



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.

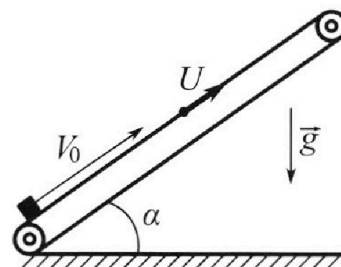
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  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.).

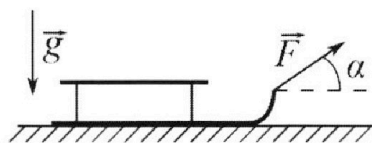
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.



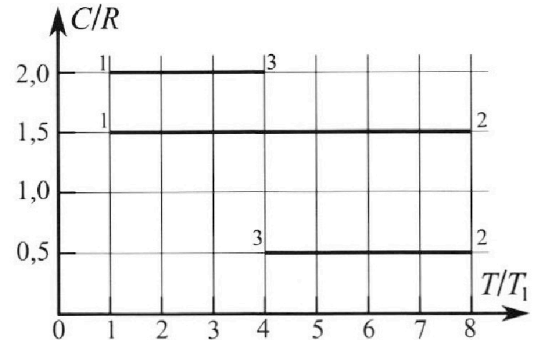
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

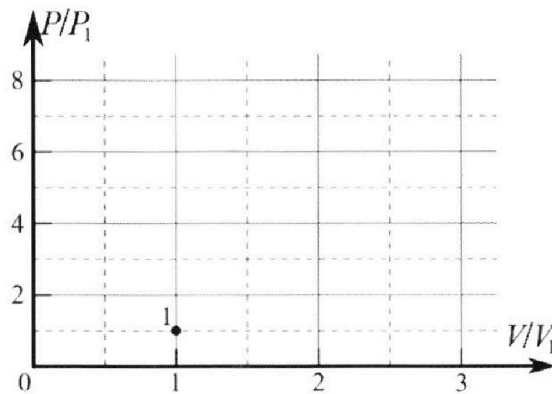


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

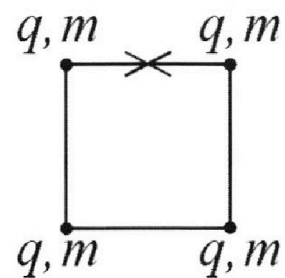


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 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  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



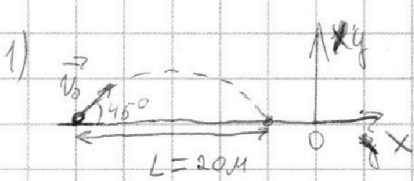
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

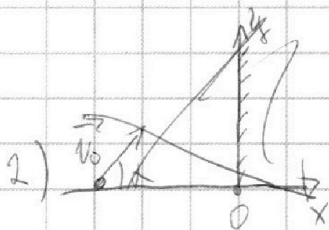
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



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



$$OX: v_0 \cos \alpha = v_0 \cos \alpha$$

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

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

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

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

$$\cos^2 \alpha = \frac{g x^2}{2 v_0^2 y} + 1$$

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

Если  $x = S \Rightarrow \text{const } x = \text{const}$ , наибольшую высоту достигается

в вершине параболы  $y(t \tan \alpha)$

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

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

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

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

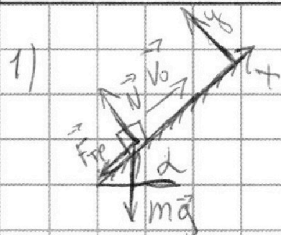
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 изнач. 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 к скорости 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 μόвые сил действующие на коробку не появились все ~~были~~ <sup>исчезли</sup> останутся 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 колеса.  $L_{\text{отн}}$  - ~~перемещение~~ перемещение относительное,  $L_{\text{пер}}$  - перемещение переносное.

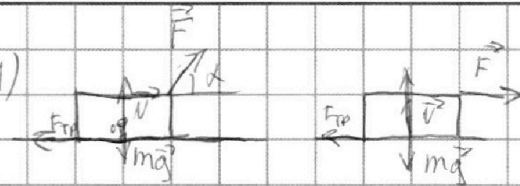
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 равно 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
<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!



1)  $Q_{31}$  - ~~полученная~~ теплота в процессе 1-3.

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

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

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

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

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

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

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

Температура повышается только в процессе 1-2

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

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

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

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

$$\eta = \frac{1,5 R (8T_1 - 2T_1) + 0,5 R (4T_1 - 8T_1) + 2 R (4T_1 - 4T_1)}{1,5 \cdot 4 T_1 R} = \frac{12 - 2 - 0}{6} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

$$3) P_1 V_1 = R T_1$$

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!

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

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

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

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

$$5P_3 = 16P_1$$

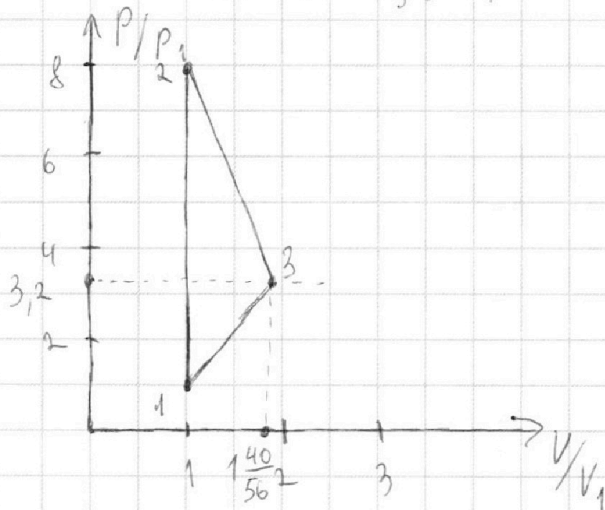
$$P_3 = \frac{32}{10}P_1 = 3,2P_1$$

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

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

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

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



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



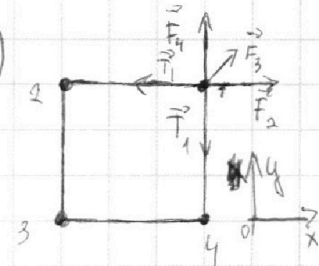
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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



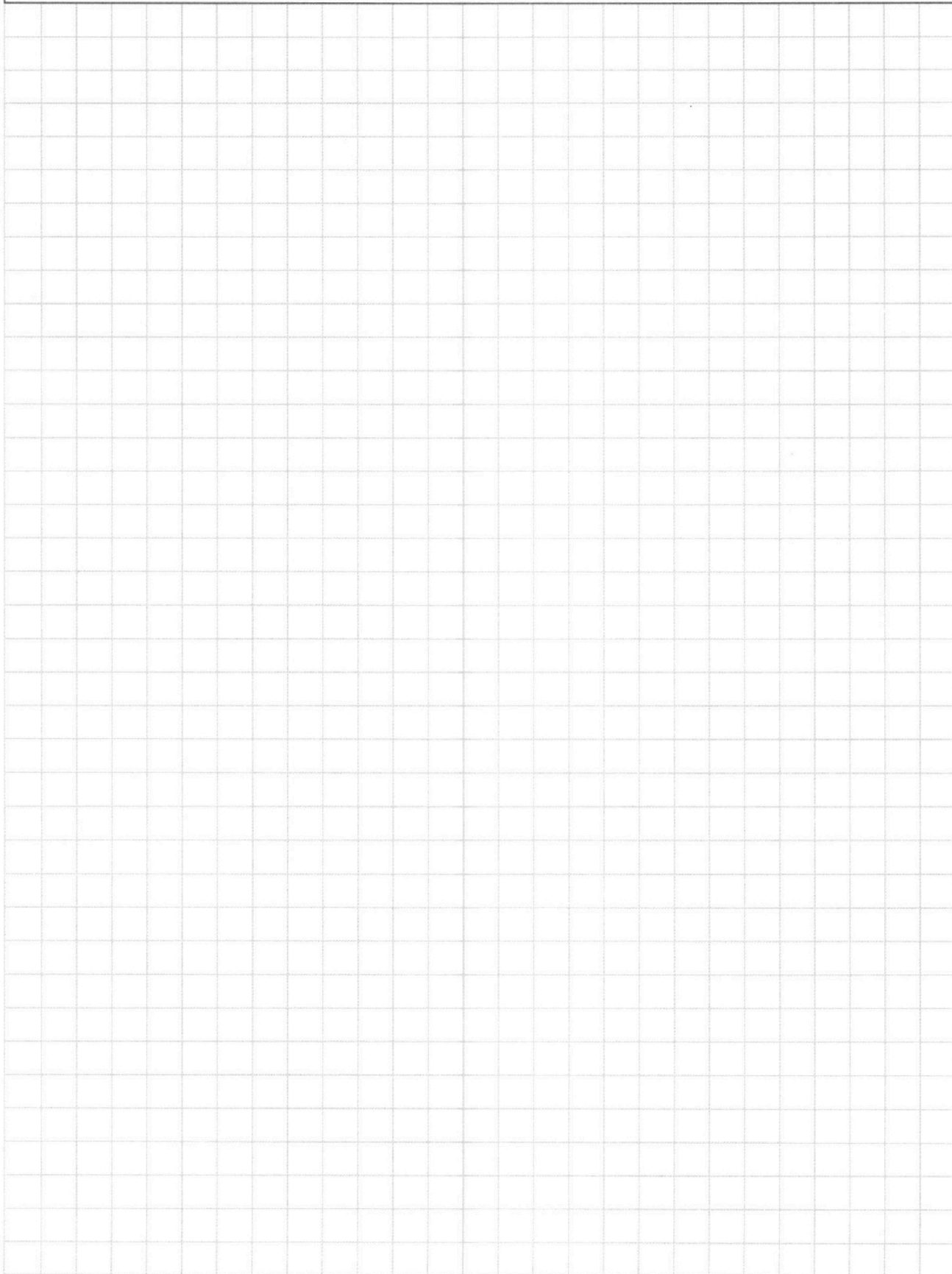
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



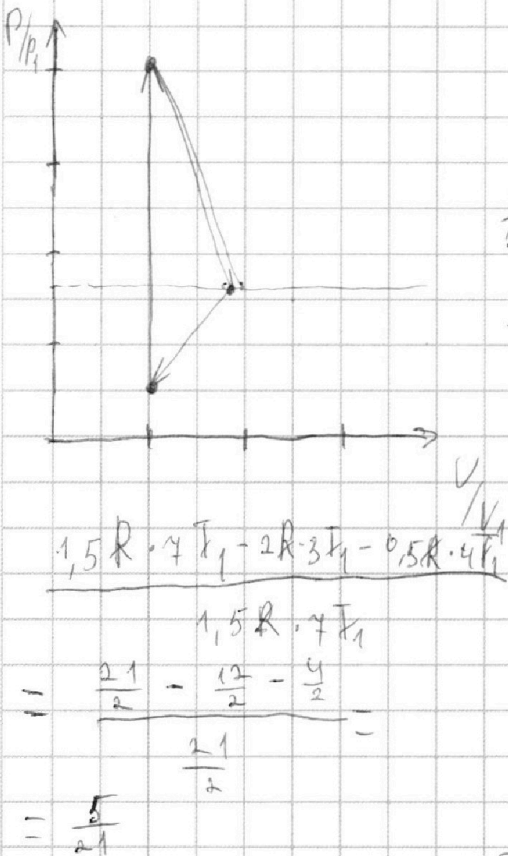
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

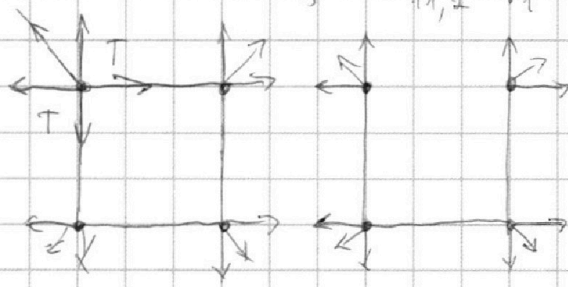
$$\frac{\epsilon_0 q^2}{2a^2} = F_2$$

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

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

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

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





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

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

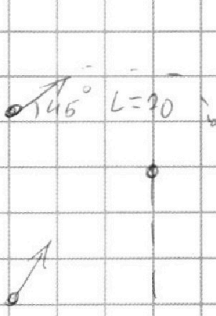
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

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

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

$$V_0 = 200$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{tg} \alpha = \frac{x \cdot 2 V_0^2 - V_0^2}{2 g x^2} = \frac{\sqrt{1} \cdot 200}{10}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

108
x 116
648
108
1428
3200
-1428
2472
$\sqrt{2472} = 2\sqrt{618}$

36
x 21
36
142
456
x 456
16
456
12086

640000
142096
497904
624904
$2 \cdot 0,131976$
$202 \cdot 0,32934$
$2^2 \cdot 2 \cdot 0,131976 \cdot 24$
$2^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2 = 3666$
$2^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2 = 6 \cdot 611$

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!



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

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

$$mg \sin \alpha$$

$$a = \mu \cos \alpha \cdot g + \sin \alpha \cdot g = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10 + 4 \cdot 6 = 4 + 6 = 10 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

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

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

$$a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$0 = v_{\text{отн}} T - g T^2$$

$$\frac{10}{5} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \frac{5}{10} = 0,5$$

$$-1 = v_{\text{отн}} T_2 - g T_2^2$$

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

$$a = 6 - 4 = 2 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

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

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

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

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

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

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

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

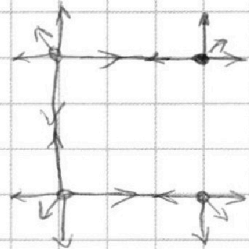
$$\mu = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

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

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

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

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



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!



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



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

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

$\sqrt{2} \cdot v_0 t - 6 \cdot 0,36 t^2 = 3,6$   
 $6 \cdot 0,36 t^2 - \sqrt{2} \cdot 6 t + 3,6 = 0$

$\tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha - 1 + 1}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 \cos^2 \alpha - 1}{\cos^2 \alpha} + 1$

$x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g x^2 \tan^2 \alpha}{2}$   
 $x \tan \alpha - \frac{g x^2 \tan^2 \alpha}{2} = \frac{g x^2 \tan^2 \alpha}{2}$   
 $\tan \alpha \frac{x}{\tan^2 \alpha} = \frac{g x}{g \tan^2 \alpha}$

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

$H = \frac{g x}{v_0^2 \tan^2 \alpha}$   
 $\frac{3,6 \cdot \frac{100}{20}}{10} = 0,36 \cdot 40$

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.

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

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

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

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

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

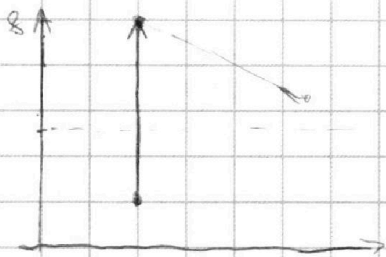
$$-R \cdot \frac{150}{300} \cdot \frac{4}{2} = A$$

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

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

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

$$k = 8$$



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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{14}{11.2}$$

$$k = 4$$

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

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

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

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

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

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