

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.

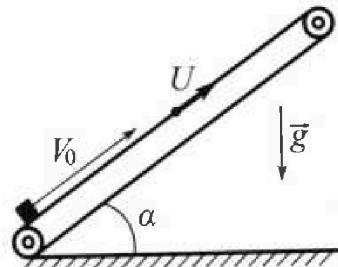
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.

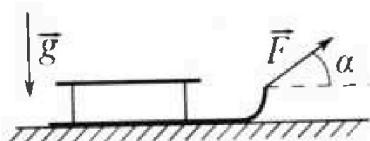
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

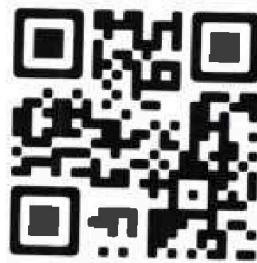
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.





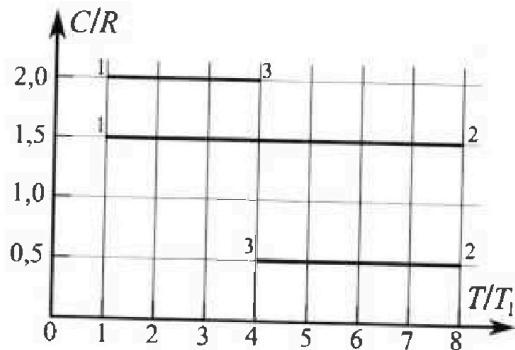
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**



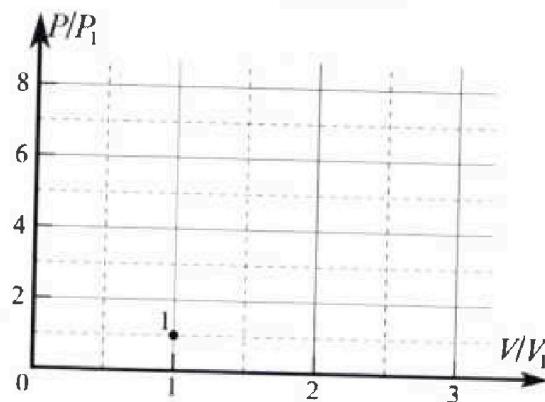
Вариант 10-02

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 $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$.

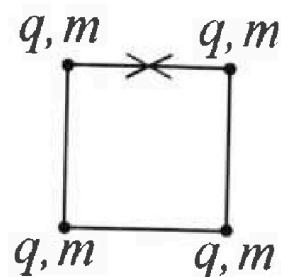


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

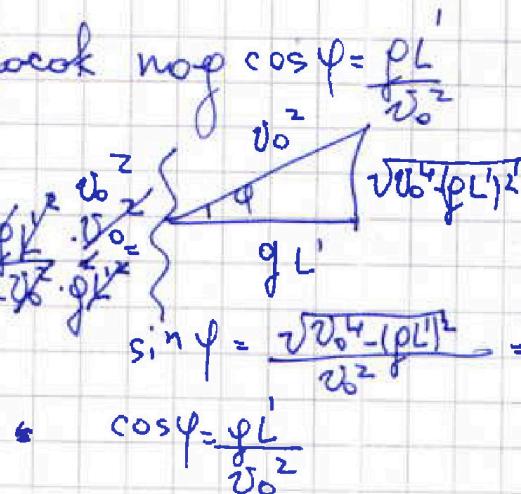
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

наличдается при H_{\max} Бросок под $\cos \varphi = \frac{\rho L'}{V_0^2}$

$$H_{\max} = V_0 \sin \varphi t - \frac{\rho t^2}{2g}$$

$$= L' + \rho \varphi - \frac{\rho L'^2}{2V_0^2} \cos^2 \varphi = \frac{\sqrt{V_0^4 - (\rho L')^2}}{g} - \frac{\rho L'^2}{2V_0^2} \cdot \frac{V_0^2}{g}$$

$$= \frac{\sqrt{V_0^4 - (\rho L')^2}}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = H_{\max}$$



$$2\sqrt{V_0^4 - (\rho L')^2} = 2H_{\max} \varphi + V_0^2$$

$$4(V_0^4 - (\rho L')^2) = 4\rho^2 H^2 + V_0^4 + 4\rho H V_0^2$$

~~$$\frac{3}{4}V_0^4 - \rho^2 H^2 - V_0^2 \rho H = (\rho L')^2$$~~

$$L' = \sqrt{\frac{3}{4} \frac{V_0^4}{\rho^2} - H^2 - \frac{V_0^2 H}{\rho}} = \sqrt{1225} \text{ м} = 15 \text{ м}$$

$$\tan \varphi = \frac{\sqrt{V_0^4 - (\rho L')^2}}{\rho L'} = \frac{\sqrt{V_0^4 - (\rho L')^2}}{\frac{V_0^2}{2g}} = \frac{2g}{\rho L'}$$

~~$$\frac{m^4}{c^2} - \frac{m \cdot m}{c^2}$$~~

Ответ: $V_0 = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $L' = \cancel{15 \text{ м}} = 15 \text{ м}$.

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

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

$$\begin{array}{r} 2 \\ 300 \\ \times 15 \\ \hline 15 \\ 25 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\therefore 300 - 225 = 75$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 36 \\ \times 5 \\ \hline 18 \\ 25 \\ \hline 180 \\ 100 \\ \hline 80 \\ 25 \\ \hline 520 \end{array}$$

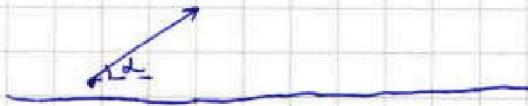
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

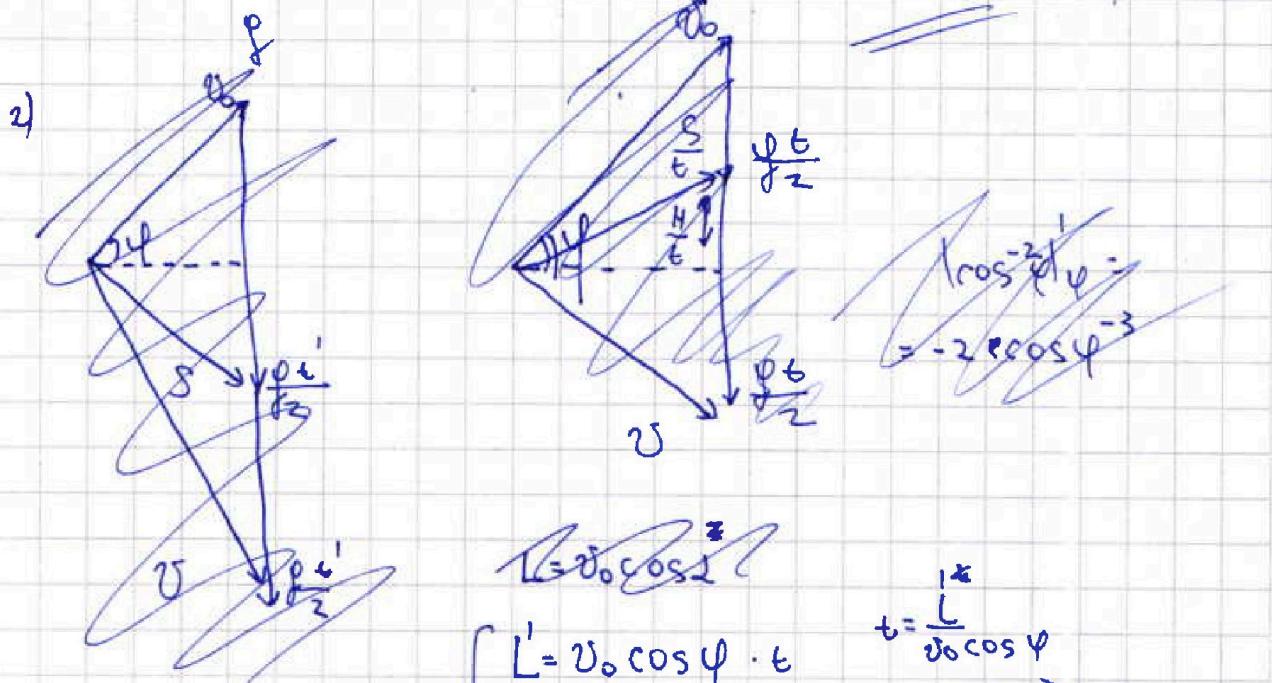
МФТИ

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



$$L = 45^\circ$$
$$L = 20 \text{ м}$$

$$\begin{aligned} 1) \quad & \left\{ \begin{array}{l} v_0 \cos 2\alpha t = L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0^2 = \frac{L g}{\sin 2\alpha} \Rightarrow \\ v_0 \sin \alpha - gt = 0 \end{array} \right. \\ & t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \end{aligned}$$
$$v_0 = \sqrt{\frac{L g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$\begin{aligned} \cos^2 \psi &= \\ &= -2 \cos \alpha \sin \alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & L = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ & H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned}$$

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

$$H' \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} + \frac{g L^2 \cdot 2}{2 v_0^2 \cos^3 \alpha} = 0 \quad (\text{найдем } \max_{\alpha=0})$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = - \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^3 \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{g L}{2 v_0^2} \quad (g = 10)$$



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!

$$a_x = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$v = v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t = 25 - 10(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)t$$

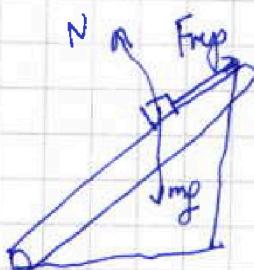
$$t = \frac{25 - v}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

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

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 0.5 \text{ с}$$

В. С. о. горки

3)



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

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 2 \frac{m}{s^2}$$

$a_1 = u$ (Скорости транспортера и
обруса сравняются)

$$t_2 = \frac{u}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = 0.5 \text{ с}$$

$$L = L_1 * L_2 = \cancel{2 \times 0.5} = \frac{a_1 t_1^2 + a_2 t_2^2}{2} = 10 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = 1 \text{ м}$$

отвек: $S = \cancel{1 \text{ м}}; t_1 = 0.5 \text{ с}, L = 1 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

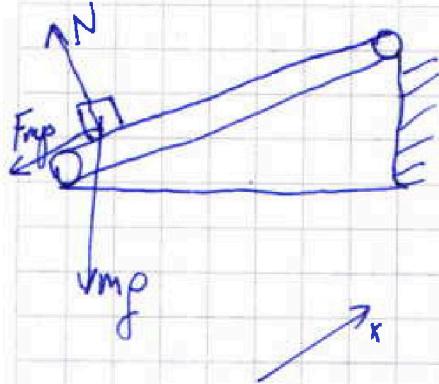
5

6

7

МФТИ

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



$$\mu; \theta_0; \alpha$$

$$j_x:$$

$$(1) ma = mgs \sin \alpha + F_{fmp}$$

$$(2) j_y : N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$S = v_0 t - \frac{\alpha t^2}{2} = 6 - 5 = 1 \text{ м}$$

$$t = \frac{v_0}{\alpha} = \frac{v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

83

$$S = \frac{v_0^2}{2(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} - \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{v_0^2}{\alpha^2}$$

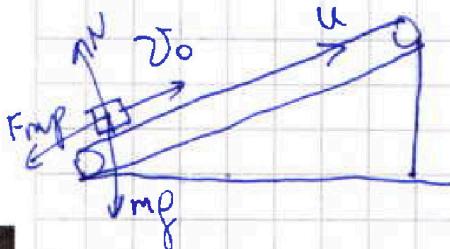
$$S = v_0 t - \frac{\alpha t^2}{2} = \frac{v_0^2}{\alpha} - \frac{\alpha \cdot v_0^2}{2 \alpha^2} = \frac{v_0^2}{2 \alpha} = \frac{v_0^2}{2 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{v_0^2}{2 g} = \frac{v_0^2}{2 \cdot 9.81} = 0.5 \text{ м}$$

2) ~~v = v_0 - \alpha t~~

В С.О. транспортёр

$$V = v_0 - \alpha t$$

Do machine ~~v = v_0 - \alpha t~~ $V = U$, $F_{fmp} = \mu N$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

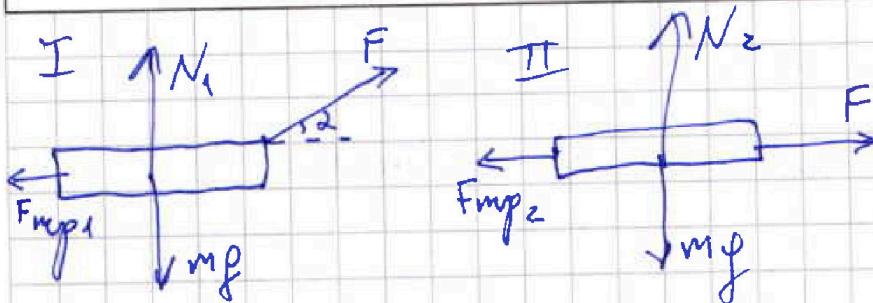
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$mg \quad \begin{cases} N_1 = mg - F \sin 2 \\ \end{cases}$$

$$\begin{aligned} ma_1 &= F \cos 2 - \mu N_1 = F \cos 2 - \mu (mg - F \sin 2) = \\ &= F (\cos 2 + \mu \sin 2) - \mu mg \end{aligned}$$

$$\alpha_1 = \frac{F (\cos 2 + \mu \sin 2) - \mu mg}{m}$$

~~\propto~~ $\propto \frac{mg}{2}$ ~~$\propto \frac{mg}{2}$~~ $K = \frac{mg}{2}$

$$F_{\text{зап}1} = F (\cos 2 + \mu \sin 2) - \mu mg$$

$$F_{\text{зап}2} = F - \mu mg$$

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

$$F (\cos 2 + \mu \sin 2) - \mu mg = F - \mu mg / S$$

$$\cos 2 = -\mu \sin 2$$

~~$c_{\text{зап}2} = \mu$~~ $c_{\text{зап}2} = \mu$ (С учётом того что $A_{\text{зап}} = A_{\text{зап}2}$)

2) Сила F_m наше отпускаем

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

$$\mu mg S = K$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K}{mg c_{\text{зап}2}}$$

$$\text{Ответ: } \mu = c_{\text{зап}2}; \quad S = \frac{K}{mg c_{\text{зап}2}}$$



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 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!

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \text{const} T_1 \\ \alpha^2 P_1 V_1 = \text{const} T_3 \end{cases} \quad (\text{если } \alpha^3 = 4 \Rightarrow \text{правильное.})$$

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

$$V_2 = \alpha V_1 = 2 V_1$$

$$Q_{\text{наг}} = Q_{12} \cancel{\approx 0}$$

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

$$h = \frac{A_2}{Q_{\text{наг}}} = \frac{500 \text{R}}{2100 \text{R}} = \frac{5}{21}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

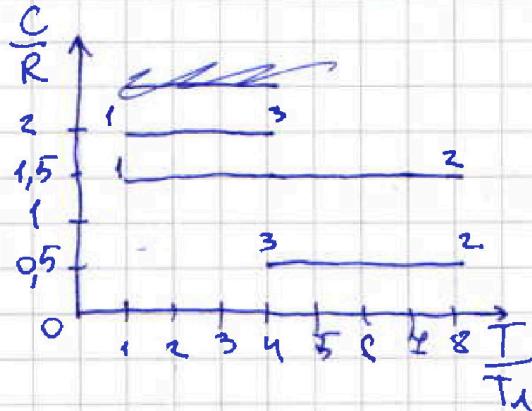
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



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

$$\beta = 1 \text{ меш}$$

$$\alpha = 3$$

$$1) \Delta u_{12} = -A_{212} \cdot I$$

$$\cancel{Q = A_2 + \Delta u} = \beta C \Delta t =$$

$$= \frac{3}{2} \beta R \Delta t + A_2$$

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

$$T_{10}$$

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

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

$$A_2 = \beta C \Delta t - \frac{3}{2} \beta R \Delta t$$

$$\Delta u_{12} = \alpha t \left(\frac{3}{2} \beta R - \beta C \right) = \alpha t \left(\frac{3}{2} R - C \right) =$$

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

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

$$2) \eta = \frac{A_2}{Q_{\text{раз}}}$$

$$A_2 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} \cancel{\left(\frac{3}{2} \beta R (T_2 - T_1) \right)} + Q_{23} \cancel{\left(-\frac{3}{2} \beta R (T_3 - T_2) \right)} +$$

$$+ Q_{31} \cancel{\left(\frac{3}{2} \beta R (T_1 - T_3) \right)} = Q_{12} - \Delta u_{12} + Q_{23} - \Delta u_{23} + Q_{31} - \Delta u_{31} =$$

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

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

$$= \Delta t_{12} \left(C_{12} - \frac{3}{2} R \right) + \Delta t_{23} \left(C_{23} - \cancel{0.5} \frac{3}{2} R \right) + \Delta t_{31} \left(C_{31} - \frac{3}{2} R \right)$$

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

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

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

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

$$C_{12} = 1.5 R$$

$$C_{23} = 0.5 R$$

$$C_{31} = 2 R$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

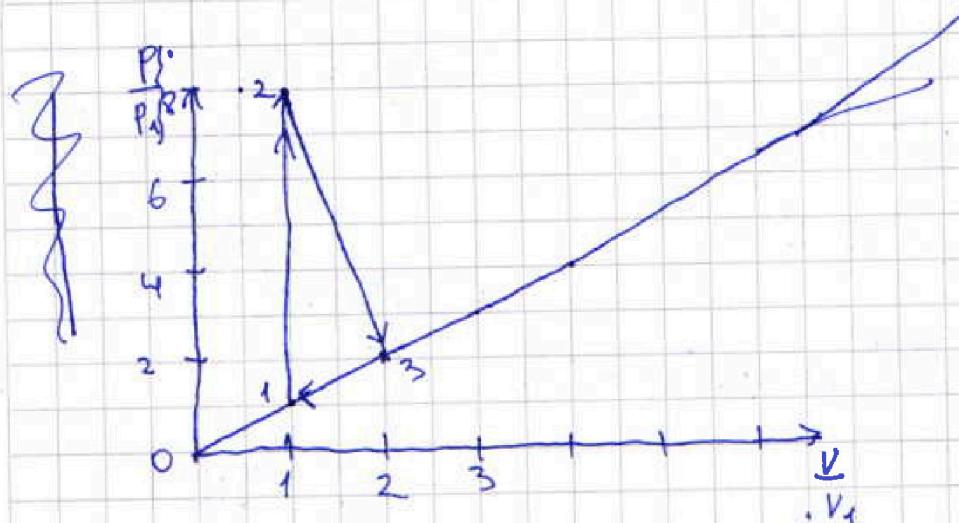
$$\Delta t_{12} = T_2 - T_1 = 1400 \text{ K}$$

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

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

$$A_2 = 1668 + 800 \frac{1}{2} R + (-600 \cdot 0,5 R) = 500 R$$

$$Q =$$



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

$$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$$

$$P dV + V dP = \partial R + T$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 8$$

$$C = \frac{P dV}{\partial T} + \frac{3}{2} R = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{P dV}{T} = -R dT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -P dV = P dT + V dP + V dP \Rightarrow 2P + V = -V dP$$

$$\frac{dP}{dV} = \frac{2P + V}{V}$$

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!

$$\frac{3 \Delta V}{V} = \frac{\Delta P}{P}$$

$$-2 \ln V = \ln \beta$$

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

$$V = P e^2 \quad \text{в процессе 2-3} \Rightarrow P(V) = kV$$

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

~~$$-R \delta t_{23} = 800 R = \frac{1}{2} (P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$$~~

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

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

$$2P \Delta V = P \Delta T + V \Delta P$$

$$P \Delta V = V \Delta P$$

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

$$V = kP - 831$$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = \Delta C \delta T - \frac{3}{2} \Delta R \delta t = \Delta t (C - \frac{3}{2} R) =$$

~~$$\frac{4t}{2} R = -300 R = \frac{1}{2} (P_3 - P_1)(V_3 - V_1)$$~~
$$600 R = (2P_1 - P_3)(\Delta V_3 - V_1) = P_1 V_1 (2 - 1)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

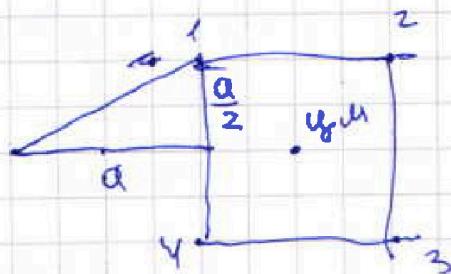
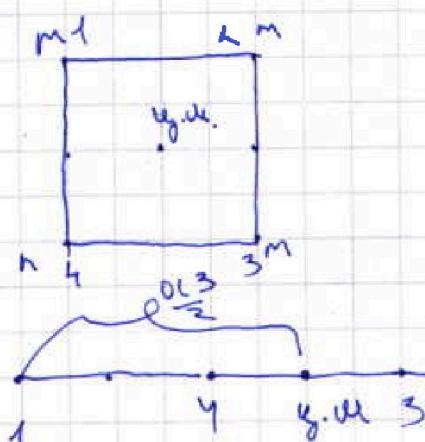
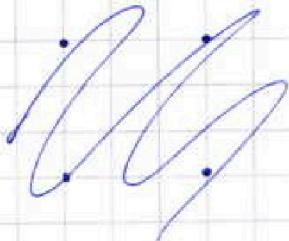
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Системой замкнутых цепей масс неподвижны:



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

$$\text{Ответ: } |q_1| = 2a \sqrt{\frac{14\pi G}{4+2\sqrt{2}}} = 4a \sqrt{\frac{7\pi G}{4+2\sqrt{2}}}$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

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

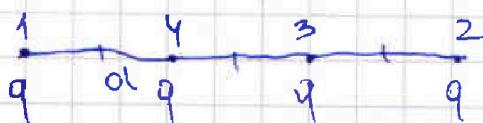
$$F + \frac{F \cdot \cos 2}{2} = T = \frac{3k'q^2}{2a^2} = \frac{k'q^2}{a^2} + \frac{k'q^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{4} \quad (\text{см рис.})$$

~~$F + \frac{F \cdot \cos 2}{2}$~~

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

$0\dot{r}^2 = \frac{4T a^2}{4k' + \sqrt{2} k'} \Rightarrow q = 20 \sqrt{\frac{T}{4k' + \sqrt{2} k'}} =$

2)



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

~~$\Delta\phi = \Delta E \quad (3C)$~~

~~$\Phi_1 = \frac{k'q}{a}$~~

$\Phi_2 = \frac{k'q}{a}$

$\Phi_4 = \frac{k'q}{a}$

$\Phi_3 = \frac{k'q}{\sqrt{2}a}$

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

$\Phi_2 + \Phi_4 + \Phi_3 = \frac{k'q\sqrt{2}}{a} + \frac{k'q}{\sqrt{2}a} = \frac{3k'q}{\sqrt{2}a} = \frac{3\sqrt{2}k'q}{2a}$

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

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

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

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

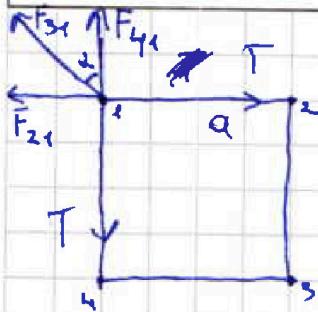
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



$$q; m$$
$$F = \frac{q^2}{\alpha^2}$$
$$F_{12} = \alpha \sqrt{2}$$

$$k = \frac{1}{4\sqrt{2}\alpha}$$

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

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

$$F_{41} = \frac{q^2}{\alpha^2} = F_{21} = f$$

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

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

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

???

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

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

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

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

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

$$\frac{q^2}{\alpha^2} = \frac{M}{c^2} \cdot kL = H \cdot M = \frac{Kw}{M \cdot c^2}$$

$$\frac{Kw}{M} = \frac{Kw}{c^2} = E \Rightarrow \frac{E}{c^2} = \frac{Kw}{M}$$

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!

$$U_0 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = \sqrt{200} \text{ м/c}$$

Черновик

$$L = \sqrt{\frac{3U_0^4 - D_0^2 H}{4\rho^2}} = \sqrt{\frac{3U_0^4 - 4U_0^2 H^2}{4\rho^2}}$$

~~$$\cancel{L = \sqrt{\frac{3U_0^4 - 4U_0^2 H^2}{4\rho^2}}}$$~~

~~$$\cancel{L = \sqrt{\frac{3U_0^4 (3 - 4\rho H)}{4\rho^2}}}$$~~

~~$$4600000$$~~

~~$$\frac{4 \cdot 10 \cdot 3}{4 \cdot 50}$$~~

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

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

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

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

$$28 - 12,86$$

$$\frac{pk}{2U_0^2} \cdot \frac{U_0}{\rho^2 k^2}$$

$$- 28,00$$

$$- 12,86$$

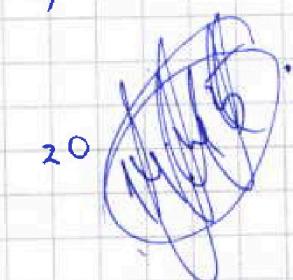
$$\frac{3,6}{3,6}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ 225 \\ \hline 225 \\ 14 \\ \times 14 \\ \hline 96 \\ 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \\ 196 \\ \hline 0 \end{array}$$

20



$$\frac{u}{c^2} \text{ м/c}$$

$$\begin{array}{r} 200 \\ \times 200 \\ \hline 40000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} u \\ c^2 \cdot \text{м/c} \\ \hline u \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{I Ось земли} \\ U_0 - u = \text{Земля} \\ U_{\text{зем}} = U_0 \\ u + U = U_0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} u \\ c^2 \cdot \text{м/c} \\ \hline u \end{array}$$

$$u = a + -u$$

$$a = u + u$$

$$U_{\text{зем}} = a + -u = 0$$



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

МФТИ

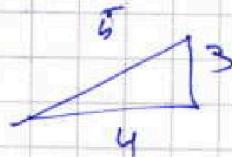
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$FS - \mu m_f = F \sin 2 - \mu m_f + F \cos 2$$

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

CDAT

$$Q = A + \Delta U$$



$$P_1 V_1 = \text{J} R T_1$$

$$P_2 V_2 = \text{J} R T_2$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{1}{3}$$

$$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$$

$$= \frac{7}{10} = 0,7$$

$$FS - \mu m_f S$$

$$\cos 2 = \frac{4}{5} \quad L^2 P_1 V_1 = \text{J} R T_3$$

$$\begin{aligned} &0,8 \\ &4 \\ &0,8 \\ &x 0,5 \\ &0,4 \end{aligned}$$

$$F_{\text{mp}} = \mu m_f - F \sin 2$$

$$FS - \mu m_f \bar{F} \mu m_f$$

$$FS - \mu m_f = F \sin 2 - \mu m_f \quad 0,6 - 0,4 \quad F_{\text{mp}} \cdot S = F \sin 2 - \mu m_f$$

N+

$$Q = A + \Delta U$$

$$z, 5 \quad A = \rho \sigma V$$

$$m_g = N_1 + F \sin 2$$

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

$$N_1 = m_f - F_s \cdot n_2$$

$$SF \sin 2 - \mu (m_f - F \sin 2)$$

C:

$$CDT = PdV + \frac{3}{2} \text{J} R dT$$

$$C_p = C_V + R = \frac{5}{2} R + \frac{3}{2} R$$

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

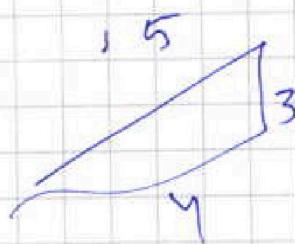
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновик.

5

1
2

$$\frac{\rho_0^2}{2\rho} = 1$$



$$16 \cdot \frac{5}{4} - \frac{1}{4} = 0,3$$

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

МФТИ

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