



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.

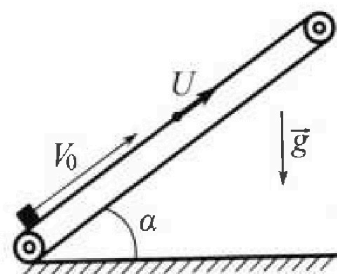
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

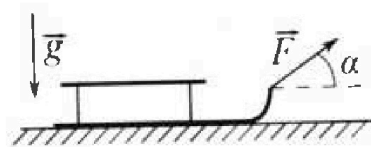
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.



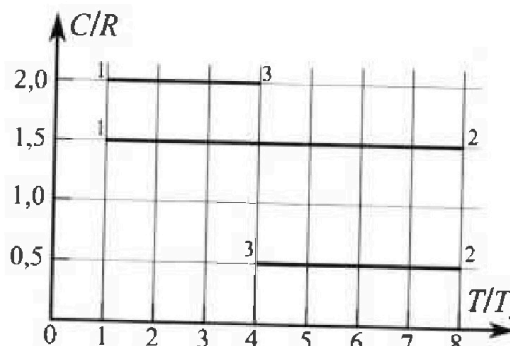
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

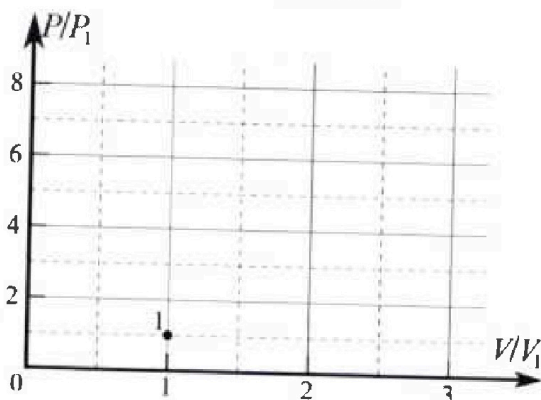
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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).

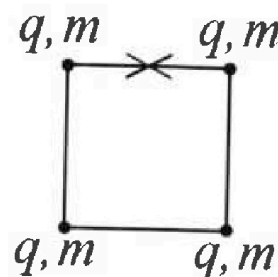


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

МФТИ

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



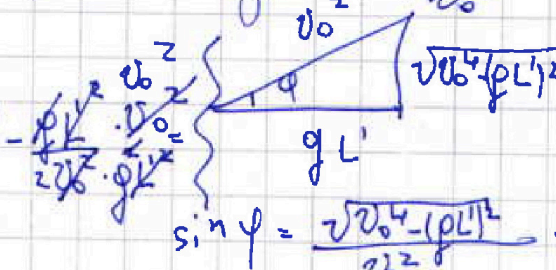
получается при H_{max} бросок под $\cos \varphi = \frac{\rho L'}{v_0^2}$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

300

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ \hline 30 \\ \times 15 \\ \hline 45 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$300 - 85 = 225$$

$$\begin{array}{r} 336 \\ \times 36 \\ \hline 2016 \\ \times 336 \\ \hline 11040 \\ \hline 12096 \end{array}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

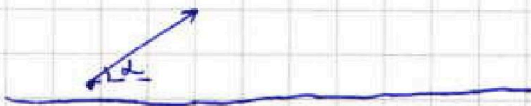
МОТИ

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



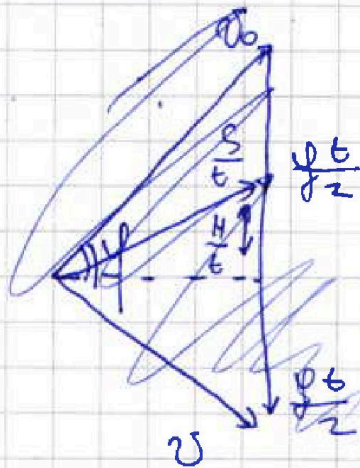
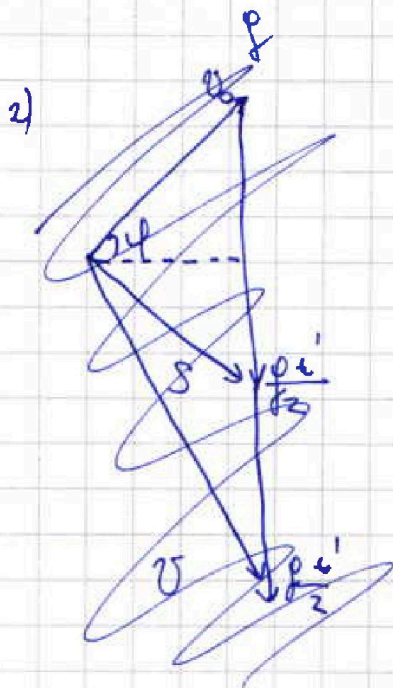
$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$



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

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



$$\cos \psi = \frac{gt}{2v} = -2 \cos \psi = -3$$

$$L = v_0 \cos \alpha t$$

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

$$\Rightarrow H = L' \tan \psi - \frac{g}{2} \frac{L'^2}{v_0^2 \cos^2 \psi}$$

$$H'_{\psi} = \frac{L'}{\cos^2 \psi} - \frac{gL'}{v_0^2 \cos^3 \psi} = 0 \quad \text{поиска макс } t'_{\psi} = 0$$

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

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

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!

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

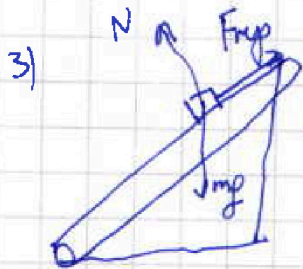
$$v = v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t = 0 - 10 - 10(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t$$

$$x = \frac{v_0 - v - \cancel{v}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

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

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2} = 1 \text{ с}$$

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)

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

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

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~~

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

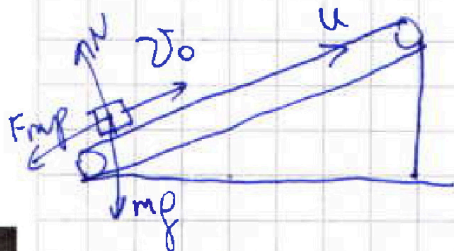
$$1) S = \sigma_0 t - \frac{\alpha t^2}{2} = \frac{\sigma_0^2}{\alpha} - \frac{\alpha \cdot \sigma_0^2}{2 \alpha^2} = \frac{\sigma_0^2}{2\alpha} = \frac{\sigma_0^2}{2\mu (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 1 \text{ м}$$

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

В С.О. трансформирем

$$\sigma_0' = \sigma_0 - u$$

До маленка ~~1/2~~ $\sigma_0 = u, F_{mp} = \mu N$



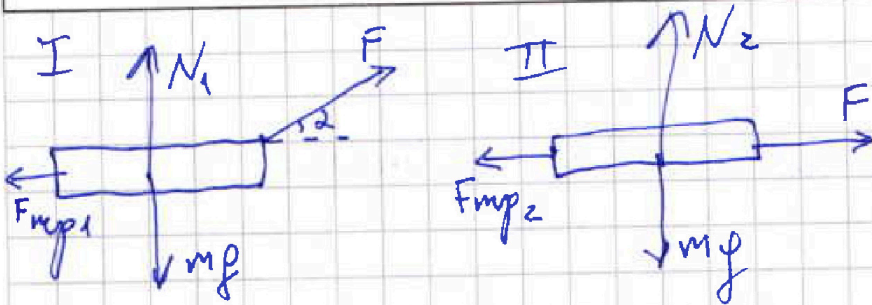
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 $F_{\text{уп}}$ в конце отрезка

$$F_{\text{уп}} = \mu mg \quad (A=K) \quad (3C?)$$

$$\mu mg S = K$$

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

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!

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (\text{если меньше } \Rightarrow \text{подобнее})$$

$$d^2 p_1 V_1 = \nu R T_3$$

$$d^2 = \frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow d = 2$$

$$V_2 = d V_1 = 2 V_1$$

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

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

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

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

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

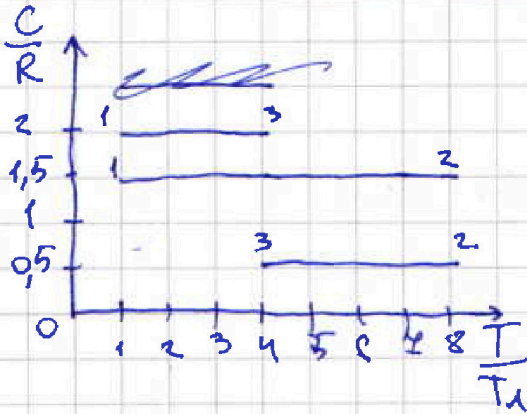
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

$$J = 1 \text{ мав}$$

$$i = 3$$

$$1) A_{вк} = -A_{раз}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$2) \eta = \frac{A_2}{Q_{раз}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$C_{31} = 2 R$$

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

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!

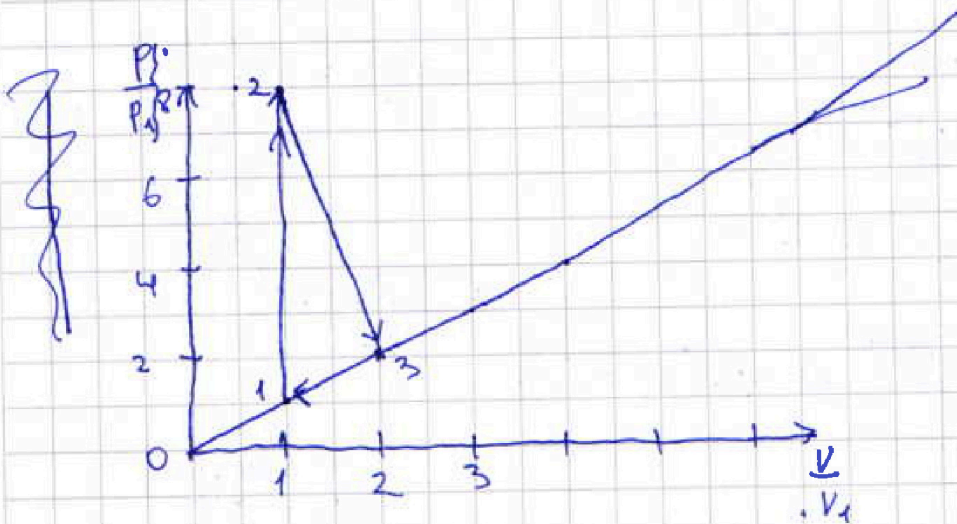
$$\Delta t_{12} = T_2 - T_1 = 1400 \text{ K}$$

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

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

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

$Q =$



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

$$p_2 V_2 = 8 p_1 V_1$$

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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

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

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

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

$$Q = A + \Delta U = \int C \Delta \theta = A + \frac{3}{2} R \Delta t \Rightarrow A_{23} = \frac{\Delta t (C \cdot 3R)}{2}$$
$$= -R \Delta t_{23} = -300R = \frac{1}{2} (P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$$

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

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

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

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

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

$$V = \frac{P}{2} \quad \text{в 31}$$

$$A_{31} = \int_{31} P \partial V = \int_{31} \frac{P}{2} \partial V = \frac{1}{2} \int_{31} P \partial V = \frac{1}{2} \int_{31} \frac{R}{2} \partial T = \frac{R}{4} \Delta T_{31} = \frac{R}{4} (T_1 - T_3)$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

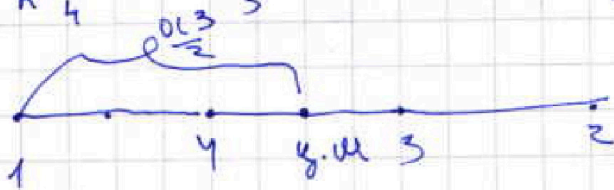
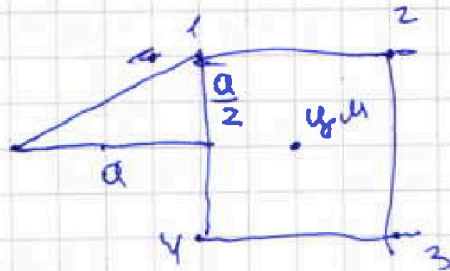
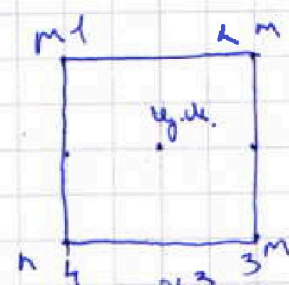
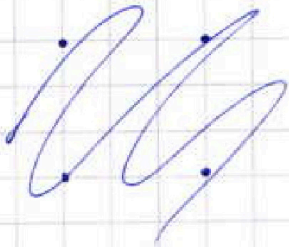
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

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

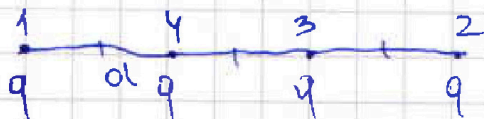
$$F + \frac{F}{2} \cdot \cos 45^\circ = T = \frac{3k'q^2}{2a^2} = \frac{k'q^2}{a^2} + \frac{k'q^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (\text{см рис.})$$

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

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

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

2)



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

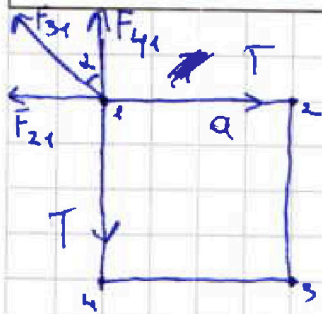
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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~~

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{200}{200}$$

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

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

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

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

$$28 - 12,96$$

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

$$28,00 - 12,96$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 3,6 \\ \hline 18 \\ 108 \\ \hline 108 \\ 12,96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ \hline 15 \\ 225 \\ \hline 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 196 \end{array}$$

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

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

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

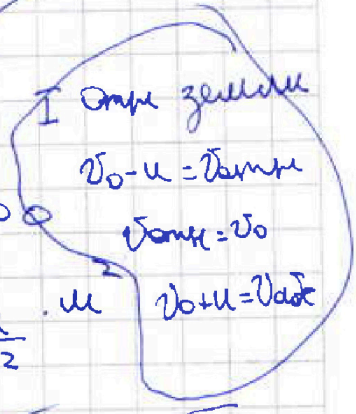
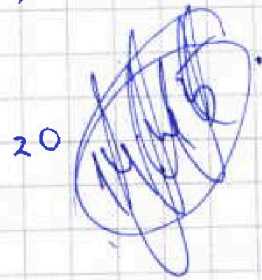
$$\frac{u}{c^2} \cdot \frac{u^2}{c^2}$$

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

$$v = a + u$$

$$a + v + u$$

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



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

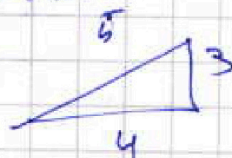
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

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

$$4$$

$$0,8$$

$$\times 0,5$$

$$0,4$$

$$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$$

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

$$FS - \mu m_f S$$

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

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

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

$$F m_f \cdot S = F \sin \alpha - \mu m_f$$

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=

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

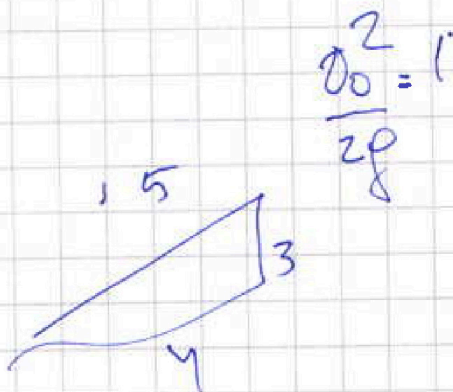
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Черновик.

5
1
2



18. $\frac{5}{4} - \frac{1}{4}$ 0,3
0,4



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!

