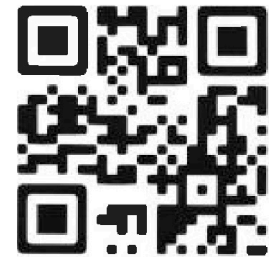




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.

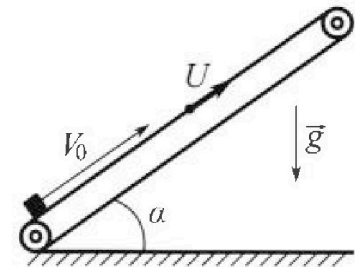
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободно го падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = 0,5$ .

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь  $S$  пройдет коробка в первом опыте к моменту времени  $T = 1$  с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 1$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 6$  м/с (см. рис.).

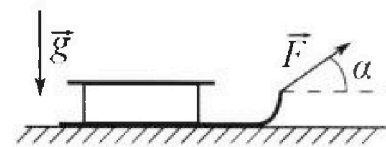
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.

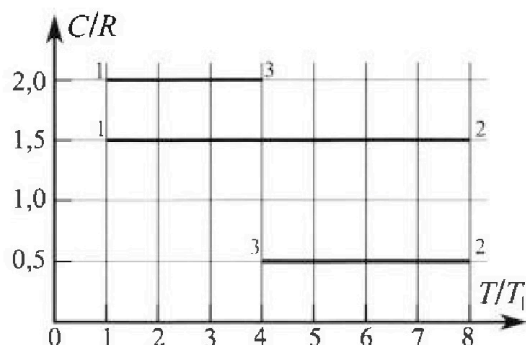
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



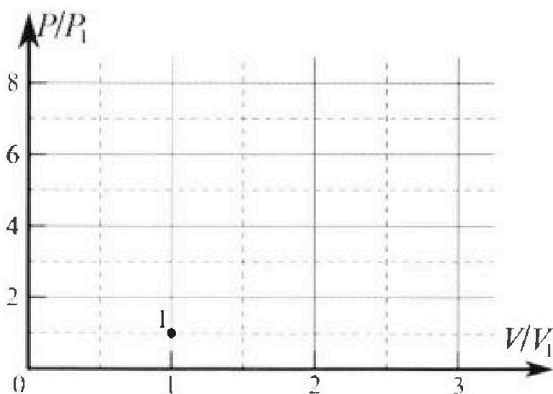
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

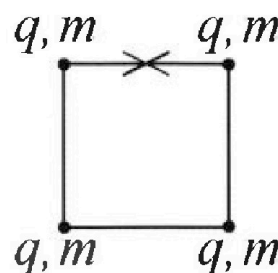
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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  $\epsilon_0$ . 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
<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!

$$0y: H = v_0 \cos \alpha \sin 45^\circ \cdot t - \frac{g}{2} t^2$$

$$3,6 = 10t - 5t^2$$

$$50t^2 - 100t + 36 = 0$$

$$25t^2 - 50t + 18 = 0$$

$$D_1 = 625 - 18 \cdot 25 = 25(25 - 18) = 25 \cdot 7$$

$$t_1 = \frac{25 + 5\sqrt{7}}{25} \text{ (с) - max время}$$

$$t_2 = \frac{25 - 5\sqrt{7}}{25} \text{ (с) - min время}$$

По сути это — два возможных положения стелки. При max случае мыто, кроме  $\beta = 45^\circ$  не будет на этой высоте в это время. А может и при min при каком-то  $\beta$  оказаться выше этой точки

$$v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g}{2} t_2^2 > H$$

$$10\sqrt{2} \sin \alpha \cdot \frac{25 - 5\sqrt{7}}{25} - \frac{10}{2} \left( \frac{25 - 5\sqrt{7}}{25} \right)^2 > 3,6$$

$$\sin \alpha \cdot 2\sqrt{2} \cdot (5 - \sqrt{7}) > 3,6 + 5 \left( \frac{5 - \sqrt{7}}{5} \right)^2$$

$$\sin \alpha > \frac{18 + (5 - \sqrt{7})^2}{5 \cdot 2\sqrt{2} \cdot (5 - \sqrt{7})}$$

$$3 > 5 - \sqrt{7} > 2$$

$$27 > 18 + (5 - \sqrt{7})^2 > 22$$

$$60 > 5 \cdot 2\sqrt{2} \cdot (5 - \sqrt{7}) > 20$$

~~но т.к.  $\sqrt{7} < 5$~~

но все равно такие  $\beta$  могут существовать, поэтому берем max время

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$$

$$S = 10\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{25 + 5\sqrt{7}}{25} = 2 \cdot (5 + \sqrt{7}) = 10 + 2\sqrt{7} \text{ м}$$

Ответ:  $10 + 2\sqrt{7}$  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:  
 $\alpha = 45^\circ$   
 $L = 20 \text{ м}$   
 $H = 3,6 \text{ м}$   
1)  $v_0 = ?$   
2)  $S = ?$

1)   
Движение по оси  $x$  равномерное и прямолинейное, поэтому  
 $L = v_0 \cos \alpha t$  ( $t$  - время полета)

Движение по оси  $y$  равноускоренное, значит  
 $0 = v_0 \sin \alpha t - g \frac{t^2}{2}$  (когда тело падает на землю)

его  $y$  координата равна 0)

$$\begin{cases} L = v_0 \cos \alpha t \\ 0 = v_0 \sin \alpha t - g \frac{t^2}{2} \\ t = \frac{L}{v_0 \cos \alpha} \end{cases}$$

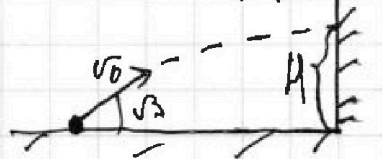
$$0 = L \operatorname{tg} \alpha - \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$L \operatorname{tg} \alpha = \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{g L}{2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos^2 \alpha}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 1 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}} = 10 \sqrt{2} \text{ м/с}$$

Ответ:  $10 \sqrt{2} \text{ м/с}$

2)   $\beta$  - некоторый угол

$H$  - максимальная высота соударения со стеной

Проверим, существует ли такой  $\beta$ , при котором тел. врежется в стену в высшей точке траектории. Известно, что при  $\beta = 45^\circ$  дальность полета максимальна, значит и  $S_{\text{max}}$  расстояние до даль. точки удара максимальны.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

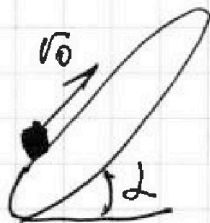
МФТИ

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

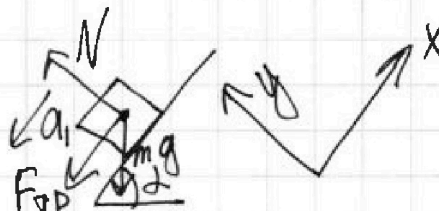


$\sin \alpha = 0,6$   
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$   
 $\mu = 0,5$   $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 1)  $T = 1 \text{ с}$   
 2)  $V = 1 \text{ м/с}$   
 Найти  
 1)  $S = ?$   
 2)  $T_1 = ?$   
 3)  $\Delta L = ?$

### Первый опыт



Рассмотрим силы, действ. на коробку



23М: y)  $N - mg \cos \alpha = 0$   
 x)  $F_{TP} + mg \sin \alpha = ma$   
 $F_{TP} = \mu N$   
 $\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma$   
 $a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

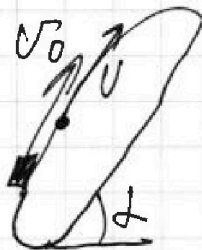
Из ОТТ:  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$   
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

$a_1 = 10 \left( \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \right) = 10 \text{ м/с}^2$

~~$a_1 = 10 \left( \frac{4}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} \right) = 10 \cdot \left( \frac{8}{10} + \frac{3}{10} \right) = 11 \text{ м/с}^2$~~

Из кинематики: x)  $S = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$   
 $S = 6 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 0,5 \text{ м}$

1  
 Ответ: 0,5 м.  
 Второй опыт:



Поскольку тело останавливается на трамплине (т.е. пока  $v \neq 0$ ) то на него не действуют силы трения и ускорения не изменяется. т.е. в нашей ситуации  $a = a_1 = 11 \text{ м/с}^2$

Из кинематики:  $v = v_0 - a T_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

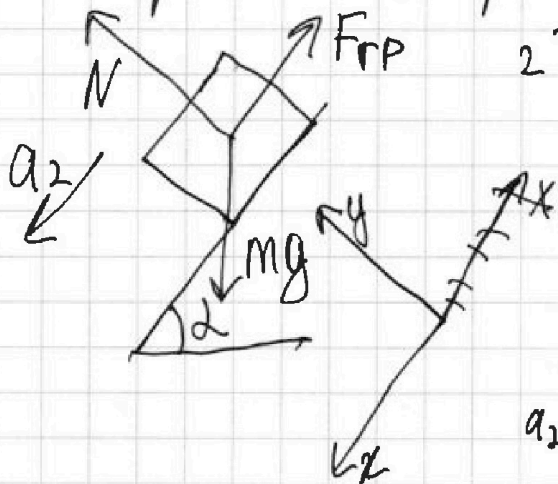
$$T_1 = \frac{v_0 - v}{a}$$

$$T_1 = \frac{5}{10} \text{ с} = \frac{1}{2} \text{ с}$$

Ответ:  $\frac{5}{10} \text{ с} = \frac{1}{2} \text{ с}$

3) В СО земли тело остановится, когда его скорость будет равна скорости транспортера, но противоположна ей по направлению.

Рассмотрим силы, действующие на тело при  $v < v_0$  (в проекции на  $OX$ )



23Н:  $xy) N - mg \cos \alpha = 0$

2)  $F_{fr} - mg \sin \alpha - F_{tr} = ma_2$

$F_{tr} = \mu N$

$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$

$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

$a_2 = 10(0,6 - \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5}) = 2 \text{ м/с}^2$

$L = S_{BB} - S_{BH} + S_{TP}(S_{BB} - \text{путь до } t = T_1, S_{BH} -$

$\text{путь от } t = T_1 \text{ до } t = T_2 - \text{ где } T_2 - \text{ время от } T_1 \text{ до остановки в СО земли (на который переместится транспортер)}$

$v = a_2 T_2$

$-v = v - a_2 T_2$

$a_2 T_2 = 2v$

$T_2 = 1 \text{ с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$S_{BB} = v_0 T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2}$$

$$S_{TP} = v(T_1 + T_2)$$

$$S_{BH} = \frac{a_2 T_2^2}{2}$$

$$L = v_0 T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} - \frac{a_2 T_2^2}{2} + v(T_1 + T_2)$$

$$L = 6 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot (0,5)^2}{2} - \frac{2 \cdot 1^2}{2} + 1 \cdot (0,5 + 1)$$

$$L = 3 - 1,25 - 1 + 1,5 = 2,25 \text{ м.}$$

Ответ: 2,25 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

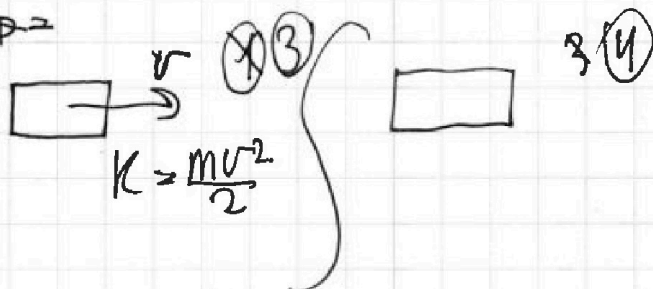
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

2)  $A_{\text{тр}} =$



$$A_{\text{тр}} = E_4 - E_3 \quad (A_{\text{тр}} - \text{работа силы трения})$$

$$A_{\text{тр}} = 0 - K$$

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S \cdot \cos 180$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$N = mg$  (т.к. сила  $F$  больше и действует)

$$A_{\text{тр}} = -\mu mg S$$

$$-\mu mg S = -K$$

$$K = \mu mg S$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

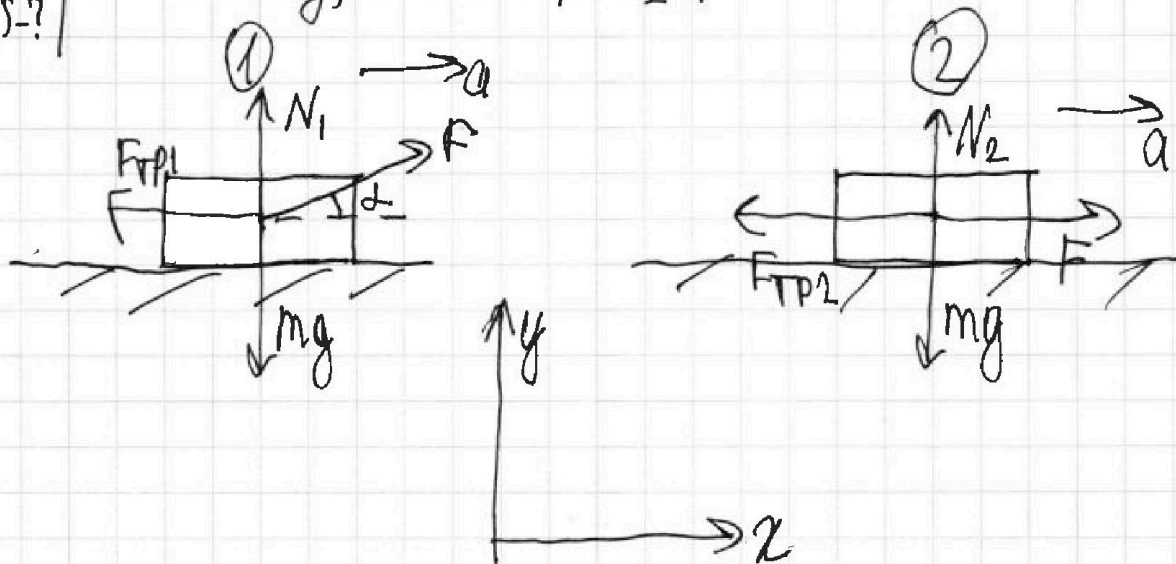
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

2) M  
K  
2  
1)  $\mu$ -?  
2)  $\mu$ -?

1) ИТ. к. в обложку двигателя самки раздвигается на одинаковых участках пути груза  
или вывод, что  $a_1 = a_2 = a$



2 3H: ① x)  $F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = ma$

y)  $N_1 + F \sin \alpha - mg = 0$

$F_{\text{тр}1} = \mu N_1$

$F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = ma$  (1)

2 3H: ② x)  $F - F_{\text{тр}2} = ma$

y)  $N_2 - mg = 0$

$F_{\text{тр}2} = \mu N_2$

$F - \mu mg = ma$  (2)

Приравниваем (1) и (2)

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$T_1 = 200 \text{ K}$   
 $R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K}$   
 $V = 1 \text{ моль}$   
 газ идеальный  
 одноатомный

- 1)  $A_{31} = ?$
- 2)  $\eta = ?$
- 3) построить  $P$  и  $V$  диаграммы.

$Q = C \cdot \nu \cdot \Delta T$   
 В процессе 1-2:  $C_{12} = 1,5R$  ( $C_{12}$  — молярная теплоемкость)  
 В процессе 2-3:  $C_{23} = 0,5R$  ( $m$  — шкворн в соотв. с процессом)  
 В процессе 3-1:  $C_{31} = 2R$  (процесс)  
 $A_{31} = -A_{13}$  ( $A_{13}$  — работа, соверш. газом в соотв. процессе)  
~~В рассматриваемых процессах положительности~~

~~$\Delta U_{12} = C_{12} \cdot \nu \cdot \Delta T$   
 $\Delta U_{12} = 3 \cdot \nu R \cdot \Delta T$~~

1) По 1-му закону ТД.  
 $Q = \Delta U + A$ ; м.т.к. в случае 3-1 работам внешние силы, то

$$Q_{31} + A_{31} = \Delta U_{31}$$

$$A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + 2 \nu R (T_1 - T_3)$$

$$Q_{31} = C_{31} \nu (T_1 - T_3)$$

$$A_{31} = \nu (T_1 - T_3) (R - \frac{3}{2}R - C_{31})$$

$$A_{31} = 1 \cdot (200 - 800) (1,5 \cdot 8,31 - 2 \cdot 8,31) =$$

$$= 600 \cdot 0,5 \cdot 8,31 = 300 \cdot 8,31 = 3 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж.}$$

Ответ: 2493 Дж.

2)  $\eta = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H}$  ( $Q_H$  —  $Q_{\text{нагревателя}}$ ,  $Q_K$  —  $Q_{\text{холодильника}}$ )

$$Q_H = Q_{12}$$

$$Q_K = Q_{23} + Q_{31}$$

} исходя из графика.

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!

$$Q_{12} = C_{12} \nu \Delta T_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} - \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$A_{12} = 0 \Rightarrow \text{процесс изохорный.}$$

По 3-му закону Шарля

$$\frac{P_1}{T_1} = T_2 \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = 8 P_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$Q_{12} = C_{12} \nu (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = C_{23} \nu (T_2 - T_3) \quad (\text{т.к. мы ищем модуль энергии, подведем и отведем уже учесть})$$

$$Q_{31} = C_{31} \nu (T_3 - T_1)$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - Q_{23} - Q_{31}}{Q_{12}}$$

$$\eta = \frac{1,5 \nu R (T_2 - T_1) - 0,5 \nu R (T_1 - T_3) - 2 \nu R (T_2 - T_3)}{1,5 \nu R (T_2 - T_1)}$$

~~$$\eta = \frac{1,5 T_2 - 1,5 T_1 - 0,5 T_1 + 0,5 T_3 - 2 T_2 + 2 T_3}{1,5 (T_2 - T_1)}$$~~

~~$$\eta = \frac{1,5 T_3 + 0,5 T_2 - T_2 - 0,5 T_1}{1,5 (T_2 - T_1)}$$~~

~~$$\eta = \frac{1,5 \cdot 800 + 1600 - 1,5 \cdot 200}{1,5 \cdot (1600 - 200)} = \frac{1200 + 1600 - 500}{2100}$$~~

~~$$= \frac{2300}{2100}$$~~

$$\eta = \frac{1,5 (T_2 - T_1) - 2 (T_1 - T_3) - 0,5 (T_2 - T_3)}{1,5 (T_2 - T_1)}$$

$$\eta = \frac{1,5 (1600 - 200) - 2 (1600 - 800) - 0,5 (800 - 200)}{1,5 (1600 - 200)}$$

$$= \frac{2100 - 1600 - 300}{2100} = \frac{200}{2100} = \frac{2}{21}$$

Ответ:  $\frac{2}{21}$

3) По 1-му закону термодинамики (процесс 1-2)

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

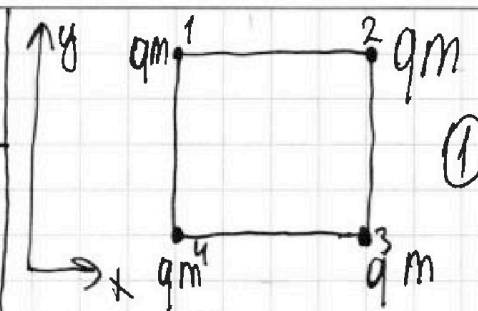
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

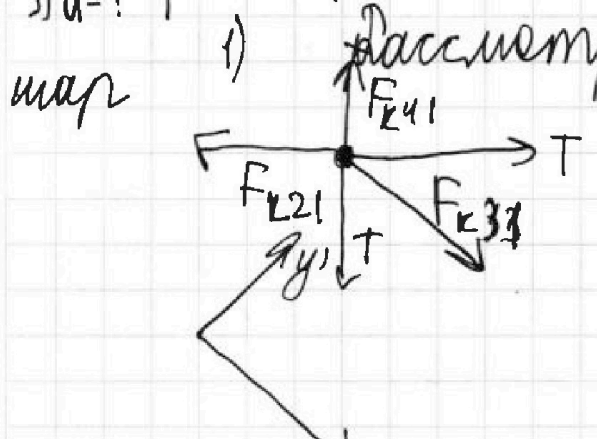
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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



Точки между шариками  
 движутся с левого верхнего  
 по часовой стрелке  
 Все индексы с цифрами  
 это индексы, связанные  
 с сист. шариков



Рассмотрим силы, действ. на 1  
 ( $F_k$  - сила Кулона)  
 Из симметрии видно,  
 ЗСЖ: 2)  $F_{k31} + T \cos 45 + T \cos 45 -$   
 $- F_{k41} \cos 45 - F_{k21} \cos 45 = 0$

\* здесь и далее  $-\frac{kq^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0$

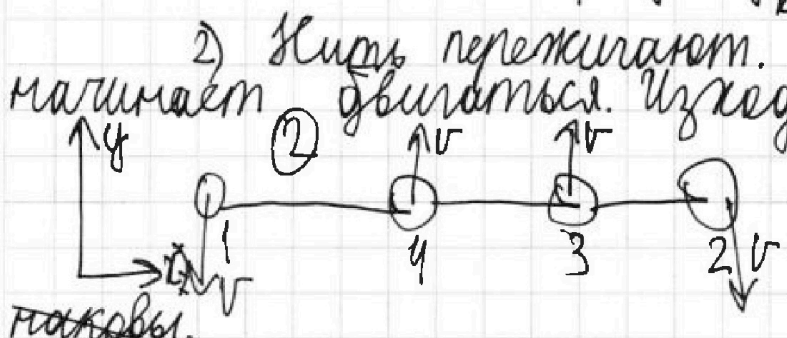
$$\frac{kq^2}{2a^2} + T\sqrt{2} - \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{a^2} = 0$$

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

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

$$|q| = \sqrt{\frac{T\sqrt{2} \cdot a^2}{k(\sqrt{2} - 0,5)}} = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 T\sqrt{2} a^2}{\sqrt{2} - 0,5}}$$

ответ  $|q| = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 T\sqrt{2} a^2}{\sqrt{2} - 0,5}}$



ЗСЖ:  $F_1 = F_2$

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 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!

$$E_1 = 4 \frac{kq^2}{a} + 2 \frac{kq^2}{a\sqrt{2}} = \frac{kq^2}{a} (4 + \sqrt{2})$$

$$E_2 = 4K + 3 \frac{kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq}{3a} = 4K + \frac{kq^2}{a} \left(4 + \frac{1}{3}\right)$$

$$\frac{kq^2}{a} (4 + \sqrt{2}) = \frac{kq^2}{a} \left(4 + \frac{1}{3}\right) + 4K$$

$$K = \frac{\frac{kq^2}{a} (4 + \sqrt{2} - \frac{1}{3})}{4}$$

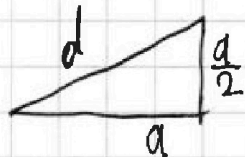
$$K = \frac{k \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot a^2}{k(\sqrt{2} - 0,5)} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{4a}$$

$$K = \frac{\sqrt{2} \cdot a (\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{4(\sqrt{2} - 0,5)}$$

$$\text{Ответ: } K = \frac{Ta \sqrt{2} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{4(\sqrt{2} - 0,5)}$$

3) ~~Полога из системы~~

Найдём очевидно, что цм. в первом случае находится в середине (т. перес. диагоналей) квадрата. Во втором случае цм. находится по очевидным причинам посередине между 3 и 4 шаром. Однако ввелили силы системы цм не действуют, значит цм не перемещается. т.е. первый шарик проехал путь расстояние  $\frac{a}{2}$  и влево расстояние  $a$



$$\text{По т-ме Пифагора } d = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

$$\text{Ответ: } d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

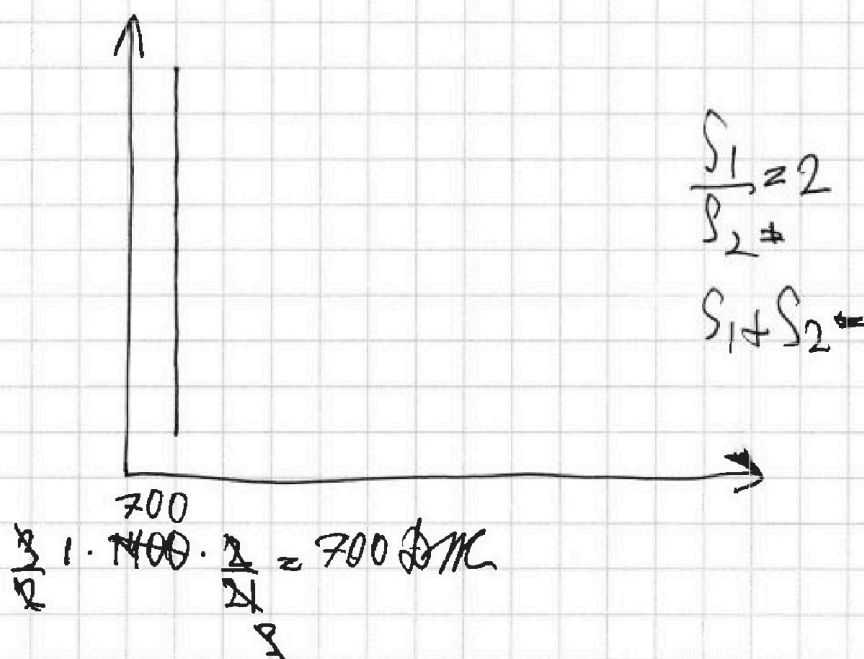
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$+0,5 \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$$

$$A = 2 \nu R \Delta T$$

$$-2 \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$$

$$A = 0,5 \nu R T$$



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 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!

