



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.

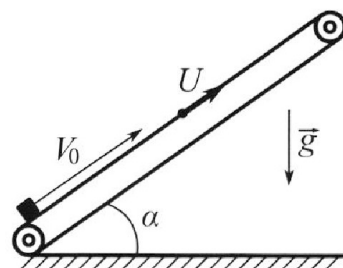
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

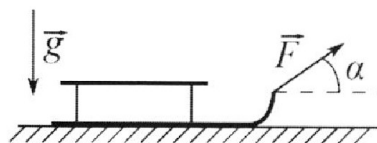
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

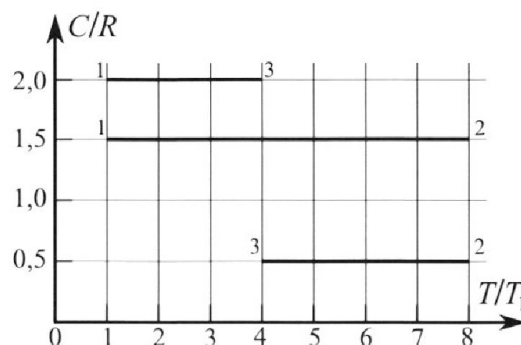
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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

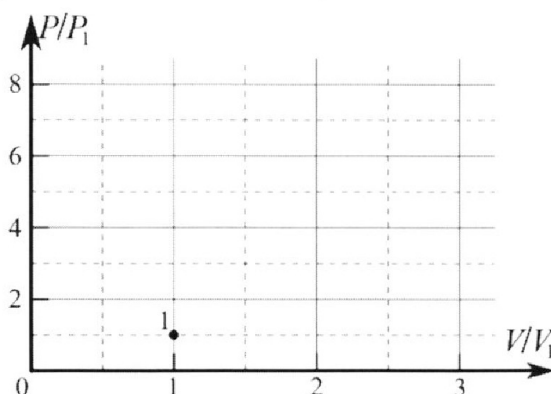
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

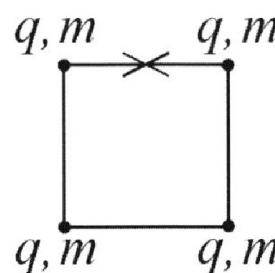
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.



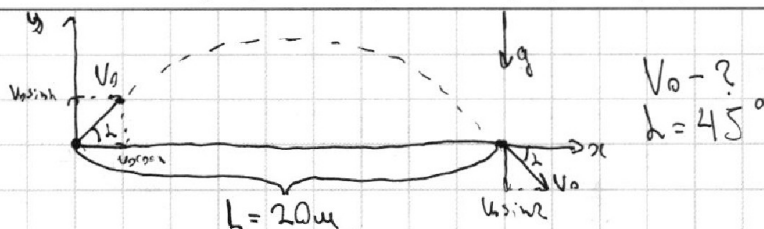
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) 0.x

$$V_0 \cos 2\lambda = L$$

t - время полета мяча

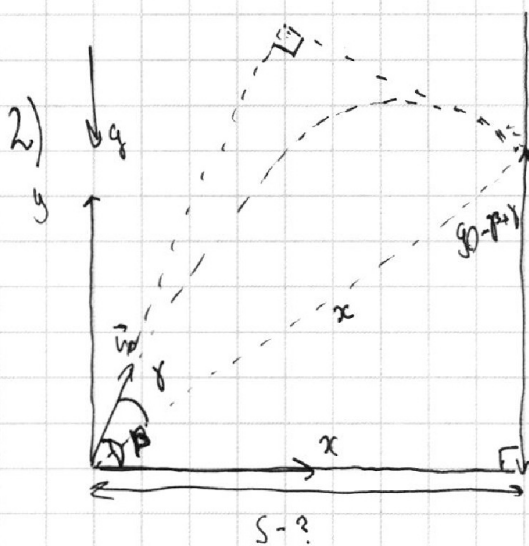
$$0.y - V_0 \sin 2\lambda = V_0 \sin 2\lambda - gt$$

$$\begin{cases} V_0 \cos 2\lambda = L \\ 2V_0 \sin 2\lambda = gt \end{cases} \quad t = \frac{L}{V_0 \cos 2\lambda}$$

$$2V_0 \sin 2\lambda = \frac{gL}{V_0 \cos 2\lambda}$$

$$V_0^2 = \frac{gL}{2 \sin 2\lambda \cos 2\lambda} = \frac{gL}{\sin 4\lambda}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 4\lambda}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$



Значит, что если H - макс, а $S = \text{const}$, то x (расстояние от точки старта до точки соударения мяча и стены) тоже будет макс

$$x = \sqrt{H^2 + S^2}$$

x макс тогда, когда V_n будет если тангенциальный вектор скорости и нормальный вектор скорости перпендикулярны.

V_n - вектор скорости в момент удара.

m - масса мяча

$$3. \text{с.} \quad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_n^2}{2} + mgH$$

$$V_n^2 = V_0^2 - 2gH$$

$$V_n = \sqrt{V_0^2 - 2gH} = \sqrt{200 - 72} = \sqrt{128} = 8\sqrt{2} \text{ м/с}$$



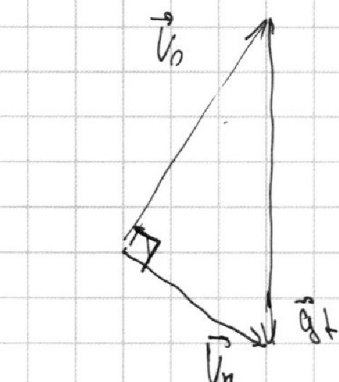
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$v_0^2 + v_h^2 = g^2 t^2$$

$$t = \frac{\sqrt{v_0^2 + v_h^2}}{g} = \frac{\sqrt{200 + 128}}{10} = \frac{\sqrt{328}}{10} \text{ c}$$

~~wrong~~

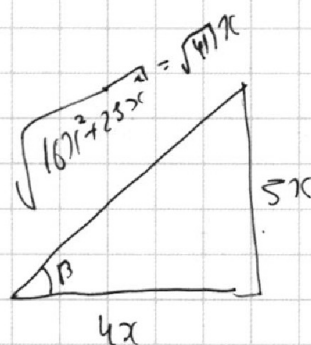
• Q. x

$$v_0 \cdot \cos \beta = v_h \sin \beta$$

$$\frac{v_0}{v_h} = \tan \beta = \frac{10\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = \frac{5}{1}$$

$$v_0 \cos \beta \cdot t = S =$$

$$= 10\sqrt{2} \cdot \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{\sqrt{82}}{5} = 16 \text{ m}$$



Ответ: $S = 16 \text{ m}$ $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$

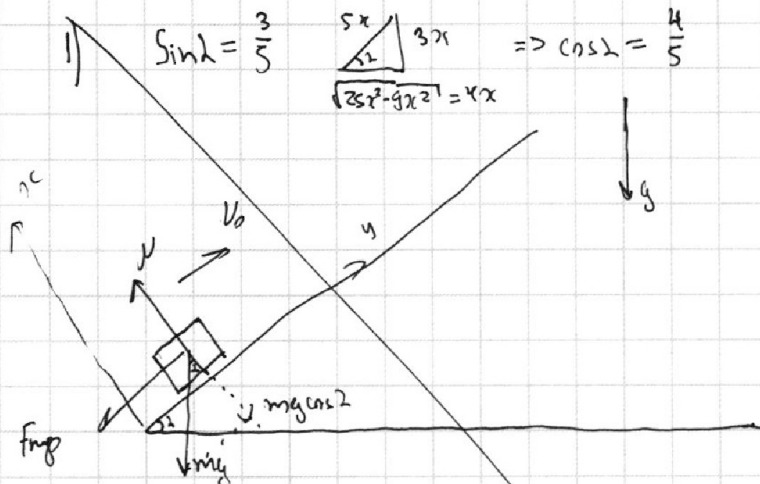
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



О.х $N = mg \cos \alpha$

О.у $mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma$

О.у $S = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{4 \cdot 1^2}{2} = 4 \text{ м}$

$$\begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ F_{\text{тр}} = \mu N \\ F_{\text{тр}} = ma - mg \sin \alpha \end{cases}$$

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

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = 4 + 6 = 10 \text{ м/с}^2$$

2) ~~Ускорение отсутствует~~ ускорение отсутствует как все, т.к. в обоих случаях не равны

$a = 4 \text{ м/с}^2$

~~В момент времени t=1с ускорение отсутствует, т.к. в обоих случаях не равны~~

~~В момент времени t=1с ускорение отсутствует, т.к. в обоих случаях не равны~~

~~В момент времени t=1с ускорение отсутствует, т.к. в обоих случаях не равны~~

$v_k = 0 = v_0 - a T_1 = 6 - 4 T_1 = 0 \quad T_1 = \frac{3}{2} \text{ с}$

3) После того как у коробки скорость будет $v = 1 \text{ м/с}$

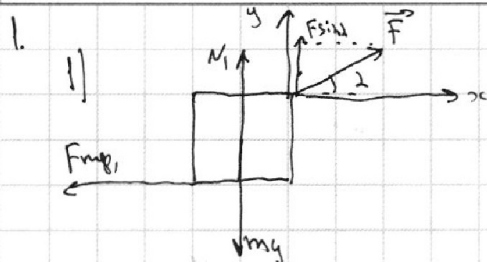
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



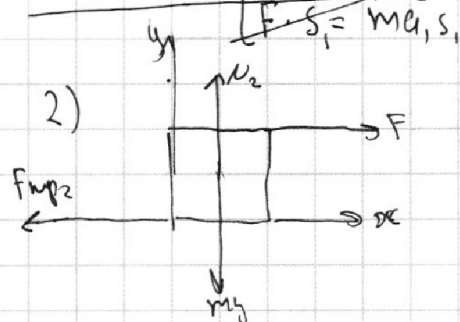
0.4 $N_1 = mg - F \sin \alpha$

0.8 $F \cos \alpha - F_{frp} = ma_1$

3.6.2 ~~$\frac{mv^2}{2} = K = \frac{ma_1^2 t_1^2}{2} = ma_1 s_1$~~

~~$F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = ma_1$~~

3.6.2. ~~$F \cdot s_1 = K + F_{frp} \cdot s_1$
 $K = \frac{mv^2}{2} = \frac{ma_1^2 t_1^2}{2} = ma_1 s_1$
 $F = ma_1 + F_{frp}$~~



0.4 $N_2 = mg$

0.8 $F - F_{frp2} = ma_2$

3.6.2. ~~$F \cdot s_2 = K + F_{frp2} \cdot s_2 = ma_2 s_2 + F_{frp2} s_2$
 $K = \frac{mv^2}{2} = \frac{ma_2^2 t_2^2}{2} = ma_2 s_2$~~

in gaussian system
размерности на s и ma все одинаковые
 $\Rightarrow s_1 = s_2 = s'$

$\begin{cases} ma_1 = \frac{K}{s'} \\ ma_2 = \frac{K}{s'} \end{cases} \quad \frac{a_1}{a_2} = 1 \Rightarrow a_1 = a_2$

$\begin{cases} F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = ma_1 \\ F - \mu mg = ma_2 \end{cases}$

$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha + \mu a_2 - F = ma_1$

$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - F = 0$

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

~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~



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

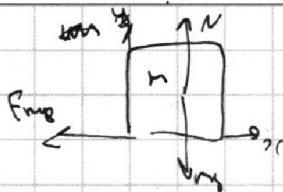
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2.



~~$m a = F_{\text{тр}}$~~ 0.4 $N = mg$

0.7c $F_{\text{тр}} = ma = \mu N = \mu mg$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \mu g \\ K = \frac{mv^2}{2} \end{array} \right.$$

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

~~m~~ $s = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2K}{2\mu mg} = \frac{K}{\mu mg}$

~~$\frac{K F \sin 2}{F F \cos 2}$~~ $\frac{K \sin 2}{(1 - \cos 2) mg}$

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) $J=1$ $i=3$ $T_1 = 200\text{K}$ ~~200K~~

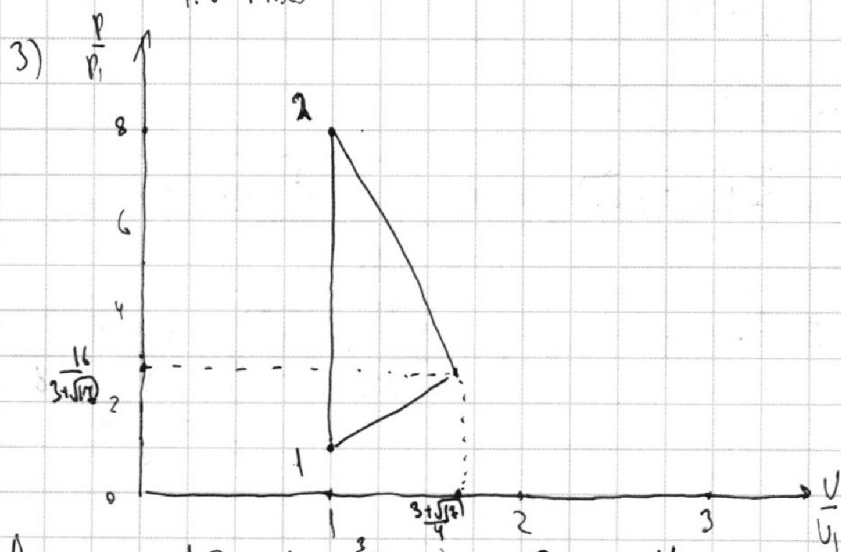
$$Q_{31} = A_{31} + U_{31} \quad \left\{ \begin{array}{l} A_{31} = Q_{31} - U_{31} = C \cdot J \Delta T - \frac{1}{2} J R \Delta T \\ C = 2R \\ T_3 = 4T_1 = 800\text{K} \Rightarrow \Delta T = 600\text{K} \end{array} \right.$$

$$A_{31} = 2R \cdot 600 - \frac{1}{2} \cdot 2R \cdot 600 = \frac{1}{2} R \Delta T = -\frac{1}{2} R \Delta T =$$

$$= -\frac{2 \cdot 31 \cdot 600}{2} = -6,31 \cdot 300 = -2493\text{J}$$

2) $\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{1,5R J \Delta T_1 + 0,5R J \Delta T_{23} + 2R J \Delta T_{31}}{1,5R J \Delta T_1} =$

$$= \frac{1,5 \cdot 1400 - 0,5 \cdot 800 - 2 \cdot 600}{1,5 \cdot 1400} = \frac{1400 + 400 - 1200}{2100} = \frac{600}{2100} = \frac{2}{7}$$



В процессе 1-2 $C = \frac{3}{2}R = \frac{1}{2}R = C_V \Rightarrow V = \text{const}$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = J R T_1 \\ P_2 V_2 = J R T_2 \end{cases} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{8} \quad (\text{из уравнений}) \quad P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\begin{cases} P_3 V_3 = J R T_3 \\ P_1 V_1 = J R T_1 \end{cases} \quad \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow P_3 V_3 = 4 P_1 V_1$$

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!



5 мая 23 - решение A23

$$A_{23} = Q_{23} - U_{23} \quad A_{23} = \frac{1}{2} J \eta \Delta T - \frac{3}{2} J \eta \Delta T = -\eta \Delta T = 800 \text{ K}$$

$$\begin{cases} \frac{p_2 + p_3}{2} (V_3 - V_1) = A_{23} \\ p_3 V_3 = 4 p_1 V_1, \quad p_3 = \frac{4 p_1 V_1}{V_3} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} (p_2 V_2 + 4 p_1 V_1) (V_3 - V_1) &= 1600 \text{ K} V_3 \\ (8 p_1 V_3 + 4 p_1 V_1) (V_3 - V_1) &= 1600 \text{ K} V_3 \end{aligned}$$

$$(8 p_1 + p_3) (V_3 - V_1) = 2 A_{23}$$

$$-8 p_1 V_1 + 8 p_1 V_3 + 4 p_1 V_1 - p_3 V_1 = 2 A_{23}$$

$$8 p_1 V_3^2 + 4 p_1 V_1^2 - 4 p_1 V_1 V_3 = 1600 \text{ K} (T_3 - T_2) \eta V_3$$

$$8 p_1 V_3^2 + 4 J \eta T_1 V_1 - 4 J \eta T_2 V_1 V_3 + 2 (T_2 - T_3) \eta V_1 = 0$$

$$V_3 = \frac{1600 \text{ K}}{8 p_1} - 2 A_{23} = \frac{1600 \text{ K}}{8 p_1} - 2 \cdot 800 \text{ K} = \frac{1600 \text{ K}}{8 p_1} - 1600 \text{ K}$$

$$V_3 \cdot 8 p_1 - \frac{4 p_1 V_1^2}{V_3} - 800 \text{ K} = 0$$

$$V_3^2 \cdot 8 p_1 - 4 p_1 V_1^2 - 800 \text{ K} V_3 = 0$$

$$V_3 = \frac{1600 \text{ K} \pm \sqrt{640000 \text{ K}^2 + 16 R T_1 V_1 8 p_1}}{16 p_1} = \frac{800 \text{ K} \pm \sqrt{640000 \text{ K}^2 + 148 \cdot 200^2 \text{ K}^2}}{16 p_1}$$

$$= \frac{800 \text{ K} \pm \sqrt{640000 \text{ K}^2 + 200^2 + 148 \cdot 40000 \text{ K}^2}}{16 \cdot 8 \cdot 200} \cdot V_1 = \frac{8 \pm \sqrt{64 + 4 \cdot 148}}{32} V_1 = \frac{8 \pm 4 \sqrt{40}}{32} = \frac{2 \pm \sqrt{10}}{8} = \frac{2 + \sqrt{10}}{8}$$

$$8 p_1 V_3 - p_3 V_1 - 4 p_1 V_1 - 2 A_{23} = 0$$

$$8 p_1 V_3 - \frac{4 p_1 V_1^2}{V_3} - 800 \text{ K} - 1600 \text{ K} = 0$$

$$8 p_1 V_3^2 - 2400 \text{ K} V_3 - 4 p_1 V_1^2 = 0 \quad 8 \cdot 200 \text{ K} V_3^2 - 2400 \text{ K} V_3 - 800 \text{ K} V_1 = 0$$

$$V_3 = \frac{2400 \text{ K} \pm \sqrt{2400^2 + 4 \cdot 8 \cdot 800 \text{ K}}}{16 p_1}$$

$$\frac{2 V_3^2}{V_1} - 3 V_3 - V_1 = 0$$

$$V_3 = \frac{3 V_1 \pm \sqrt{9 + 8}}{4} V_1 = \frac{3 + \sqrt{17}}{4} V_1$$

$$p_3 = \frac{4 p_1 V_1}{V_3} = \frac{16 p_1 V_1}{3 + \sqrt{17}} V_1 = \frac{16 p_1}{3 + \sqrt{17}}$$

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

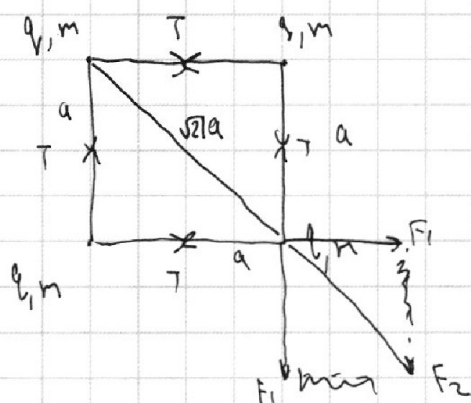
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

1)



$$T = F_1 + F_2 \cos 45^\circ$$

$$F_1 = \frac{\chi q^2}{a} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$F_2 = \frac{\chi q^2}{\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}a}$$

$$T = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}a} \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$$

$$q = \sqrt{\frac{T \cdot 8\pi\epsilon_0 a}{3}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

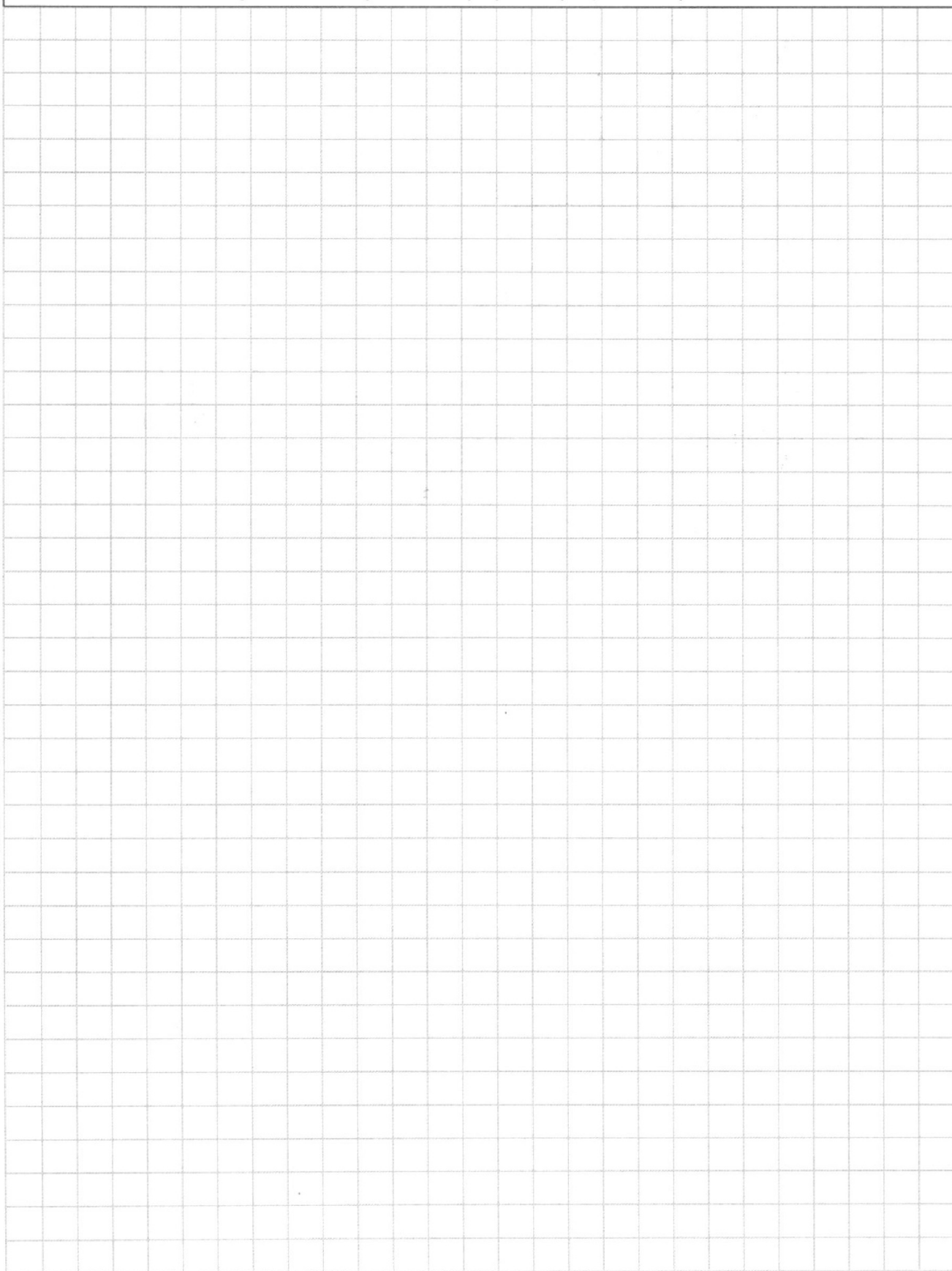
5
☐

6
☐

7
☐



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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

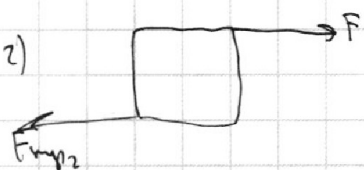
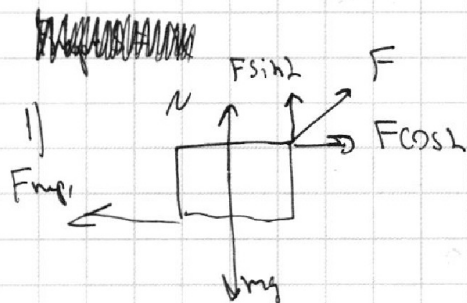
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



3.



$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \cdot s^2}{2} = \frac{m(F \cos \alpha - F_{tr})^2}{2}$$

$$= \frac{m a_1^2 t_1^2}{2}$$

$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{tr} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$F \cdot S_1 - F_{tr} \cdot S_1 = K$$

$$F \cos \alpha - F_{tr} = ma_1 \quad S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{(F \cos \alpha - F_{tr}) t_1^2}{2m}$$

$$F \cdot S_2 - F_{tr2} \cdot S_2 = K$$

$$F_{tr2} = \mu (mg + F \sin \alpha)$$

$$F \cdot S_1 - \mu (mg - F \sin \alpha) S_1 = K = \frac{mv^2}{2}$$

$$F \cdot S_2 - \mu mg S_2 = K = \frac{mv^2}{2}$$

$$F - \mu (mg - F \sin \alpha) = \frac{m a_1^2 t_1^2}{2}$$

$$\begin{cases} F - \mu mg = ma_2 \\ F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = ma_1 \end{cases}$$

$$K = ma_1 S$$

$$K = ma_2 S$$

$$F \sin \alpha = F_{tr} + K$$

$$F \cdot S_1 = K$$

$$F \cdot S_2 = K$$

$$K = F \cos \alpha S_1 - F_{tr} S_1$$

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m a_1^2 t_1^2}{2} = ma_1 S$$

$$K = F \cos \alpha S_2 - F_{tr2} S_2 =$$

$$K = ma_1 S_1 \quad \text{max } K = ma_2 S_2$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - F_{tr}$$

$$ma_1 + F_{tr} = \cos \alpha (ma_2 + F_{tr2})$$

$$ma_2 = F \sin \alpha - F_{tr2}$$

$$ma_1 + \mu (mg - F \sin \alpha) = \cos \alpha (ma_2 + \mu mg)$$

$$F - \mu mg = ma_2$$

$$K = ma_1 S$$

$$mv = F t_1$$

$$\frac{F}{v} = m \quad S = \frac{v^2}{2a_2}$$

$$v S = a_2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

$$J=1 \quad i=3$$

$$Q = C J \Delta T$$

$$\begin{array}{r} 6,31 \\ \times 3 \\ \hline 24,93 \end{array}$$

~~Q = A + U~~

$$Q = A + U = A + \frac{1}{2} J R \Delta T$$

$$A = C J \Delta T - \frac{1}{2} J R \Delta T = J R \Delta T - \frac{3}{2} J R \Delta T$$

$$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{1,5 R J \Delta T} = \frac{Q_{123}}{1,5 R J \Delta T}$$

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

$$A_{12} = Q_{12} - U_{12} = \frac{3}{2} J R \Delta T - \frac{3}{2} J R \Delta T$$

$$p_1 V_1 = J R T_1$$

$$p_2 V_1 = J R T_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{8} \quad p_2 = 8 p_1$$

$$p_2 V_2 = J R T_2$$

$$p_3 V_3 = J R T_3$$

$$p_1 V_1 = J R T_1$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{4 T_1}{8 T_1} = \frac{p_3 V_3}{8 p_2 V_1}$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{4 T_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{p_1 V_1}$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} R J \Delta T = A_{23} + U_{23} = \frac{3}{2} J R \Delta T$$

$$A_{23} = - J R \Delta T = R \cdot (1600 - 200) = 1400 R$$

$$\frac{p_1 + p_3}{2} \cdot (V_3 - V_1) = \frac{p_1 + 4 \frac{p_1 V_1}{V_3}}{2} (V_3 - V_1)$$

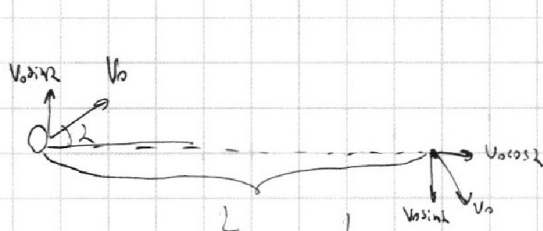
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



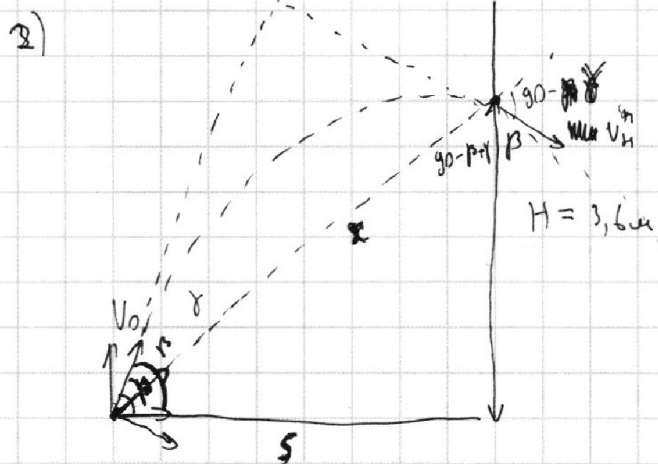
$$L = 20 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r|l} 328 & 2 \\ 164 & 2 \\ 82 & 2 \\ 41 & \end{array}$$

$$1) V_0 \cos 2 = L \Rightarrow V_0 = \frac{L}{t \cos 2}$$

$$-V_0 \sin 2 = V_0 \sin 2 - gt \quad t = \frac{2V_0 \sin 2}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{Lg}{2V_0 \sin 2 \cos 2} \quad V_0^2 = \frac{Lg}{2 \sin 2 \cos 2}$$

$$= \frac{Lg}{\sin 2} = \frac{20 \cdot 10}{1}$$



$$\vec{V}_H = \vec{V}_0 + \vec{g}t$$

$$\sqrt{V_0^2 + V_H^2} = gt$$

$$\sqrt{200 + 128} = gt$$

$$t = \frac{\sqrt{328}}{g}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_H^2}{2} + mgh \quad \frac{V_0^2}{2} = \frac{V_H^2}{2} + gH$$

$$V_H = \sqrt{V_0^2 - 2gH} = \sqrt{200 - 72} = \sqrt{128} = 8\sqrt{2}$$

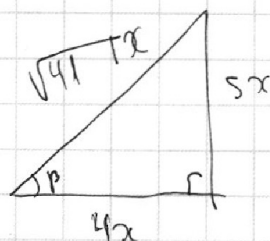
$$V_0 \sin \alpha - gt = V_H \cos \alpha$$

$$\sqrt{328} - \sqrt{328} = 8\sqrt{2} \cos \alpha$$

$$V_0 \cos \alpha = V_H \sin \alpha$$

$$\frac{V_0}{V_H} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

$$V_0 \cos \alpha = S \quad V_0 \cdot \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{\sqrt{328}}{g} = S$$



$$\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 4 \cdot 2$$

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!



2. $\sin 2 = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos 2 = \frac{4}{5}$



$\frac{mv^2}{2} = F_{tr} s = \mu mg s$
 $s = \frac{v^2}{2\mu g}$

$mg \cos 2 = N$ $F_{tr} = \mu N = \mu mg \cos 2$

$\mu mg \cos 2 = ma$ $a = \frac{\mu g \cos 2}{1} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5}$

$v_k = v_0 - aT = 6 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 2$

~~$s = v_0 T - \frac{aT^2}{2} = 6 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = -2$~~
 $s = v_0 T - \frac{aT^2}{2} = 6 - \frac{4}{2} = 4 \text{ m}$

2) $F_{tr} = \mu mg \cos 2$ $a = \mu g \cos 2 = 4 \text{ m/s}^2$

$v_k = 0 = v_0 - aT_1 = 6 - 4T_1 = 0$ $T_1 = \frac{6}{4}$

Омечено только одно решение задачи - a

v_0

$F_{tr} = \frac{1}{2} mg \frac{4}{5}$

$mg \sin 2 = mg \cdot \frac{3}{5}$ $\frac{3}{5} < \frac{4}{5}$

$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \cdot 5 \cdot 2^2}{2} = msa$

~~F~~ F