



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.

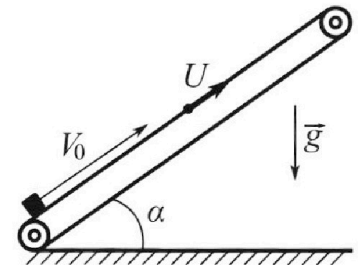
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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

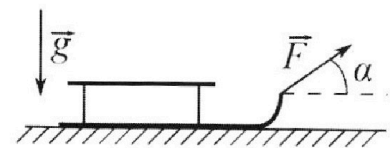
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.



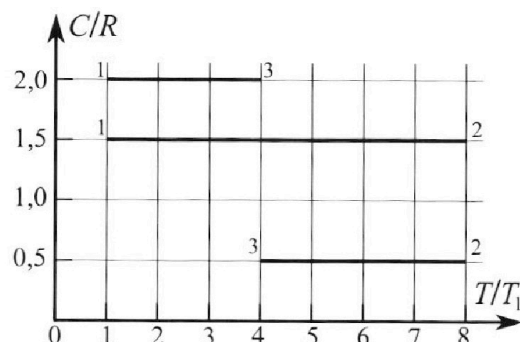
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

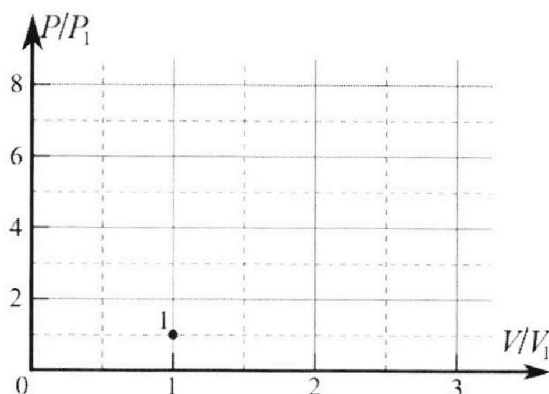
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

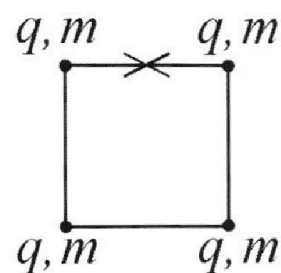
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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

$H = 3,6 \text{ м}$



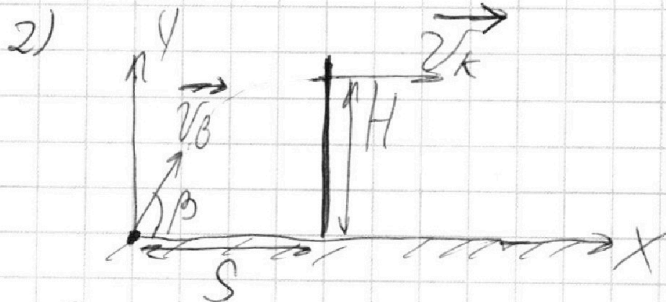
X: $v_0 \cos \alpha t = x - x_0 = L$

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

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

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

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



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

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

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

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!

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

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

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

$$\begin{cases} \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \\ v_0 \cos \beta \cdot \frac{v_0 \sin \beta}{g} = S \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \quad (1) \\ \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} = S \quad (2) \end{cases}$$

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

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

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

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

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

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

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

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 криволинейное
 движение и тело движется вместе
 и сила трения не действует между сферами
 Сила и сила трения $\vec{v} \rightarrow \vec{R}$ $\vec{F}_{тр. макс}$
 направлены вправо $\vec{m} \cdot \vec{g}$
 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 момента тело
 находится в движении. В противном случае
 оно покоится.

Найдем какое расстояние тело проедет
 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. проводки:

по 3-ку Кирхгофа:

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

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

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

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

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 $a_{x1} = 0$

Итак найдем сколько проводков
соединим отн. проводки. По 3-ку

найдем сколько \Rightarrow $a_{x1} = 0$

$$m a_{x1} = 0 \Rightarrow \mu m g \cos \alpha - m g \sin \alpha = 0 \Rightarrow \mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

т.к. $\mu = 0,6 > 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \Rightarrow$ не движется.

\Rightarrow скор. не имеет значения в 0.

$$x: \frac{1}{2} a_{x1} t^2 = V - g \sin \alpha t$$

$$x: V - (\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha) t = -V \Rightarrow 2V = (\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha) t$$

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!

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

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

$$= 2 \cdot 1 \mu\text{e} \cdot 1\text{C} + \frac{(0,5 \cdot 0,8 - 0,6) \cdot (1\text{C})^2 \cdot 10 \mu\text{e}^2}{2} =$$

$$= 2 \mu = \frac{0,2 \cdot 10}{2} \mu = 1 \mu$$

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

Ответ: 1) 1μ ; 2) $\frac{1}{2} \text{C}$; 3) $1,25 \mu$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

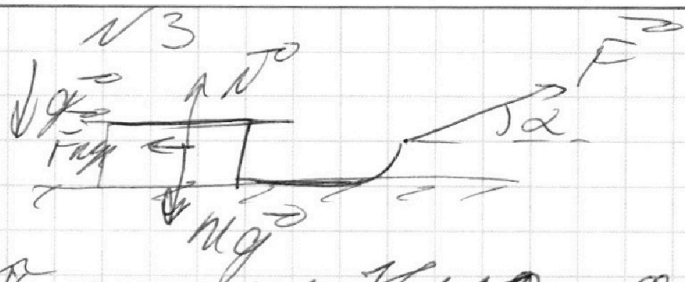
1 2 3 4 5 6 7

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 - ?



I) По 3-му закону Ньютона:

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

$$Ox: F \cos \alpha - \mu N = m a_x$$

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

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

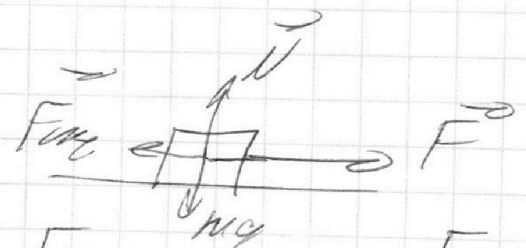
$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = m a_x$$

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

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

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

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



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 сдвига
определяется проекцией F, по формуле*

$$L(F \cos \alpha - \mu mg) = F \cos \alpha - \mu mg \quad (F \sin \alpha = K)$$

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

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

2) По 3C \Rightarrow (нормальное)

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

$$F \cos \alpha = 0 \Rightarrow mg = N; \quad v_K = 0 \Rightarrow K = 0$$

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

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

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

~~по формуле:~~

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

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) $\nu = ?$
 3) $C_p(T_1)$ не используется

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

3-1: T_1 - T_3 - 1 моль. нули в иск. состоянии, но $A_c < 0$

$P_3 V_3 = \nu R T_3; T_3 = 4T_1 \Rightarrow$
 $\frac{Q_{31}}{\Delta T} = \frac{3\nu R \Delta T}{\Delta T} = 3\nu R \cdot T_1 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{2} \nu R T_1$

$C = \frac{Q_{13}}{\Delta T} = \frac{\frac{9}{2} \nu R T_1}{3\nu T_1} = 2R$

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

$A_{31} = -A_c = \frac{5}{2} R \nu T_1 = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot \frac{2}{3} \cdot 200$

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

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: $T \downarrow$;

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

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

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

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

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

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

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

$$= 2493 \text{ Дж}$$

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: ~~$T \uparrow$~~ $T \downarrow$; $T_3 = 4T_1$

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

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

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

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

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

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. Механ. - функция

$$3) P_1 V_1 = J R T_1$$

$$P_3 V_3 = J R T_3$$

$$\Rightarrow \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4$$

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

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

$$P_2 = 8 P_1$$

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

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

$$8 P_1 V_1 = 2 P_3 V_3$$

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

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

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

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!



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

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

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

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

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

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

$$= \frac{(\frac{21}{2} V R T_1 - 8 V R T_1)}{\frac{21}{2} V R T_1} = \frac{5}{21}$$

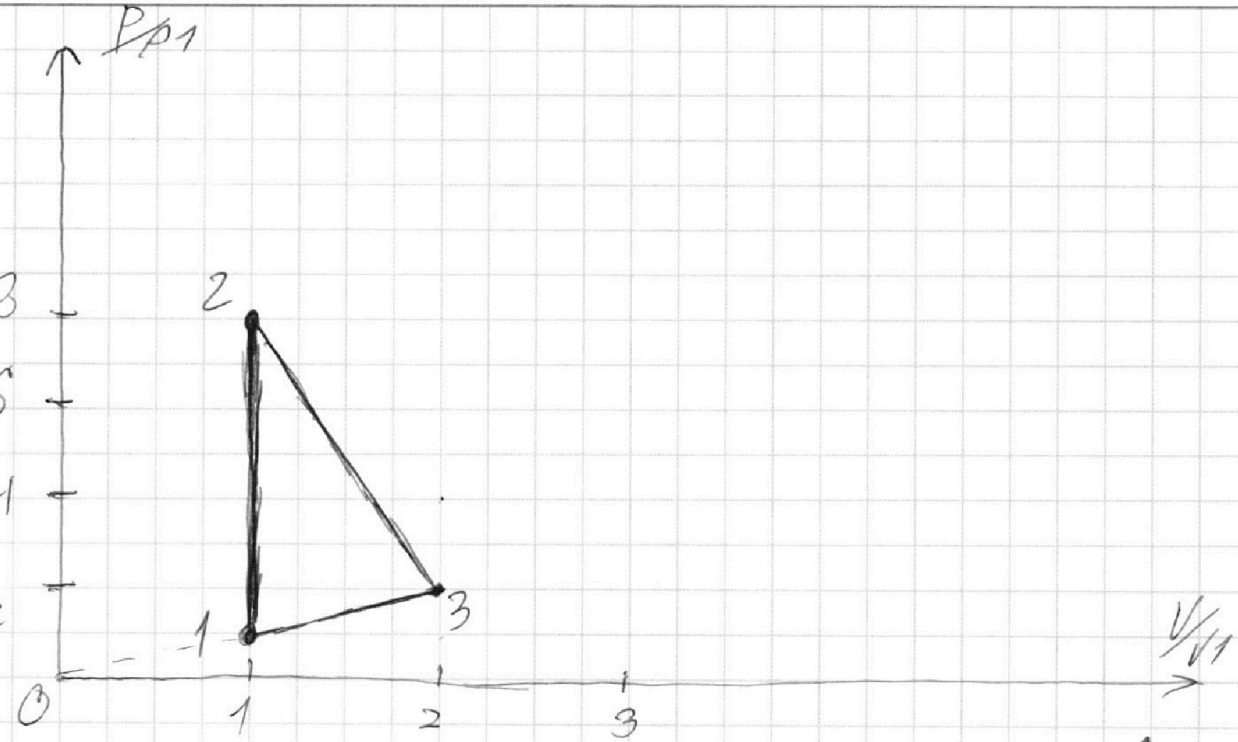
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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) $\frac{5}{21}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



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

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

$$\frac{kq^2}{4\alpha} \left(\frac{6 - \sqrt{2}}{3\sqrt{2}} \right) = k$$

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

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

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.

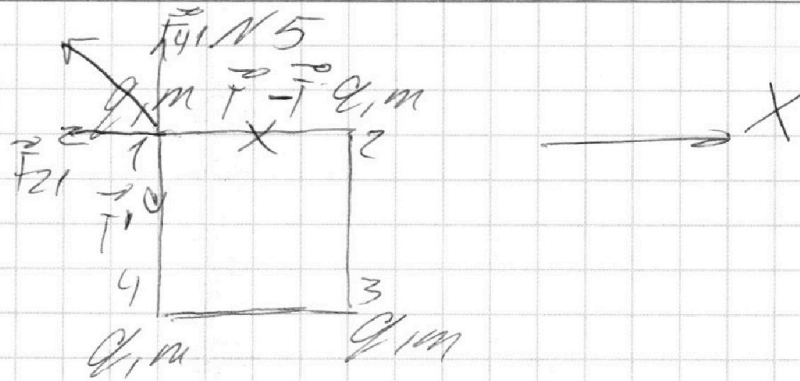
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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 - ?



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

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

$T = \text{const}$, но q одинаковы

Рассмотрим 1 заряд

$$\vec{F}_{41} + \vec{F}_{21} = \vec{T} + \vec{T}$$

т.к. равнопр., то: $\sqrt{F_{41}^2 + F_{21}^2} = \sqrt{2} T$

$$F_{41} = F_{21} = k \frac{q^2}{a^2} \Rightarrow \frac{q}{a} \sqrt{k} = T$$

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

2) Линия пересечения

линий пересечения линий R , тогда

по коор. x q_1 и q_2 q симметричны.

Сумма зарядов \rightarrow линия 14 и 23 вертикальна
 (в линии зарядов симметричны)

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!



~~$$u \cos \alpha = \frac{F \sin \alpha}{m} \cdot K$$

$$u \cos \alpha - u \sin \alpha = f \sin \alpha = \frac{m \cdot 2}{2}$$~~

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

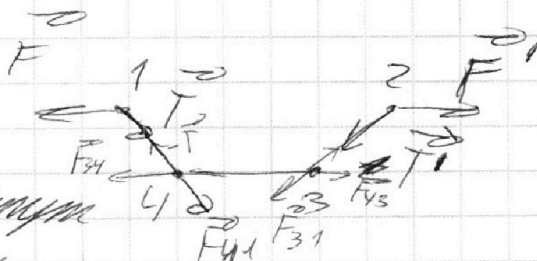
~~$$\Rightarrow 2 p_1 V_1 = \nu R T_1$$~~

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

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

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

~~$$4 \frac{m v^2}{a} = 4 K F$$~~

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

$$+ k \frac{q^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{a}$$

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!



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

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

$$500$$

$$\begin{array}{r}
 0,31 \quad 7 \\
 \times 1500 \\
 \hline
 415500
 \end{array}$$

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

$$30T_1$$

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

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

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

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

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

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

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

30

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

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

$$\frac{\sqrt{k}}{2ck} = \sqrt{k} \quad \text{or} \quad \frac{1}{2ck} = \sqrt{k}$$

$$\frac{1}{2ck} = \sqrt{k} \quad \text{or} \quad \frac{1}{2ck} = \sqrt{k}$$

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!

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

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

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

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

$$F = \mu m g$$

$$\frac{m v^2}{2}$$

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

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

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

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

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

$$F \cos 2\mu g$$

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

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

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

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

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

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