Дано:

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

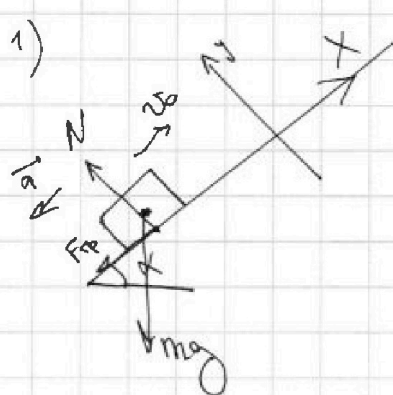
$$T = 1 \text{ с}$$

$$u = 8 \text{ м/с}$$

$$S = ? \quad T_1 = ? \quad L = ?$$

Решение:

1)



$$x: -ma = -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$$

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

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

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

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

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

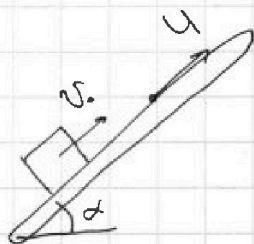
$$S = v_0 T - \frac{g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2}{2}$$

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

$$S = 6 \cdot 1 - \frac{10 (0,5 \cdot \sqrt{1 - 0,36} + 0,6) 1^2}{2} = 6 - \frac{10 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)}{2}$$

$$= 6 - 5 = 1 \text{ (м)}$$

2)



Скорость v_0 - скорость коробки
относительно земли. $\Rightarrow$

$$v_{\text{отн}} = v_0 - u \neq \text{ - скорость коробки } \text{отн. ленте.}$$

Чтобы ее скорость стала равна
скорости ленты, то относительно
ленты она должна
иметь скорость 0.

Ускорение такое же как в 1):

$$0 = v_{\text{отн}} - a T_1 \Rightarrow a T_1 = v_{\text{отн}}$$



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!

$$T_1 = \frac{v_{0\text{пр}}}{a} = \frac{v_0 - u}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{6 - 1}{10} = 0,5 (\text{с})$$

Чтобы скорость коробки отн. Земли стала равна 0 м/с, нужно, чтобы отн. ленте она двигалась со скоростью $-u$ (по оси x).

~~$u =$~~

$$L = \frac{(-u)^2 - v_0^2}{-2a} = \frac{1 - 36}{-2 \cdot 10} = \frac{35}{20} = \frac{17,5}{10} = 1,75 (\text{м})$$

Ответ: $S = 1 \text{ м}$; $T_1 = 0,5 \text{ с}$; $L = 1,75 (\text{м})$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

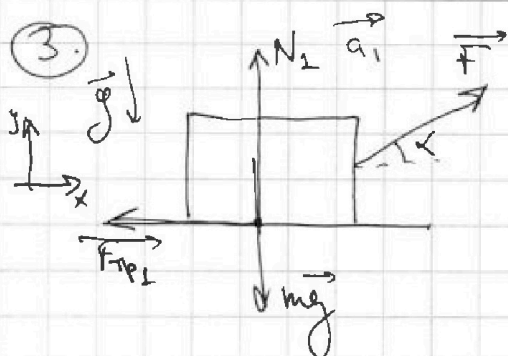
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



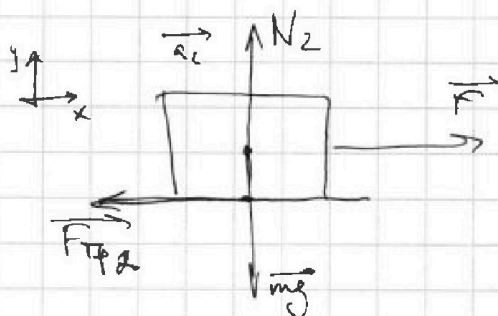
$$x: ma_1 = F \cos \alpha - F_{\text{тр}1}$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu N_1$$

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

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

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



$$x: ma_2 = F - F_{\text{тр}2}$$

$$ma_2 = F - N_2 \mu$$

$$y: N_2 = mg$$

$$ma_2 = F - mg \mu \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = m(a_2 + g\mu)$$

Две 1-ов ways:

~~$$F \cos \alpha \cdot T_1 = \Delta p_1, \text{ где } T_1 - \text{время генерации импульса}$$~~
~~$$F \cos \alpha \cdot T_1 = m v$$~~

$$ma_1 T_1 = \Delta p_1$$

$$ma_1 T_1 = m v$$

Две 2-ов ways:

~~$$F \cos \alpha \cdot T_2 = \Delta p_2, \text{ где } T_2 - \text{время генерации импульса}$$~~
~~$$F T_2 = m v \quad (*)$$~~

$$ma_2 T_2 = \Delta p_2$$

$$ma_2 T_2 = m v$$

~~$$\frac{F \cos \alpha T_1}{F T_2} = 1 \Rightarrow T_2 = \cos \alpha T_1$$~~

$$\frac{a_2 T_2}{a_1 T_1} = 1$$

~~$$a_1 T_1 = v = a_2 T_2 \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{T_2}{T_1} = \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2 \cos \alpha$$~~

~~$$ma_1 = m(a_2 + g\mu) \cos \alpha - \mu (mg - m(a_2 + g\mu) \sin \alpha) \quad \text{ср 8}$$~~

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!

$$a_1 = a_1 + \mu g \cos \alpha - \mu g + \mu (a_2 + \mu g) \sin \alpha$$

$$0 = \mu g \cos \alpha - \mu g + \mu (a_2 + \mu g) \sin \alpha$$

$$0 = g(\cos \alpha - 1) + a_2 \sin \alpha + \mu g \sin \alpha$$

$$U_1 (*) + (**):$$

$$FT_2 = ma_2 T_2$$

$$a_1 T_1 = a_2 T_2 = U = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

2) Найдем перемещение камня в процессе остановки.

В начале они будут двигаться со скоростью

$$U = \sqrt{\frac{2K}{m}}, \text{ т.к. } K = \frac{mU^2}{2}$$

$$K + A_{\text{тр}} = 0$$

$$K + F_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow K + (-\mu mg) = 0 \Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg}$$

$$ma_1 = m(a_2 + \mu g) \cos \alpha - \mu (mg - m(a_2 + \mu g) \sin \alpha)$$

$$a_1 = (a_2 + \mu g) \cos \alpha - \mu g + \mu (a_2 + \mu g) \sin \alpha$$

$$a_1 = (a_2 + \mu g) (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g$$

спг

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

☐

2

☐

3

☐

4

☒

5

☐

6

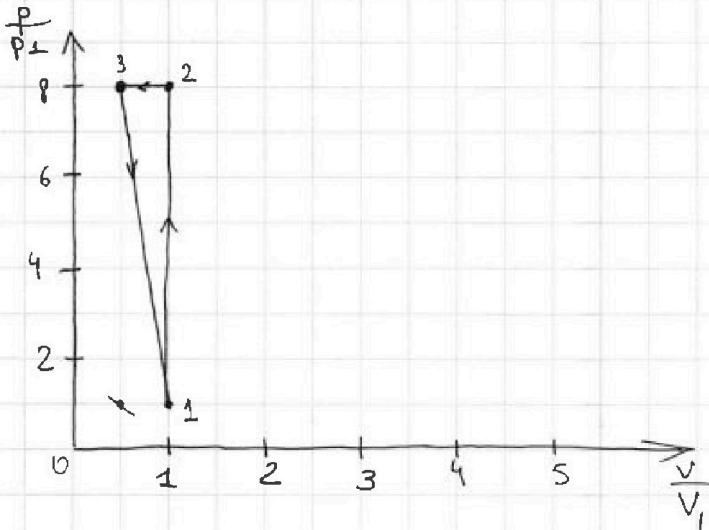
☐

7

☐

 МФТИ

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



Ответ: $A_{31} = 2493 \text{ Дж}$; $\eta = \frac{5}{21}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

④ Дано:
 $T_1 = 200 \text{ K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 $A_{31} = ? \quad \eta = ?$

Решение:
 Найдем T_2 и T_3 .
 $\frac{T_2}{T_1} = 8 \Rightarrow T_2 = 8T_1 = 1600 \text{ K}$
 $\frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow T_3 = 4T_1 = 800 \text{ K}$

$$Q_{31} = \gamma C_{31} \Delta T_{31} = \gamma 2R (T_1 - T_3) < 0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_{31} = \frac{3}{2} \gamma R (T_1 - T_3)$$

$$\Delta U_{31} = Q_{31} - A_{31r} \quad , \text{ где } A_{31r} - \text{ работа газа}$$

$$A_{31} = -A_{31r}$$

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

$$\frac{3}{2} \gamma \frac{1}{2} \gamma R (T_1 - T_3) = \gamma 2R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$A_{31} = \gamma R (T_1 - T_3) \left(\frac{1}{2} - 2 \right) = 1 \cdot 8,31 (200 - 800) \left(\frac{3}{2} - 2 \right) =$$

$$= 8,31 \cdot 600 \cdot \frac{1}{2} = 3 \cdot 831 = 2493 \text{ (Дж)}$$

$$A_{31} =$$

$$Q_{12} = \gamma C_{12} \Delta T_{12} = \gamma 1,5R (T_2 - T_1) > 0$$

$$Q_{23} = \gamma C_{23} \Delta T_{23} = \gamma 0,5R (T_3 - T_2) < 0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$\eta = \frac{Q_H + Q_X}{Q_H} = 1 + \frac{Q_X}{Q_H} \quad , \text{ где } Q_X - \text{н колоування}$$

$$Q_H - \text{от награвителю}$$

$$\eta = 1 + \frac{\gamma 0,5R (T_3 - T_2) + \gamma 2R (T_1 - T_3)}{\gamma 1,5R (T_2 - T_1)} = \frac{0,5(T_3 - T_2) + 2(T_1 - T_3)}{1,5(T_2 - T_1)} + 1$$

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!

$$\eta = 1 + \frac{-2(0,5 \cdot 800 + 2 \cdot 600)}{1,5 \cdot 1400} = 1 - \frac{1600}{2100} = 1 - \frac{16}{21} = \frac{5}{21}$$

3) $p_1 V_1 = \nu R T_1$ - в 1 точке
 $p_2 V_2 = \nu R T_2$ - в 2 точке
 $p_3 V_3 = \nu R T_3$ - в 3 точке

$$p_1 V_1 : p_2 V_2 : p_3 V_3 = T_1 : T_2 : T_3$$

Рассмотрим процесс 1-2:

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_{12} &= \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \\ Q_{12} &= \nu C_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{в процессе 1-2 не совершается работа} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ процесс 1-2 - изохорный. ($V = \text{const}$) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1600}{200} = 8$$

$$C_V = C_P + R \Rightarrow C_P = 1,5 R - R = 0,5 R = C_{23} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ процесс 2-3 - изобарный ($p = \text{const}$)

$$p_2 = p_3 \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{1600}{800} = 2$$

Значит: $V_1 = V_2 = 2V_3$

$$p_3 = p_2 = 8p_1$$

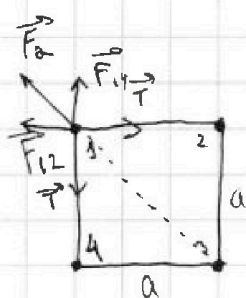
Построим график:

стр 11

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!

5.



Рассмотрим заряд 1.

силы F_{12} - взаимодействие 1 и 2
 F_{13} - 1 и 3

силы F_2 - взаимодействие 1 и 3

$$F_{12} = F_{13} = k \frac{q^2}{a^2}, \text{ где } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$F_2 = k \frac{q^2}{2a^2}$$

заряд 2 после перемещения. Тогда:

$$2 \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_2 + \vec{T} + \vec{T} = 0$$

$$\sqrt{2} k \frac{q^2}{a^2} + k \frac{q^2}{2a^2} = \sqrt{2} T$$

$$k \frac{q^2}{a^2} = \frac{\sqrt{2} T}{\sqrt{2} + \frac{1}{2}} \Rightarrow |q| = \sqrt{\frac{\sqrt{2} T}{(\sqrt{2} + 0.5)k}} \cdot a$$

$$|q| = a \sqrt{\frac{\sqrt{2} T \cdot 4\pi\epsilon_0}{\sqrt{2} + 0.5}}$$

Рассмотрим ~~изменение~~ энергии системы до перемещения и после перемещения:

$$W_{go} = W_{12} + W_{13} + W_{14} + W_{23} + W_{24} + W_{34}$$

$$W_{12} = W_{23} = W_{34} = W_{14} = k \frac{q^2}{a}$$

$$W_{24} = W_{13} = k \frac{q^2}{\sqrt{2}a}$$

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!

$$W_{go} = k \frac{q^2}{a} \left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}} \right)$$

Рассмотрим энергию после перемещения:

$$W_{\text{после}} = W'_{12} + W'_{13} + W'_{14} + W'_{23} + W'_{24} + W'_{34} + K_1 + K_2 + K_3 + K_4$$



(здесь у шариков другая нумерация)

Т.к. нити нерастяжимы, шарик должны все двигаться с одной скоростью:

$$K = K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = \frac{mv^2}{2}$$

$$W'_{12} = W'_{23} = W'_{34} = k \frac{q^2}{a}$$

$$W'_{13} = W'_{24} = k \frac{q^2}{2a}$$

$$W'_{14} = k \frac{q^2}{3a}$$

$$W_{\text{после}} = k \frac{q^2}{a} \left(3 + \frac{2}{2} + \frac{1}{3} \right) + 4K = k \frac{q^2}{a} \cdot \left(4 + \frac{1}{3} \right) + 4K$$

По ЗСЭ:

$$W_{go} = W_{\text{после}}$$

$$k \frac{q^2}{a} \left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}} \right) = k \frac{q^2}{a} \left(4 + \frac{1}{3} \right) + 4K$$

$$K = \frac{k q^2}{4a} \left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 4 - \frac{1}{3} \right) = \frac{k q^2}{4a} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) =$$

$$= \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) = \frac{a^2 \cdot \sqrt{2} T \cdot 4\pi\epsilon_0}{16\pi\epsilon_0 a (\sqrt{2} + 0.5)} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) = \frac{a\sqrt{2} T}{4(\sqrt{2} + 0.5)} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

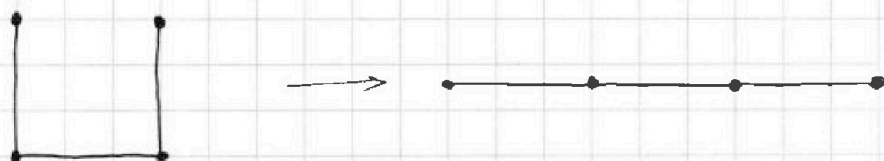
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

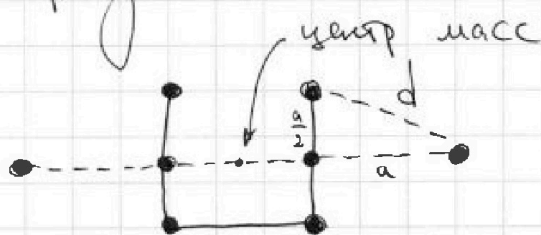
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Рассмотрим ситуацию сразу после перемигивания и ситуацию, когда они выстроились в ряд.



Когда одно положение переходит в другое никакие внешние силы на систему не действуют $\Rightarrow$ центр масс всей системы остался на месте. В первой ситуации он был в центре квадрата, во второй ситуации - в середине средней нити.



$$d = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{a}{2}\sqrt{5}$$

Ответ: $|q| = a \sqrt{\frac{\sqrt{2}T \cdot 4\pi\epsilon_0}{\sqrt{2} + 0,5}}$; $K = \frac{a\sqrt{2}T}{4(\sqrt{2} + 0,5)} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$;

$$d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$



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

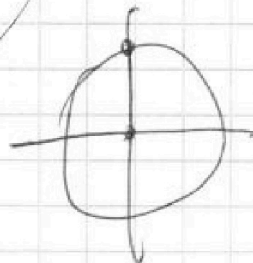
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порука QR-кода недопустима!

$$\cos 2\beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta = 1 - 2\sin^2 \beta = 2\cos^2 \beta - 1$$

$$\frac{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} = \frac{2\cos^2 \beta - 1}{\cos^2 \beta}$$

$$1 - \tan^2 \beta = 2 - \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\cos^2 \beta = 1 + \tan^2 \beta$$



$$\cos 2\beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta = 2\cos^2 \beta - 1 \quad ; \quad \cos^2 \beta$$

$$1 - \tan^2 \beta = 2 - \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \beta} = \tan^2 \beta + 1$$

$$(-ax^2 + x - a) = 0$$

$$-a \cdot 2x + 1 = 0$$

$$x = \frac{1}{2a}$$

$$\frac{m}{c^2} \cdot c^2$$

$$\frac{b}{2a} \text{ — при таком } x.$$



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!

C_v C_p C_r $\odot$

~~$C_p = 3C_v$~~

3-2 $\Delta V_{\text{сгорания}}$

12 - $p = \text{const}$

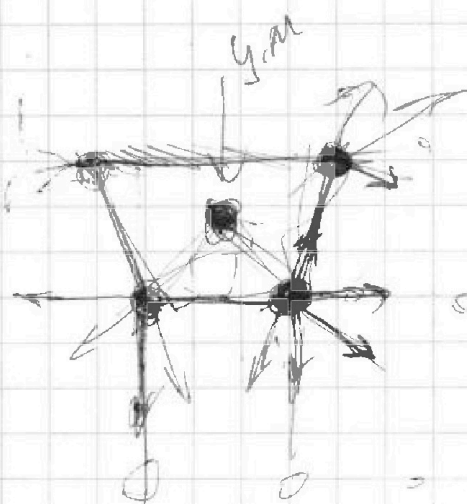
$V_{\text{сг}}$ $\left(\frac{1}{2}\right) RT$

1, 2. не в работе

$C_v = 1,5R$

~~$C_p = C_v + R$~~
 ~~$C_p = 2,5R$~~

- target!



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!

~~$\cos^2$~~

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x =$$
$$= 2 \cos^2 x - 1$$

$$1 - \tan^2 x = 2 \left(\frac{1}{\cos} \right)$$

$$\frac{1}{\cos x} = \frac{2 - 1 + \sqrt{5}}{1 + \sqrt{5}}$$



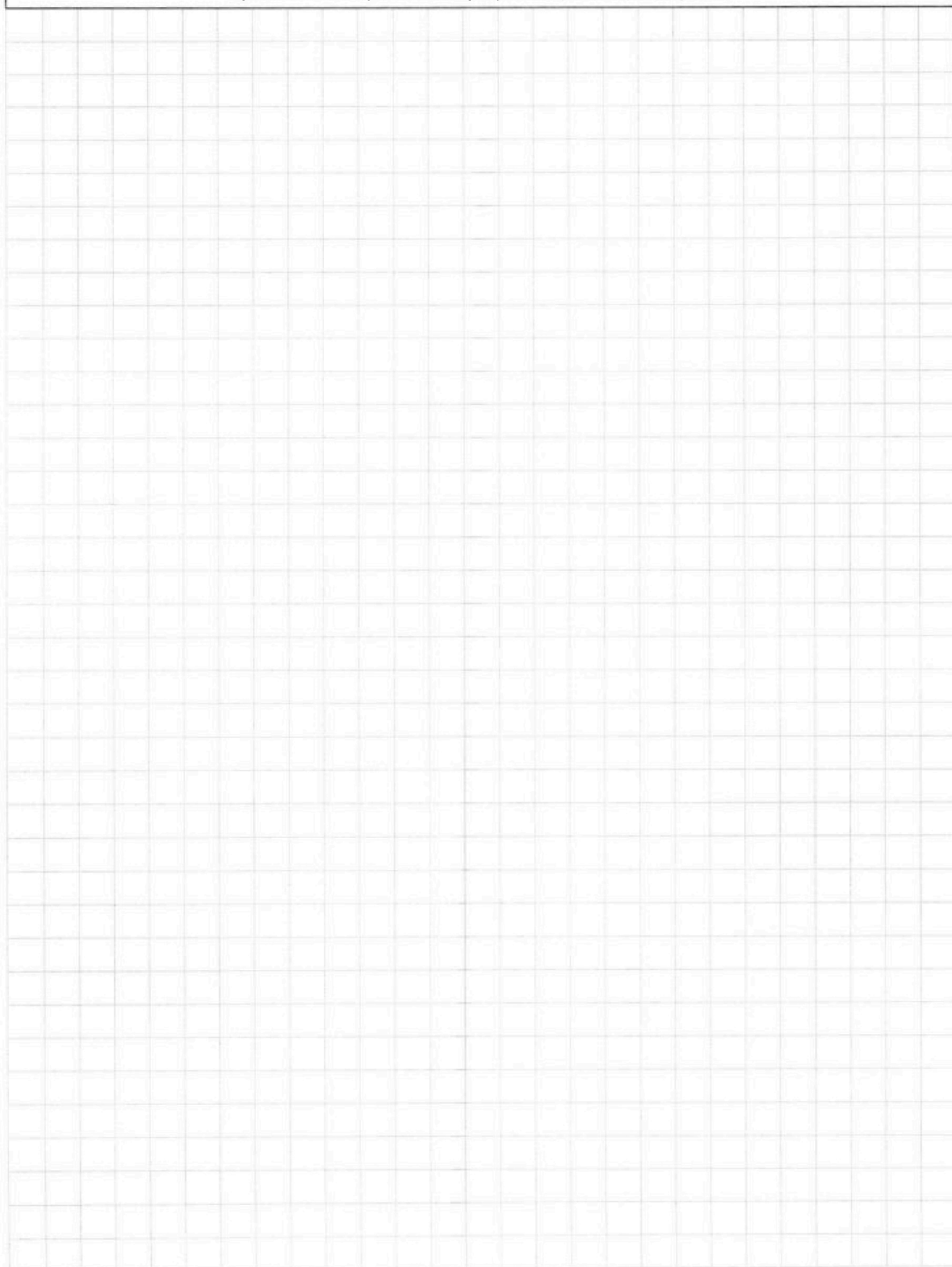
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



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!



$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

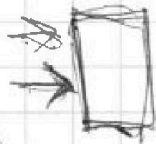
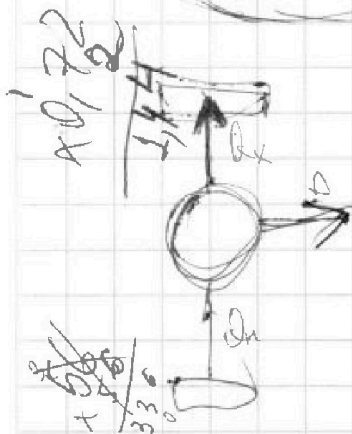
$$p_0 V$$

$$A_{21}$$

$$\eta = \frac{|Q_x|}{Q_n + |Q_x|}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{нужн}}}{A_{\text{полн}} (Q_n + |Q_x|)}$$

$$u = \frac{1}{2} \sqrt{RT}$$



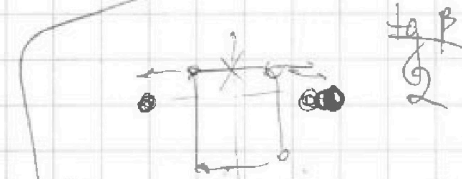
Q_n — запас

$$\eta = \frac{A_{Q_n - Q_x}}{Q_n + |Q_x|}$$

$$\frac{A_{\text{полн}}}{A_{\text{зап}} - Q_n} = \frac{Q_n + Q_x}{Q_n} = 1 + \frac{Q_x}{Q_n}$$

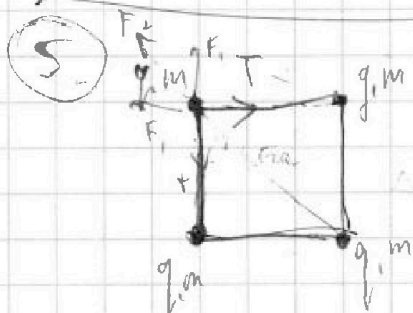
$$\frac{5}{2 \cos \beta} \left(2 \cos \beta - \frac{g \sin \beta}{\cos \beta} \right)$$

$$\frac{1}{\cos^2 \beta}$$



u_m — остаточная
в потоке

при вращении
на $\frac{1}{2} \pi$

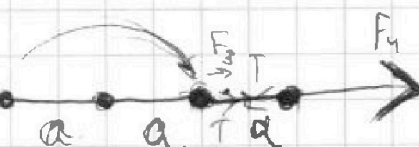


$$F_1 = k \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_2 = \frac{k q^2}{2 a^2}$$

$$\sqrt{2} T = \sqrt{2} k \frac{q^2}{a^2} + \frac{k q^2}{2 a^2} =$$

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



$$F_3 + T = F_1 - T$$

$$W_1 = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

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!

$$\eta = \frac{Q_{\text{полез}}}{Q} = \frac{1Q_{\text{хот}}}{Q_{\text{хот}} + Q_{\text{хол}}}$$

(5) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

(4)

$Q = \frac{i}{2} \nu c \Delta T$ $\nu c \Delta T = Q$

$T_1 = 200 \text{ K}$, $T_2 = 1600 \text{ K}$
 $T_3 = 800 \text{ K}$

$\frac{T_2}{T_1} = 8 \Rightarrow T_2 = 8T_1 = 1600$
 $\frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow T_3 = 4T_1 = 800$

$\Delta U = Q - A$

$Q = \nu c \Delta T$

$A_{\text{ЗП}} - \text{отпуск}$

$\Delta U_{\text{от}} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$

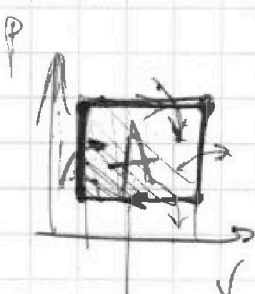
$\Delta A_{\text{ЗП}} =$

$\frac{i}{2} \nu R \Delta T = \nu c \Delta T - A_{\text{ЗП}}$

$A_{\text{ЗП}} = \nu c \Delta T - \frac{i}{2} \nu R \Delta T$

$\nu \Delta T (c - \frac{i}{2} R)$

$A_{\text{ВН}} = A_{\text{ЗП}}$



$A = \frac{1}{2} \nu + \frac{Q_4}{2R}$

Работа газа
интересно

$Q_{\text{от}} = Q_{\text{хот}}$

$831 \cdot 2493 = 2070000$