



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.

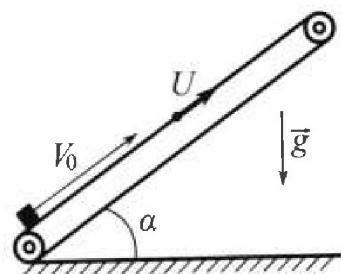
Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

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.).

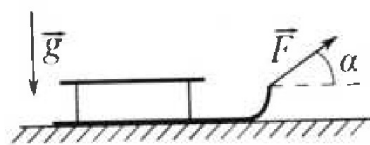
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.



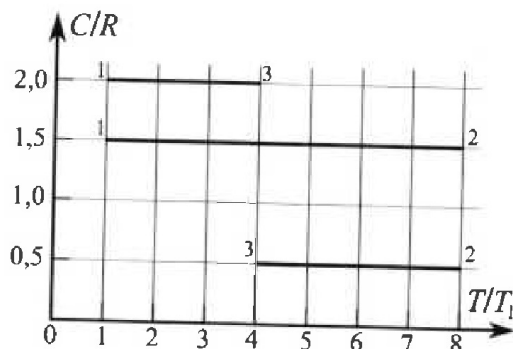
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

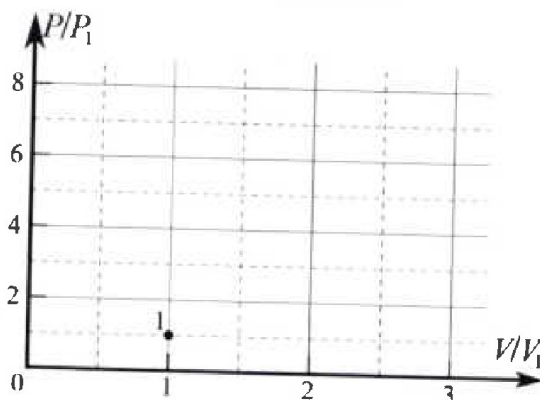
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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).

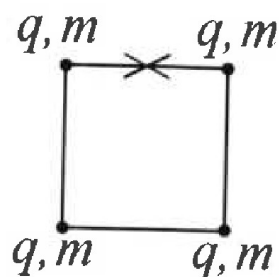


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 $\cos \varphi = \frac{pL'}{v_0^2}$

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

$$= L' t \varphi - \frac{g L'^2}{2 v_0^2 \cos^2 \varphi} = \frac{\sqrt{v_0^4 - (pL')^2}}{g} - \frac{pL' \cdot v_0^2}{2 v_0^2 \cdot g L'} = g L'$$

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

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

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

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

$$4(v_0^4 - (pL')^2) = 4g^2 H_{\max}^2 + v_0^4 + 4gH_{\max} v_0^2$$

$$3v_0^4 - g^2 H_{\max}^2 - v_0^2 g H_{\max} = (pL')^2$$

$$L' = \sqrt{\frac{3}{4} \frac{v_0^4}{g^2} - H_{\max}^2 - \frac{v_0^2 H_{\max}}{g}} = \sqrt{225} \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $L' = 15 \text{ м}$.

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

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

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

300

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

$$300 - 85 = 225$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 36 \\ \hline 108 \\ 1260 \\ \hline 1080 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 20 \\ \hline 720 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

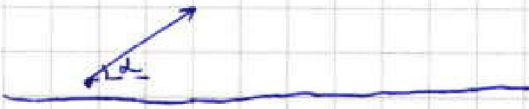
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

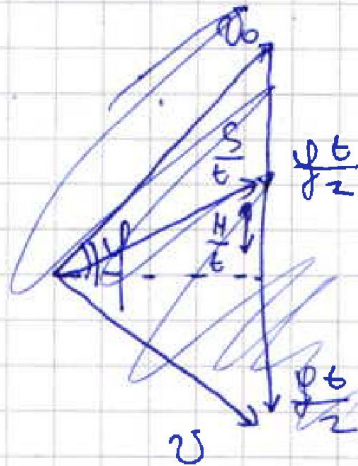
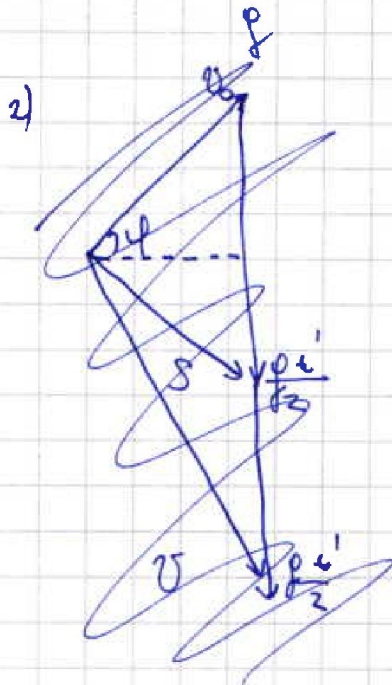
$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$



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

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



$$\cos^{-1} \frac{v'}{v} =$$

$$= -2\alpha \cos \alpha = -3$$

$$v = v_0 \cos \alpha$$

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

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

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

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

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!

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

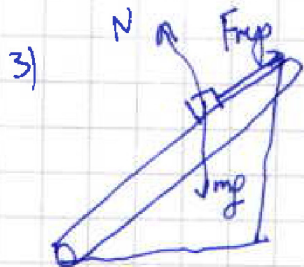
$$v = v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t = 0 - 10 - 10 \sin \alpha + \mu \cos \alpha t$$

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

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

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

В С.О. вверх



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

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

$at = u$ (Скорости транзитерного и
бруда 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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$\mu; 0; 2$

$\dot{O}_x$:

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

(2) $O_y: N = mgcos\alpha$

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

$m\alpha = mgsin\alpha + \mu mgcos\alpha = mg(sin\alpha + \mu cos\alpha)$

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

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

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

~~8/8~~

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

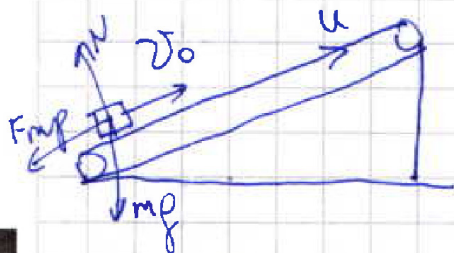
~~$H = v_0 t - \frac{a t^2}{2} = \frac{v_0^2}{\alpha} - \frac{a \cdot \frac{v_0^2}{\alpha^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2\alpha} = \frac{v_0^2}{2g(sin\alpha + \mu cos\alpha)} = 1.8 \text{ м}$~~

2) ~~$v = v_0 - at$~~

В С.О. трансформер

$v'_0 = v_0 - u$

До момента ~~$v = v_0 - at$~~ $v = u, F_{mp} = \mu N$



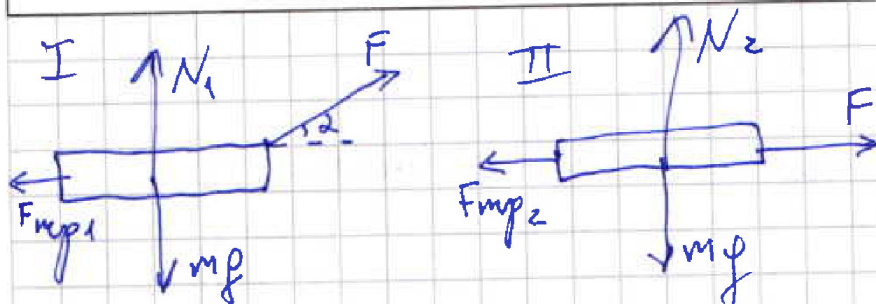
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



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

$$\begin{cases} m a_1 = F \cos \alpha - \mu N_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = \\ = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg \end{cases}$$

~~$$a_1 = \frac{F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg}{m}$$~~

~~$$K = \frac{m v_1^2}{2}$$~~ ~~$$K = \frac{m v_2^2}{2}$$~~

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

$$F_{\text{зф}2} = F - \mu mg$$

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

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

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

~~$$\sin \alpha = \mu$$~~
$$\sin \alpha = \mu$$
 (С учетом того что $\sin \alpha > 0$)

2) Сила $F_{\text{грав}} = mg$ направлена вертикально вниз

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

$$\mu mg S = K$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K}{mg \sin \alpha}$$

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



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!

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ \alpha^2 p_1 V_1 = \nu R T_3 \end{cases} \quad (\text{если линейно} \Rightarrow \text{подобие})$$

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

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

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

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

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

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

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

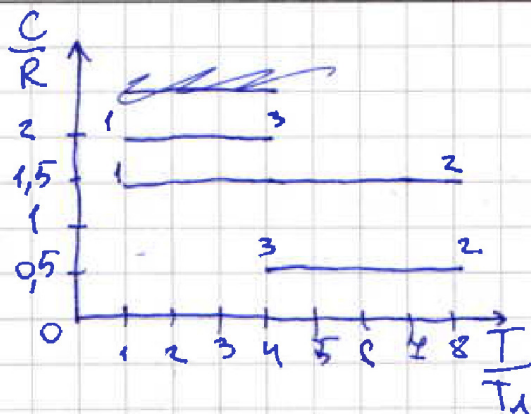
$$\eta = \frac{5}{21}$$

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. Печата QR-кода недопустима!



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

$$J = 1 \text{ мдж}$$

$$i = 3$$

$$1) A_{вн} = -A_{2вз}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$2) \eta = \frac{A_2}{Q_{вн}}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} - \frac{3}{2} J R (T_2 - T_1) + Q_{23} - \frac{3}{2} J R (T_3 - T_2) + \\ &+ Q_{31} - \frac{3}{2} J R (T_1 - T_3) = Q_{12} - \Delta u_{12} + Q_{23} - \Delta u_{23} + Q_{31} - \Delta u_{31} = \\ &= Jc_{12} \Delta t_{12} + Jc_{23} \Delta t_{23} + Jc_{31} \Delta t_{31} - \frac{3}{2} J R (\Delta t_{12} + \Delta t_{23} + \Delta t_{31}) = \\ &= C_{12} \Delta t_{12} + C_{23} \Delta t_{23} + C_{31} \Delta t_{31} - \frac{3}{2} R (\Delta t_2 + \Delta t_2 + \Delta t_{31}) = \\ &= \Delta t_{12} \left(C_{12} - \frac{3}{2} R \right) + \Delta t_{23} \left(C_{23} - \frac{3}{2} R \right) + \Delta t_{31} \left(C_{31} - \frac{3}{2} R \right) \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

$$C_{12} = 1.5 R$$

$$C_{23} = 0.5 R$$

$$C_{31} = 2 R$$

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!

МФТИ

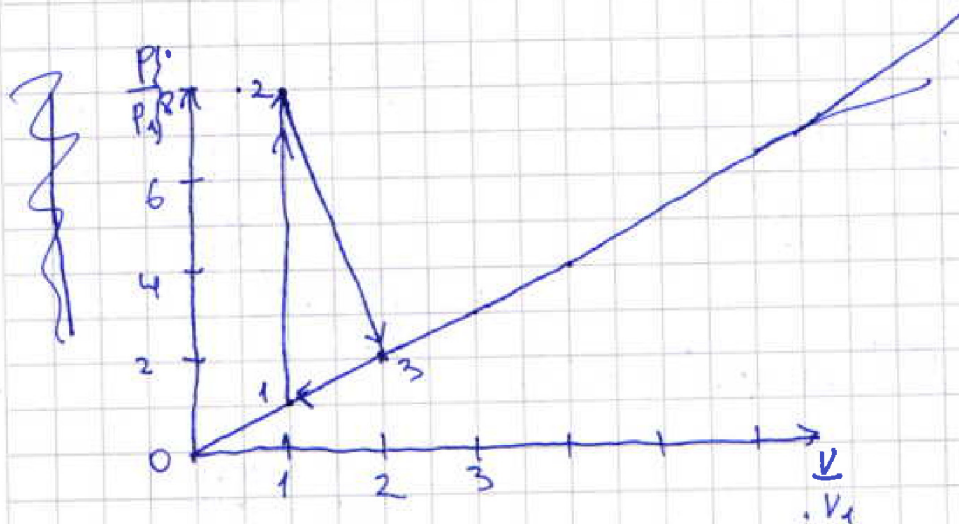
$$\Delta t_{12} = T_2 - T_1 = 1400 \text{ K}$$

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

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

$$A_2 = \cancel{1400} + 800 \frac{1}{2} R + (-600) \cdot 0,5 R = 500 R$$

$$Q =$$



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

$$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$$

$$\neq P dV + V dP = 2R dT$$

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

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

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

$$\frac{2P}{P} = -\frac{V}{dV}$$

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!

$$\frac{3dV}{V} = \frac{dP}{P}$$

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

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

$$V = P e^2 \quad \text{в процессе 23} \rightarrow P(V) = KV$$

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

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

$$\frac{P dV}{dT} + \frac{3R}{2} = 2R$$

$$\frac{P dV}{dT} = \frac{R}{2}$$

$$2P dV = P dT + V dP$$

$$P dV = V dP$$

$$\ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$V \propto P \quad \text{в 31}$$

$$A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = \int C d\theta - \frac{3}{2} R \Delta t = \int C d\theta - \frac{3}{2} R \Delta t = \frac{\Delta t}{2} (C - 3R) =$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

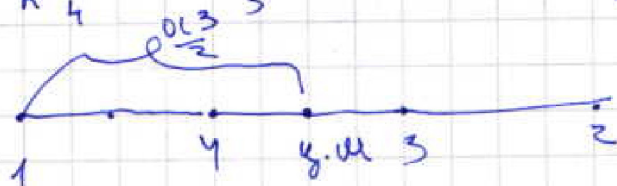
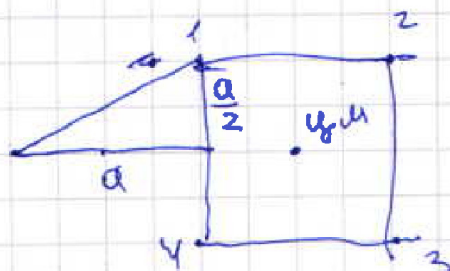
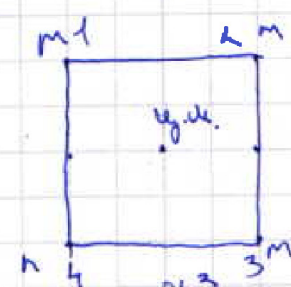
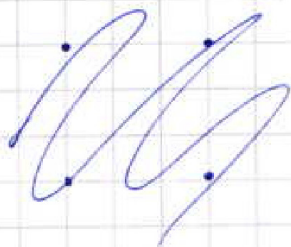
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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:



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

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

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

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

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

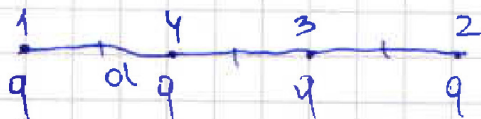
$$F + \frac{F}{2} \cdot \cos 120^\circ = T = \frac{3k'q^2}{2a^2} = \frac{k'q^2}{a^2} + \frac{k'q^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (\text{см рис. 1})$$

~~$$F + \frac{F}{2} \cos 120^\circ$$~~

$$4Ta^2 = 4k'q^2 + \sqrt{2}k'q^2$$

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

2)



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

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

~~$$\varphi_1 = \frac{k'q}{a}$$~~

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

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

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

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

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

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

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

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

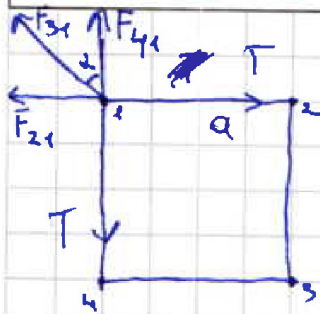
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

$q; m$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{k q^2}{r^2} = \frac{k q^2}{r^2} \cdot E = \frac{k q}{q r^2}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{4 \cdot 10^4 \cdot 3}{4 \cdot 10^4}$$

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

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

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

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

$$28 - 12,96$$

$$\frac{\rho^2 \cdot v_0^4}{2v_0^2 \rho^2 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$28,00 - 12,96$$

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

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

$$\frac{3,6}{3,6} \cdot \frac{200}{200}$$

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

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

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

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

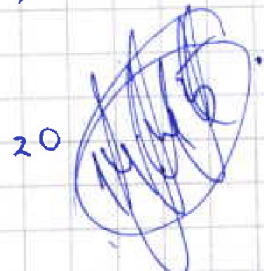
$$\frac{u^2}{c^2}$$

$$v = a + u$$

$$a = v + u$$

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

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



I Ошибка зелени
 $v_0 - u = v_{\text{center}}$
 $v_{\text{center}} = v_0$
 $v_0 + u = v_{\text{center}}$



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

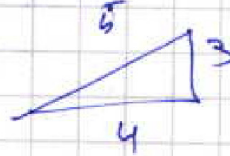
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

сдат

$$Q = A + \Delta u$$



$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

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

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

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

$$0,8$$

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

$$4$$

$$0,8$$

$$\times 0,5$$

$$0,4$$

$$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1 = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$FS - \mu mg$$

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

$$FS - \mu mg \neq \mu mg$$

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

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

N+

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

$$Q = A + \Delta u$$

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

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

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

$$SF \sin \alpha - \mu(m_g - F \sin \alpha)$$

с=

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

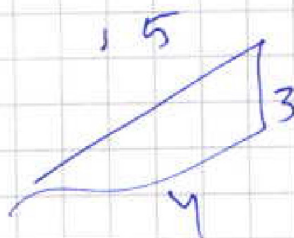
МФТИ

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

$$\frac{2}{28} = 1$$



$$16 \cdot \frac{5}{4} - \frac{1}{4}$$

0,8
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!

