



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?

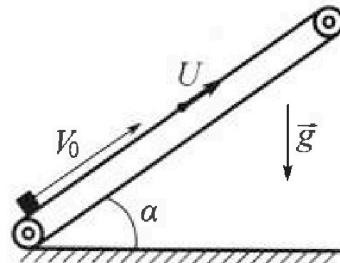
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

20·6 120 12·8
96

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.).

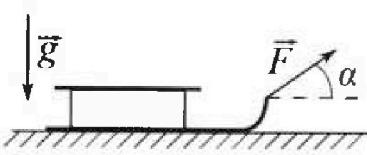
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки *во втором опыте* будет равна $U = 1 \text{ м/с}$?

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 .

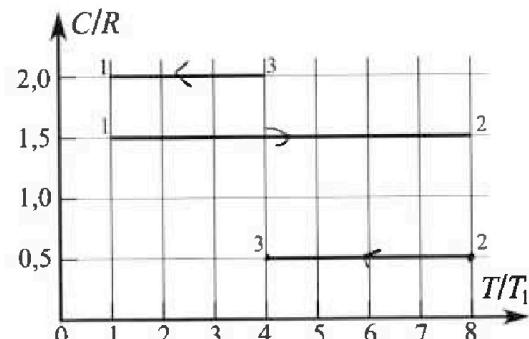
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-02

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

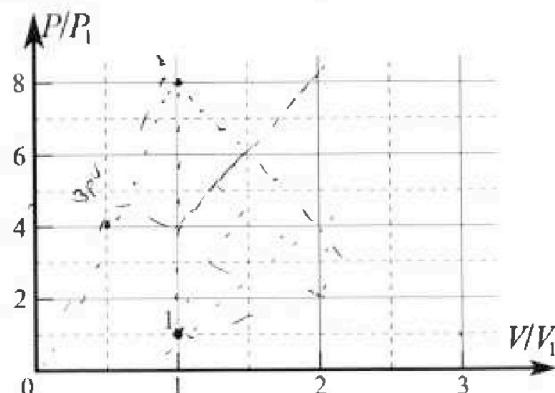
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см.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



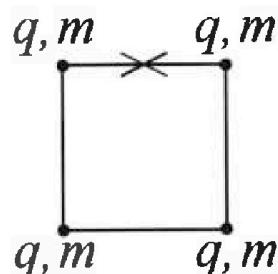
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

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:



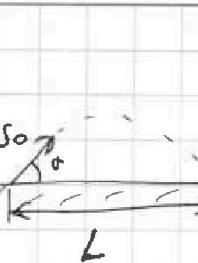
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

МФТИ

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

$$\begin{aligned} \text{Дано: } \\ \alpha = 45^\circ \\ L = 20 \text{ м} \\ H = 3,6 \text{ м} \\ g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$

1)



$$L = 2v_0 x t_n$$

$$t_n = 2 \frac{v_0 x}{g}$$

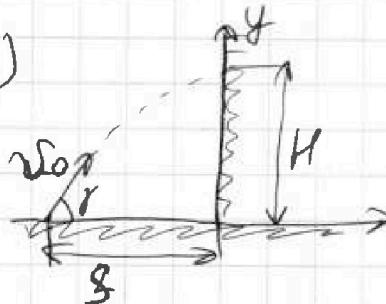
$$v_0 - ? \text{ м/с?}$$

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

$$= \frac{2 v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = L \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\sin 2 \cdot 45}} = \sqrt{200}$$

$$v_0 = 10\sqrt{2} \approx 14,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)



Установка H дана в метрах, надо найти
 $H_{\text{ист}} = H$, где $H_{\text{ист}} = \text{расстояние}$. Время в
записи времени падения
 γ -угол между v_0 и осью ОХ.

$$H = v_0 y t_n - \frac{g t_n^2}{2} \quad t_n = \frac{v_0 \sin \gamma}{g} \quad t_n - \text{время падения}$$

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

$$\sin \gamma = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 3,6}{200 \cdot 10}} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos \gamma = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

На S-координата движение падения (L -движение падения без сноса)

~~$$S = v_0 \cos \gamma \cdot t_n = v_0 \cos \gamma \cdot v_0 \sin \gamma$$~~

$$S = \frac{v_0^2 \cos \gamma \sin \gamma}{g} = \frac{200 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10} = 9,6 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 14,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}, S = 9,6 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

Дано:

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

$$U_0 = 6 \frac{m}{s}$$

$$\mu = 0,5$$

$$F = 10$$

$$U = 1 \frac{m}{s}$$

$$U' = 1 \frac{m}{s}$$

$$S - ?$$

$$I_1 - ?$$

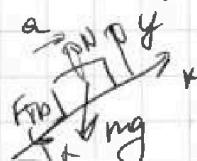
$$L - ?$$

1)

Правило будем использовать $I > I_{\text{наг}}$ $I_{\text{наг}} - \text{граничное}$

$$I_{\text{наг}} = \frac{\Delta U}{a} \quad \Delta U = U_0 - 0 = U_0 \quad (\text{м. к. между нач. и конц.})$$

2.3. Н. для коротки:



OK:

$$ma = -mg \sin \alpha - F_{FP}$$

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

$$F_{FP} = \mu mg \cos \alpha$$

$$ma = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{1}{m}$$

$$a = -(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$a = -(10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8) = -16 \frac{m}{s^2}$$

$$I_{\text{наг}} = \frac{U_0}{a} = \frac{6}{16} = 0,375$$

м. к. $I_{\text{наг}} < I$, то блок поднимется на высоту h и
остановится в верхней точке (м. к. $mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha$).

$$S_{\text{max}} = \frac{U_0^2}{2a} \quad S_{\text{max}} - \text{расстояние до макс. точки.}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{0,375^2}{2 \cdot 10} = \frac{375}{2000} = 1,875 \text{ м}$$

$$S_1 = a \left(\frac{I - I_{\text{наг}}}{2} \right)^2$$

S_1 - расстояние от вершины до макс. точки
угол α_1 - угол наклона наклонной плоскости

$$S_1 = 2 \cdot \frac{(1 - 0,375)^2}{2}$$

но 2.3. Н. для коротки



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

$$S_1 = 0,4^2 = 0,16 \text{ м}$$

$$a = 10 \cdot 0,6 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$S = S_{\text{max}} + S_1 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

2) И. Р. $U' = u$, то отн. напряжение между крайними точками
периоду в CD-трансформере, тогда $U_{\text{отн}}' = U' - u = 0$

$$U_{\text{отн}} = U_0 - u = 6 - 1 = 5 \frac{u}{C}$$

$$a_3 = a = -10 \frac{u}{C^2}$$

$$\Sigma_1 \frac{\Delta U}{a} = \frac{U_{\text{отн}} - U_{\text{отн}}'}{a} = \frac{5 - 0}{10} = \frac{5}{10} = 0,5 C$$

3) В CD-трансформере $U_{\text{отн}}' = U - u = 0 - 1 = -1 \frac{u}{C^2}$, то
если

$$3) L = \frac{U_0^2 - 0^2}{2a} = \frac{36^2}{2 \cdot 10} = 1,8 \mu$$

Ответ: $S = 1,96 \mu F$; $0,5 C$; $L = 1,8 \mu$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

Л МФТИ.



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

дано: K, α, g | 1) $(\Rightarrow l_1 = l_2 \text{ по условию}) \quad l_1, l_2 \quad l - \text{длина платформы}$

$\mu - ?$

$S - ?$

3(3):

$$\begin{cases} 1) F \cos \alpha \cdot l = K + \mu(mg - F \sin \alpha) \cdot l \\ 2) F l = K + \mu mg l \end{cases}$$

из (2) $\Rightarrow l = \frac{K + \mu mg}{F - \mu mg} \cdot \frac{K}{F - \mu mg}$, подставив в (1) получим

$$\frac{F \cos \alpha \cdot l}{F - \mu mg} = K + \frac{\mu(mg - F \sin \alpha) \cdot l}{F - \mu mg} \quad | \cdot \frac{F - \mu mg}{K}$$

$$F \cos \alpha = F - \mu mg + \mu mg - \mu F \sin \alpha \quad | \cdot \frac{1}{F}$$

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

2) для сильной зависимости:

$$K = A_{Tp}' \quad A_{Tp}' = F_{Tp} \cdot S = \mu mg S$$

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

Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \quad S = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице!

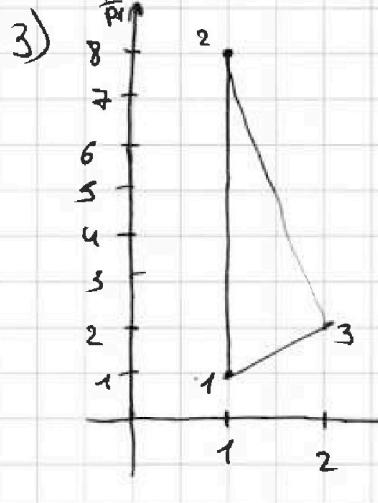


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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. Ничья QR-кода недопустима!

$$\eta \approx 23,9\%$$



$$C_{12} = 1,5R, \text{ т.к. однородность}$$

$$C_V = \frac{i+2}{2} R = 1,5R \quad C_V - \text{постоянство} \quad V = \text{const}$$

$$\text{т.к. } C_{12} = C_V \Rightarrow 1-2 - \text{изотерма}$$

Уже имеем изотерму:

$$PV = \text{const} \quad P_1 V_1 = \text{const} \quad (1) \\ P_2 V_1 = \text{const} \quad (2)$$

$$(1):(2) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{8}{1} \Rightarrow$$

$$P_2 = 8P_1$$

т.к. $\Delta C = \text{const}$, то изотерм - изобары \Rightarrow

$$PV^n = \text{const} \Rightarrow$$

изотермы изобары 2-3

$$dQ = dA + dU$$

$$dQ = C_v dT \quad dU = \frac{3}{2} C_v R dT$$

~~$$dQ = dA + \frac{3}{2} C_v R dT \Rightarrow$$~~

~~$$dA = PdV \quad \text{при } \Delta V \neq 0$$~~

~~$$dA = -PdV$$~~

~~$$dA = PdV \quad \square$$~~

изотерма 3-1 изобара, $\Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$

$$P_3 T_3 = 4 P_1 T_1$$

~~$$\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_1}{T_1}$$~~

$$\frac{P_3}{V_3} = \frac{P_1}{V_1} \quad P_3 = \frac{P_1}{V_1} V_3 \quad P_1 = \frac{P_3}{V_3} V_1$$

$$\frac{P_3}{V_1^2} = \frac{P_3}{V_3^2}$$

$$\left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 = 4 \quad \frac{V_3}{V_1} = 2 \quad |$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

дано:

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

$$R = 8,31$$

$$\frac{C}{R} \left| \frac{T}{T_1} - 1 \right| = 5$$

$$1) A_{31} - ?$$

$$2) \eta - ?$$

$$3) P_{31} \left(\frac{V}{V_1} - ? \right)$$

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

$$Q_{31} = C \cdot \Delta T_{31} \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot R \cdot \Delta T_{31}$$

$$Q_{31} = C \cdot (T_1 - 4T_1) \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot R \cdot (T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{31} = -3C \cdot T_1 \quad \Delta U_{31} = \frac{9}{2} \cdot R \cdot T_1$$

$$-6R \cdot T_1 = A_{31} - \frac{9}{2} \cdot R \cdot T_1 \quad \frac{C_{31}}{R} = 2 (\text{г. запр.})$$

$$|A_{31}| = \left| \frac{9}{2} \cdot R \cdot T_1 - 6 \cdot R \cdot T_1 \right| = 1,5 \cdot R \cdot T_1 = 1,5 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 8,31$$

$$|A_{31}| = 300 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{\text{исп}} - Q_{\text{ост}}}{Q_{\text{исп}}} \quad Q_{\text{исп}} = Q_{\text{внеш}}$$

~~$$Q_{\text{внеш}} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 1,5 \cdot R \cdot (8T_1 - T_1) + 0,5 \cdot R \cdot (8T_1 - 4T_1) + 2 \cdot R \cdot (T_1 - 4T_1)$$~~

$$C_{12} = 1,5R; C_{23} = 0,5R; C_{31} = 2R$$

~~$$Q_{\text{внеш}} = 1,5 \cdot R \cdot 7T_1 - 2 \cdot R \cdot T_1 = 6 \cdot R \cdot T_1 = 2,5 \cdot R \cdot T_1$$~~

~~$$A_{0\text{исп}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{R} = 2 \cdot R \cdot 7T_1 - 2 \cdot R \cdot T_1$$~~

$$A_{12} = Q_{12} + \Delta U_{12} = 10,5 \cdot R \cdot T_1 + \frac{3}{2} \cdot R \cdot 7T_1 - 2 \cdot R \cdot T_1$$

~~$$A_{23} = Q_{23} + \Delta U_{23} = -2 \cdot R \cdot T_1 - \frac{3}{2} \cdot R \cdot (8T_1 - 4T_1) = -8 \cdot R \cdot T_1$$~~

~~$$A_{31} = Q_{31} + \Delta U_{31} = -6 \cdot R \cdot T_1 + \frac{9}{2} \cdot R \cdot T_1 = -1,5 \cdot R \cdot T_1$$~~

~~$$A_0 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 21 \cdot R \cdot T_1 - 8 \cdot R \cdot T_1 - 1,5 \cdot R \cdot T_1 = 11,5 \cdot R \cdot T_1$$~~

$$Q_{\text{исп}} = Q_{12} = C_{12} \Delta T = 1,5 \cdot R \cdot (8T_1 - T_1) = 10,5 \cdot R \cdot T_1$$

$$Q_{\text{ост}} = |Q_{23}| + |Q_{31}| = 0,5 \cdot R \cdot (8T_1 - 4T_1) + 2 \cdot R \cdot (4T_1 - T_1) = 20 \cdot R \cdot T_1 + 6 \cdot R \cdot T_1$$

$$= 26 \cdot R \cdot T_1 \quad \eta = \frac{Q_{\text{исп}} - Q_{\text{ост}}}{Q_{\text{исп}}} = \frac{10,5 \cdot R \cdot T_1 - 8 \cdot R \cdot T_1}{10,5 \cdot R \cdot T_1} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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. Порта QR-кода недопустима!

$$\varphi_{12}' = \frac{kq}{3a} \quad \varphi_{32}' = \frac{kq}{2a} \quad \varphi_{42} = \frac{kq}{a}$$

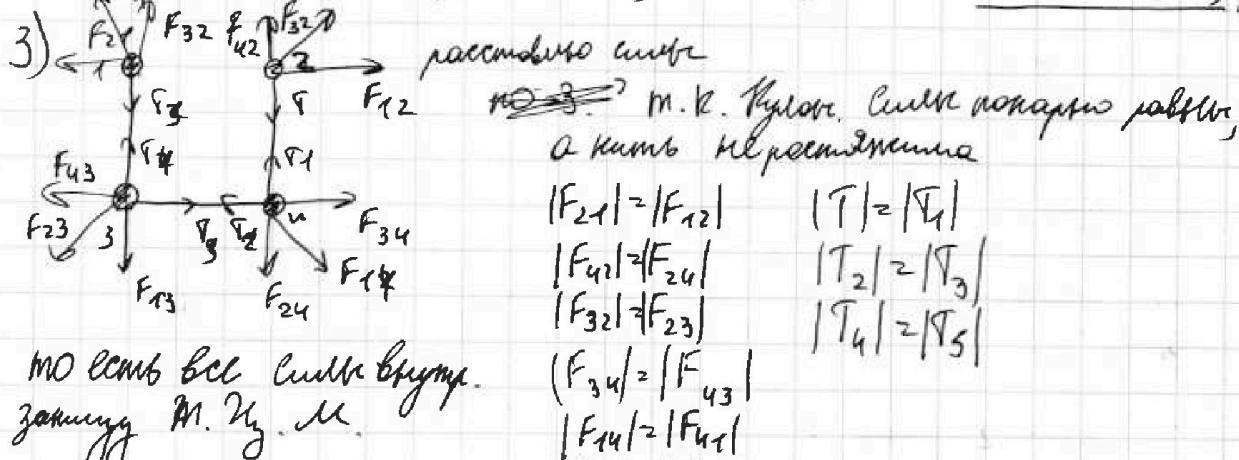
$$\varphi_2' = \frac{kq}{3a} + \frac{kq}{2a} + \frac{kq}{a} = \frac{2kq}{6a} + \frac{3kq}{6a} + \frac{6kq}{6a} = \frac{11kq}{6a}$$

$$W_1 = W_2 + K$$

$$K = W_1 - W_2 = q/\varphi_2 - \varphi_2' = \left(\frac{kq(2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}a} - \frac{11kq}{6a} \right) q$$

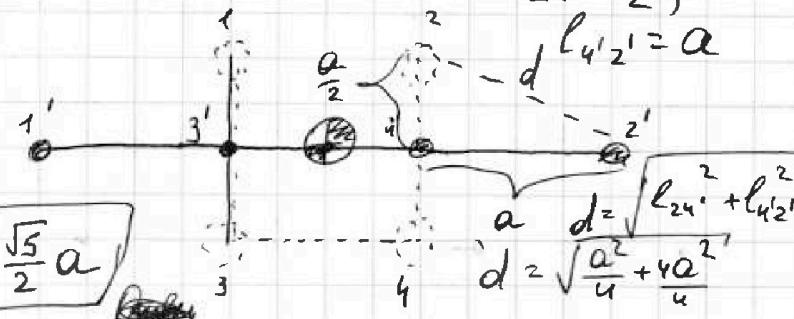
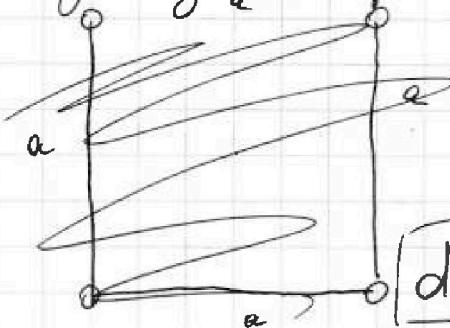
$$K = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{(2\sqrt{2}+1)\cdot 6\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} - \frac{11}{\sqrt{2}} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{12\sqrt{2} + 6 - 11\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} \right) =$$

$$K = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{\sqrt{2} + 6}{6\sqrt{2}} \right) = \frac{4\pi\epsilon_0 T a^2}{(\sqrt{2}+4)4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{\sqrt{2}+6}{6\sqrt{2}} \right) = \frac{4aT}{\sqrt{2}+4} \left(\frac{\sqrt{2}+6}{6\sqrt{2}} \right)$$



если все силы векторы
 замкнут M.R.M.
 $F_{\text{сумм}} = M_e a_e$, $M.R.F_{\text{сумм}} = 0$
 $M_e \neq 0$
 $a_e = 0$, то есть, M.R. система находится в однородном поле

одного из генераторов!



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

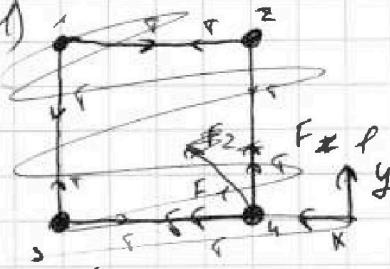
МФТИ



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

α, T, ϵ_0

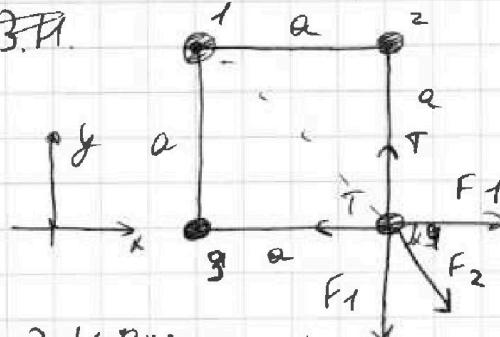
$q \rightarrow K \rightarrow$
 $d \rightarrow$



рассмотрим шар 4 (правый нижний)
от покоя (a=0)

F_1 - кулон. сила взаимод. шара
2 и 4; 3 и 4

2. Задача



F_2 - кулон. сила взаимод. шара
(1 и 4)

2. Задача

$$Ox: F_2 \cos \alpha + F_1 - T = 0 \quad \alpha = 45^\circ \quad (1234 - \text{квадрат}, 14-\text{его диаг})$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{\sqrt{2}a^2}$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{a^2}$$

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

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2a^2} \cdot \cos \alpha + \frac{k^2 q^2}{2 \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2} - T = 0$$

$$\frac{q^2(\cos \alpha + 1)}{8\pi\epsilon_0 a^2} = T \Rightarrow q = \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 a^2 T}{\cos \alpha + 2}} = \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 T}{\frac{\sqrt{2}}{2} + 2 \cdot \frac{1}{2}}} a$$

2) Задача 2: шар 2:

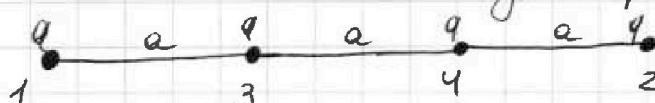
$$W_1 = W_2 + K \quad W_1 = q\varphi_2 \quad \varphi_2 - \text{потенциал шара 2 в начале}$$

$$\varphi_2 = \varphi_{12} + \varphi_{32} + \varphi_{42} \quad \varphi_{12} = \frac{kq}{a} \quad \varphi_{32} = \frac{kq}{\sqrt{2}a} \quad \varphi_{42} = \frac{kq}{a}$$

$$\varphi_2 = \frac{kq}{a} + \frac{kq}{\sqrt{2}a} + \frac{kq}{a} = \frac{kq}{\sqrt{2}a} (\sqrt{2} + 1 + \sqrt{2}) = \frac{kq(2\sqrt{2} + 1)}{\sqrt{2}a}$$

$$W_2 = q\varphi_2' \quad \varphi_2' - \text{потенциал в начале тока без тока}$$

один придав



$$\varphi_2' = \varphi_{12}' + \varphi_{32}' + \varphi_{42}'$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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:
 K, d, g
 $\mu \rightarrow S-7$

Задача 3С3:

$$K_0 + A_{TP}$$

$$F = mg \cdot L \cdot \mu$$

$$C) \Delta T = A + \Delta u$$

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

$$BT_1 = A + \frac{3}{2} R \cdot 3T_1$$

$$\begin{array}{c} 2 \\ \pm \\ 2 \end{array} \begin{array}{c} mN \\ \downarrow \\ mN \end{array} \begin{array}{c} i= \\ \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} - 1,5 \end{array}$$

отно

и

$$F \cos \alpha l = K + \mu(mg - F \sin \alpha)l$$

$$Fl = K + \mu mg l$$

$$K(1 - \cos \alpha) = K \sin \alpha$$

$$\frac{P_{HIS}}{P_{SOC-2}} = \frac{1 - \sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

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

$$Fl = K + \mu mg l$$

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

$$F \cos \alpha l = K + \mu mg l + \frac{\mu mg l - \mu F \sin \alpha l}{k - 2} (P_{HIS} - P_{SOC-2})^2 - \frac{P_{HIS} - P_{SOC-2}}{k - 2}$$

$$F \cos \alpha l = K + \mu mg l$$

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

$$1 - \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sin \alpha$$

$$1 - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$2 \sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha = 0$$

$$\sin \alpha = 0$$

$$2 \sin \alpha - 2 = 0$$

$$\sin \alpha$$

7



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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

$$f_{\text{тр}} = \mu N$$

$$N = \text{const}$$

Чертёж

$$\begin{cases} F \cos \alpha - k = K + \mu mg - F \sin \alpha \\ Fl = K + \mu m g l \end{cases}$$

$$l = \frac{K}{F - \mu mg}$$

$$\frac{F \cos \alpha - K}{F - \mu mg} = \frac{K + \mu(mg - F \sin \alpha)}{F - \mu mg}$$

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

$$FK \cos \alpha = K(F - \mu mg) + \mu mg K + \mu F \sin \alpha K - \mu FK \sin \alpha K$$

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

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

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

$$\frac{m \cdot \frac{\mu^2}{c^2} \cdot l}{m \cdot \frac{c^2}{l}}$$

$$\frac{m \cdot \frac{\mu^2}{c^2} \cdot l}{m \cdot \frac{c^2}{l}}$$

$$f = \frac{w_0}{a}$$

1,8

$$a = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$\frac{w_0^2}{a}$$

$$\frac{w_0^2}{a}$$

$$a = 10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8$$

$$a = 6 + 4 = 10 \frac{w}{c^2}$$

$$\frac{a f^2}{c^2} = \frac{2 \cdot 0,4^2}{c^2} = 0,16$$

$$A = 2BD - \frac{1}{2}PAB = 0,15 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 2,3 \cdot 1,3 \cdot 3 \cdot 2,00$$

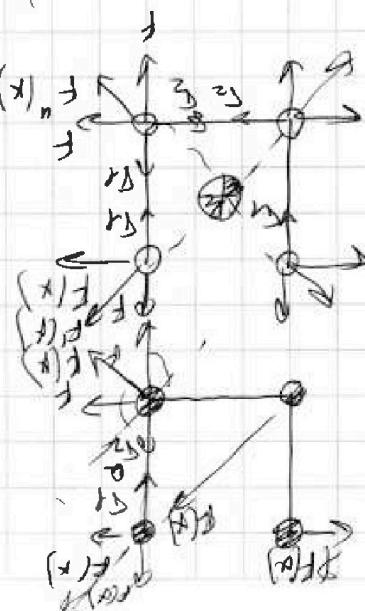
$$\frac{a f^2}{c^2} = 2 \cdot 0,4^2 = 0,16$$

$$A = C \Delta D - \frac{1}{2} PAB$$

$$CD = A + \frac{1}{2} PAB$$

$$\Delta CD = \frac{1}{2} PAB$$

300,83



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"/> |

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

 МФТИ

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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:
 $T_1 = 200\text{K}$
 $P = 8,31 \frac{\text{дюйм к}}{\text{сек}^n}$
 $\frac{C_p}{C_v}(\frac{T}{T_1})$

1) $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$ *Черновик* $PV^n = \text{const}$
 $Q_{31} = C_v \Delta T_{31}$ $\Delta U = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T_{31}$ $P = \frac{\alpha}{V^n}$

~~1) $A_{31} \rightarrow 2) 2 - ?$~~
~~3) $\frac{P}{P_1} \left(\frac{V}{V_1} \right)^n - ?$~~

$2R \Delta (T_1 - 4T_1) = A_{31} + \frac{3}{2} \Delta R (T_1 - 4T_1)$ (~~м.к.~~) $\frac{\partial}{V^n}$

$-6R \Delta T_1 = A_{31} - \frac{9}{2} \Delta R T_1$

$A_{31} = \frac{9}{2} \Delta R T_1 - 6 \Delta R T_1 = -1,5 \Delta R T_1$ $A = \int \frac{\partial V}{V^n} dV$

$|A_{31}| = 1,5 \Delta R T_1$ $P dV = -R \Delta T$
 $|A_{31}| = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 200 = 300 \cdot 8,31$

2) $Q_0 = P_1 V_1 - P_2 V_2 = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) - Q_{\text{пот}}$

$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = P_1 V_1 - P_2 V_2 = 8 \Delta R T_1 - P_2 V_2 = -3 \Delta R T_1$

$1,5 \Delta R \cdot 7T_1 \neq -0,5 \Delta R \cdot 4T_1 - 2 \Delta R \cdot 3T_1 =$

$10,5 \Delta R T_1 - 2 \Delta R T_1 - 6 \Delta R T_1 = 2,5 \Delta R T_1$

$A_{\text{пот}} = 2Q$ $A = -\Delta R T$

$P_2 V_2 - P_1 V_1$ $A_{\text{пот}} = 2Q$ $A = -\Delta R T$

$\frac{500}{80} \cdot \frac{0,5}{2} \cdot \frac{10,5}{10,5} \Delta R T_1 = 8 \Delta R T_1$

$P_1 V_1 - P_2 V_2 = 5 \frac{100}{80} \cdot \frac{2,5}{10,5} \Delta R T_1 = 1000 \cdot \frac{2,5}{10,5} \Delta R T_1$

$\frac{500}{80} \cdot \frac{2,5}{10,5} \Delta R T_1 = 168 \frac{1}{200}$

$8V_2^{n-1} = 8V_2 \frac{5}{10,5} = \frac{P_1}{V_1^n} \frac{V_1^n R T_1}{V_1} = \frac{V_2^n R T_1}{V_2}$

$8V_2^{n-1} = \frac{P_1}{V_1^n} \frac{V_1^n R T_1}{V_1} = \frac{V_2^n R T_1}{V_2}$

$\frac{P_2 + P_3}{2} (V_3 - V_2) = \frac{\alpha}{V^n} dV = \frac{2R \Delta T}{V^{n-1}} - R \Delta T$

$V_1^{n-1} = 4V_2^{n-1}$

$P_2 V_2 = 5 \Delta R T_1$
 $P_1 V_1 = 8 \Delta R T_1$
 $P_2 V_2 = 5$

$2,5 \Delta R T_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \Delta R T_1 \cdot H$

$H = \frac{5}{7} H$