



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.

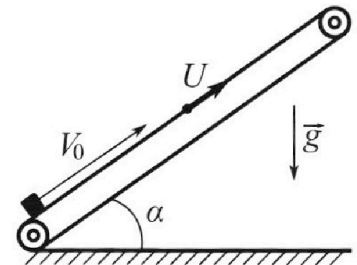
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.



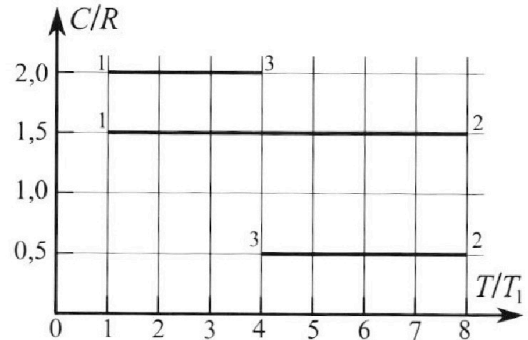
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

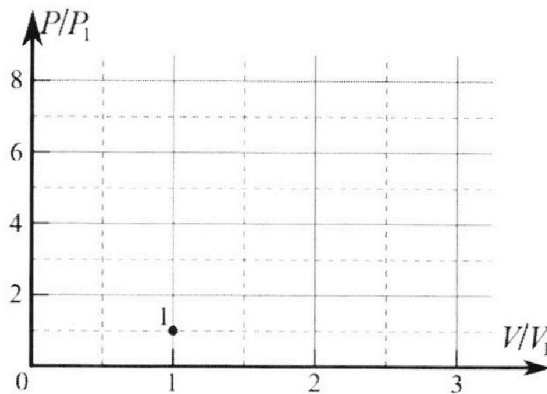
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

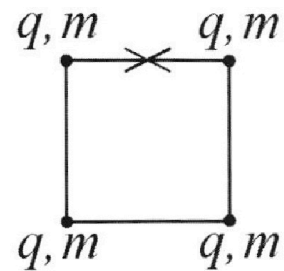
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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

$$H = 3,6 \text{ м}$$



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

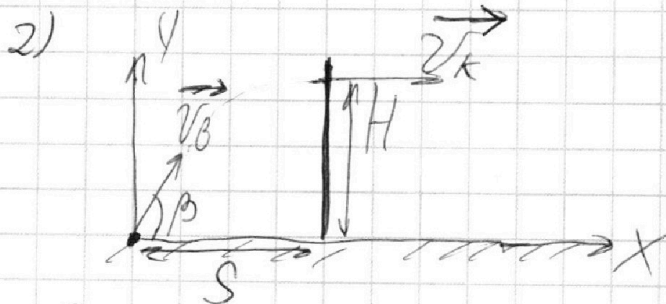
$$Y: v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = y - y_0 = 0, \text{ где}$$

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~~ дол. дол. пройти по вер-
тикали дальше расст. \Rightarrow т.к. $H_{\text{max}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_k \parallel Y$ и $v_{ky} = 0$.

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

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

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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

МФТИ

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

Дано:

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

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

1) S - ?, если

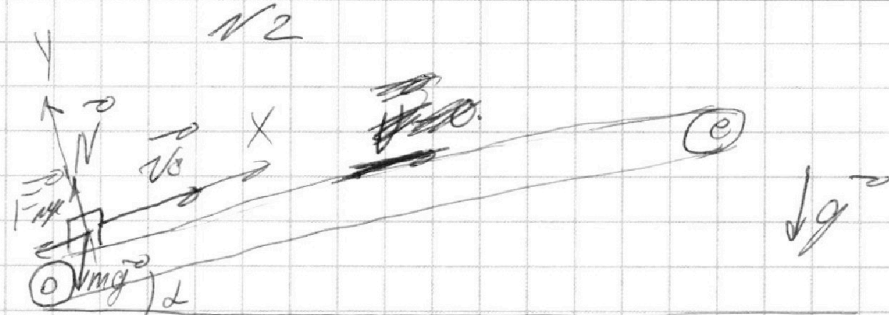
$$T = 1 \text{ с}$$

2) t_1 - ?, если

$$v = 1 \text{ м/с}$$

3) L - ?

$$v_1 = 0,4 \text{ с}$$



1) $v = 0 \text{ м/с} \Rightarrow$

\Rightarrow по II закону Ньютона:

$$F_{\text{н}} + N + mg = m \vec{a}$$

X: $F_{\text{н}} = m a_x \Rightarrow a_x = \frac{F_{\text{н}}}{m} = g$

$$N = m g \cos \alpha$$

$$-m g \sin \alpha + \mu m g \cos \alpha = m a_x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_x = -g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow \text{вдоль оси}$$

прямоугольника вдоль оси X ~~X~~ Y
~~указано~~ ось ускор. $a = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

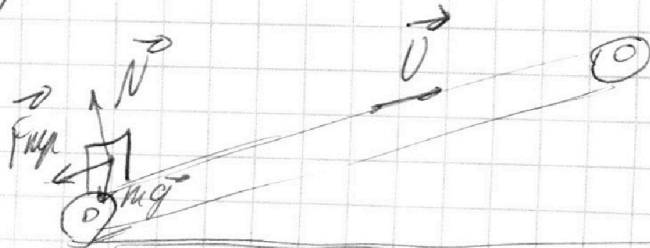
Рассмотрим движение тела по оси X:
 ($v_y = 0$) (один нулевой)

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

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

$$= 6 \text{ м} - 5 \text{ м} = 1 \text{ м}$$

2)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

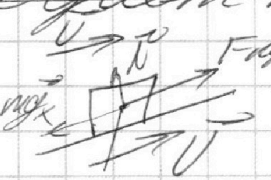


| | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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



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

Имеем. Движение. Методом относительности.
~~На тело действует гравитационное поле~~
~~Метод относительности. с ускор. $a = g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)$~~
 по направлению. Вспомогательное движение
 по оси $V_{max} = V$, т.к. движение по направлению
 и метод относительности. Вспомогательное движение
~~и $F_{упр}$ не действуют между собой~~
~~Сила $F_{упр}$ равна $\frac{V}{r}$ по оси x .~~
~~Ускорение a по оси x .~~



$$\left\{ \begin{aligned} V_0 - g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha) T_1 &= V \\ V_{max} = V_{maxx} + V_{maxy} &\Rightarrow V_{max} = V_{maxx} = V \end{aligned} \right.$$

$$T_1 = \frac{V_0 - V}{g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)} = \frac{6 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = \frac{1}{2} \text{ с}$$

3) Когда $V_{max} = V$, $F_{упр}$ направлена
 вверх, т.к. ось x направлена по направлению
 движения. Вспомогательное движение
 по оси x :

Найдём какое расстояние тело пройдёт
 по направлению x :

$$S_1 = (V_0 + V)t - \frac{g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)t^2}{2}$$

по x : $t = T_1 = \frac{1}{2} \text{ с} \Rightarrow$
 $\Rightarrow S_1 = (6 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с}) \cdot \frac{1}{2} \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1 \text{ с}^2}{2 \cdot 0,4}$

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:

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

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

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

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

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 остановится. \Rightarrow вопрос

Итак найдем сколько времени пройдет от момента начала движения до момента остановки.

Сначала $0 \Rightarrow V_{max} = \int a_{x1} dt = \int g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) dt = V_0 - V_1 \Rightarrow$

т.к. $V_{max} = V_0 - V_1 \Rightarrow V_0 = V_1$

\Rightarrow скор. тела обнуляется в 0.

$$x: S = \int V dt = \int (V_0 - g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)t) dt$$

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

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!

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

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

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

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

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

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:

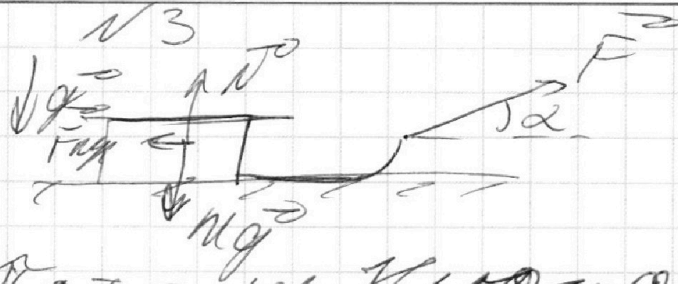
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Дано:
 $k; F; \mu$
 1) $\mu - ?$
 2) $S - ?$



1) По 3-му закону Ньютона:

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

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

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

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

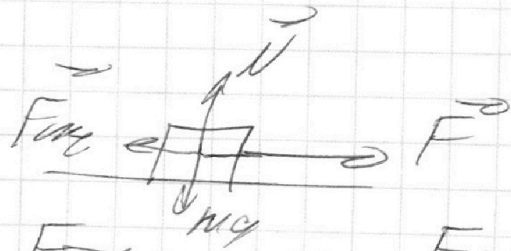
$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = m a_x$$

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

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

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

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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

$$Fv - \mu mgL = K$$

$$L(F - \mu mg) = K \quad (2) \quad (L = l_2 \text{ по (1)})$$

*l - процесс: скорость сдвига
составляется из скорости F, q, q_0*

$$\text{по (1) (2)} \quad F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha \quad (K)$$

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

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

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:~~

$$\frac{v_K^2}{2a_{x1}} = l \Rightarrow v_K^2 = 2a_{x1}l$$

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
 $C_p(T, \nu)$
 $T_1 = 200 \text{ K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$

№ 4

$$1) C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

1) $A_{31} = ?$
 2) $\nu = ?$
 3) $C_p(T, \nu)$ — не выполняется

1-3: $\cdot Q_{13}$

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

$$\Rightarrow \frac{3}{2} R \Delta T x = 2R \Delta T \Rightarrow x = \frac{1}{2}$$~~

3-1: $T_3 = 3 \cdot 100 \text{ K}$ — нуль в иск. сист., но $A_c < 0$

~~$$P_3 V_3 = \nu R T_3; T_3 = 4T_1 \Rightarrow$$

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

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

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

~~$$A_{31} = -A_c = \frac{5}{2} R \nu T_1 = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 200 \text{ K} = 4155 \text{ Дж}$$~~

1 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: $T \downarrow$; $T_3 = 4T_1$

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

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

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

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

$$\Rightarrow P = \text{const} (\nu R = C = \frac{3}{2} R)$$

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) ~~мы упр.~~ $\frac{V}{V_1} = 1 \Rightarrow V = V_1$

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

мы упр. Метод - функция

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

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

$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$; $V_1 = V_2$, т.к. ¹⁻² ~~используем~~

$$P_2 = 8 P_1$$

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

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

$$8 P_1 V_1 = 2 P_3 V_3$$

$P_2 = P_3$, т.к. 2-3 - ~~используем~~ \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!



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

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

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

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

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

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

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

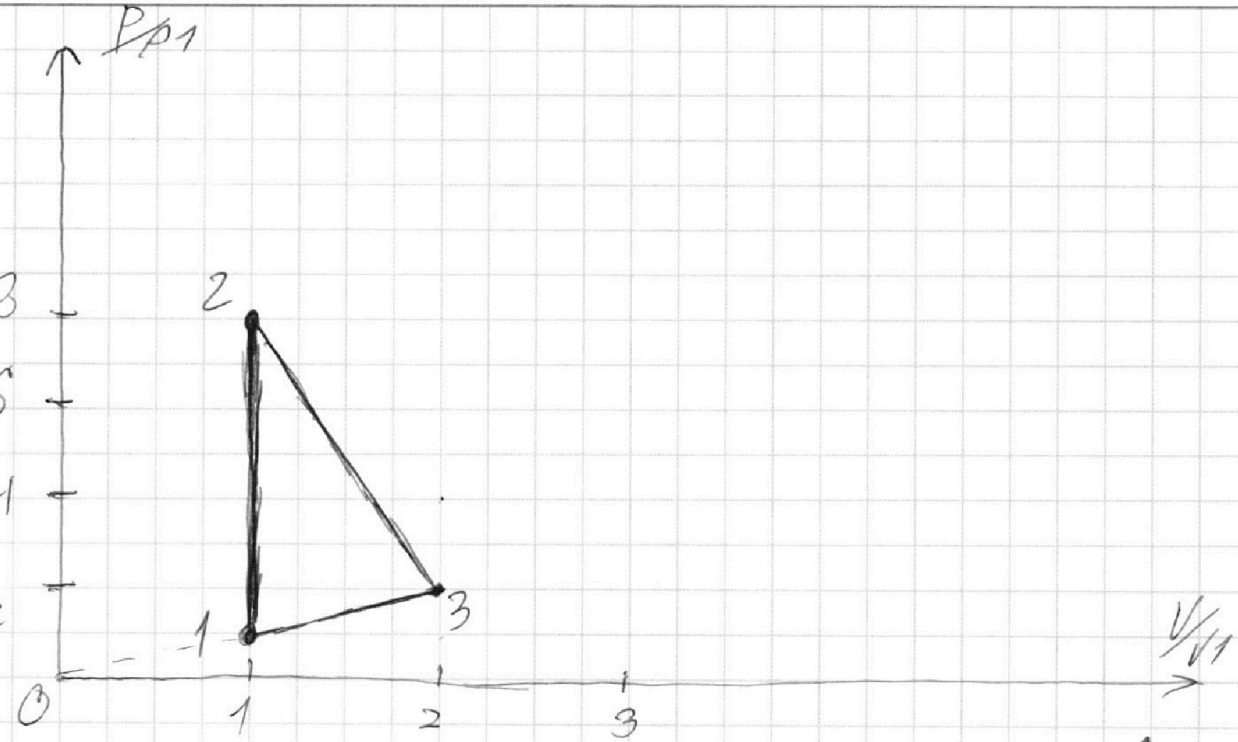
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 ДАС; 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 |
| <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!



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

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

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

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

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

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.

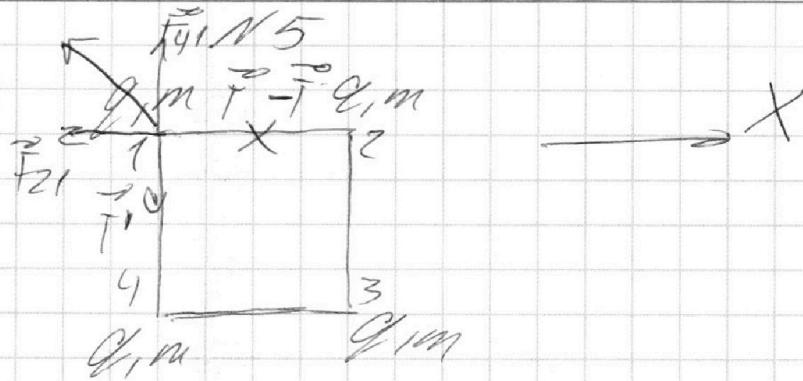
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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:
 ϵ, T, ϵ_0
 1) $|\vec{q}|$ - ?
 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.

$T = const$, но q определяется

рассмотрим 1 заряд

$\vec{F}_{q1} + \vec{F}_{q2} = \vec{T} + \vec{T}$

т.к. равнопр., то: $\sqrt{F_{q1}^2 + F_{q2}^2} = \sqrt{2} T$

$F_{q1} = F_{q2} = K \frac{q^2}{a^2} \Rightarrow \frac{q}{a} \sqrt{K} = T$

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

2) найти перекрестки

линии перекрестки линии R , тогда

по координ. x q_1 и q_2 q отменились.

сумма зарядов \rightarrow найти q_1 и q_2 в зависимости от q
 (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!

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

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

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

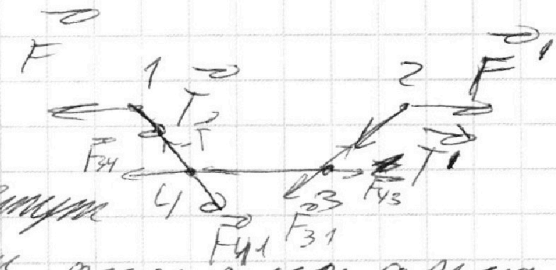
~~$$\Rightarrow 2 p_1 V_1 = \nu R T_1$$~~

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

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

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

погда $\Delta M_{\text{центр}} = 0$.



по шарикам предположим

скорость, когда они окажутся на одной прямой

1, 2 движутся в одну сторону
поэтому \Rightarrow рассматриваем

по 3C \Rightarrow

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

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

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

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 1 0,4

$$\begin{array}{r}
 0,31 \\
 \times 1500 \\
 \hline
 4650
 \end{array}$$

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

30 T1

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

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

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

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

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

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

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

30

~~210~~
2100k

$$\begin{array}{r}
 2131 \\
 \times 200 \\
 \hline
 2493,00
 \end{array}$$

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

$\frac{1}{F} \mu \mu \mu g S \quad dx = gS$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

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

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

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

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

$$F = \mu m g$$

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

$$F - \mu m g = m a_{k1}$$

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

$$a_{k1} = \frac{F - \mu m g}{m} = \frac{F - \mu g}{m}$$

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

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

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

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

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

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

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

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