



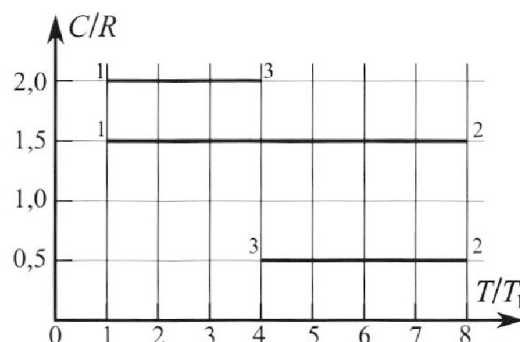
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

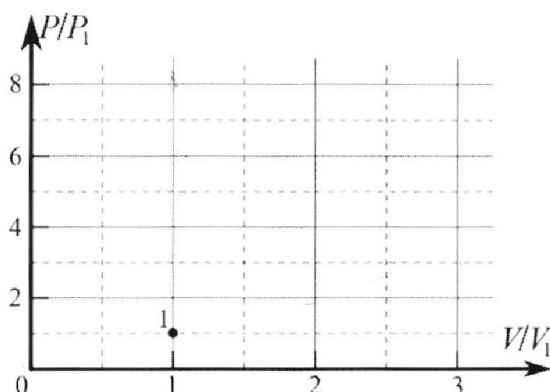
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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).

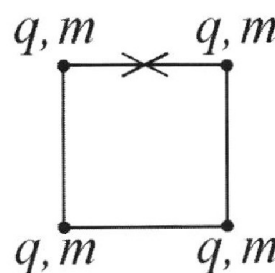


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

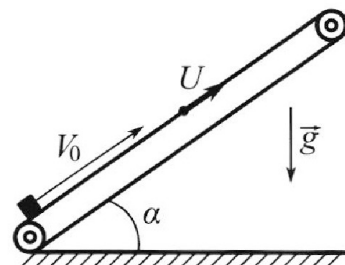
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.



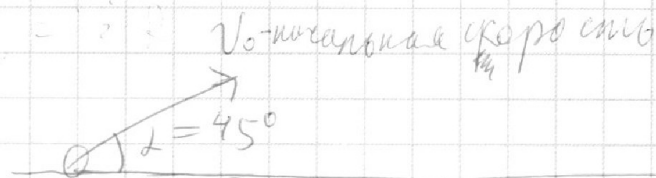
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

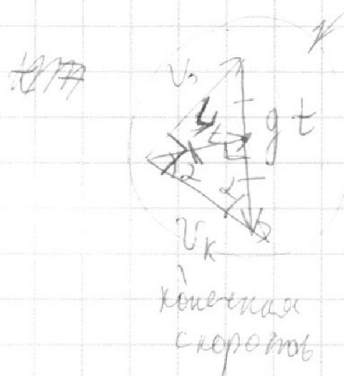
МФТИ

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



$$L = 20 \text{ м}$$

$$L = v_0 \cos 45^\circ t$$



~~$$L = 2 v_0 \cos 45^\circ$$~~

картина движения
летя

Т.к. картина симметричная:

v_k образует с горизонтальной
мее угол α .

$v_k = v_0 \neq$ то же из симметрии

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

$$S = \frac{v_k v_0 \sin 2\alpha}{2} = \frac{L}{t} \cdot g t \cdot \frac{1}{2}$$

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

~~$v_0^2 = 2 g L$~~
Площадь нарисованного треугольника = S.

Запишем её 2-мя разными способами

$$S = \frac{v_k v_0 \sin 2\alpha}{2} = \frac{L}{t} \cdot g t \cdot \frac{1}{2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

$$v_k v_0 \sin 2\alpha = Lg$$

~~мк кар~~

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

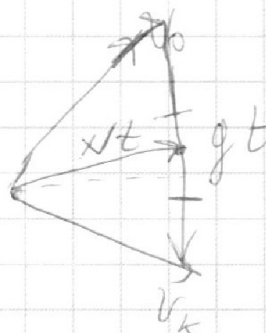
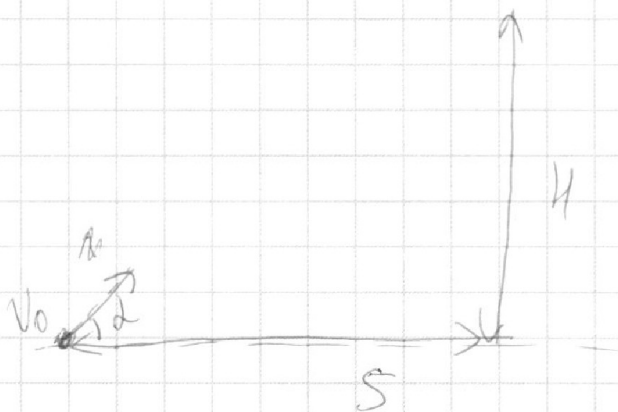
мк $\alpha = 45^\circ$

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

$$v_0 = \sqrt{Lg} = \sqrt{20 \cdot 10} = \sqrt{200} \text{ м/с}$$

$$v_0 = \sqrt{200} = \sqrt{4 \cdot 50} = 2\sqrt{50} = 2\sqrt{25 \cdot 2} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

(2)



x - перемещение

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

~~$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh = 2 \cdot H = \sqrt{2} \cdot H = \frac{mv_0^2}{2g}$$~~



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!

ЗСЭ:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_k^2}{2} + mgH$$

$$H = \frac{V_0^2 - V_k^2}{2g}$$

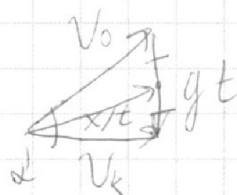
т.к. V_0 задана $\Rightarrow$ надо для $H_{\max}$ минимизировать V_k , а это происходит в верхней т-ке траектории

II

мат. влетает в стену в вершине своей параболы.

III

$$V_k = V_0 \cos \alpha$$



~~$s = \frac{V_0 V_k}{g} \sin 2\alpha = \frac{V_0^2 \cos \alpha \sin 2\alpha}{g}$~~

$$H = \frac{V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\frac{2gH}{V_0^2} = \sin^2 \alpha = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3,6}{200} = \frac{36}{100} = 0,36$$

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



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!

$$\cos 2 = 0,8 \quad \sin 2 = 0,6$$

$$S = \frac{V_0 V_k \sin 2 \alpha}{g}$$

$$S = \frac{V_0^2 \cos 2 \alpha \sin 2 \alpha}{g}$$

$$S = \frac{200 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ 128 \\ 128 \\ 128 \\ 128 \\ 128 \\ 128 \\ 128 \\ 128 \\ 128 \end{array}$$

$$S = \frac{2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 0,8}{10} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 8}{100} = \frac{64 \cdot 24}{100}$$

$$S = 15,26 \text{ м}$$

$$gt = V_0 \sin 2 \alpha$$

$$t = \frac{V_0 \sin 2 \alpha}{g} = \frac{200 \cdot 0,6}{10}$$

$$= \frac{120}{10} = 12 \text{ с}$$

$$gt = V_0 \sin 2 \alpha$$

$$\frac{12}{10} = 1,2$$

$$S = V_0 \cos 2 \alpha t = V_0 \cos 2 \alpha \frac{V_0 \sin 2 \alpha}{g} =$$

$$= \frac{V_0^2 \cos 2 \alpha \sin 2 \alpha}{g} = \frac{200 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{10} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 8}{10} =$$

$$= \frac{12 \cdot 8}{10} = 9,6 \text{ м}$$



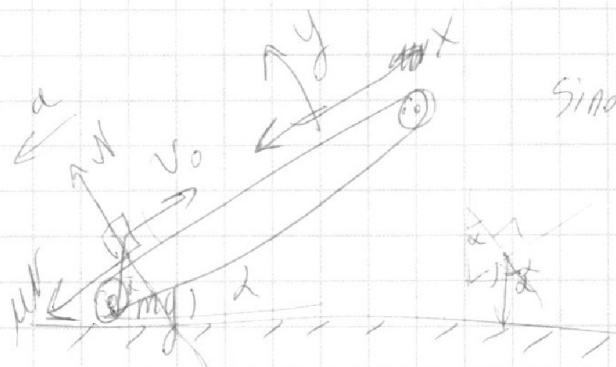
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

① $T = 1 \text{ с}$

II з-н Ньютона по ОУ: $a_y = 0$ (м. движется без отрыва)

$$N = mg \cos \alpha$$

II з-н Ньютона по ОХ:

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

~~прибавим~~

$$S = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 1 \text{ м}$$

$$a = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) = 5 \cdot 0,8 + 6 = 4 + 6 = 10 \text{ м/с}^2$$

②

Тир будет действовать, пока вертикальная
скорость не будет равна 0.



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!

через время $T_1 + \frac{u}{a_2} = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ с}$

скорость коробки в лоб. с.о. обратится

в 0 и еще через $T_1 + \frac{u}{a_2} + \frac{u}{a_2} = 1,5 \text{ с} = T_1'$

возвратимся до u по дуге в сторону,
обратную $\vec{u}_{\text{корки}}$

② Ответ: 0,5 с и 1,5 с

$\vec{u}_1 = \vec{u}_{\text{корки}}$

③ Сначала коробка замедлится до $u_1 = 1 \text{ м/с}$,
и на этот период $a = a_1 = 10 \text{ м/с}^2$, затем сила
тяги поменяет направление и $a = a_2 = 2 \text{ м/с}^2$

$L = L_1 + L_2$
 $\downarrow$ сила $F_{\text{тр}}$ ведет сторону
 $\leftarrow$ в другую

$$L_1 = v_0 T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} = 6 \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,25 =$$

$$= 3 - \frac{5}{4} = \frac{12-5}{4} = \frac{7}{4} \text{ м}$$

$$L_2 = v_0 \cdot \frac{u}{a_2} - \frac{a_2 \cdot \left(\frac{u}{a_2}\right)^2}{2} = 6 \cdot 0,5 - \frac{2 \cdot 0,25}{2} =$$

$$= 3 - \frac{1}{4} = \frac{12-1}{4} = \frac{11}{4} \text{ м}$$

~~$L = \frac{18}{4} \text{ м} = 4,5 \text{ м}$~~ $L = 4,5 \text{ м}$

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!

Здесь есть задача:

$u = 1 \text{ м/с}$ по ОХ вниз и вверх, расаширив
оба

Для случая, когда $\vec{v}_{\text{пуз}} = \vec{v}_{\text{орки}}$
справедливы все выкладки в 3-м (1) мк
скорость не меняла направление:

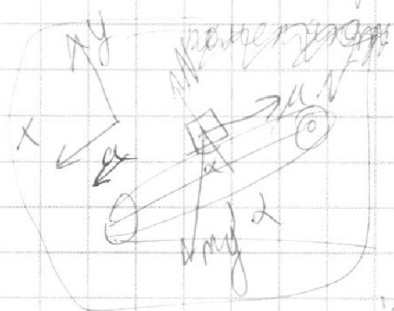
$$v_0 - u = a \cdot T_1$$

$$v_0 - u = 6 - 1 = 10 \cdot T_1$$

$$5 = 10 \cdot T_1 \Rightarrow T_1 = 0,5 \text{ с}$$

Для случая когда $\vec{v}_{\text{пуз}} = -\vec{v}_{\text{орки}}$:

сначала пройдет T_1 , а затем ~~снова~~ оттолкнется
а потом:
(если $F_{\text{уп}}$ поменяет направление)



$$N = mg \cos \alpha$$

на ОХ и 3-м Ньютона:

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

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

$$a_z = g(0,6 - 0,4) = 2 \text{ м/с}^2$$



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!

(2)

поперёк $\sin \alpha = 1$ т.е. сажки параллельны

$$K = F_{\text{тр}} S$$

из 2-го закона Ньютона

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$K = \mu mg S$$

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



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!



II 3-й Ньютона на ОУ

$$N = mg$$

$$\mu N = F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$\sin \alpha = 1$$

$$A_{\text{внеш}} = FS_2 - \mu mg S_2 = k$$

$$S_1 = S_2 \quad k = k$$



$$S_2 (F - \mu mg) = S_1 (F \sin \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha))$$

$$S_2 (F - \mu mg) = S_1 (F \sin \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha))$$

$$F - \mu mg = F \sin \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

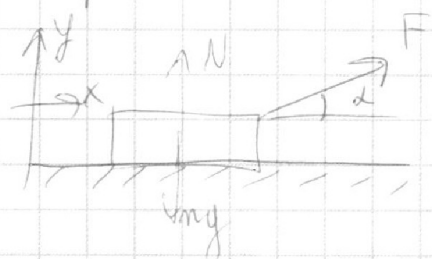
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

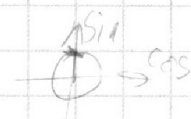
Первый случай



Из-за отсутствия на ОУ

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

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



мк саки едм

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

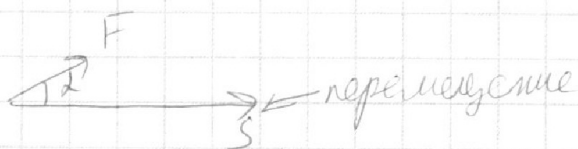
рбота внешних сил

$$A_{\text{внеш}} = K$$

мк $E_0 = 0$ — начальная энергия тела

мк $(V_0 = 0, h_0 = 0)$ и в конце $h = 0$

ΔW — потенциальная энергия = 0
мк тело не меняло высоты



здесь $\sin \alpha$ между силой и перемещением

$$A_{\text{васи}} = F S \sin \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) S_1$$

$$K = F S \sin \alpha - \mu mg S_1 + \mu F S \sin \alpha$$

Второй случай



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!

мк. из одноатомной $i=3$ - кол-во степеней свободы

$$C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R \quad C_v = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$\frac{11}{2} R \quad \frac{11}{2} R$

①

$$Q + A_{\text{внеш.}} = \Delta U$$

$$C_v \Delta T + A_{\text{внеш.}} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$\nu = 1 \text{ моль}$

$$A_{\text{внеш.}} = \frac{3}{2} R \Delta T - C_v \Delta T$$

2493 Дж
11

$$A_{\text{внеш.}} = \frac{3}{2} R \Delta T - 2 R \Delta T = -0,5 R \Delta T = -1,5 R T_1$$

$$\Delta T = T_k - T_{\text{нач}} = T_1 - T_2 = -4T_1 + T_1 = -3T_1$$

Для процесса 13:

$$pV^n = \text{const} \quad n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{-0,5R}{0,5R} = -1$$

$\frac{p}{V} = \text{const} \Rightarrow$ процесс 13 на графике $p(V)$ -
прямая, проходящая через $(0; 0)$

$$1,5 R T_1$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

Для процесса 12:

$$pV^n = \text{const} \quad C = 1,5 = C_v \Rightarrow V = \text{const}$$

Этот участок выглядит

на графике как изохора

Для процесса 23:

$$pV^n = \text{const} \quad \eta = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{0,5R - 2,5R}{0,5R - 1,5R} =$$
$$= \frac{-2R}{-1R} = 2$$

$$pV^2 = \text{const}$$

Этот участок выглядит
как парабола температурной
зависимости.

Найдём p_2/p_1 ($V_2/V_1 = 1$):

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$$

$$p_2 V_1 = \nu R T_2$$

Найдём p_3/p_1 и V_3/V_1 :

$$p_1 V_1^2 = p_3 V_3^2$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$
$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

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!

(2)

$$j = \frac{A}{Q^+}$$

$$A = -A_{\text{внеш}}_{\text{обз}}$$

~~Q₁₂ и Q₂₃ - система 1, 2 и 3~~

Тепло подводится там, где температура ↑ мкс всегда > 0

Q₁₂ только на участке 1, 2

~~мощность преобразования~~
 ~~$A_{\text{обз}} = A_{23} + A_{31} = -4RT_1 - 1,5RT_1 = -5,5RT_1$~~

$$C_{23} \Delta T_{23} + A_{23} = \frac{i}{2} R \Delta T_{23}$$

$$R \cdot 0,5 \Delta T_{23} + A_{23} = 1,5 R \Delta T_{23} \quad \Delta T_{23} = T_3 - T_1 = -4T_1$$

$$A_{23} = R \Delta T_{23} = -4RT_1$$

$$Q_{12}^+ A_{\text{внеш}}_{12} = \frac{i}{2} R \Delta T_{12}$$

$$Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} = 1,5 R (T_2 - T_1) = 1,5 R \cdot 7T_1$$

$$Q_{12} = 10,5 R T_1$$

$$\eta = \frac{2,5 R T_1}{10,5 R T_1} = \frac{5}{21}$$

$$A_{223} = 4RT_1 \quad A_{231} = -1,5RT_1$$

$$A_2 = |A_{223}| - |A_{231}| = 2,5 R T_1$$

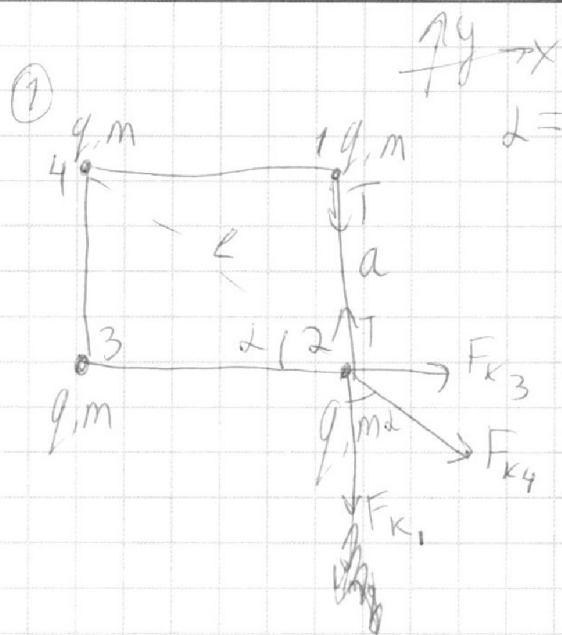
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



F_k — сила кулона

II 3-х Нютона на ОУ:

$$T = F_k + F_{k_y} \cos \alpha$$

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

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

F_k — сила кулона

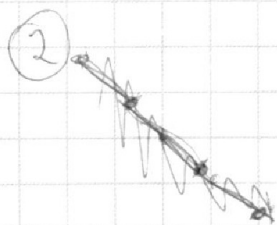
$$l - \text{длина} = \frac{a}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2}a$$

$$\cos 45^\circ = \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

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

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



Касательная картинка:



ЗСД:

$$E_0 = E_k + k$$

↑
висящий

Момент инерции $I = 0$
т.к. $v = 0$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

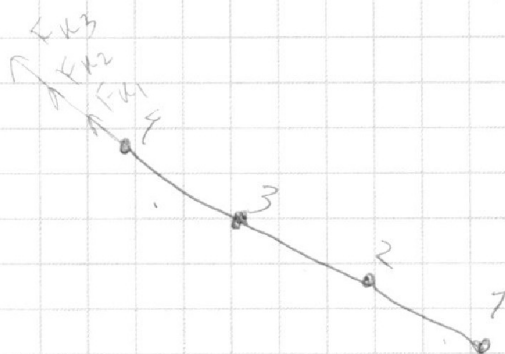
МФТИ

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



E_0 — начальная пот. энергия

E_k — конечная пот. энергия.



Запишем ЗСД для 4 шарика:

$$E_0 = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right) =$$

$$= \frac{kq^2}{a} \left(\frac{4+\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$E_k = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} = \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) =$$

$$= \frac{kq^2}{a} \left(\frac{6+3+2}{6} \right) = \frac{kq^2}{a} \cdot \frac{11}{6}$$

$$E_0 - E_k = K = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{4+\sqrt{2}}{2} - \frac{11}{6} \right)$$

(3) Так $v_{начальная}$ каждого из шариков = 0, то, согласно

$$v_{цм} = \frac{\sum m_i v_i}{\sum m_i} \quad \text{— скорость центра масс}$$

может равна 0



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!

А еще, тк нет введенных сил, согласно теор.
о движ. ц.м. $A_{ц.м.} = 0$ $A_{ц.м.} = \frac{F_{внеш}}{\Sigma m_i}$

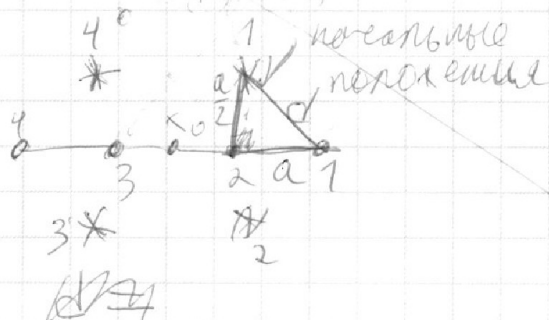
↓
положение ц.м.
всей системы
не изменилось

Ттк шарик летит по одну прямую $\Rightarrow$
эта прямая проходит через x_0 .

и тк все шарик одинаковые $\Rightarrow$ картинка сим-
метрична относ. x_0 !



также возможно
только
если картинка такая:



Рассмотрев шарик 1 и 4 мы видим
как систему

видно, что $x_{ц.м.}$ находится
только по вершинам

и $x_{ц.м.}$ из системы шариков
1 и 2 только x_0

и $x_{ц.м.}$ всей системы
шариков лежит на прямой,
на которой есть x_0



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

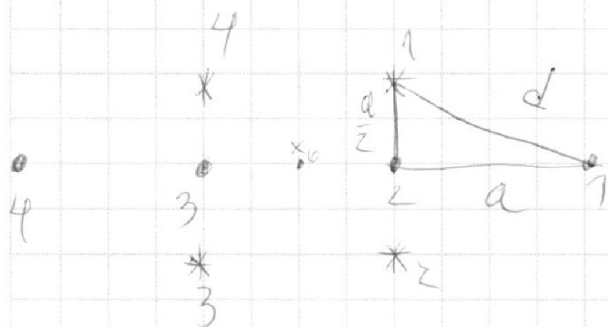
5
☒

6
☐

7
☐

МФТИ

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



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

$$d = a \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = a \sqrt{\frac{5}{4}}$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

$$Q_{31} + A_{31} = \frac{1}{2} R \Delta T \quad \Delta T = T_k - T_0 = T_1 - 4T_1 = -3T_1$$

$$-C 3T_1 + A_{31} = 1,5 R - 3T_1$$

$$-6T_1 R + A_{31} = 1,5 R T_1$$

$$A_{31} = 1,5 R T_1$$

$$\Delta T_{23} = T_3 - T_2 = -4T_1$$

$$Q_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} R \Delta T_{23}$$

$$0,5 R \Delta T + A_{23} = -6 R T_1$$

$$-2 R T_1 + A_{23} = -6 R T_1$$

$$A_{23} = -4 R T_1$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 705 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$18 \cdot 12 \cdot 831$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 831 \\ \times 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$



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!

