



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.

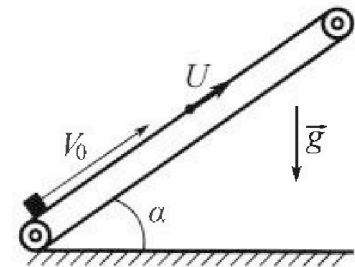
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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.).

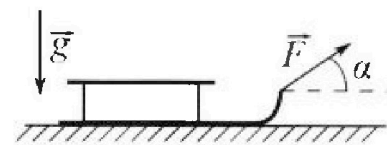
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.

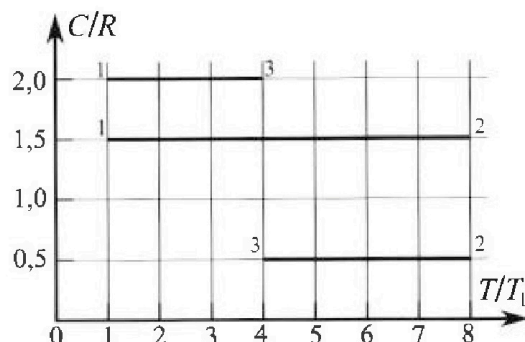
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



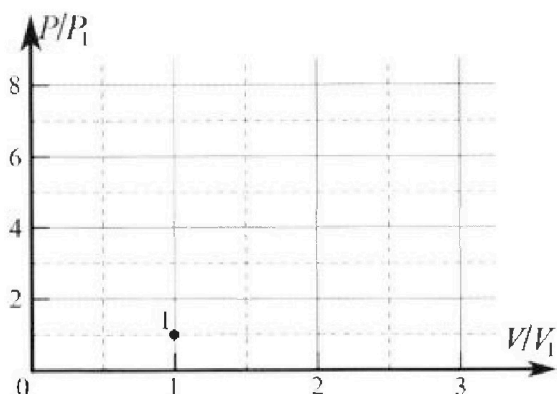
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

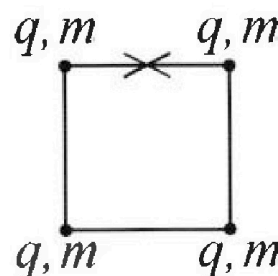
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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:

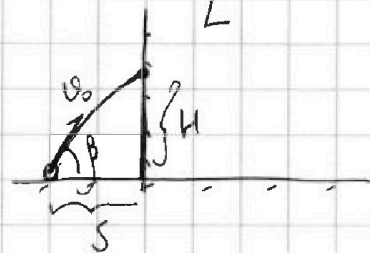
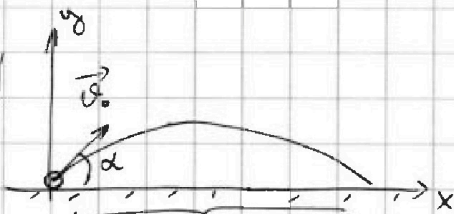
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$\sqrt{3}$   
 $\alpha = 45^\circ$   
 $L = 20 \text{ м}$   
 $H = 3,6 \text{ м}$   
 $v_0 = ?$   
 $S = ?$



$$L = v_0 \cos \alpha t; \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = \underline{14 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)}$$

для достижения наибольшей высоты (H), мяч должен сталкиваться со стеной в самой вершине своей траектории.

$$\begin{cases} H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \\ t = \frac{v_0 \sin \beta}{g} \\ S = v_0 \cos \beta t \end{cases}$$

$$\begin{cases} H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \\ S = \frac{v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g} \end{cases}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,6}}{14} = 0,6; \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{(14)^2 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10} = \frac{200 \cdot 6 \cdot 8}{1000} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 8}{10} = 9,6 \text{ (м)}$$

Ответ:  $v_0 = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $S = 9,6 \text{ м}$



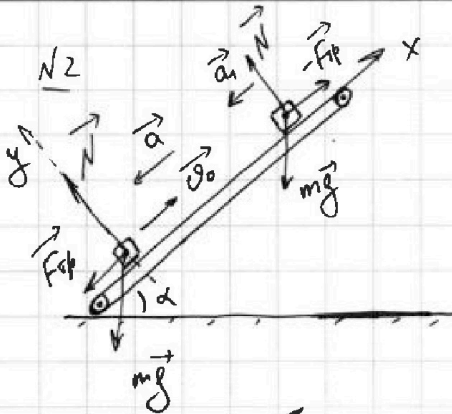
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$y: N = mg \cos \alpha; F_{тр} = \mu N$$

$$ox: -a = \frac{-F_{тр} - mg \sin \alpha}{m} = \frac{-\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha}{m}$$

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

$$= 10 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \sqrt{1 - 0,6^2} + 0,6 \right) = 10 \left( \frac{1}{2} \right)$$

т.к.  $a = \text{const}$ , то коробка движется равноускоренно:

$$t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ (с)} - \text{ время, за которое коробка}$$

т.е. коробка успеет проехать какое-то расстояние  $t < T$   
 $- a_1 = \frac{+F_{тр} - mg \sin \alpha}{m}; a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \cdot (0,6 - \frac{1}{2} \cdot 0,8) = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$

тогда  $S = S_1 + S_2$ , где  $S_1$  коробка прошла за  $t_1$ , а  $S_2$  потом

$$S_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}; S_2 = \frac{a_1 (T - t_1)^2}{2}; S = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} + \frac{a_1 (T - t_1)^2}{2} =$$

когда лента транспортера начнет двигаться с  $u = \text{const}$ , то

можно перейти в ЦСО ленты, где ускорения вверх ( $a$ ) и вниз ( $a_1$ ) коробки будут такими же

в ЦСО ленты:  $ox: v_{отн0} = v_0 - u$  Когда скорость коробки будет равна  $u$ ,

то относительно ленты она двигаться не будет, т.е.  $T_1 = \frac{0 - v_{отн0}}{-a} = \frac{v_0 - u}{a}$

или когда будет двигаться вниз со скоростью  $2u$ :  $T_{12} = \frac{-2 - v_{отн0}}{-a} = \frac{-a}{0,7 \text{ (с)}}$

Скорость коробки обратится в 0, когда она будет двигаться против движения ленты со скоростью равной  $1 \text{ м/с}$ .

$$T_2 = \frac{-u - (0)}{-a_1} = \frac{u}{a_1}; \leftarrow \text{т.е. } L_1 = (v_0 - u) T_1 - \frac{a T_1^2}{2}$$

$$L_2 = \frac{a_1 T_2^2}{2}; L = (v_0 - u) T_1 - \frac{a T_1^2}{2} + \frac{a_1 T_2^2}{2} = (6 - 1) \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} + \frac{2 \cdot 0,5^2}{2}$$

$$L = L_1 - L_2, \text{ где } L_1 = (v_0 - u) T_1 - \frac{a T_1^2}{2}; L_2 = \frac{a_1 T_2^2}{2}$$

$$L = (v_0 - u) T_1 - \frac{a T_1^2}{2} - \frac{a_1 T_2^2}{2} = (6 - 1) \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} - \frac{2 \cdot 0,5^2}{2} = 1 \text{ (м)}$$

Ответ:  $S = 1,96 \text{ м}; T_1 = 0,5 \text{ с}; L = 1 \text{ м}$   
 $T_2 = 0,7 \text{ с}$

\* скорость коробки будет равна  $1 \text{ м/с}$  через  $0,5 \text{ с}$  и  $0,7 \text{ с}$  после старта



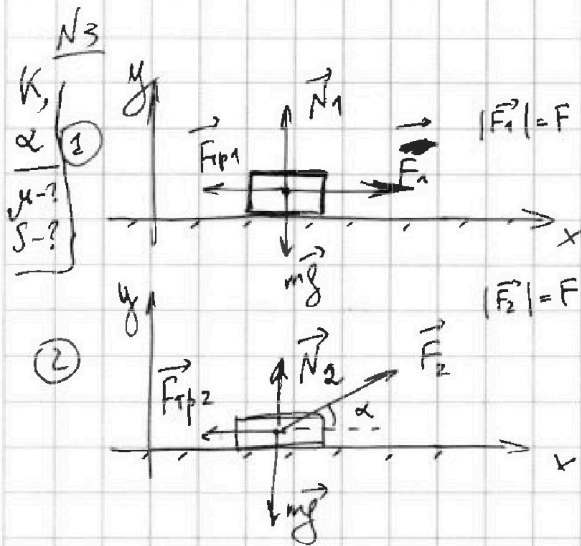
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Закон изменения мех. энергии:

$$\cancel{K} - \cancel{K} = \sum A$$

$$A_{N_2} = A_{N_1} = \cancel{0} = 0, \text{ т.к. всегда}$$

$$\vec{N}_1 \perp \vec{v}, \vec{N}_2 \perp \vec{v}, \cancel{0}$$

$$A_{F_{tr1}} = -F_{tr1} \cdot l \quad (\text{угол } l - \text{гипотенузика, на котором разложены } \vec{v})$$

$$A_{F_{tr2}} = -F_{tr2} \cdot l$$

$$A_{F_1} = Fl; \quad A_{F_2} = Fl \cos \alpha$$

$$\text{оу: } N_1 = mg; \quad F_{tr1} = \mu mg;$$

$$\text{оу: } N_2 = mg - F \sin \alpha; \quad F_{tr2} =$$

$$= \mu (mg - F \sin \alpha)$$

тогда  $k = \cancel{0} - \mu mgl + Fl$

$$k = -\mu (mg - F \sin \alpha) l + Fl \cos \alpha$$

$$-\mu mgl + Fl = -\mu mgl + \mu Fl \sin \alpha + Fl \cos \alpha$$

$$1 = \mu \sin \alpha + \cos \alpha; \quad \left( \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)$$

За После прекращения действия силы  $F$ :  $F_{tr} = \mu mg$ ,

тогда по закону изменения мех. энергии:

$$(0+0) - (k+0) = A_{F_{tr}} \quad (\text{опять же } A_N = 0)$$

$$k = \mu mg \cdot S$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

N4  
 $T_1 = 200 \text{ K}$   
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$   
 $A_{31} = ?$   
 $\eta = ?$

Т.к. в процессе 3-1 теплоёмкость не изменяется, то  
 $c_{3-1} \Delta T = 2R \Delta T = Q = -A + \Delta U = -A + \frac{3}{2} \Delta T R$   
 $A = -\frac{1}{2} \Delta T R$ ;  $\Delta T = T_1 - T_3 = T_1 - 4T_1 = -3T_1$   
 $A = \frac{3}{2} \Delta T R = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 = 2,5 \text{ кДж}$

за цикл:  $\sum A + \Delta U_{\text{цикл}} = Q_{\text{цикл}}$ , т.е.  $\sum A = Q_{\text{цикл}}$   
 0, т.к. цр-к замыкается

$\eta = \frac{\sum A}{Q_{\text{пол}}} = \frac{Q_{\text{цикл}}}{Q_{\text{пол}}} = \frac{Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-1}}{Q_{\text{пол}}} =$

$= \frac{\frac{3}{2} R \Delta T (8T_1 - T_3) + \frac{1}{2} R \Delta T (4T_1 - 8T_3) + 2R \Delta T (T_1 - 4T_3)}{Q_{\text{пол}}} =$

$= \frac{\frac{3}{2} R \Delta T (8T_1 - T_3)}{10,5} = \frac{12 - \frac{3}{2} \cdot -2 - 6}{10,5} = \frac{10,5 - 8}{10,5} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{21}{2}} = \frac{5}{21} = 0,238$

для одноатомного газа:  $c_p = \frac{5}{2} R$ ;  $c_v = \frac{3}{2} R$ ;  $pV = \text{const}$ ;  $\gamma = \frac{c_p - c_v}{c_p} = \frac{5/2 R - 3/2 R}{5/2 R} = \frac{2}{5}$

1-2:  $c_{1-2} = \frac{3}{2} R = c_v$ , т.е. процесс изохорный:  $V = \text{const}$

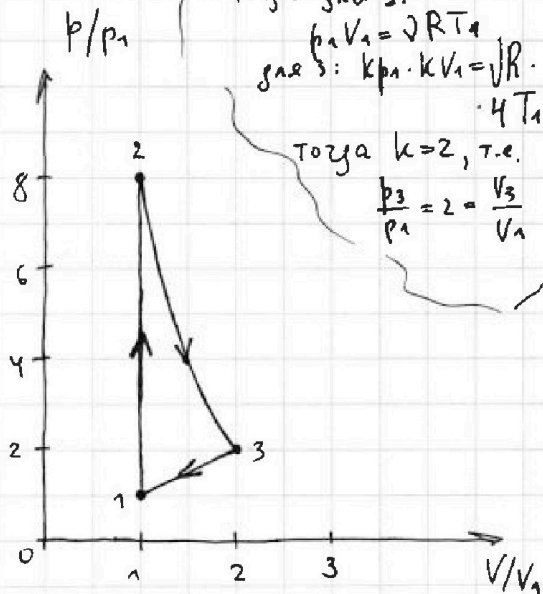
2-3:  $\gamma_{2-3} = \frac{\frac{1}{2} R - \frac{5}{2} R}{\frac{1}{2} R - \frac{3}{2} R} = \frac{-2R}{-R} = 2$

$pV^2 = \text{const}$ ;  $p = \frac{\text{const}}{V^2}$  - криволинейная зависимость

3-1:  $\gamma_{3-1} = \frac{2R - \frac{5}{2} R}{2R - \frac{3}{2} R} = \frac{-\frac{1}{2} R}{\frac{1}{2} R} = -1$

$\frac{p}{V} = \text{const}$  - прямая пропорциональная зависимость

Ответ:  $A = 2,5 \text{ кДж}$   
 $\eta = 0,238$

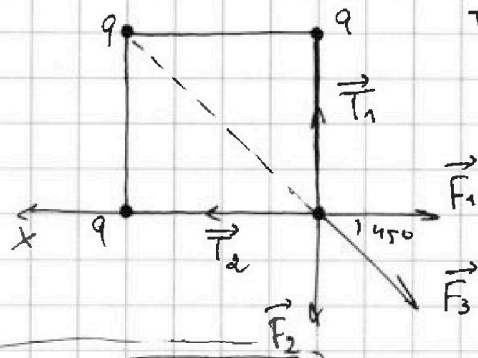


- 1  2  3  4  5  6  7

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

№5

a  
T, ε₀  
|q| - ?  
K - ?  
d - ?



$$|q| = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 a^2 T}{1 + \frac{\sqrt{2}}{4}}}$$

Рассмотрим силы, действующие на один шарик, т.к. в силу симметрии для остальных такая же ситуация.

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$$

$$Ox: T = F_1 + F_3 \cos 45^\circ$$

$$T = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}; T = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$|q| = \sqrt{\frac{a^2 T}{\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) k}}$$

т.к. на систему не действуют внешние силы, то ЗСЭ:  $Ox: \dots$

$0 = m v_1 - m v_2 - m v_3 + m v_4$ . В силу симметрии  $v_1 = v_4$  и  $v_2 = v_3$ , тогда

$$2m v_1 = 2m v_2; v_1 = v_2 = v = v_3 = v_4,$$

т.е. у всех шариков скорости одинаковы и равны  $v$ . (Все скорости шариков направлены перпендикулярно стержню, потому что нить натянута (т.е. проекции на нее всех скоростей равны) и в силу симметрии скорости должны иметь зеркальные направления отн. оси симметрии.)

$$ЗСЭ: 4 \cdot \frac{kq^2}{a} + 2 \cdot \frac{kq^2}{a\sqrt{2}} = 4K + 3 \cdot \frac{kq^2}{a} + 2 \cdot \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a}$$

кин. энергии шариков одинаковы, т.к. скорости и масса одинаковы.

$$K = \frac{kq^2}{4a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right) = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right) \quad (A_T = 0)$$

Если векторно сложить все силы в системе, то мы получим  $\vec{0}$  в любой момент времени (т.к. на систему не действуют внешние силы и по 3-ему закону Ньютона), тогда по теореме о движении центра масс его ускорение в любой момент времени будет нулевым, т.е. ц.м. не изменит положения.

тогда  $d = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$  (на рисунке т.А соответствует ц.м. систем BC ⊥ EM в силу симметрии)



$$\text{Ответ: } |q| = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 a^2 T}{1 + \frac{\sqrt{2}}{4}}}; K = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right); d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$





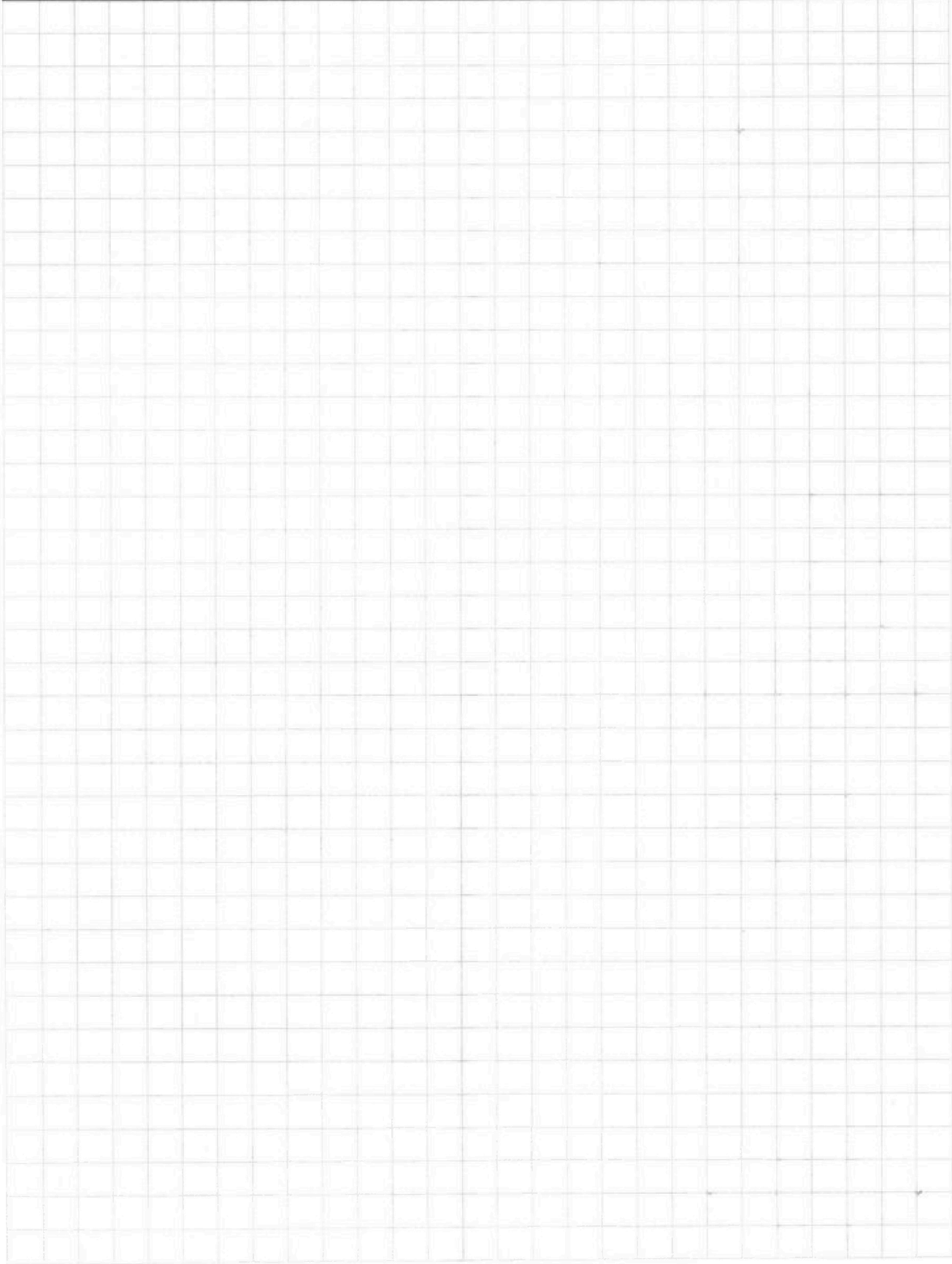
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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.

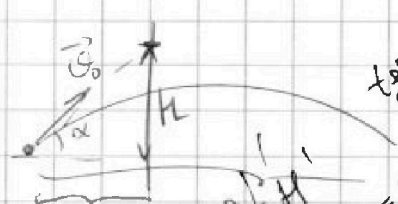
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$$\tan \beta = \frac{v_0^2}{gS} \quad \angle = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2 \alpha}} = 14 \text{ м/с} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$S \tan \beta - \frac{gS^2}{2v_0^2} = H$$

$$S \frac{1}{\cos^2 \beta} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} = H$$

$$S = v_0 \cos \beta t; \quad t = \frac{S}{v_0 \cos \beta}$$

$$H = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0 \sin \beta \frac{S}{v_0 \cos \beta} - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} = S \tan \beta - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$H' = S \frac{\cos \beta \cdot \cos \beta + \sin \beta \cdot \sin \beta}{\cos^2 \beta} + \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} = 0$$

$$0 = g - \frac{gS^2}{v_0^2} \tan \beta; \quad \tan \beta = \frac{v_0^2}{gS}$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \frac{1}{\cos^2 \beta}; \quad \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \left( \frac{v_0^2}{gS} + 1 \right) =$$

$$H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}; \quad S^2 = \frac{2v_0^2}{g} \left( \frac{v_0^2}{2g} - H \right)$$

$$2v_0^4 - v_0^2 gS - g^2 S^2 = 2v_0^2 gH$$

$$S^2 g^2 + S(gv_0^2) - 2v_0^4 + 2v_0^2 gH = 0$$

$$100S^2 + 2000S - 200000(200 + 36) = 0$$

$$S + 20S - 944 = 0$$

$$2 = 400 + 844 \cdot 4 \approx$$

$$S = \frac{20 \pm \sqrt{400 - 20 \cdot 20 \cdot 10}}{2} = 10(\sqrt{10} - 3) \approx 20 \text{ м}$$

$$H = \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta}{g}$$

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

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} = \frac{\sqrt{10 \cdot 3,6}}{10\sqrt{2}} = 0,36$$

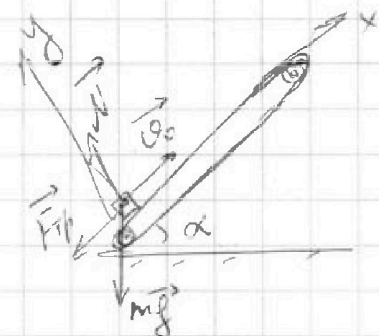
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

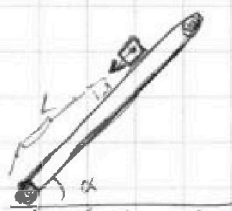


$$a = \frac{\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha}{m} = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$S = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

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

$$= 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot (0,4 + 0,6) \cdot 1^2}{2} = \underline{1 \text{ (м)}}$$



$$t_{\text{кр}} = T_1 = \frac{v_0 - u}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ (с)}$$

$$\mu mg \cos \alpha \quad \vee \quad mg \sin \alpha$$

$$\mu v \quad \vee \quad v \quad \mu \quad \vee \quad \mu \quad \vee \quad \mu$$

$$0,5 < \frac{5}{10}$$

$$t_{\text{кр}} = 1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2a} = \frac{25}{20} = \underline{1,25 \text{ (м)}}$$

$$5 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} = 2,5 - \frac{5}{4} = \frac{10}{4} - \frac{5}{4} = \frac{5}{4}$$

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2a} \quad S_2 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \quad ; \quad S_2 = \frac{a_1 (T - t_1)^2}{2}$$

$$\frac{6^2}{2 \cdot 10} =$$

$$\frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16$$

$$L_1 = (v_0 - u) T_1 - \frac{a T_1^2}{2} \quad ; \quad L_2 = \frac{a_1 T_2^2}{2}$$

$$4 \cdot 2,5 - \frac{5}{4} = \underline{1,25 \text{ (м)}}$$

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

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

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

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

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





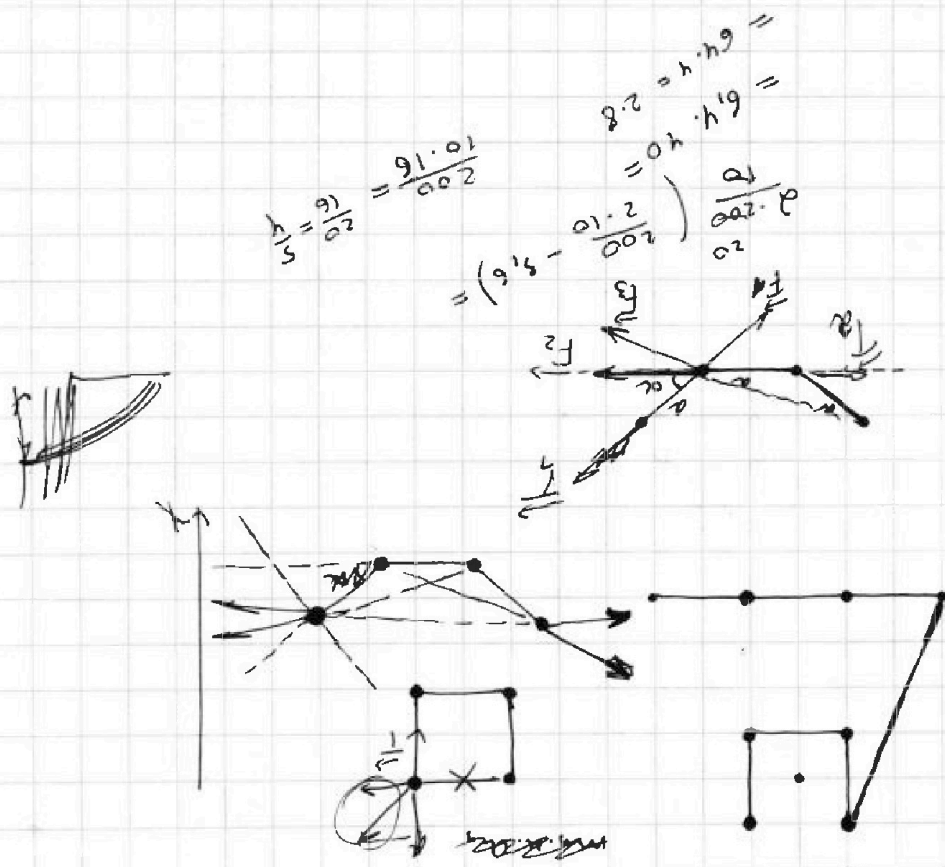
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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!

$\frac{C_p - C_v}{C_p - C_v} =$   
 $\frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$   
 $p^3 V^5 = \text{const}$   
 $pV = \text{const}$

1-2:  $pV = \text{const}$   
 2-3:  $pV^2 = \text{const}$   
 3-1:  $\frac{p}{V} = \text{const}$

$pV_1 = \sqrt{RT_1}$   
 $k^2 p_1 V_1 = \sqrt{R \cdot 4T_1}$   
 $k = 2$

$k^2 p_1 V_1^2 = 2 p_1 \cdot 4 V_1^2$   
 $k = 2$

$\frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = 1$   
 $\frac{-\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R} = -1$

$Q = 2R \Delta T = -A + \frac{3}{2} R \Delta T$   
 $Q > 0$

$\sum A + \Delta U_{int} = Q_{in}$   
 $\frac{1}{2}R - \frac{5}{2}R = \frac{-2R}{-R} = 2$

$\frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = \frac{-\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = -1$



$\frac{4 \pi \epsilon_0 \rho a^2 \sqrt{2}}{(\frac{1}{2} + \sqrt{2})} =$

