



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.

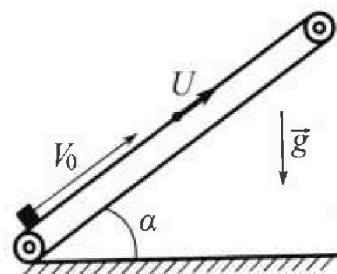
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ 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.).

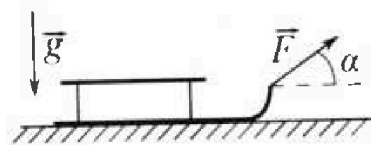
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.



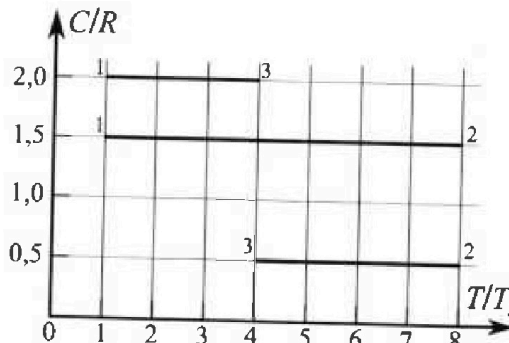
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

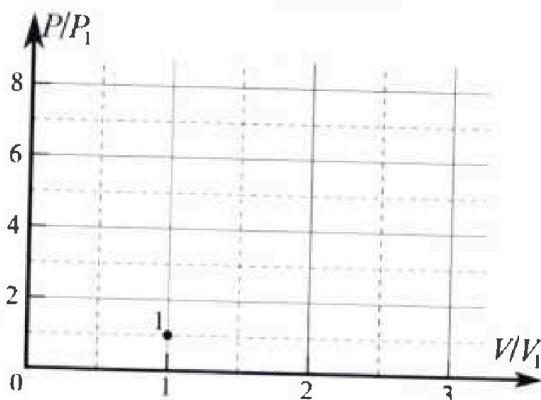
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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).

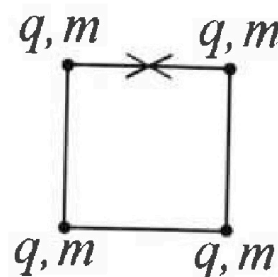


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



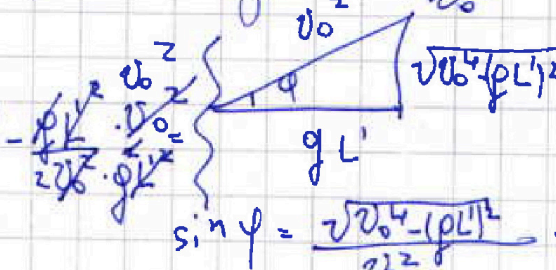
получается при H_{\max} бросок под $\cos \varphi = \frac{\rho L'}{v_0^2}$

$$H_{\max} = v_0 \sin \varphi t - \frac{\rho t^2}{2} =$$

$$= L' \tan \varphi - \frac{\rho L'^2}{2 v_0^2 \cos^2 \varphi}$$

$$= \frac{\sqrt{v_0^4 - (\rho L')^2}}{\rho} - \frac{v_0^2}{2\rho} = H_{\max}$$

$$\frac{\sqrt{v_0^4 - (\rho L')^2}}{\rho} - \frac{\rho L'^2}{2 v_0^2 \cos^2 \varphi} =$$



$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{v_0^4 - (\rho L')^2}}{v_0^2} =$$

$$\cos \varphi = \frac{\rho L'}{v_0^2}$$

$$2\sqrt{v_0^4 - (\rho L')^2} = 2H_{\max} \rho + v_0^2$$

$$4(v_0^4 - (\rho L')^2) = 4\rho^2 H^2 + v_0^4 + 4\rho H v_0^2$$

$$3v_0^4 - \rho^2 H^2 - v_0^2 \rho H = (\rho L')^2$$

$$L' = \sqrt{\frac{3v_0^4}{4\rho^2} - H^2 - \frac{v_0^2 H}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 200^4}{4 \cdot 225} - 15^2 - \frac{200^2 \cdot 15}{225}} = 15 \mu$$

$$\tan \varphi = \frac{\sqrt{v_0^4 - (\rho L')^2}}{\frac{\rho L'}{v_0^2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{v_0^4 - (\rho L')^2}}{\rho L'}$$

$$\frac{\mu^4}{c^4} - \frac{\mu \cdot \mu}{c^4}$$

Ответ: $v_0 = 200 \frac{\mu}{c}$; $L' = 15 \mu$.

$$\frac{\mu}{c^2} - \frac{\mu}{c^2}$$

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

$$\frac{\mu^2}{c^4} \cdot \mu^2$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 300 \\ \times 15 \\ \hline 4500 \\ 3000 \\ \hline 4500 \\ 2250 \\ \hline 4500 \\ 2250 \\ \hline 2250 \end{array}$$

$$300 - 85 = 225$$

$$\begin{array}{r} 336 \\ 150 \\ 150 \\ 150 \\ \hline 336 \\ 150 \\ 150 \\ 150 \\ \hline 336 \\ 150 \\ 150 \\ 150 \\ \hline 336 \\ 150 \\ 150 \\ 150 \end{array}$$

$$\frac{36}{20} \times 20$$

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. Порука QR-кода недопустима!



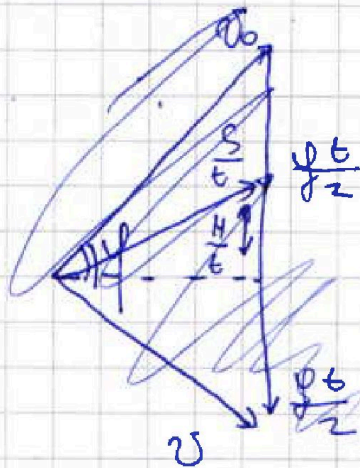
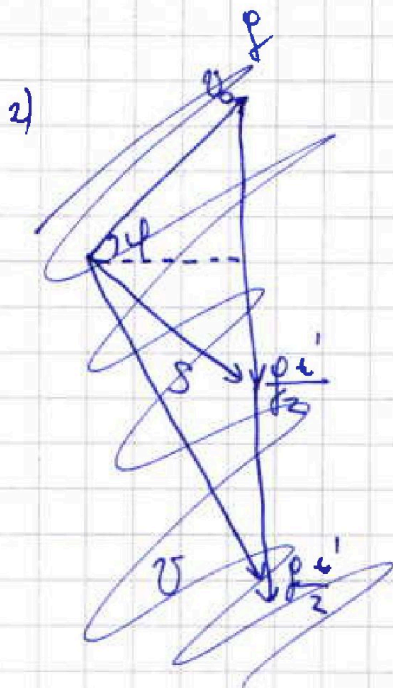
$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$



$$1) \begin{cases} v_0 \cos \alpha t = L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0^2 = \frac{Lg}{\sin 2\alpha} \Rightarrow \\ v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2} = 0 \\ t = 2v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$\cos^2 \frac{\alpha}{2} = -2 \cos \alpha = -3$$

$$L = v_0^2 \cos^2 \alpha$$

$$\begin{cases} L' = v_0 \cos \varphi \cdot t \\ H = v_0 \sin \varphi t - \frac{gt}{2} \end{cases} \quad t = \frac{L}{v_0 \cos \varphi}$$

$$\Rightarrow H = L' t \varphi - \frac{g}{2} \frac{L'^2}{v_0^2 \cos^2 \varphi}$$

$$H' \varphi = \frac{L'}{\cos^2 \varphi} + \frac{gL'^2 \cdot 2}{2v_0^2 \cos^3 \varphi} = 0 \quad \text{поиска макс } t'_{x=0}$$

$$\frac{L'}{\cos^2 \varphi} = -\frac{gL'}{v_0^2 \cos^3 \varphi} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{gL'}{2v_0^2} \quad (\varphi = \alpha)$$

$$\frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \cos \varphi + \sin^2 \varphi$$

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!

$$a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

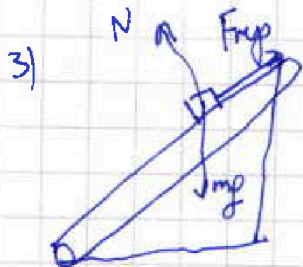
$$v = v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t = 0 - 10 - 10(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t$$

$$x = \frac{v_0 - v - \frac{v_0^2 - v^2}{2a}}$$

$$v = v_0' - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 1 \text{ с}$$

В С.О. скорость



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

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$at = u$ (Скорости транзитной точки и груза сравняются)

$$t_2 = \frac{u}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = 0,5 \text{ с}$$

$$L = L_1 + L_2 = \frac{a_1 t_1^2}{2} + \frac{a_2 t_2^2}{2} = 10 \cdot \frac{1}{4} + \frac{2}{4} = 1 \text{ м}$$

ответ: $S = 1 \text{ м}$; $t_1 = 0,5 \text{ с}$; $L = 1 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\mu; \sigma_0; \alpha$$

$$\dot{\sigma}_x:$$

$$(1) m\alpha = m\mu \sin \alpha + F_{mp}$$

$$(2) \sigma_y: N = m\mu \cos \alpha$$

$$(3) F_{mp} = \mu N$$

$$m\alpha = m\mu \sin \alpha + \mu m\mu \cos \alpha = m\mu (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

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

$$S = \sigma_0 t - \frac{\alpha t^2}{2} = 6 - 5 = 1 \text{ м}$$

$$t = \frac{\sigma_0}{\alpha} = \frac{\sigma_0}{\mu (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

~~1/2~~

$$S = \frac{\sigma_0^2}{\mu (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2} - \frac{\alpha \cdot \sigma_0^2}{2 \alpha^2}$$

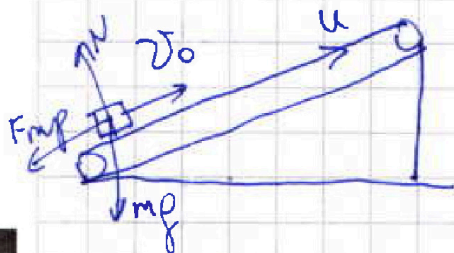
$$1) S = \sigma_0 t - \frac{\alpha t^2}{2} = \frac{\sigma_0^2}{\alpha} - \frac{\alpha \cdot \sigma_0^2}{2 \alpha^2} = \frac{\sigma_0^2}{\alpha} - \frac{\sigma_0^2}{2\alpha} = \frac{\sigma_0^2}{2\alpha} = \frac{\sigma_0^2}{2\mu (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 1 \text{ м}$$

$$2) \sigma_0 = \alpha t$$

В с.о. транзитивмер

$$v'_0 = \sigma_0 - u$$

До момента ~~1/2~~ $v = u, F_{mp} = \mu N$



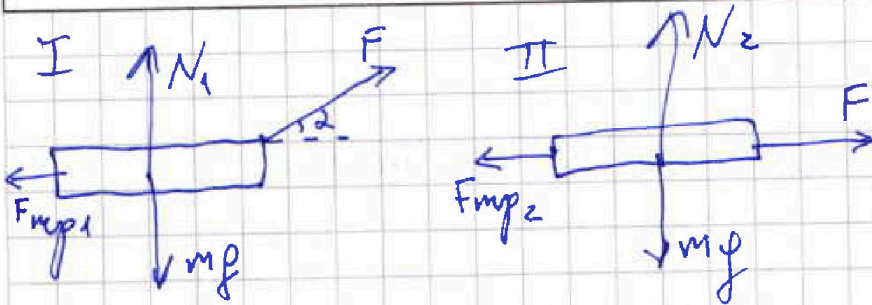
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Печать QR-кода недопустима!



~~$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$~~

$$ma_x = F \cos \alpha - \mu N_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) =$$

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

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

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

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

$$F_{\text{эф}1} = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$$

$$F_{\text{эф}2} = F - \mu mg$$

$$K_1 = K_2 = K = F \cdot S = F_{\text{эф}1} \cdot S = F_{\text{эф}2} \cdot S$$

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

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

~~$\text{ctg} \alpha = \mu$~~ $\text{ctg} \alpha = \mu$ (С учетом того что $A_{\text{уп}} = \text{отриц}$)

2) Сила $F_{\text{грав}} = \mu mg$ отталкивания

$$F_m = \mu mg \quad (A=K) \quad (3C?)$$

$$\mu mg S = K$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K}{mg \text{ctg} \alpha}$$

Ответ: $\mu = \text{ctg} \alpha$; $S = \frac{K}{mg \text{ctg} \alpha}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 & (\text{если меньше } \Rightarrow \text{подобнее}) \\ d^2 p_1 V_1 = \nu R T_3 \end{cases}$$
$$\alpha^2 = \frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow \alpha = 2$$

$$\underline{V_2 = \alpha V_1 = 2 V_1}$$

$$Q_{\text{max}} = Q_{12}$$

$$Q_{12} = \Delta u_{12} \left(A_{12} = 0 \right) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 2100 R$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_{\text{max}}} = \frac{500 R}{2100 R} = \frac{5}{21}$$

$$\text{Ответ: } A_{\text{max}} = 300 R \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{5}{21}$$

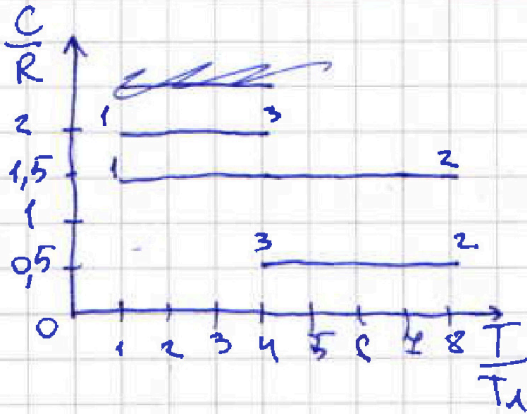
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



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

$$J = 1 \text{ мав}$$

$$i = 3$$

$$1) A_{вк} = -A_{2зг}$$

$$Q = A_2 + \Delta U = Jc \Delta t = \frac{3}{2} J R \Delta t + A_c$$

$$\frac{T_1}{T_{10}} = 1$$

$$A_2 = Jc \Delta t - \frac{3}{2} J R \Delta t$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 4$$

$$A_{вк} = \Delta t \left(\frac{3}{2} J R - Jc \right) = J \Delta t \left(\frac{3}{2} R - c \right) =$$

$$\frac{c}{R} = 2$$

$$= 1600 \left(2 - \frac{3}{2} \right) = 300 R$$

$$\Delta t = T_1 - T_3 = 200 \text{ K} - 800 \text{ K} = -600 \text{ K}$$

$$2) \eta = \frac{A_2}{Q_{2зг}}$$

$$A_2 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{3}{2} J R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} J R (T_3 - T_2) +$$

$$+ \frac{3}{2} J R (T_1 - T_3) = Q_{12} - \Delta U_{12} + Q_{23} - \Delta U_{23} + Q_{31} - \Delta U_{31} =$$

$$= Jc \Delta t_{12} + Jc \Delta t_{23} + Jc \Delta t_{31} - \frac{3}{2} J R (\Delta t_{12} + \Delta t_{23} + \Delta t_{31}) =$$

$$= C_{12} \Delta t_{12} + C_{23} \Delta t_{23} + C_{31} \Delta t_{31} - \frac{3}{2} R (\Delta t_2 + \Delta t_2 + \Delta t_{31}) =$$

$$= \Delta t_{12} \left(C_{12} - \frac{3}{2} R \right) + \Delta t_{23} \left(C_{23} - \frac{3}{2} R \right) + \Delta t_{31} \left(C_{31} - \frac{3}{2} R \right)$$

$$\frac{T_1}{T_{10}} = 1; \frac{T_3}{T_{10}} = 4; \frac{T_2}{T_{10}} = 8$$

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

$$C_{12} = 1,5 R$$

$$T_2 = 1600 \text{ K}$$

$$C_{23} = 0,5 R$$

$$T_3 = 800 \text{ K}$$

$$C_{31} = 2 R$$

$$T_1 = T_{10}; T_3 = 4 T_{10}; T_2 = 8 T_{10}$$

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!

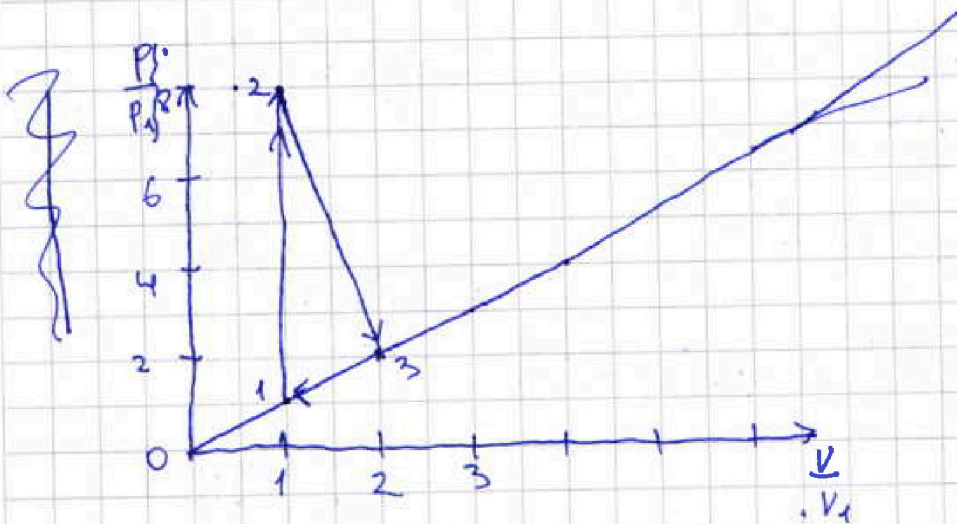
$$\Delta t_{12} = T_2 - T_1 = 1400 \text{ K}$$

$$\Delta t_{23} = T_3 - T_2 = -800 \text{ K}$$

$$\Delta t_{31} = T_1 - T_3 = -600 \text{ K}$$

$$A_2 = \cancel{1000} + 800 \frac{3}{2} R + (-600) \cdot 0,5 R = 500 R$$

$Q =$



$$C_{12} = \frac{3}{2} R = C_V - \text{const} = \text{const} \quad V_2 = V_1$$

$$p_2 V_2 = 8 p_1 V_1$$

$$\neq p \delta V + V \delta p = \delta R \delta T$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 8$$

$$C = \frac{p \delta V}{\delta T} + \frac{3}{2} R = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{p \delta V}{\delta T} = -R \delta T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -p \delta V = p \delta V + V \delta p \Rightarrow 2p \delta V = -V \delta p$$

$$\frac{2p}{p} = -\frac{V}{V}$$

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!

$$\frac{\partial V}{V} = \frac{\partial P}{P}$$

$$-2 \ln V = \ln P$$

$$V e^{-2} = P$$

$$V = P e^2 \quad \text{в процессе } 2 \rightarrow 3 \rightarrow P(V) = KV$$

$$Q = A + \Delta U = \int C \Delta \theta = A + \frac{3}{2} R \Delta t = \Rightarrow A_{23} = \frac{\Delta t (C - 3R)}{2}$$

$$= -R \Delta t_{23} = -300R = \frac{1}{2} (P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$$

$$\frac{P \partial V}{\partial T} + \frac{3R}{2} = 2R$$

$$\frac{P \partial V}{\partial T} = \frac{R}{2}$$

$$2P \partial V = P \partial V + V \partial P$$

$$P \partial V = V \partial P$$

$$\ln V_2 = \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$V = \frac{P}{2} \quad \text{в } 31$$

$$A_{31} = \int_{31} C \Delta \theta = \int_{31} C \Delta t - \frac{3}{2} R \Delta t = \int_{31} (C - \frac{3}{2} R) \Delta t = \frac{\Delta t (C - \frac{3}{2} R)}{2}$$

$$= \frac{\Delta t R}{2} = -300R = \frac{1}{2} (P_3 - P_1)(V_3 - V_1)$$

$$600R = \frac{1}{2} (2P_1 - P_1)(2V_1 - V_1) = P_1 V_1 (2 - 1)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

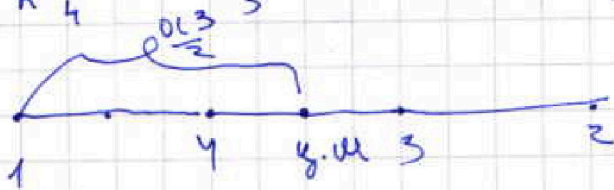
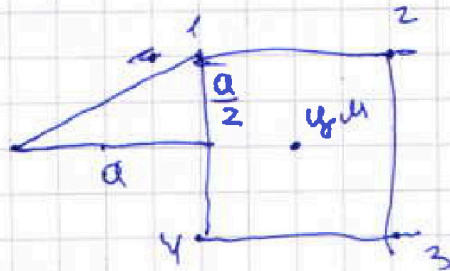
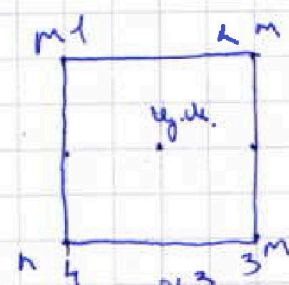
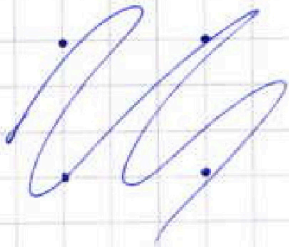
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Система замкнута центр масс неподвижен:



$$S = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} a = d$$

Ответ: $|q| = 2a \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0}{4+\sqrt{2}}} = 4a \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0}{4+\sqrt{2}}}$

$$K = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1-9\sqrt{2}}{6} \right)$$

$$S = \frac{\sqrt{5}}{2} a = d$$

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!

$$1) \begin{cases} F_{41} = F_{21} = F = \frac{k'q^2}{a^2} & (\text{По закону Кулона}) \\ F_{31} = \frac{k'q^2}{2a^2} = \frac{F}{2} \end{cases}$$

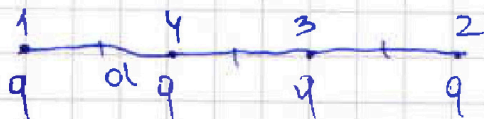
$$F + \frac{F}{2} \cdot \cos 45^\circ = T = \frac{3k'q^2}{2a^2} = \frac{k'q^2}{a^2} + \frac{k'q^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (\text{см рис.})$$

~~$$F + \frac{F}{2} \cos 45^\circ$$~~

$$4T a^2 = 4k'q^2 + \sqrt{2}k'q^2$$

$$q^2 = \frac{4T a^2}{4k' + \sqrt{2}k'} = \sqrt{q} = 20 \sqrt{\frac{T}{4k' + \sqrt{2}k'}} =$$

2)



$$= 2a \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 T}{4 + \sqrt{2}}}$$

~~$$\Delta\varphi = \Delta E (30^\circ)$$~~

~~$$\varphi_i = \frac{k'q}{a}$$~~

$$\varphi_2 = \frac{k'q}{a}$$

$$\varphi_4 = \frac{k'q}{a}$$

$$\varphi_3 = \frac{k'q}{\sqrt{2}a}$$

~~$$\varphi_{2+4} = \frac{k'q\sqrt{2}}{a}$$~~

$$\varphi_{2+4+3} = \frac{k'q\sqrt{2}}{a} + \frac{k'q}{\sqrt{2}a} = \frac{3k'q}{\sqrt{2}a} = \frac{3\sqrt{2}k'q}{2a}$$

$$\varphi_{\text{кон}} = \frac{k'q}{a} + \frac{k'q}{2a} + \frac{k'q}{3a} = \frac{6k'q + 3k'q + 2k'q}{6a} = \frac{11k'q}{6a}$$

$$\text{Для } 1 \Rightarrow K = \left| \frac{11k'q}{6a} - \frac{k'q\sqrt{2}}{a} \cdot \frac{3}{2} \right| = \frac{k'q^2}{a} \left(\frac{11 - 9\sqrt{2}}{6} \right) =$$

$$= \frac{q^2}{a} \left(\frac{11 - 9\sqrt{2}}{6} \right) \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

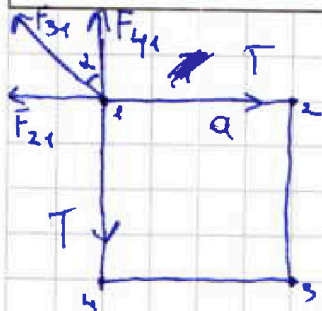
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$F_{41} = F_{21}$$

$q; m$

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

$$F_{12} = \alpha \sqrt{2}$$

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

$$1) F_{41} + F_{31} \cos \alpha = T$$

$$F_{41} = \frac{q^2}{a^2} = F_{21} = F$$

$$F_{31} = \frac{q^2}{2a^2}$$

$$F_{31} \sin \alpha + F_{21} = T$$

$$\alpha = 45^\circ \text{ (Квадрат)}$$

~~22~~

$$F_{31} \cos \alpha = T - F_{41}$$

$$F_{31} \sin \alpha = T - F_{21}$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{T - F_{21}}{T - F_{41}}$$

~~$$\tan \alpha = \frac{T - F_{21}}{T - F_{41}}$$~~

$$(T - F_{41}) \tan \alpha = T - F_{21}$$

$$T(\tan \alpha - 1) = F_{41} - F_{21} =$$

$$= F_{41} \tan \alpha - F_{21} = \frac{q^2}{2a^2}$$

$$\frac{q^2}{2a^2} = \frac{\mu}{c^2} \cdot kq^2 = H \cdot \mu = \frac{k\mu}{\mu^2}$$

~~$$\frac{1}{2} \frac{q^2}{a^2} = \frac{kq^2}{\mu^2} \Rightarrow E = \frac{kq}{\mu^2}$$~~

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!

Черновик

$$v_0 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = \sqrt{200} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 3,6 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 108 \\ \times 3,6 \\ \hline 12,96 \end{array}$$

$$L' = \sqrt{\frac{3v_0^4 - v_0^2 H^2}{4\rho^2} - H^2}$$

$$\sqrt{\frac{3v_0^4 - 4v_0^2 \rho^2 H^2}{4\rho^2} - H^2}$$

$$\sqrt{\frac{v_0^4 (3 - 4\rho^2 H^2)}{4\rho^2} - H^2}$$

$$\frac{40000}{4 \cdot 10^4 \cdot 3} = \frac{40000}{120000} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{3,6}{3,6} = 1$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ \hline 15 \\ 225 \\ \hline 14 \\ \times 14 \\ \hline 98 \\ 196 \end{array}$$

$$\frac{u^2}{c^2} = u$$

$$\frac{u}{c^2} = u$$

$$\frac{u}{c^2} = u$$

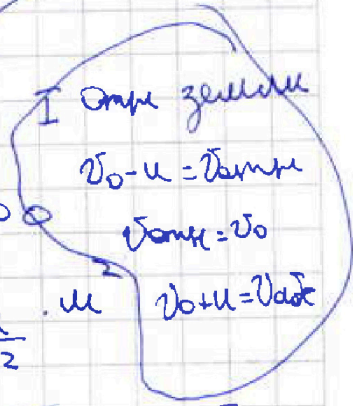
$$\frac{u}{c^2} = u$$

$$\frac{u}{c^2} = u$$

$$v = a + u$$

$$a + v = u$$

$$v_{\text{center}} = at = v + u = 0$$



$$10^2 - 20 \cdot 3,6 - 3,6^2$$

$$10 \cdot 10 - 2 \cdot 10 \cdot 3,6 - 3,6^2$$

$$2(5 \cdot 10 - 36 - \frac{3,6^2}{2})$$

$$2(14 - 6,48)$$

$$28 - 12,96$$

$$\frac{\rho^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{\rho^2} = v_0^2$$

$$28,00 - 12,96$$

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

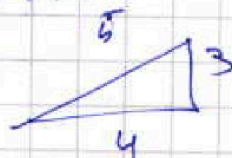
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$FS - \cancel{\mu m_f} = F \sin \alpha - \cancel{\mu m_f} + F \cos \alpha$$

$$\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

сДАт

$$Q = A + \Delta u$$



$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \quad \nu^2 P_1 V_1 = \nu R T_3$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{5}{10(0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} =$$

$$0,8$$

x

$$\frac{3R}{2}$$

$$4$$

$$0,8$$

$$\times 0,5$$

$$0,4$$

$$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$$

$$\frac{4}{10} = 0,4$$

$$FS - \mu m_f S$$

$$F_{mp} = \mu m_f - F \sin \alpha$$

$$FS - \mu m_f \neq \mu m_f$$

$$FS - \mu m_f = F \sin \alpha - \mu m_f \quad 0,6 - 0,4$$

$$F_{mp} \cdot S = F \sin \alpha - \mu m_f$$

N+

$$m_f = N_1 + F \sin \alpha$$

$$Q = A + \Delta u$$

$$2,5 \quad A = P \Delta V$$

$$N_1 = m_f - F \sin \alpha$$

$$C_{23} = \frac{R}{2}$$

$$S F \sin \alpha - \mu (m_f - F \sin \alpha)$$

c=

$$c_{DT} = P \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$C_p = C_v + R = \frac{5}{2} R + \frac{2}{2} R$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

