



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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

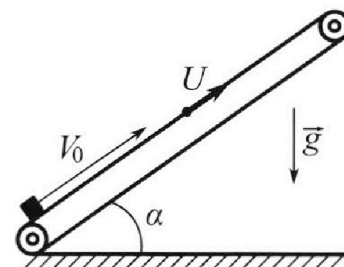
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

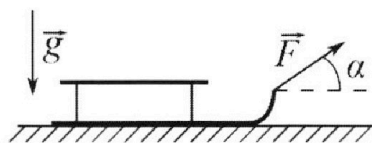
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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



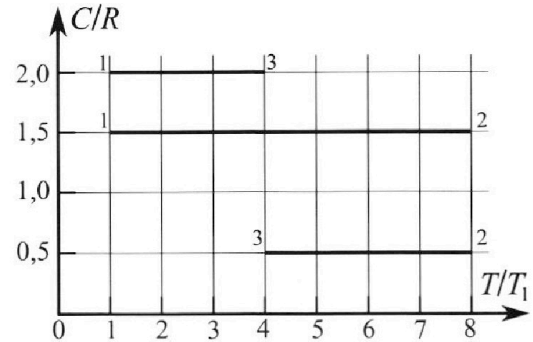
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

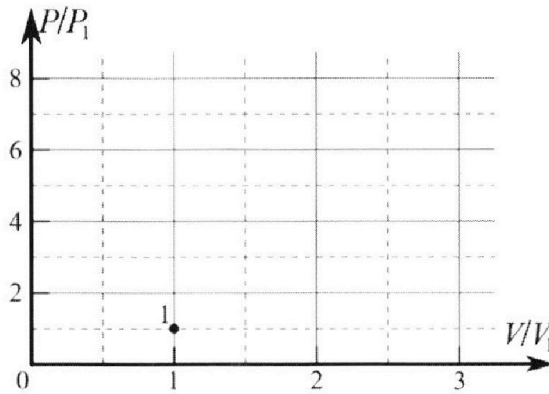


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

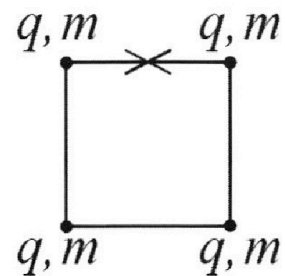


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



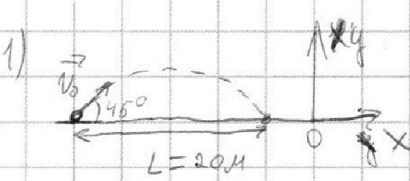
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

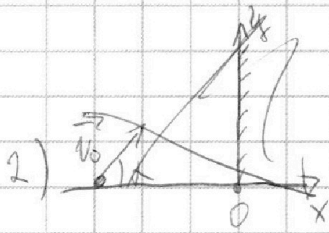
1 2 3 4 5 6 7



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



$$\begin{aligned} OX: v_0 \cos \frac{\sqrt{2}}{2} t &= 20 \\ OY: v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t - \frac{g t^2}{2} &= 0 \\ \cancel{v_0} t &= \frac{v_0 \sqrt{2}}{g} \\ \frac{v_0^2 - \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2g} &= 20 \\ v_0^2 &= 200 \\ v_0 &= 20\sqrt{2} \left[\frac{m}{c} \right] \end{aligned}$$



$$OX: v_0 \cos \beta = v_0 \cos \beta$$

$$OX: x(t) = v_0 \cos \beta t$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$$

$$OY: y(t) = v_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$$

$$y(x) = x \tan \beta - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$\cos^2 \beta = \frac{g x^2}{2 v_0^2 y + 2 g x^2}$$

$$y(x) = x \tan \beta - \frac{g x^2}{2 v_0^2} - \frac{g x^2 \tan^2 \beta}{2 v_0^2}$$

Если $x = S \Rightarrow \text{const } x = \text{const}$, наибольшую высоту достигается в вершине параболы $y(t \tan \beta)$

$$t \tan \beta = \frac{-x \cdot v_0^2}{-g x^2} = \frac{v_0^2}{g x}$$

$$y = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g x^2}{2 v_0^2} - \frac{g v_0^4}{2 v_0^2 g^2}$$

$$\text{или } x^2 = \left(\frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} - H \right) \frac{v_0^2}{g} = \left(\frac{200}{20} - 3,6 \right) \cdot \frac{400}{10} = 64 \cdot 4 \Rightarrow x = 16 \Rightarrow S = 16$$

Ответ: $16 \sqrt{2}$ 1) $10\sqrt{2} \frac{m}{c}$; 2) 16 м

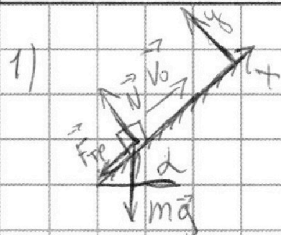
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\begin{aligned} \text{ЗМ: } m\vec{a} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} &= a m \\ \text{Ox: } mg \sin \alpha &= N \\ \text{Ox: } mg \cos \alpha + \mu mg \sin \alpha &= a m \\ a &= g \cos \alpha + \mu g \sin \alpha = 10 \cdot \sqrt{1-0,36} + 0,5 \cdot \sqrt{1-0,36} \cdot 10 = \\ &= 10 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ox: } v &= v_0 + at \\ v_0 &= 6 < 10 = aT \Rightarrow \end{aligned}$$

$$N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1-0,36} = 0,8$$

$$\begin{aligned} \text{Ox: } mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha &= a m \\ a &= g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 10 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right] \end{aligned}$$

Когда тело начнет скользить вниз:

$$+ a_2 = g \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = 2 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

$v_0 = 6 < 10 = a_1 T \Rightarrow$ Тело изменит направление движения.

$$t_1 = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ [с]} - \text{время торможения}$$

$$t_2 = 0,4$$

$$s_1 = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ [м]}$$

$$s_2 = \frac{t_2^2 \cdot a_2}{2} = \frac{0,16 \cdot 2}{2} = 0,16 \text{ [м]}$$

$$S = 1,96 \text{ [м]}$$

2) Перейдем в систему отсчета связанную с движущейся лентой. Тогда $v_{0 \text{ лент}} = 6 - 1 = 5 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$

Когда скорость коробки $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, относительно ленты она остановится.

$$v_{0 \text{ лент}} - a_2 T_1 = 0$$

$$T_1 = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ [с]}$$

Т.к. система отсчета инерциальная, а коробки сил действующих на коробку не появилось все ~~было~~ ^{исключил} отложится прежними.

3) После остановки относительно ленты ускорение коробки * относительно ленты - a_2 . Когда коробка остановится ее скорость относительно ленты - $v_1 = 1$ см. след. лист.

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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

$$1 = a_2 T_2$$
$$T_2 = \frac{1}{a_2} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$L_{\text{отн}} = \frac{v_{\text{отн}}^2}{2a_1} - \frac{1}{2a_2} = \frac{25}{2 \cdot 10} - \frac{1}{2 \cdot 2} = 1,25 - 0,25 = 1 \text{ м}$$

Самолет проедет; $L_{\text{пер}} = (T_1 + T_2) v = 1 \text{ м}$
 $L = 2 \cdot 1 = 2 \text{ м}$

Ответ: 1) 1,96 м; 2) 0,5 с; 3) 2 м.

Примечание: m - масса коробки, N - сила нормальной реакции опоры, $F_{\text{тр}}$ - сила трения, a - ускорение, a_1 - ускорение до смены направления движения коробки, a_2 - ускорение после смены направления движения коробки. T_1 - время до смены направления движения коробки, T_2 - время после смены направления движения относительно колес. $L_{\text{отн}}$ - ~~перемещение~~ перемещение относительное, $L_{\text{пер}}$ - перемещение переносное.

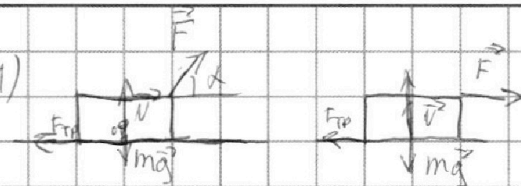
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



S_1 - участок пути разгона.

$$K = FS_1 - \mu mg \cdot S_1$$

$$K = F \cos \alpha S_1 - \mu (mg \sin \alpha - F \sin \alpha) S_1$$

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

$$1 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha$$

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

2) Когда санки останавливаются их кинетическая энергия стонет равна нулю $\Rightarrow \mu mg S - A_{тр} = K$.

$$\mu mg S = K$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{\sin \alpha K}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$; 2) $\frac{\sin \alpha K}{(1 - \cos \alpha) mg}$

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) Q_{31} - ~~полученная~~ теплота в процессе n-м.

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31}$$

$$Q_{31} = U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T_{31} + A_{31}$$

$$-2 R \cdot 600 = -\frac{3}{2} R \cdot 600 + A_{31}$$

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

$$A_{31} = -\frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 8,31 = -1246,5 \text{ [Дж]}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{12} - Q_0}{Q_{12}}$$

Q_{12} - полученная теплота, Q_0 - отданная теплота

Температура повышается только в процессе 1-2

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = 1,5 R (8T_1 - 2T_1) = (8T_1 - 2T_1) R$$

$$Q_{23} = 0,5 R (4T_1 - 8T_1)$$

$$Q_{31} = 2 R (4T_1 - 4T_1)$$

$$\eta = \frac{1,5 R T_1 \cdot 4 - 0,5 \cdot R \cdot 4 T_1 - 2 R \cdot 3 T_1}{1,5 \cdot 4 T_1 R} = \frac{21 - 4 - 6}{21} = \frac{5}{21}$$

$$3) P_1 V_1 = R T_1$$

в процессе 1-2: $\frac{3}{2} R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T_{12} + A_{12} \Rightarrow A_{12} = 0 \Rightarrow$ процесс изохорный.

$$P_1 (V_1 - V_2) = R T_1$$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$P_2 V_1 = R T_1$$

$$P_2 = 8 P_1 \quad V_2 = V_1$$

$$\text{в процессе 2-3: } \frac{3}{2} \frac{1}{2} R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \frac{3}{2} R \Delta T_{23} + A_{23} \Rightarrow A_{23} = -R \Delta T_{23}$$

$$= \frac{1}{2} (P_2 + P_3) (V_3 - V_1)$$

$$+ 4 R T_1 = \frac{1}{2} (8 P_1 + P_3) (V_3 - V_1)$$

см. алг. мет.

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!

$$\text{в процессе } 3-1: 2R\Delta T_{31} = \frac{3}{2}R\Delta T_{31} + A_{31} \Rightarrow A_{31} = \frac{1}{2}R\Delta T_{31}$$

$$\Rightarrow A_{31} = \frac{1}{2} \cdot 3RT_1 = \frac{1}{2}(P_1 + P_3)(V_3 - V_1)$$

$$\frac{A_{23}}{A_{31}} = \frac{8}{3} = \frac{8P_1 + P_3}{P_1 + P_3}$$

$$8P_1 + 8P_3 = 24P_1 + 3P_3$$

$$5P_3 = 16P_1$$

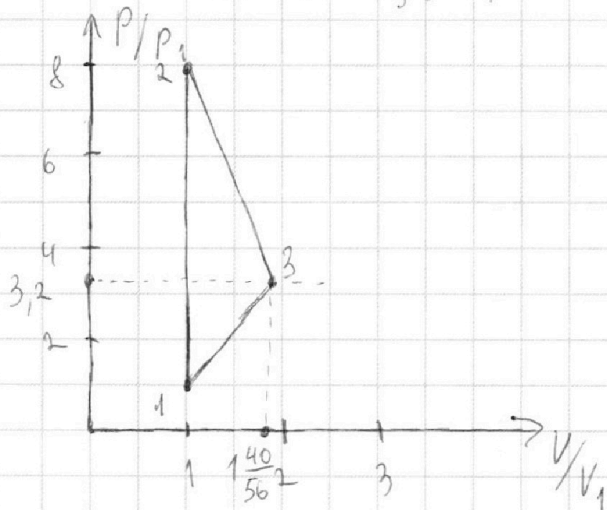
$$P_3 = \frac{32}{10}P_1 = 3,2P_1$$

$$A_{23} = 4RT_1 = \frac{1}{2} \cdot 11,2P_1(V_3 - V_1)$$

$$4P_1V_1 = 5,6P_1V_3 - 5,6P_1V_1$$

$$5,6V_3 = 9,6V_1$$

$$V_3 = \frac{9,6}{5,6}V_1 = 1\frac{40}{56}V_1$$



Ответ: 1) 2493 Дж; 2) $\frac{5}{21}$; 3) график см. выше.
 Примечание: A_{nm} - работа в процессе n-м, ΔT_{nm} - изменение температуры в процессе n-м,

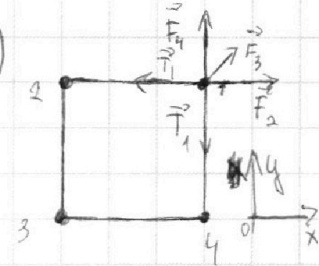
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



F_2, F_3, F_4 - силы взаимодействия с шариками 2, 3, 4 соответственно, рассмотрим один из шариков (остальные аналогичны)

$$\text{ИЗН: } \vec{F}_4 + \vec{F}_3 + \vec{F}_2 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2$$

$$\text{OX: } F_2 + \frac{\sqrt{2}}{2} F_3 = T$$

$$\text{OY: } F_4 + \frac{\sqrt{2}}{2} F_3 = T$$

$$F_2 = F_4 = \frac{\epsilon_0 q^2}{a^2}$$

$$F_3 = \frac{\epsilon_0 q^2}{2a^2}$$

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

$$q^2 = \frac{T a^2 4}{\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})}$$

$$q = 2a \sqrt{\frac{T}{\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})}}$$

$$\text{Ответ: } q = 2a \sqrt{\frac{T}{\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})}}$$



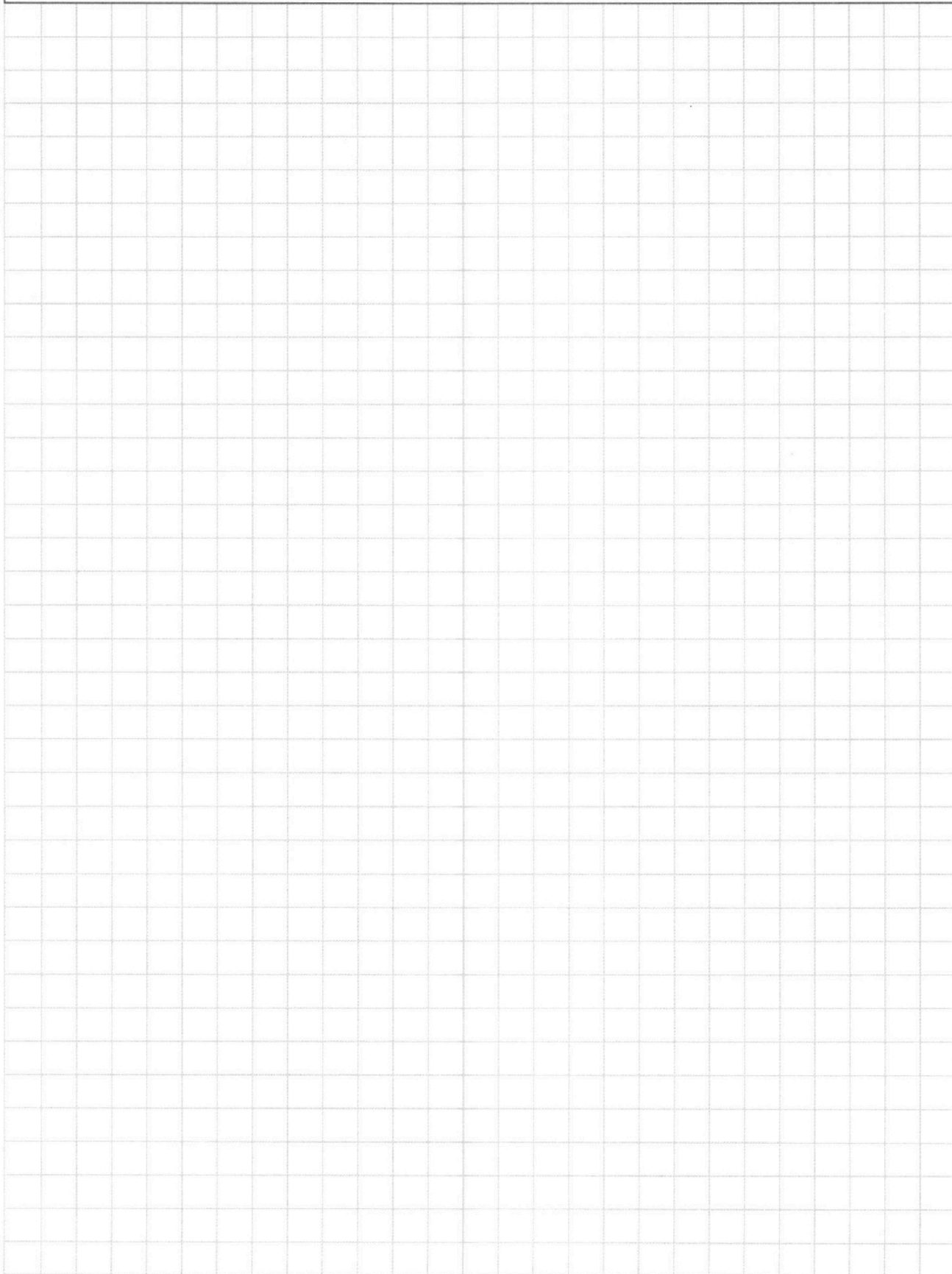
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



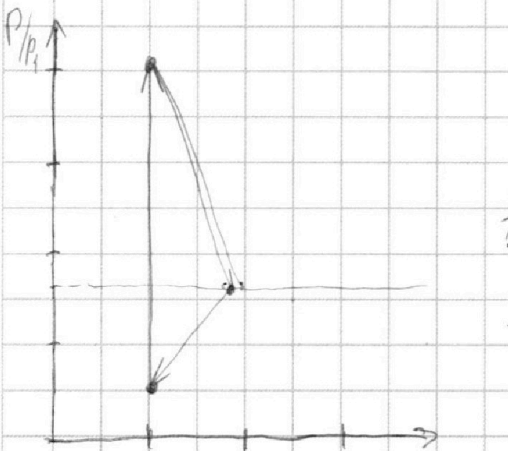
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$2 R_3 T_1 = \frac{3}{2} R_4 T_1 + A$$

$$A = \frac{1}{2} R_4 T_1 = \frac{P_1 + P_3}{2} \cdot (V_3 - V_1)$$

$$\frac{1}{2} R_3 T_1 = \frac{P_1 + P_3}{2} \cdot (V_3 - V_1)$$

$$-\frac{1}{2} R_4 T_1 = A - \frac{3}{2} R_4 T_1$$

$$R_4 T_1 = \frac{8P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1)$$

$$\frac{3}{84} = \frac{P_1 + P_3}{8P_1 + P_3}$$

$$38P_1 + \frac{3}{8} P_3 = P_1 + P_3$$

$$5P_1 = \frac{5}{8} P_3 \quad 2P_1 = \frac{5}{8} P_3$$

$$20P_1 = \frac{5}{4} P_3 \quad P_3 = \frac{16}{5} = 3,2 P_1$$

$$4P_1 V_1 = P_1 \frac{8 + 3,2}{2} (V_3 - V_1)$$

$$\frac{8}{11,2} V_1 = V_3 - V_1$$

$$V_3 = \frac{11,2 + 8}{11,2} V_1 = 1 \frac{8}{11,2} V_1$$

$$\frac{1,5 R_4 T_1 - 2 R_3 T_1 - 0,5 R_4 T_1}{1,5 R_4 T_1} = \frac{\frac{21}{2} - \frac{12}{2} - \frac{4}{2}}{\frac{21}{2}}$$

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

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

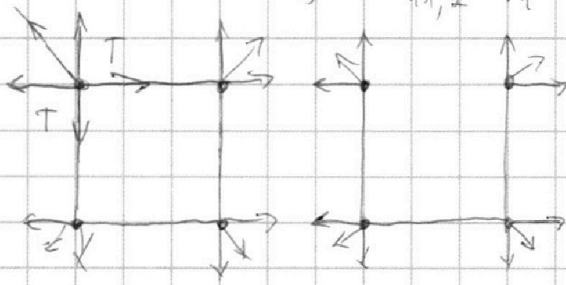
$$\frac{\epsilon_0 q^2}{2a^2} = F_2$$

$$F_2 \sqrt{2} + F_1 = T$$

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

$$\epsilon_0 q^2 (\sqrt{2} + 2) = 4a^2 T$$

$$q = 2a \sqrt{\frac{T}{\epsilon_0 (\sqrt{2} + 2)}}$$





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 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!

$$E_k = \frac{v_0^2 m}{2}$$
$$\frac{v_0^2 m}{2} = mgh + S \sin \alpha + \mu mg S$$

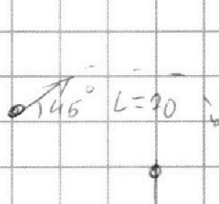
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t = 20$$

$$V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} - g t = 0$$

$$\frac{V_0 \sqrt{2}}{2} = t$$

$$\frac{V_0 \sqrt{2}}{2} \cdot V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} = 20$$

$$V_0 = 200$$

$$V_0 = 10\sqrt{2}$$



$$x = V_0 \cos \alpha t$$

$$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y = \frac{V_0 \sin \alpha x}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\text{tg}^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha + 1}{\cos^2 \alpha} = \frac{-\cos^2 \alpha + 1}{\cos^2 \alpha} = -1 + \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \text{tg}^2 \alpha + 1$$

$$y = x \text{tg} \alpha - \frac{g x^2}{2 V_0^2} - \frac{g x^2 \text{tg} \alpha}{2 V_0^2}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{x \cdot 2 V_0^2 - V_0^2}{2 g x^2} = \frac{100}{10}$$

$$3,6 = \frac{x \sqrt{2}}{20} - \frac{10 x^2}{2 \cdot 200} - \frac{10 x^2 \cdot 20}{2 \cdot 200}$$

$$\sqrt{2492} = 2\sqrt{618}$$

$$3,6 = \frac{x \sqrt{2}}{20} - \frac{3 x^2}{40}$$

$$4,36 \cdot 3 x^2 - 4 \cdot 20 \sqrt{2} x + 4 \cdot 36 = 0$$

$$D = 3200 - 4 \cdot 16 \cdot 3 \cdot 36 =$$

$$3,6 = x \cdot 20 \sqrt{2} = \frac{21 x^2}{40}$$

$$21 x^2 - 800 x + 4 \cdot 36 = 0$$

$$D = 640000 - 16 \cdot 36 \cdot 21$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{x \cdot 2 V_0^2 - 20}{2 g x^2} = \frac{20}{x}$$

$$y = 20 - \frac{10 \cdot x^2}{2 \cdot 200} - \frac{10 g x \cdot 400}{x \cdot 200}$$

$$3,6 = 10 - \frac{x}{40} \quad (10 - 3,6) \cdot 40 = 64 \cdot 4 = x^2 = g \cdot 2 = 16 \mu$$

$\begin{array}{r} 108 \\ \times 16 \\ \hline 648 \\ 1080 \\ \hline 1728 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3200 \\ - 1728 \\ \hline 1472 \end{array}$
$\sqrt{2492} = 2\sqrt{618}$	
$\begin{array}{r} 36 \\ \times 21 \\ \hline 72 \\ 720 \\ \hline 756 \end{array}$	$\begin{array}{r} 640000 \\ \sqrt{64096} \\ \hline 172096 \\ \hline 46904 \\ 624904 \\ \hline 202032934 \\ \hline 2 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 8 \cdot 24 \\ 2^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2 = 3666 \\ 2^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2 = 6 \cdot 611 \end{array}$

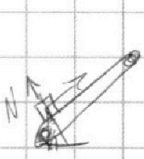
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Порча QR-кода недопустима!



$$N = \cos \alpha \cdot mg$$

$$F_{TP} = \mu \cos \alpha \cdot mg$$

$$mg \sin \alpha$$

$$a = \mu \cos \alpha \cdot g + \sin \alpha \cdot g = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10 + 4,6 = 4 + 6 = 10 \left[\frac{m}{c} \right]$$

$$v_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 - \frac{10}{2} = 1 \text{ метр.}$$

$$v_{\text{отн}} = v_0 - U = 5 \text{ м/с}$$

$$a = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$0 = v_{\text{отн}} T - g T^2$$

$$\frac{10}{5} = 0,5 \frac{m}{c} \quad \frac{5}{10} = 0,5$$

$$-1 = v_{\text{отн}} T_2 - g T_2^2$$

$$a = 6 - 4 = 2 \left[\frac{m}{c} \right]$$

$$\frac{5}{5} = T_2$$

$$\frac{-1 \pm 2}{5} = T_2 \quad +1 = a_1 T_1$$

$$T_1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{5}{20} - \frac{1}{4} = 2,5 - 0,25 = 2,25$$

$$T_1 + T_2 = 1 \text{ с} \Rightarrow 1 \text{ метр} \Rightarrow 3,25 \text{ метров.}$$

$$F \cos \alpha \cdot S_1 - \mu (mg - F \sin \alpha) \cdot S_1 = k = F S_1 - \mu mg S_1$$

$$F \cos \alpha \cdot S_1 - \mu F \sin \alpha \cdot S_1 = F \cos \alpha \cdot S_1 - \mu mg S_1 = k$$

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

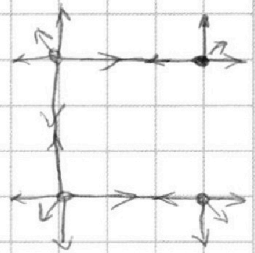
$$\mu = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$k - \mu mg S = 0$$

$$\frac{k}{\mu mg} = S$$

$$F \cdot S_1 - \mu mg S_1 = \mu mg S$$

$$S_1 \left(\frac{F}{\mu mg} - 1 \right) = S$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t - \frac{g t^2}{2} = 0$
 $v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} - g t = 0$
 $t = \frac{v_0 \sqrt{2}}{g}$
 $v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t = 20$
 $\frac{v_0^2}{g} = 20$
 $v_0^2 = 200$
 $v_0 = 10 \sqrt{2} \left[\frac{м}{с} \right]$



$v_0 \cos \alpha t = S$
 $v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = 3,6$
 $\frac{v_0 \sin^2 \alpha}{2g} = 3,6$
 $\frac{100}{20} \sin^2 \alpha = 3,6$
 $\sin^2 \alpha = 0,36$
 $\sin \alpha = 0,6$
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$
 $\sqrt{2} \cdot v_0 t - 6 \cdot 0,36 t^2 = 3,6$
 $6 \cdot 0,36 t^2 - \sqrt{2} \cdot 6 t + 3,6 = 0$

$x = v_0 \cos \alpha t$
 $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$
 $y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$t = \frac{v_0 \cos \alpha x}{v_0 \cos \alpha}$
 $D = 2 - 4 \cdot 0,3 \cdot 0,8 = 2 - 0,42 = 1,28$

$\operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 1 + 1}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 \cos^2 \alpha - 1}{\cos^2 \alpha} + 1$

$x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g x^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2}$
 $\frac{g x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g x^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2}$
 $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{\cos^2 \alpha} = \frac{2}{1 - \sin^2 \alpha}$

$H = \frac{2}{g} - \frac{g x^2}{v_0^2 g}$

$H = \frac{g x^2}{v_0^2 g}$
 $\frac{3,6 \cdot 100}{10} = 3,6 \cdot 40$

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!

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

нз м-известно.

$$T_1 = 200K, T_2 = 8K, T_3 = 800K$$

$$Q = C \Delta T = U + A = \frac{2}{3} R \Delta T + A$$

$$-2R \Delta T = -\frac{2}{3} R \Delta T + A \quad \frac{2}{3} R \Delta T = +\frac{2}{3} R \Delta T$$

$$-R \Delta T (2 - \frac{2}{3}) = A$$

$$P_1 V (k P_1 - P_1) = R \Delta T$$

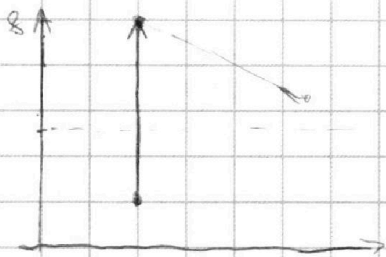
$$-R \cdot \frac{150}{300} \cdot \frac{4}{2} = A$$

$$V P_1 (k-1) = R \Delta T$$

$$A = \frac{150 \cdot R}{831.4} \approx 0.18$$

$$R T_1 (k-1) = \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{1400}{200}$$

$$k = 8$$



$$-R \Delta T + \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{1}{2} R \Delta T$$

$$R \Delta T = \frac{1}{2} R \Delta T$$

$$R \Delta T_2 = 8 P_1 V_1 - k P_1 V_1$$

$$\frac{8 P_1 + k P_1}{2} \cdot (V_1 - V_1)$$

$$R \Delta T = R T_1 (k-1)$$

$$+ R \cdot 7 \cdot 200 = R \cdot 200 \cdot \frac{8+3.2}{2} \cdot (k-1)$$

$$8 \frac{\Delta T}{T_1} = k$$

$$14 = 11.2 (k-1)$$

$$8 \frac{\Delta T}{T_1} = k$$

$$k = 14$$

$$-2 R \Delta T = -\frac{3}{2} R \Delta T + A$$

$$-\frac{1}{2} R \Delta T = A = k P_1 V_1 - \frac{k P_1 + P_1}{2} \cdot (V_1 - V_1)$$

$$\frac{2 \Delta T_2}{\Delta T_3} = \frac{8+k}{k+1}$$

$$\frac{2 \cdot 4}{2} k + \frac{8}{3} = 8+k$$

$$\frac{5}{3} k = \frac{1}{3} \cdot 8$$

$$k = \frac{2 \cdot 8}{5} = \frac{32}{10} = 3.2$$