



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.

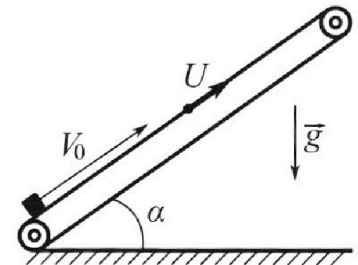
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение св ободного 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

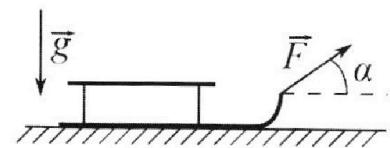
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.



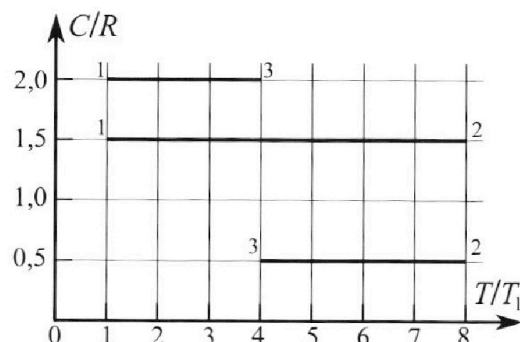
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

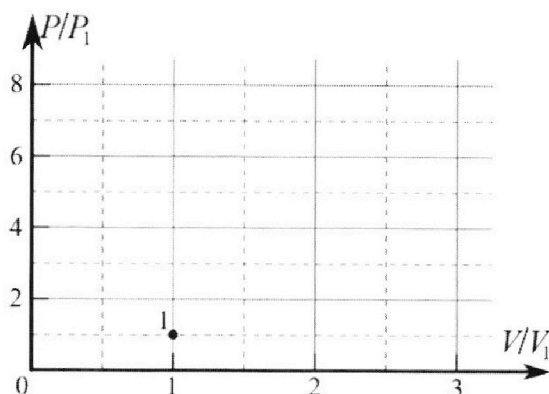
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

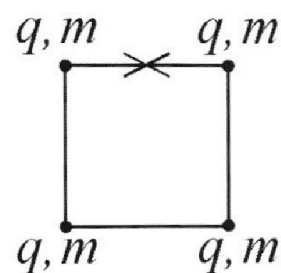
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:

$\alpha = 45^\circ$
 $L = 20 \text{ м}$

1) $v_0 = ?$

2) $S = ?$, см

$H = 3,6 \text{ м}$



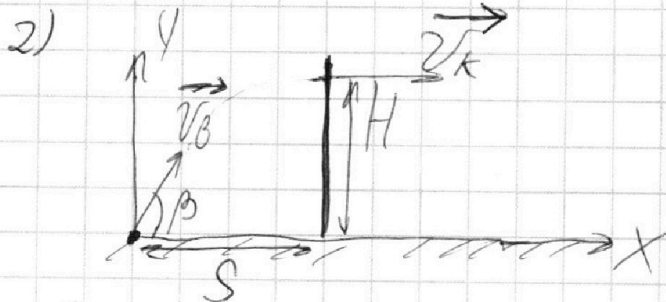
X: $v_0 \cos \alpha t = x - x_0 = L$

Y: $v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = y - y_0 = 0$, где t — время полета

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

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

$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$



Рассмотрим момент соударения: если v_k имеет ненулевую верт. проекцию, то \Rightarrow мяч ~~может~~ летит под углом по верт. направлению дальше полета \Rightarrow т.к. $H_{\text{max}} \Rightarrow \Rightarrow v_k \parallel Y$ и $v_{ky} = 0$.

X: $v_0 \cos \beta = v_k; v_0 \cos \beta t = S$

Y: $v_0 \sin \beta - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \beta}{g};$

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!

$$v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = H$$

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

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

$$\left\{ \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \right.$$

$$\left. v_0 \cos \beta \cdot \frac{v_0 \sin \beta}{g} = S \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \quad (1) \right.$$

$$\left. \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} = S \quad (2) \right.$$

$$\Rightarrow (2):(1): \frac{S}{H} = \frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} \Rightarrow S = \frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} H$$

$$\text{из (1): } \sin^2 \beta = \frac{2gH}{v_0^2} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0}, \text{ т.к. } \beta \in [0; 90^\circ]$$

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

$$S = \frac{2 \cdot \frac{\sqrt{2gH} \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0^2}}{\frac{\sqrt{2gH}}{v_0}} H = \frac{2 \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0} H =$$

$$= \frac{2 \cdot \sqrt{(200 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 3,6 \text{ м}}}{10\sqrt{2} \text{ м/с}} \cdot 3,6 \text{ м} = \frac{2\sqrt{128}}{10\sqrt{2}} \cdot 3,6 \text{ м} =$$

$$= \frac{16}{10} \cdot 3,6 \text{ м} = 5,76 \text{ м}$$

Ответ: 1) $10\sqrt{2}$ м/с; 2) 5,76 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"/> |



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

Имеем. Движение. Металл. Сфера. Криволинейное.
 На тело действует гравитационная сила
 Металл движется вниз. с ускор. $a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$
 по криволинейной. Вниз до того момента
 пока $v_{max} = v$, т.к. тогда криволинейный
 диаметр и тело движется вместе
 и сила трения не действует между сферами
 Сила и сила трения $\vec{v} \rightarrow \vec{R}$ $\vec{F}_{тр. макс}$
 движется и движется \vec{v}_x \vec{v}_y
 по ОХ.

$$\begin{cases} v_0 - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) t = v \\ v_{max} = v_{maxx} + v_{maxy} \Rightarrow v_{max} = v_{maxx} = v \end{cases}$$

$$t = \frac{v_0 - v}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{6 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = \frac{1}{2} \text{ с}$$

3) Когда $v_{max} = v$, сила трения
 направлена, т.к. сила. нулевого диаметра тело
 находится в движении. В противном случае
 движение.

Найдем какое расстояние тело проделало
 до остановки:

$$S_1 = (v_0 + v) t - \frac{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) t^2}{2}$$

по ОХ: $t = T_1 = \frac{1}{2} \text{ с} \Rightarrow$

$$\Rightarrow S_1 = (6 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с}) \cdot \frac{1}{2} \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1 \text{ с}^2}{2 \cdot 0,4}$$

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!

$$= \left(\frac{7}{2} - \frac{10}{8}\right) \mu m = \left(\frac{7}{2} - \frac{5}{4}\right) \mu m = \frac{5}{4} \mu m \quad \frac{9}{4} \mu m$$

Искоротим отн. пружинки:

по 3-ку Кроншторфа:

$$Ox: -mg \sin \alpha + \mu N = m a_{x1}$$

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

$$-mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = m a_{x1}$$

$$a_{x1} \uparrow \Rightarrow a_{x1} = \mu g (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

если $\sin \alpha \leq \mu \cos \alpha$, то функция \Rightarrow

остановится само. $0,6 > 0,5 \cdot 0,8$

$0,6 > 0,4 \Rightarrow$ не движется. \Rightarrow ~~всё~~

Итак найдем сколько пружин
нужно отн. пружинки. \Rightarrow ~~нужно~~

находим \Rightarrow ~~нужно~~

$$m g \sin \alpha = \mu m g \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha \Rightarrow$$

т.к. $\mu = 0,6 > \tan \alpha = 0,4 \Rightarrow$ ~~нужно~~

\Rightarrow стоп. масса \Rightarrow ~~нужно~~

$$x: \frac{1}{2} m v^2 = \mu m g \cos \alpha \cdot x$$

$$x: \mu m g \cos \alpha \cdot x = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 2 \mu g \cos \alpha \cdot x = v^2$$

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 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!

$$t = \frac{2V}{\mu \cos \alpha - \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 1 \text{ м/с}}{(0,5 \cdot 0,8 - 0,6) \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 100 = 1 \text{ с}$$

$$X: S_2 = 2 \left(\frac{1}{2} t + \frac{(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) t^2}{2} \right) =$$

$$= 2 \cdot 1 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} + \frac{(0,5 \cdot 0,8 - 0,6) \cdot (1 \text{ с})^2 \cdot 10 \text{ м/с}^2}{2} =$$

$$= 2 \text{ м} - \frac{0,2 \cdot 10}{2} \text{ м} = 1 \text{ м}$$

$$L = S_1 - S_2 = \frac{9}{4} \text{ м} - 1 \text{ м} = \frac{5}{4} \text{ м} = 1,25 \text{ м}$$

Ответ: 1) 1 м; 2) 1 с; 3) 1,25 м

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

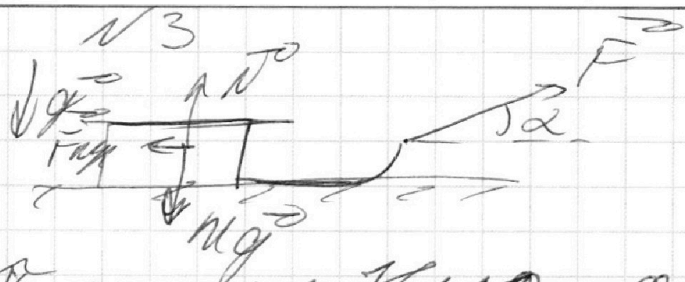
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:
k; F; μ

1) μ - ?
2) S - ?



1) По 3-му закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + F_{\text{тр}} + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{OX: } F \cos \alpha - \mu N = m a_x$$

$$\text{OY: } N - F \sin \alpha = mg \Rightarrow$$

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

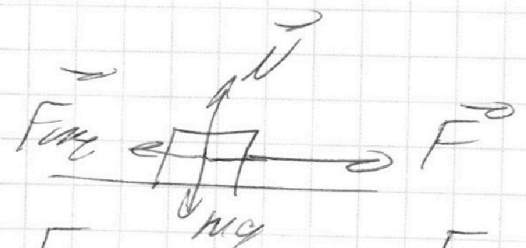
$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = m a_x$$

по 3C: $\frac{m v^2}{2} + F \cos \alpha \cdot l - \mu N l = \frac{m v^2}{2} + k$

$$v(F \cos \alpha - \mu N) = k$$

$$v(F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)) = k \quad (1)$$

II)



$$N = mg; \quad F - \mu mg = m a_x$$

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!

$$Fv - \mu mgL = K$$

$$L(F - \mu mg) = K \quad (2) \quad (L = l_0 \text{ по условию})$$

*l - процесс; скорость движения
определяется проекцией F, g, формулы*

$$\text{по (1) и (2)} \quad F - \mu mg = \frac{K}{L} = \frac{K}{l_0} \quad (1)$$

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

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

2) По 3C \Rightarrow (нормальное)

$$K - \mu mgS = 0 \quad (\tau \neq \Delta \Gamma = 0)$$

$$F_{\text{центр}} = 0 \Rightarrow mg = N; \quad v_K = 0 \Rightarrow \tau_{\text{н}} = 0$$

$$K = \mu mgS \Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg}$$

$$\frac{mv_K^2}{2} = K \Rightarrow \frac{mv_K^2}{2} = \mu mgS \quad (\text{где } S \text{ — длина})$$

$$v_K - \text{скорость движения в момент } K \Rightarrow v_K^2 = 2\mu gS$$

~~по формуле:~~

$$\frac{v_K^2}{2a \times 1} = l \Rightarrow v_K^2 = 2a \times 1 \times l$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

$i=3$
 Даны: $\nu=1$ моль
 $C_p(T_1)$
 $T_1=200\text{K}$
 $R=8,31$ Дж/моль·К

N_4
 1) $C = \frac{Q}{\Delta T}$
 $P_1 V_1 = \nu R T_1$

1) $A_{31} - ?$
 2) $\eta - ?$
 3) $\frac{C_p(T_1)}{C_p(T_2)}$

$1-3: \cdot Q_{13}$
~~$C = \frac{Q_{13}}{\Delta T} = 2R \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \nu R \Delta T x$
 $\Rightarrow \frac{3}{2} R \Delta T x = 2R \Delta T \Rightarrow x = \frac{1}{2}$~~

3-1: т.к. 3-1 обратн. процесс в иск. соед., то $A_c < 0$

~~$P_3 V_3 = \nu R T_3; T_3 = 4T_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{Q_{13}}{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 3 \nu R T_1 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{2} \nu R T_1$
 $C = \frac{Q_{13}}{\Delta T} = \frac{\frac{9}{2} \nu R T_1}{3 \nu T_1} = 2R$~~

~~$\frac{5}{2} R - 2R = \frac{A_c}{3 \nu T_1} \Rightarrow \frac{5}{2} R \nu T_1 = -A_c$~~

~~$A_{31} = -A_c = \frac{5}{2} R \nu T_1 = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 200$~~

~~$1 \text{ моль} \cdot 200\text{K} = 4155 \text{ Дж}$~~

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!

3-4: $T \downarrow$;

$$T_3 = 4T_1; Q_{31} = \Delta U + A_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2R \nu \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T = A_2; \frac{1}{2} \nu R (T_1 - 4T_1) = A_2$$

$$- \frac{3}{2} \nu R T_1 = A_2$$

$$A_{31 \text{ макс}} = A_{31} = -A_2 \Rightarrow A_{31 \text{ макс}} = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

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

$$= 2493 \text{ Дж}$$

2) 1-2: $T \uparrow$; $T_2 = 8T_1$

$$Q_{12} = \Delta U + A_2 \Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2 \Rightarrow A_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \text{const} \Rightarrow \text{изобарический}$$

~~3-2~~ 2-3: ~~$T \downarrow$~~ ; $T_3 = 4T_1$

$$Q_{23} = \Delta U + A_2 \Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2 \Rightarrow A_2 = -\nu R \Delta T =$$

$$= -\nu R (4T_1 - 8T_1) = 4\nu R T_1$$

$$T_1 \cdot \cancel{A_2} = \nu R \Delta T; \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \text{изобарический}$$

$$\Rightarrow \cancel{p = \text{const}} \quad (\cancel{C = \frac{3}{2} R})$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

$$3) \text{ из упр. } \frac{V}{V_1} = 1 \Rightarrow V = V_1$$

$$\frac{P}{P_1} = 1$$

из упр. Механика - функция

$$3) P_1 V_1 = J R T_1 \quad | \Rightarrow \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4$$
$$P_3 V_3 = J R T_3$$

$$P_2 V_2 = J R T_2 \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$$

$$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1; \quad V_1 = V_2, \text{ т.к. } 1-2, \text{ из упр.}$$

$$P_2 = 8 P_1$$

$$\frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} \cdot \frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{8}{4} = 2$$

$$P_2 V_2 = 2 P_3 V_3 \quad P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$$

$$8 P_1 V_1 = 2 P_3 V_3$$

$$P_2 = P_3, \text{ т.к. } 2-3 \text{ - из упр.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_3 = 8 P_1; \quad P_3 V_3 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 P_1 V_3 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow V_1 = 2 V_3$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\eta = \frac{Q_H - |Q_K|}{Q_H}$$

$$Q_{3-1} = c_{31} \Delta T_{31} = 2 R V (T_1 - 4T_1) = -6 V R T_1 < 0$$

$$Q_{12} = c_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2} R V \cdot (8T_1 - T_1) = \frac{21}{2} V R T_1 > 0$$

$$Q_{23} = c_{23} \Delta T_{23} = \frac{1}{2} R V (4T_1 - 8T_1) = -2 V R T_1 < 0$$

$$Q_K = Q_{3-1} + Q_{23}; \quad Q_H = Q_{12}$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - |Q_{3-1} + Q_{23}|}{Q_{12}} = \frac{\frac{21}{2} V R T_1 - (6 V R T_1 + 2 V R T_1)}{\frac{21}{2} V R T_1}$$

$$= \frac{\frac{21}{2} - 8}{\frac{21}{2}} = \frac{5}{21}$$

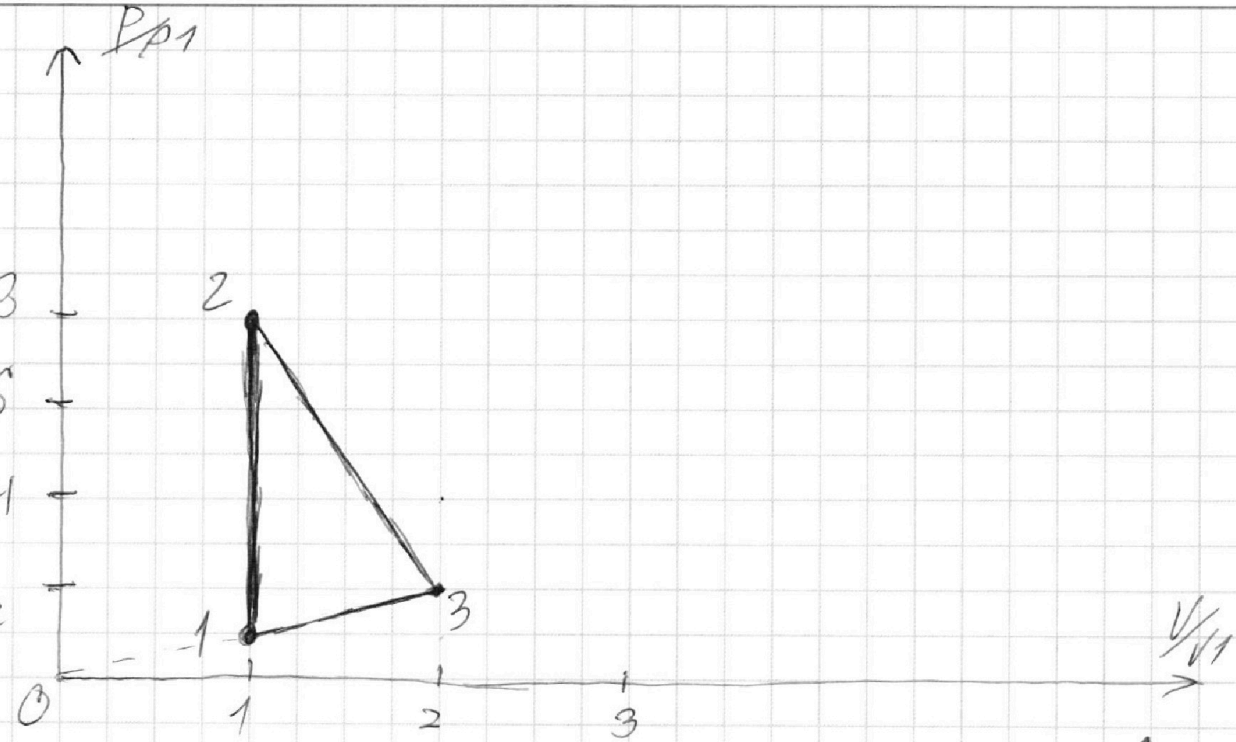
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ответ: 1) 2493 Дж; 2) $\frac{5}{21}$; 3) \uparrow

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!



$$\frac{kq^2}{\alpha} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} + 2 - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) = k$$

$$\frac{kq^2}{\alpha} \left(1 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 1 - \frac{1}{3} \right) = k$$

$$\frac{kq^2 (6 - \sqrt{2})}{12\alpha} = k$$

$$k = \frac{kq^2 (6 - \sqrt{2})}{12\sqrt{2}\alpha} =$$

$$\Rightarrow \frac{kq^2 (3\sqrt{2} - 1)}{12\alpha} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{12\alpha} \frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{48\pi\epsilon_0\alpha}$$

Ответы: 1) $\sqrt{\frac{I}{4\pi\epsilon_0}} \alpha$; 2) $\frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{48\pi\epsilon_0 \alpha}$

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

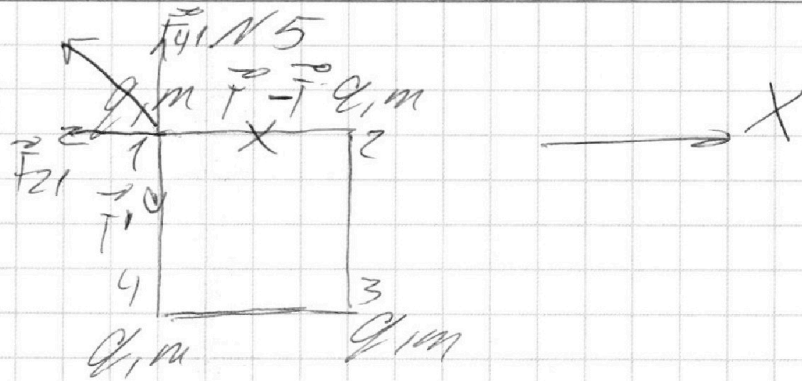
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

- дано:
 $\epsilon_0; T; \epsilon_0$
 1) $|q|$ - ?
 2) k - ?
 3) d - ?



$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

т.к. линии зарядов, то линии зарядов сферического и т.д.

$T = \text{const}$, но d изменяется

рассмотрим 1 заряд

$$\vec{F}_{q1} + \vec{F}_{T} = \vec{0} + \vec{0}$$

т.к. равновесие, то: $\sqrt{F_{q1}^2 + F_{T}^2} = \sqrt{2} T$

$$F_{q1} = F_{T} = k \frac{q^2}{d^2} \Rightarrow \frac{q}{d} \sqrt{k} = T$$

$$\Rightarrow k \frac{q^2}{d^2} = T \Rightarrow q = \sqrt{\frac{T d^2}{k}} = \sqrt{\frac{T}{k}} d = \sqrt{\frac{T}{4\pi\epsilon_0}} d$$

2) найти перемещение

линии зарядов от R , тогда

по координ. x q_1 и q_2 отталкиваются.

сумма сил \rightarrow найти q_1 и q_2 в равновесии

(в линии зарядов)

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!



~~$$u_{gs} = \frac{F \sin \alpha}{m} \cdot \frac{K}{F \sin \alpha}$$

$$\sqrt{F \cos \alpha - \mu mg} = \sqrt{F \sin \alpha} = \frac{m \cdot 2}{2}$$~~

~~$$8 p_1 V_1 = \nu R T_2 \Rightarrow 8 p_1 V_1 = \nu R 4 T_1 \Rightarrow$$~~

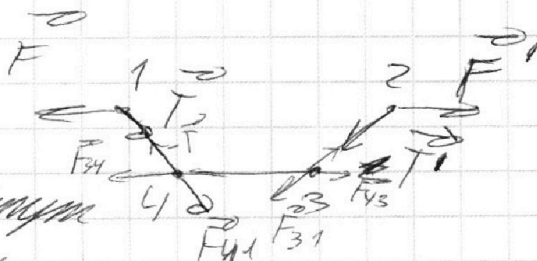
~~$$\Rightarrow 2 p_1 V_1 = \nu R T_1$$~~

~~$$p_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow p_3 V_3 = 4 \nu R T_1 = 4 p_1 V_1$$~~

~~$$p_3 V_3 = \nu R$$~~

до того момента пока
все 4 шарика не окажутся на одной
прямой, т.к.

погда $\Delta \text{Меридиан} = 0$.



по шарикам предположим

скорость, когда они окажутся на одной прямой

1, 2 движутся в одну сторону
по окружности \Rightarrow
 \Rightarrow рассматриваем

по 3C \Rightarrow

~~$$4 \frac{K a^2}{r} = \nu R T$$~~

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

$$+ \frac{K a^2}{a} + \frac{K a^2}{2a} + \frac{K a^2}{3a} + \frac{K a^2}{a} + \frac{K a^2}{2a} + \frac{K a^2}{a}$$

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!



$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 36 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$3 \cdot 1 \cdot 0,4 = 500$$

$$\begin{array}{r} 0,31 \\ \times 1500 \\ \hline 46500 \end{array}$$

$$\frac{Q}{2} \sqrt{RT_1} + A_2 = 2R$$

$$30T_1$$

$$K - \mu \mu \mu S = 0$$

$$\frac{\mu \mu \mu}{2} = \mu \mu \mu S$$

$$\sqrt{k} = 2gS$$

$$\frac{3}{2} R + \frac{A_2}{30T_1} = 2R$$

$$k = \frac{4 \cdot \mu^2}{R}$$

$$\frac{1}{2} R = \frac{A_2}{30T_1} \Rightarrow A_2 = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad C \Delta T = Q \Rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T}$$

30

$$\frac{2731}{200}$$

$$\begin{array}{r} 2731 \\ \times 200 \\ \hline 2493,00 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{k}}{2ck} = \sqrt{k} \quad \text{max} = gS$$

$$F = \mu \mu \mu g \quad dx = gS$$

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!

$$2R \cdot \cos \alpha T = Q$$

$$C = \frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{2} v_{R\Delta T}$$

$$\frac{2a}{m \sqrt{\cos \alpha}}$$

$$F = \mu mg \frac{v^2}{2}$$

$$F - \mu mg = m a_{K1}$$

$$l = \frac{m v^2}{F - \mu mg}$$

$$a_{K1} = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F - \mu g}{m}$$

$$\frac{v_K^2}{2a} = \frac{v_K^2}{2a}$$

$$F \cos 2\alpha + F \sin \alpha = F$$

$$\frac{v_K^2}{2a} = S$$

$$\frac{v_K^2}{2\mu g} = S$$

$$l = \frac{m v^2}{2F - 2\mu mg}$$

$$\frac{2K}{2m\mu g} = S$$

$$= \frac{v^2}{\frac{2F}{m} - 2\mu g}$$

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