



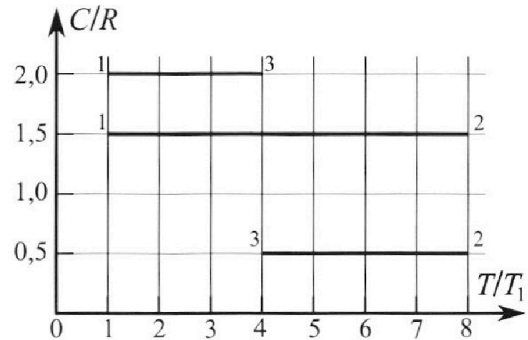
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

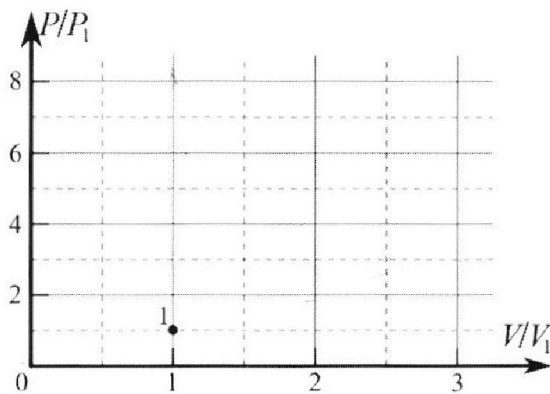
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

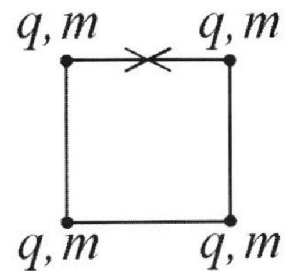
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.

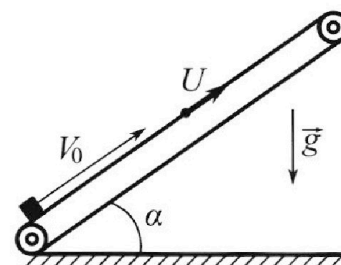
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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

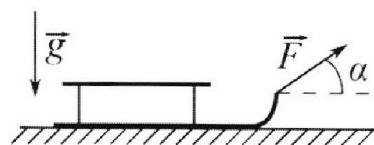
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.

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

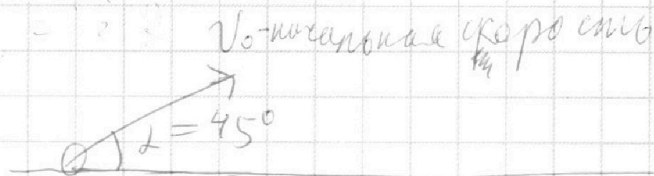
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

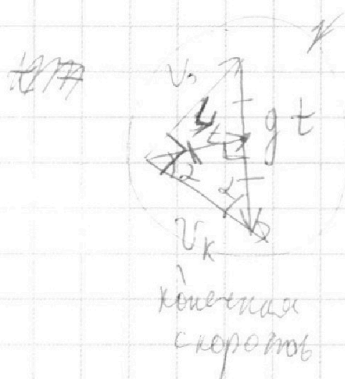
МФТИ

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



$$L = 20 \text{ м}$$

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



$$\alpha = 2 \sin 45^\circ$$

картина движения
меха

Т.к. картина симметричная:

v_k образует с горизонтальной
линией угол α .

$v_k = v_0 \neq$ то же из симметрии

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

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

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

Площадь параболы $= S$.

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:

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

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

~~МК Кар~~

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

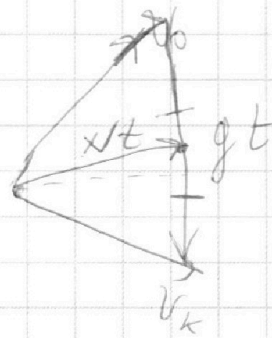
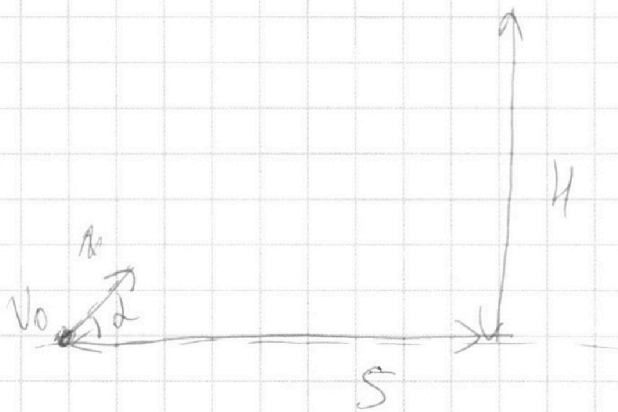
МК $\alpha = 45^\circ$

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

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

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

(2)



x - перемещение

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

~~307~~

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{2}} = 10 \text{ м/с}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

ЗСЭ:

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

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

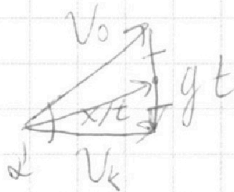
т.к. V_0 задана \Rightarrow надо V_k максимизировать или минимизировать V_k , а это происходит в верхней т-ке траектории

||

макс. влетает в стену в вершине
света прибора.

||

$$V_k = V_0 \cos \alpha$$



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

$$1 = \frac{V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\frac{2gH}{V_0^2} = \sin^2 \alpha = \frac{2 \cdot 70 \cdot 3,6}{200} = \frac{36}{100} = 0,36$$

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

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!



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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 12 \\ 20 \\ \hline 1240 \\ 1280 \\ \hline 1520 \end{array}$$

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

~~$$S = 15,26 \text{ м}$$~~

~~$$gt = V_0 \sin \alpha$$~~

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

~~$$t = \frac{120}{10} = 12 \text{ с}$$~~

$$gt = V_0 \sin \alpha$$

$$\frac{12}{9,8}$$

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

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

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

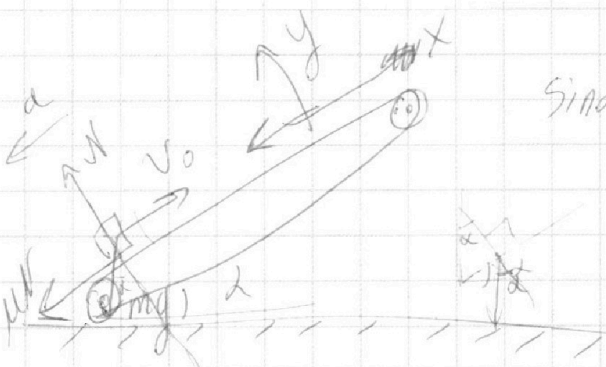
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

① $T = 1 \text{ с}$

II z -н Ньютона на OY : $a_y = 0$ м/с² (вверх и без отрыва)

$$N = mg \cos \alpha$$

II z -н Ньютона на Ox :

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

~~иначе~~

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

$$a = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) = 5 \cdot 0,8 + 6 =$$

$$= 4 + 6 = 10 \text{ м/с}^2$$

②

Фтр будет действовать, пока v положительна и
коробки отнюдь не будут равны 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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

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 $T_1 + \frac{u}{a_2} + \frac{u}{a_2} = 1,5 \text{ с} = T_1'$

выгонится до u по силе в сторону,

обратно (Порки)

② Ответ: 0,5 с и 1,5 с

$$\vec{u}_1 = \vec{u}_{\text{корки}}$$

③ Скорость коробки замедлится до $u_1 = 1 \text{ м/с}$

и на этот период $a = a_1 = 10 \text{ м/с}^2$, затем сила

трения поменяет направление и $a = a_2 = 2 \text{ м/с}^2$

$L = L_1 + L_2$

\downarrow сила $F_{\text{тр}}$ вверх створку
 \leftarrow в обратную

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

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

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

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

~~$L = \frac{13}{4} \text{ м} = 3,25 \text{ м}$~~ $L = 4,5 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Здесь есть задача:

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

Для случая, когда $\vec{v}_{\text{груза}} = \vec{v}_{\text{горки}}$
справедливы все вкладыши в a_z на 1 м/с
скорость не меняла направление:

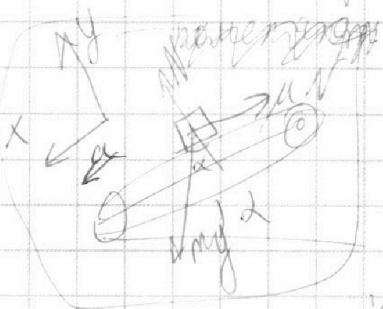
$$v_0 - u = a \cdot T_1$$

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

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

Для случая когда $\vec{v}_{\text{груза}} = -\vec{v}_{\text{горки}}$:

спуска пройдено T_1 , а затем ~~снова~~ оттолкнувшись
а потом:
(если $F_{\text{тр}}$ поменяет направление)



$$N = mg \cos \alpha$$

на ОХ и Z-на Ньютона:

$$m a_z = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

(2)

длина $\sin \alpha = 1$ м. Сложка моралью, м

$$K = F_{\text{тр}} S$$

из 2-го закона Ньютона

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$K = \mu mg S$$

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

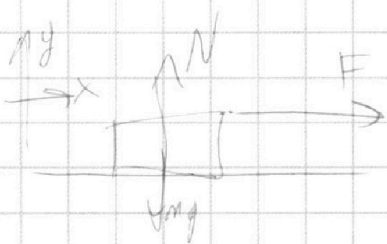
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



II 3-м координата 0y

$$N = mg$$

$$\mu N = F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$\sin \alpha = 1$

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

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

⇓

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

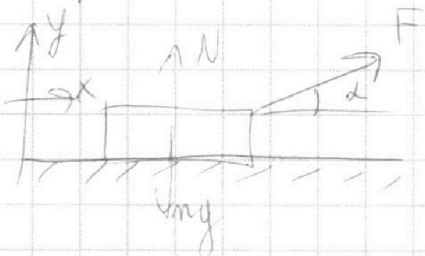
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

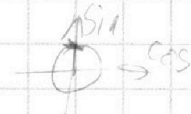
Первый случай



Из условия на ОУ

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

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



мк скользят

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

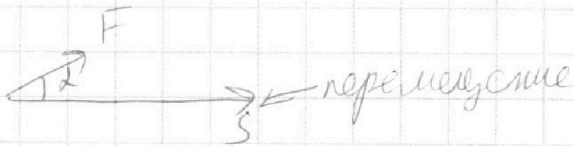
решение внешних сил

$$A_{\text{внеш}} = K$$

мк $E_0 = 0$ — начальная энергия тела

мк $(v_0 = 0, h_2 = 0)$ и $(v_1 = 0, h_1 = 0)$

ΔW — потенциальная энергия = 0
мк тело не меняло высоты



здесь $\sin \alpha$ между силой и перемещением

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

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

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
<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!

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

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

\parallel \parallel
 $2,5R$ $1,5R$

①

$$Q + A_{\text{внеш.}} = \Delta U$$

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

$\Delta = 1 \text{ моль}$

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

2493 Дж

//

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

$$\Delta T = T_2 - T_{\text{max}} = T_1 - T_3 = -4T_1 + T_1 = -3T_1$$

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 $(0; 0)$

$$1,5 R T_1 = 2493 \text{ Дж}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

Для процесса 12:

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

Этот участок выградим

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 выградим как парабола гиперболической 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

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

$$A = -A_{\text{внеш}} \text{объ}$$

~~Q₁₂ = c₁₂ ΔT₁₂ = 1,5 R T₂~~

Тепло подводится там, где температура ↑ мкС всегда > 0

Q₁₂

только на участке 12

~~А_{объ} = A₂₃ + A₃₁ = -4RT₁ - 1,5RT₁ = -5,5RT₁~~

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

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

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

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

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

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

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

$$A_{23} = 4RT_1, \quad A_{231} = -1,5RT_1$$

$$A_2 = |A_{23}| - |A_{231}| = 2,5 R T_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$T_1 V_1 = T_3 V_3$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{p_3}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2 = 16$$

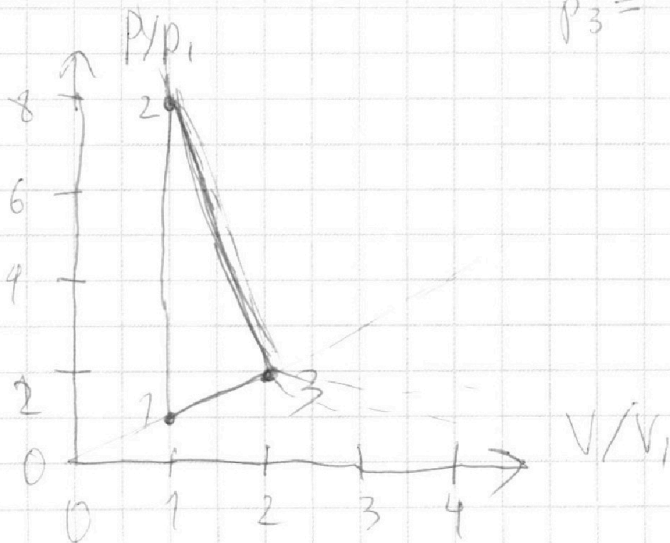
найдём p_3/p_1 и V_3/V_1 ; $\frac{p_3}{p_1} = \frac{p_1}{V_1}$

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

$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{T_1}{T_3} \quad \frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3^2}{V_1^2} = 4$$

$$V_3 = 2 V_1$$

$$p_3 = 2 p_1 \text{ (по графику)}$$



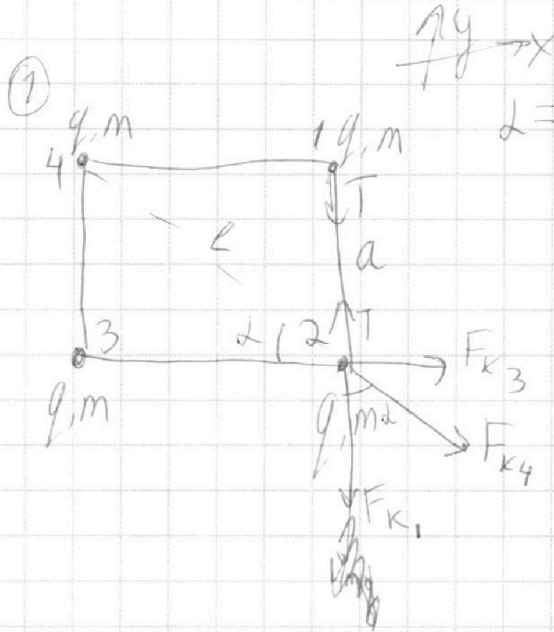
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$\alpha = 45^\circ$ F_k - сила кюппа

II з-к Ньютона на OY:

$$T = F_{k1} + F_{k4} \cos \alpha$$

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

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

F_k - сила кюппа

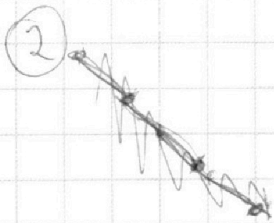
$$l - \text{длина} = \frac{a}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2} a$$

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

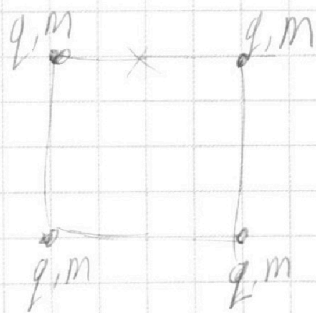
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

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

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



Касательная картинка:



ЗСЭ:

$$E_0 = E_k + k$$

↑
касательный

Момент инерции энергии = 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

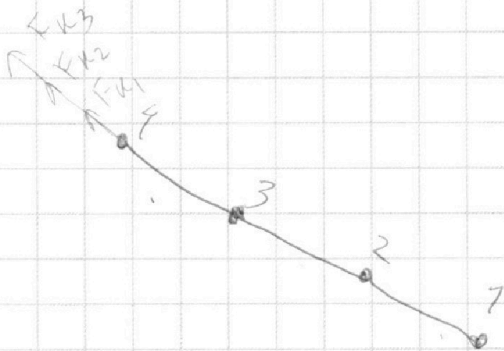
МФТИ

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



E_0 — потенциальная пот. энергия

E_k — кинетическая пот. энергия.



Запишем ЗЭД для 4 шарика:

$$E_0 = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{2\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2}} \right) =$$
$$= \frac{kq^2}{a} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{2} \right)$$

$$E_k = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} = \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) =$$
$$= \frac{kq^2}{a} \left(\frac{6 + 3 + 2}{6} \right) = \frac{kq^2}{a} \cdot \frac{11}{6}$$

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

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

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

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!

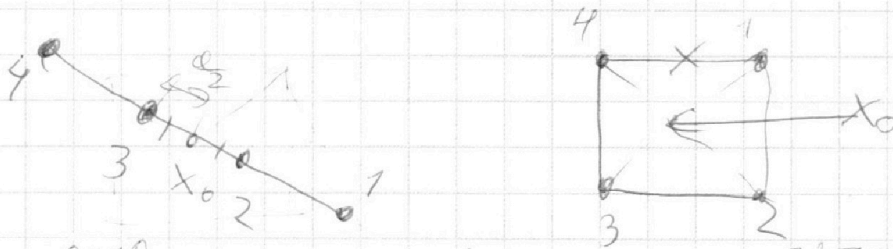


А еще, тк нет внешних сил, согласно теор.
о движ. ц.м. $A_{ц.м.} = 0$ $A_{ц.м.} = \frac{F_{внеш}}{\Sigma m_i}$

↓
положение ц.м.
всей системы
не изменилось

Тк шарик лежит на одной прямой ⇒
эта прямая проходит через x_0 .

и тк все шарик одинаковые ⇒ картинка сим-
метрична относ. x_0 .



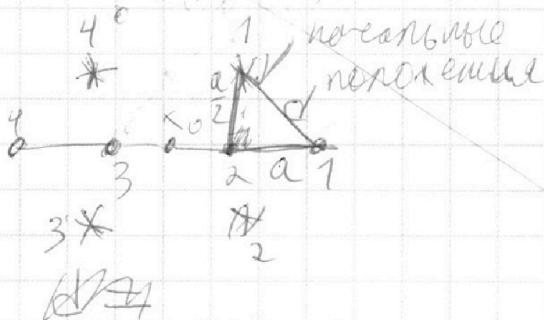
также возможно
только
если картинка сим-
метрична

Рассмотрев шарик 1 и 4 как систему

видно, что их ц.м. находится
только по вертикали

а их ц.м. находится шариков
1 и 2 только по

и ц.м. всей системы
шариков лежит на прямой,
на которой есть x_0





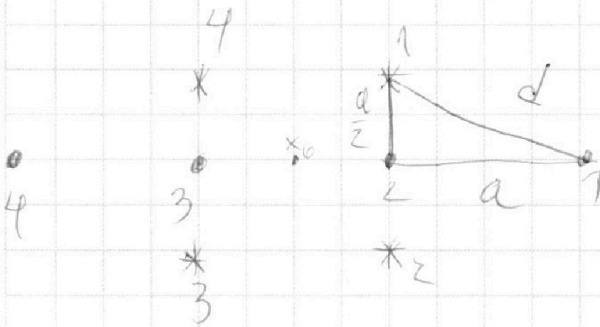
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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:

- 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!

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

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

$$-6T_1 R + A_{31} = 4,5 R T_1$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{25}{705}$$

$$\frac{5}{21}$$

$$18 \cdot 2831$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

