

**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.

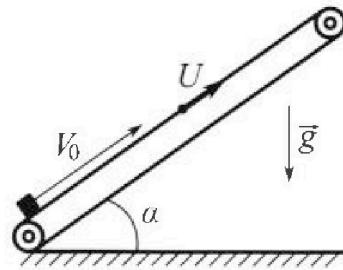
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $V_0 = 6 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



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

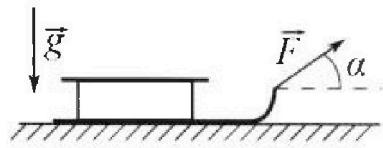
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6 \text{ м/с}$ (см. рис.).

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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.

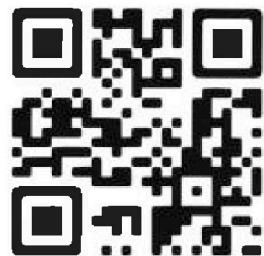
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).



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.

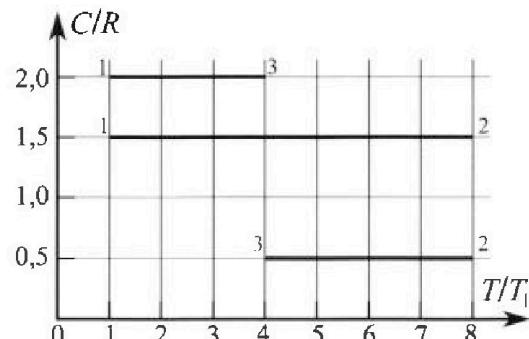


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 10-02

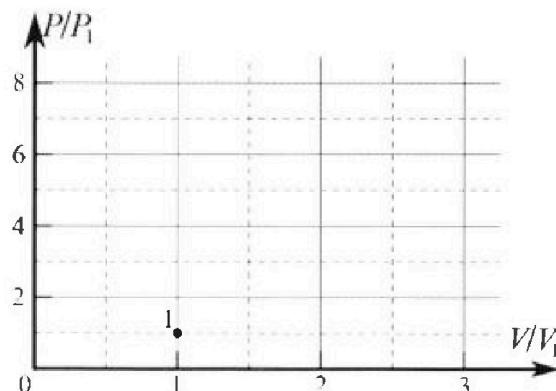


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

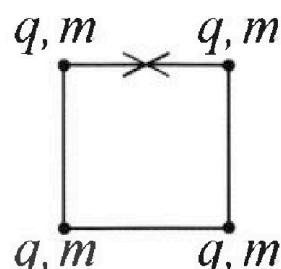


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

$$oy: H = v_0 \cos \alpha \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

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

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

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

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

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

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

По сумме это - два возможных положения съемки. При max получаем угол $\beta = 45^\circ$, кроме него не будет на этой высоте б. Это время. И можно при min при каком-то β оказаться выше этой точки

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

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

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

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

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

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

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

но м.р. $\sqrt{7} < 3$

но все равно такие β могут существовать, поэтому берем max времени

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

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

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 |
| <input checked="" 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!

Дано:

$$\angle = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3,16 \text{ м}$$

$$V_0?$$

$$S?$$

1)



Движение по оси x равномерное и
противодействие, поэтому
 $L = V_0 \cos \angle t$ (t - время полета)

Движение по оси y равнозамедленное, значит
 $0 = V_0 \sin \angle t - \frac{gt^2}{2}$ (когда тело падает на землю
его у координата равна 0)

$$L = V_0 \cos \angle t$$

$$0 = V_0 \sin \angle t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{V_0 \sin \angle}{g}$$

$$D = L \operatorname{tg} \angle - \frac{\frac{g}{2} L^2}{V_0^2 \cos^2 \angle}$$

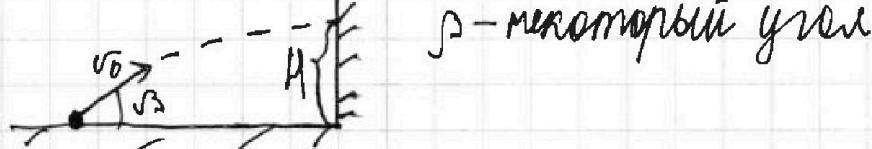
$$\operatorname{tg} \angle = \frac{g L^2}{2 V_0^2 \cos^2 \angle}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{g L}{2 \operatorname{tg} \angle \cdot \cos^2 \angle}}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 1 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right)^2}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

Ответ: $10\sqrt{2} \text{ м/с}$

2)



Н - максимальная высота соударения
со стеклами

Проверка: существует ли такой β , при
котором мяч врезается в стекло в высшей
точке, известно, что при $\beta = 45^\circ$ дальность
полета максимальна, значит и расстояние
до стекла также максимальное.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

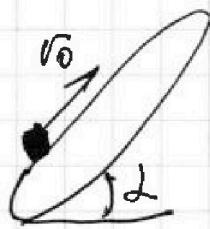
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

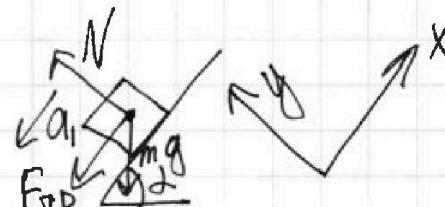
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} \sin L &= 0,6 \\ V_0 &= 6 \text{ м/с} \\ \mu &= 0,5 \quad g = 10 \text{ м/с}^2 \\ 1) T &= 1 \text{ с} \\ 2) V &= 1 \text{ м/с} \\ \text{Найти} \\ 1) S &=? \\ 2) T_1 &=? \\ 3) F_L &=? \end{aligned}$$

Первый опыт



Рассмотрим силы, действующие на коробку



$$\begin{aligned} 23 \text{ Н: } y) \quad N - mg \cos L &= 0 \\ 2) \quad F_{FP} + mg \sin L &= ma \\ F_{FP} &= \mu N \\ \mu mg \cos L + mg \sin L &= ma \\ a_1 &= g (\frac{\sin L}{\cos L} + \mu) \end{aligned}$$

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

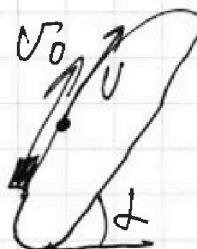
$$a_1 = 10 \left(\frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \right) = 10 \text{ м/с}^2 \quad \cos L = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

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

$$\text{Из кинематики: } x) \quad S = V_0 t - \frac{a_1 t^2}{2}$$

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

Ответ: 0,5 м.
Второй опыт:



Пока мяч движется
по A траектория не
остановится (т.е. пока $V \neq 0$)
то мы сказали ускорения
не изменяется. т.е. б
шар всё будет $a = a_1 = 11 \text{ м/с}^2$

$$\text{Из кинематики: } V = V_0 - a t_1$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

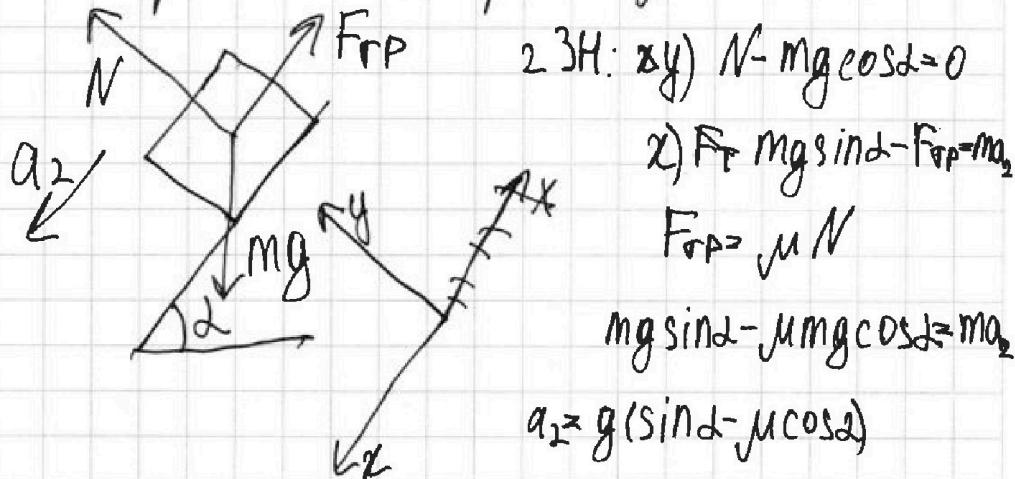
$$T_1 = \frac{V_0 - V}{a}$$

$$T_1 = \frac{5}{10} \times = \frac{1}{2} c$$

Ответ: $\frac{5}{10} \times = \frac{1}{2} c$

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 ОX)



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

путь от берега} $t = T_1$, до $T - t = T_2 - \text{затем } T_2 -$
время от T_1 до остановки в СО земли) S_{TP} - путь
на который передвигается транспортер)

$$t = a_2 T_2$$

$$-U = V - a_2 T_2$$

$$a_2 T_2 = 2V$$

$$T_2 = 1 \text{ с}$$

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!

$$S_{BB} = V_0 T_1 - \frac{a_1 T^2}{2}$$

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

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

$$L = V_0 T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} - \frac{a_2 T_2^2}{2} + V(T_1 + T_2)$$

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

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

Ответ: 2,25 м.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

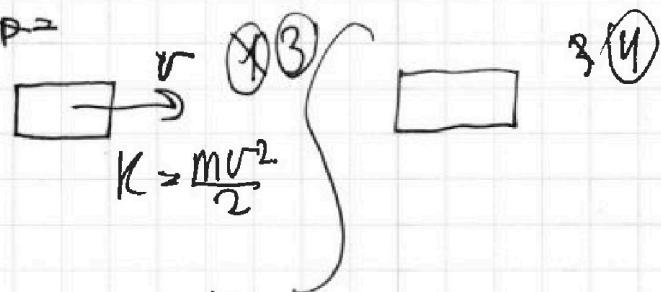
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

2) $A_{TP} =$



$$A_{TP} = E_4 - E_3 \quad (A_{TP} - \text{работка силы}$$

$$A_{TP} = 0 - K$$

(трения)

$$A_{TP} = F_{TP} \cdot s \cdot \cos 180^\circ$$

$$F_{TP} = \mu N$$

$$N = mg \quad (\text{м.н. сила } F \text{ дальнейшем}$$

$$A_{TP} = -\mu mg s \quad \text{действует})$$

$$-\mu mg s = -K$$

$$K = \mu mg s$$

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

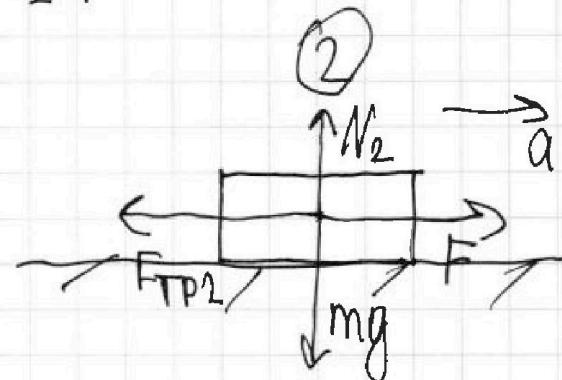
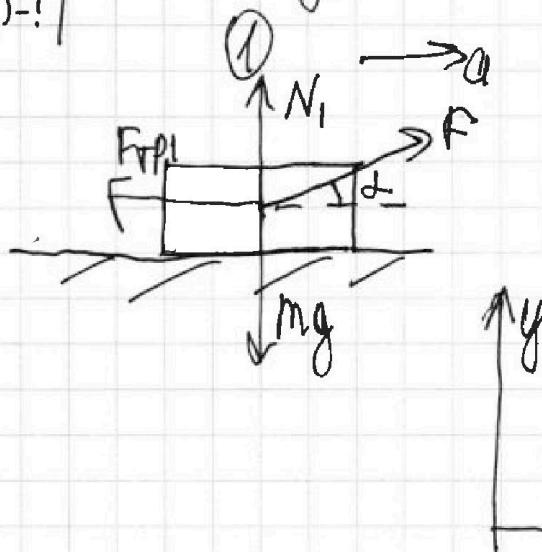
$$s = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)mg}$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

1) M
K K
2) μ -?
2) S-?

1) ПС. К. в обоих случаях самки разрешаются на одинаковых участках пути если си выходит, что $a_1 = a_2 = a$



$$23H: \textcircled{1} x) F \cos \theta - F_{TPI} = ma$$

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

$$F_{TPI} = \mu N_1$$

$$F \cos \theta - \mu (mg - F \sin \theta) = ma \quad \textcircled{1}$$

$$23H: \textcircled{2} x) F - F_{TPI2} = ma$$

$$y) N_2 - mg = 0$$

$$F_{TPI2} = \mu N_2$$

$$F - \mu mg = ma \quad \textcircled{2}$$

Тригонометрически (1) и (2)

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

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!

$$T_1 = 200 \text{ K}$$
$$R = 8,31 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$$
$$V = 1 \text{ моль}$$
$$\text{газ идеальный}$$
$$\text{диффузорный}$$

- 1) $A_{31} = ?$
- 2) $\eta = ?$
- 3) построить в Р-Кдиагр.

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

В процессе 1-2: $C_{12} = 1,5 R$ (C_{i,i} - теплоемкость)

В процессе 2-3: $C_{23} = 0,5 R$ (теплоемкость в соотв.)

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

$A_{31} = -A_{12}$ (A_{12} - работа, совершенная газом в соотв. процессе)

Васимирович процессы последовательности

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

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

1) По 1-му закону ТД:

$$Q = \Delta U + A_F; \text{ моль. в сущес. 3-1}$$

работают внешние силы, то

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 2493 Дж.

2)

$$\eta = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H} \quad (Q_H - Q_{\text{нагреватель}}, Q_K - Q_{\text{холодильник}})$$

$$Q_H = Q_{12}$$

$$Q_K = Q_{23} + Q_{31} \quad \left. \begin{array}{l} \text{исходя из графика.} \\ t \end{array} \right\}$$



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!

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

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

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

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

$A_{12} = 0 \Rightarrow$ процесс изокорный.

По 3-му Заряд

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

$$P_2 = 8 P_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

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

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

(т.к. мы ищем общую энтропию
подведенные / отведенные упаковки

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

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

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

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

$$\eta = \frac{1,5 \cdot 800 + 1600 - 2,5 \cdot 200}{1,5 \cdot (1600 - 200)} = \frac{1200 + 1600 - 500}{2100} =$$

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

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

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

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

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

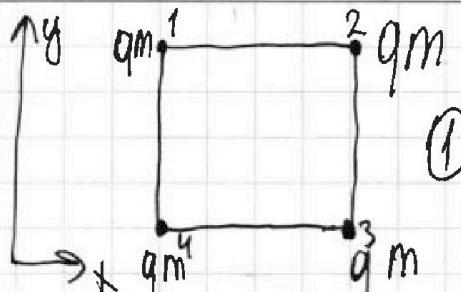
МФТИ



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

дато

задачи:
1) $|q|$?
2) K ?
3) a ?



Протому же заряды, начиная с первого булавки по часовой стрелке все индексы с цифрами это индексы, связанные с соответ. зарядами

шар

1) рассмотрим силы, действ. на 1
(F_k - сила булавки)

Из симметрии видно,

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

$$- F_{k41} \cos 45 - F_{k21} \cos 45 = 0 \quad * \\ \frac{kq^2}{(a\sqrt{2})^2} + T \frac{\sqrt{2}}{2} + T \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{kq^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

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

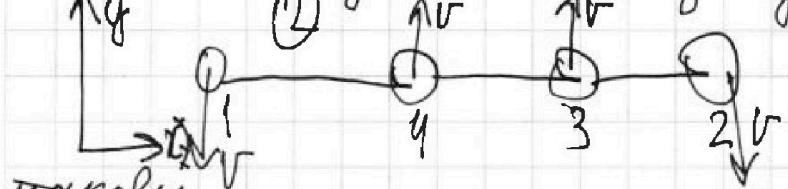
$$\frac{kq^2}{2a^2} + T\sqrt{2} - \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{a^2} = 0$$

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

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

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

2) Кирь перенесут. Каждый шарик начнет двигаться. Их будут из симметрии (искусственная сила тяжести) их скорости (равно как и энергии) будут одинаковы.



$$3C3: E_1 = E_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

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

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

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

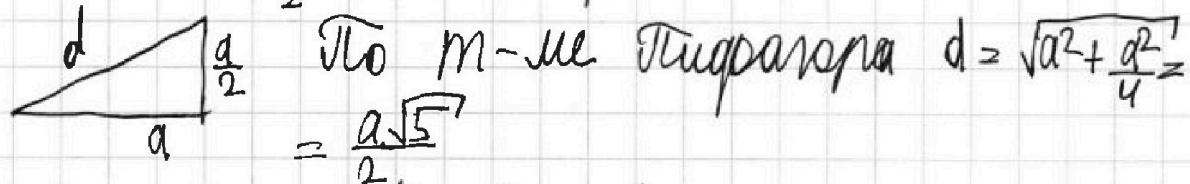
$$K = K \cdot \frac{\frac{1}{4}\sqrt{2} \cdot a^2}{\frac{k}{4}(4-\frac{1}{3})}$$

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

$$\text{Ответ: } K = \frac{\frac{1}{4}a\sqrt{2}(\sqrt{2}-\frac{1}{3})}{4(4-\frac{1}{3})}$$

3) ~~Чемодан из стекла~~

Сталися очевидно, что ум. в первом слу-
чае находится в середине (т. перес. диагона-
ли) квадрата. Во втором случае ум. находится
по определенному принципу посередине между 3 и 4
шариками. Однако блокиции системы
не действуют, значит ум не перемещался.
т.е. первый шарик проехал вниз
расстояние $\frac{a}{2}$ и вновь расстояние a



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

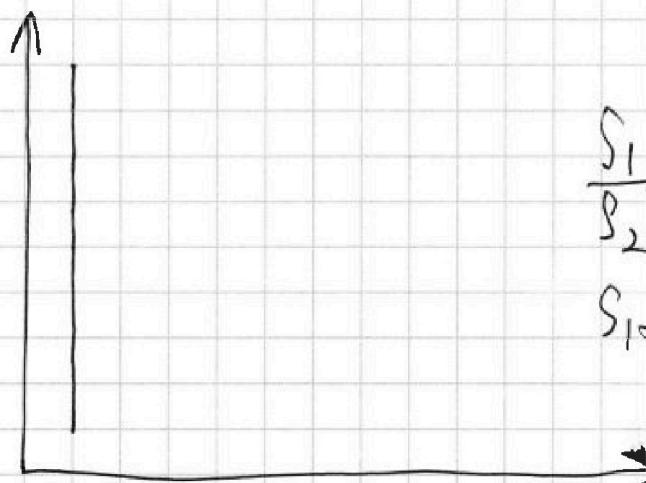
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

$$+0,5 \gamma R \Delta T = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T + A$$
$$A = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T$$

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



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

$$S_1 + S_2 =$$

$$1 \cdot 700 \cdot \frac{3}{2} = 700 \text{ руб/к}$$



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!