



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.

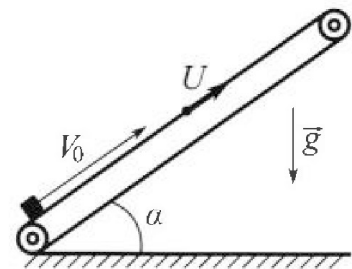
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободно го падения $g = 10$ м/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.).

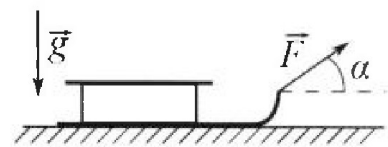
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

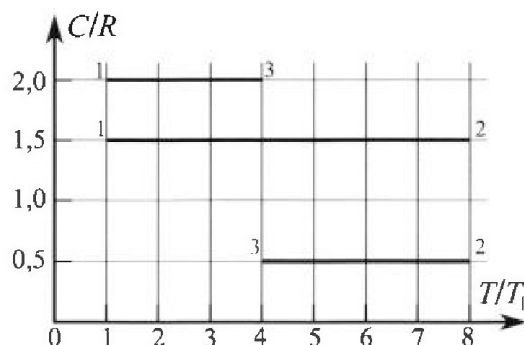
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

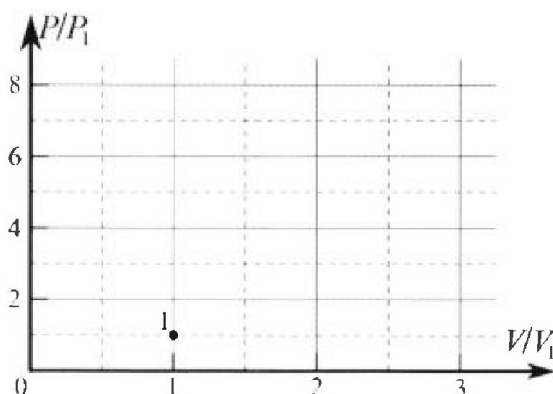
Вариант 10-02

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).

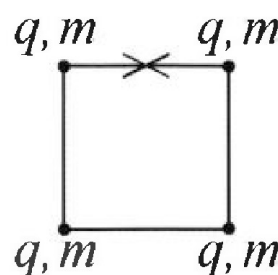


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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!

$$\text{реш: } H = v_0 \cos 45^\circ \cdot t - \frac{g}{2} t^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

но т.к. $\sqrt{7} < 5$

но все равно такие β 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.

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!

Дано:
 $\alpha = 45^\circ$
 $L = 20 \text{ м}$
 $H = 3,6 \text{ м}$
1) $v_0 = ?$
2) $\beta = ?$

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)

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

$$t = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$

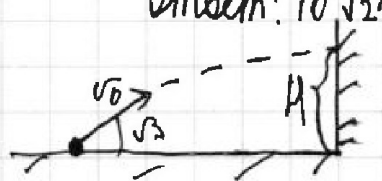
$$0 = L \tan \alpha - \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

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

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

Ответ: $10 \sqrt{2} \text{ м/с}$

2)  β — некоторый угол

H — максимальная высота соударения
со стеной

Проверим, существует ли такой β , при
котором тел. врежется в стену в высшей
общезвестно, что при $\beta = 45^\circ$ дальность
полета максимальна, значит и β_{max} расстояние
до дан 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!



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

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5 \text{ } \mu = 0 \text{ м/с}$$

$$1) T = 1 \text{ с}$$

$$2) V = 1 \text{ м/с}$$

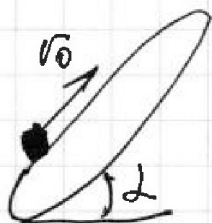
$$\text{Слайд}$$

$$1) S = ?$$

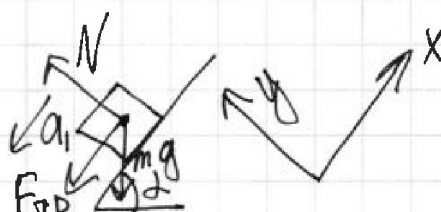
$$2) T = ?$$

$$3) V = L = ?$$

Первый опыт



Рассмотрим силы, действ. на коробку



$$23 \text{ Н: } y) N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x) F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = ma$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

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

$$a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\text{Из ОТТ: } \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

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

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

$$\text{Из кинематики: } x) S = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

$$S = 6 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 0,5 \text{ м}$$

Ответ: 0,5 м.

Второй опыт:



Пока v не равно отрицательному v (транспортировка не останавливается (т.е. пока $v \neq 0$)) то на силы и ускорения не изменяется: т.е. в нашем случае $a = a_1 = 11 \text{ м/с}^2$

$$\text{Из кинематики: } v = v_0 - a T$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

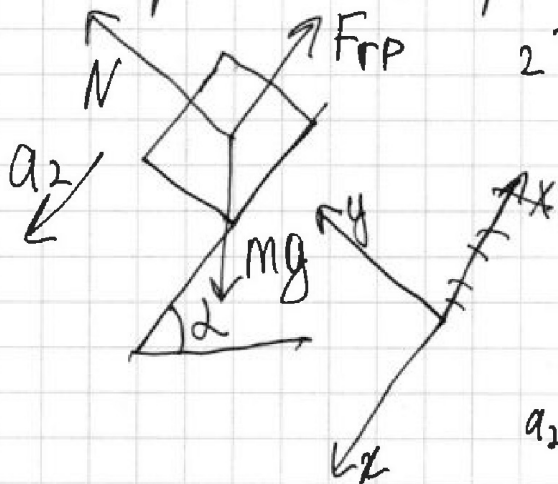
$$T_1 = \frac{v_0 - v}{a}$$

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

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

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

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



$$2) \text{ Н: } xy) N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x) F_{tr} - mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = m a_2$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_2$$

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

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

$$L = S_{\text{вв}} - S_{\text{вн}} + S_{\text{тр}} (S_{\text{вв}} - \text{путь до } t = T_1, S_{\text{вн}} -$$

путь от ~~верха~~ $t = T_1$ до $T = t = T_2$ — где T_2 — время от T_1 до остановки в СО земли $S_{\text{тр}}$ — путь на который переместится транспорт)

$$v = a_2 T_2$$

$$-v = v - a_2 T_2$$

$$a_2 T_2 = 2v$$

$$T_2 = 1 \text{ с}$$

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!

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

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

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

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

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

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

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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

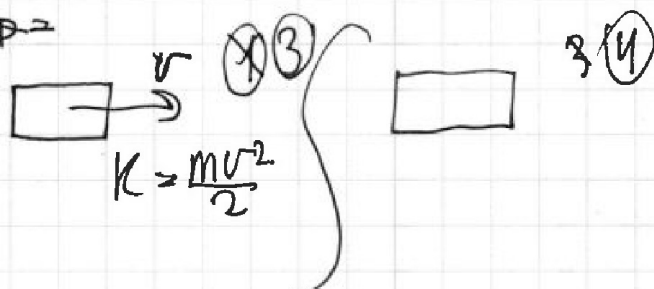
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

2) $A_{\text{тр}} =$



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

$$A_{\text{тр}} = 0 - K$$

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$N = mg \quad (\text{т.к. сила } F \text{ больше и действует})$$

$$A_{\text{тр}} = -\mu mg S$$

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

$$K = \mu mg S$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

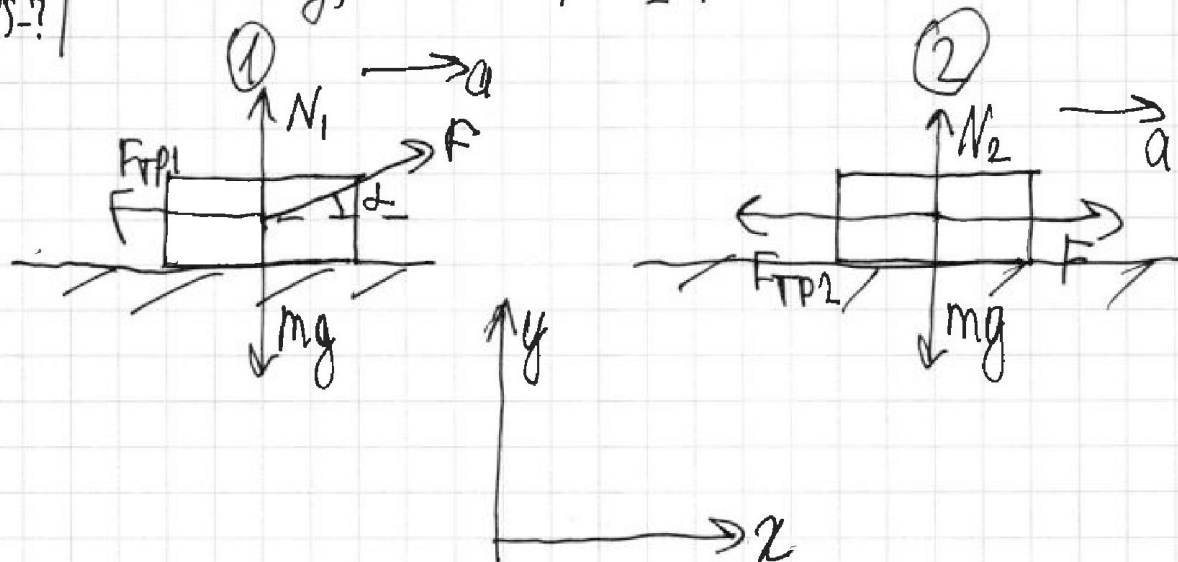
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2) М
К
2
1) $\mu = ?$
2) $\mu = ?$

1) ИТ. К. в обеих ситуациях самки раздвигаются на одинаковых участках пути, следовательно вывод, что $a_1 = a_2 = a$



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

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

$F_{\text{тр}1} = \mu N_1$

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

2 ЗН: ② 2) $F - F_{\text{тр}2} = ma$

3) $N_2 - mg = 0$

$F_{\text{тр}2} = \mu N_2$

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

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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$T_1 = 200 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K}$$

$V = 1$ моль.
газ идеальный
одноатомный

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

$$Q = C \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

В процессе 1-2: $C_{12} = 1,5R$ ($C_{i,i+1}$ — молярная

В процессе 2-3: $C_{23} = 0,5R$ m — циклический процесс

В процессе 3-1: $C_{31} = 2R$ (процессе)

$A_{31} = -A_{13}$ (A_{13} — работа, соверш. газом

в соотв. процессе)

$$\Delta U_{12} = C_{12} \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 2493 Дж.

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

$$Q_H = Q_{12}$$

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

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
☐

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!



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

$$Q_{23} = C_{23} \nu (T_2 - T_3)$$

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

(т.к. мы ищем модуль энергии, подводимое / отводимое уже учтем)

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

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

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

$$\eta = \frac{1,5 T_3 + 0,5 T_2 - 3,5 T_1 + 2 T_3}{1,5 (T_2 - T_1)}$$

$$\eta = \frac{1,5 \cdot 800 + 1600 - 3,5 \cdot 200}{1,5 \cdot (1600 - 200)} = \frac{1200 + 1600 - 500}{2100}$$

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

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

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

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

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:

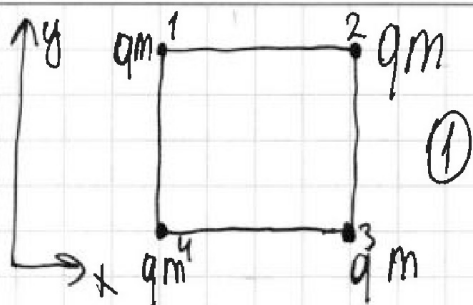
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

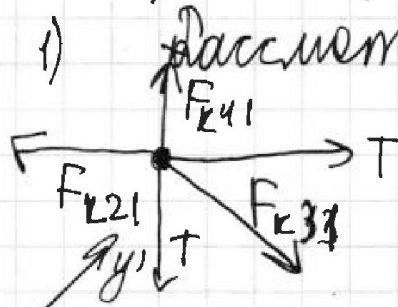


Дано
 q
 T
 ϵ_0
 Найти
 1) $|q|$?
 2) k ?
 3) d ?



Третьему шарик
 мамина с левого борта
 по часовой стрелке
 Все индексы с цифрами
 это индексы, связанные
 с сист. шариков

шар



Рассмотрим силы, действ. на 1
 (Fk - сила Кулона)
 Из симметрии видно,

$$23H: 2) F_{k31} + T \cos 45 + T \cos 45 -$$

$$- F_{k41} \cos 45 - F_{k21} \cos 45 = 0$$

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

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

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

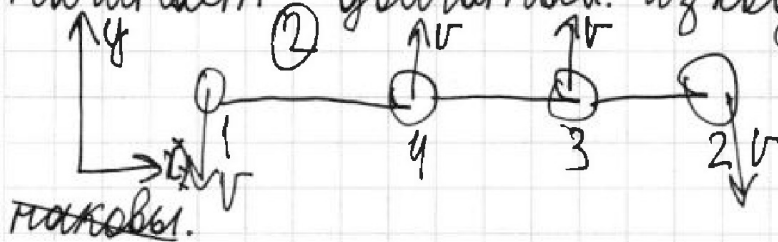
$$\frac{kq^2}{2a^2} + T\sqrt{2} - \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{a^2} = 0$$

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

$$|q| = \sqrt{\frac{T\sqrt{2} \cdot a^2}{k(\sqrt{2} - 0.5)}} = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 T\sqrt{2} a^2}{\sqrt{2} - 0.5}}$$

ответ $|q| = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 T\sqrt{2} a^2}{\sqrt{2} - 0.5}}$

2) Нить пережигают. Каждый шарик
 мамина двигаться. Из симметрии
 (и отсутствия сил
 тяжести) все скорости
 (равно как и кин.
 энергии) будут оди-
 наковы.



$$3C3: E_1 = E_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

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

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

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

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

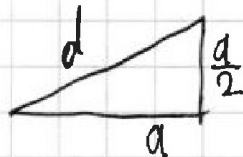
$$K = \frac{k \cdot \frac{T\sqrt{2} \cdot a^2}{k(\sqrt{2} - 0,5)} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{4a}$$

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

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

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 внешние шары системы не действуют, значит цм. не перемещается. Т.е. первый шарик проехал выше расстояние $\frac{a}{2}$ и влево расстояние a



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

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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

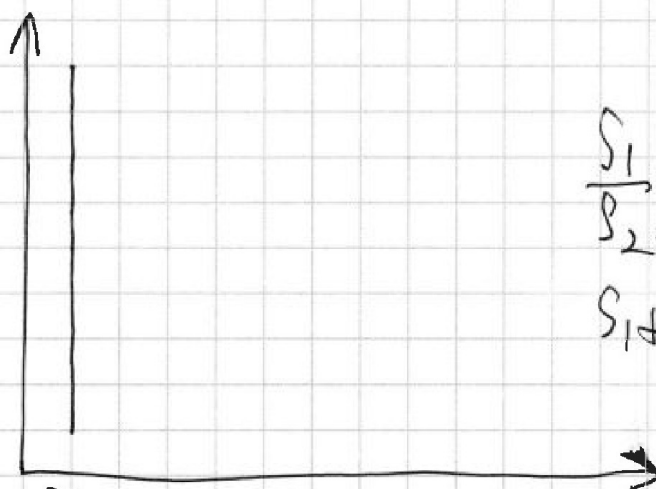
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

$$A = 2 - \nu R_{\Delta T}$$

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

$$A = 0,5 \nu R_{\Delta T}$$



$$\frac{S_1}{S_2} \approx 2$$

$$S_1 + S_2 \leftarrow$$

$$\frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 1400 \cdot \frac{2}{2} = 700 \text{ Дж}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

