



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.

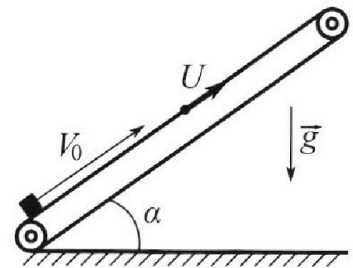
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение св ободного 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

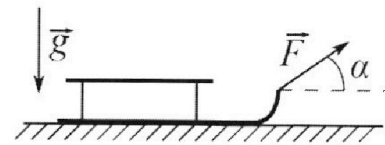
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.



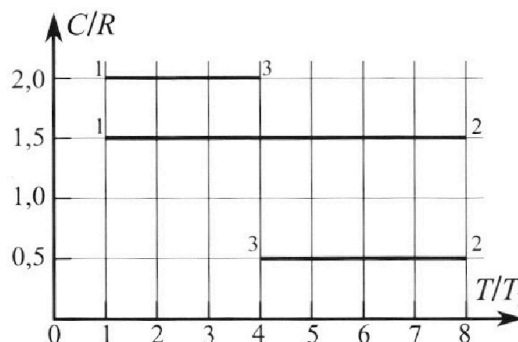
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



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

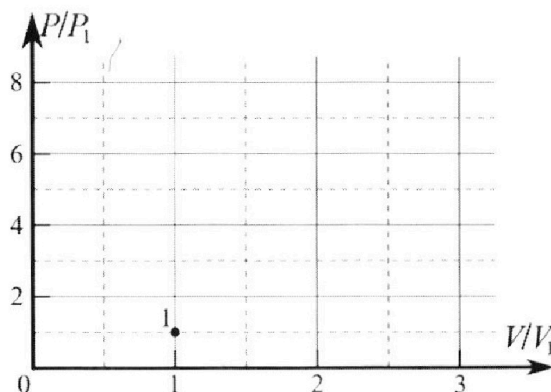
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

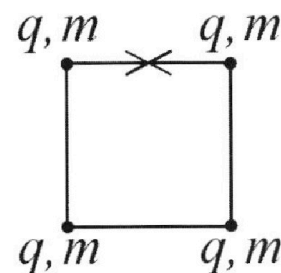
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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

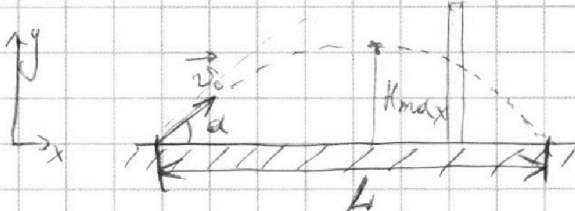
МФТИ

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



$\sqrt{1}$

Дано:  $\alpha = 45^\circ$ ,  $L = 20 \text{ м}$ ,  $H = 3 \text{ см}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
Найти:  $v_0$ ,  $S$



Решение:

1)  $L = v_0 \cos \alpha \cdot t_n$ ,  $t_n$  - время полёта.

$$0 = v_0 \sin \alpha - g \cdot \frac{t_n}{2}, \quad t_n = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0^2 = Lg, \quad v_0 = \sqrt{20 \cdot 10} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$\begin{cases} y = v_0 \sin \alpha t_n - \frac{g t_n^2}{2} \\ x = v_0 \cos \alpha t_n \end{cases} \quad y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}, \quad H_{\max}(45^\circ) = \frac{v_0^2}{4g} = 5 \text{ м}$$

$$H = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1), \quad \alpha = 45^\circ, \text{ м.к. } H_{\max} = 5 \text{ м}$$

(максимальная высота полёта при  $\alpha = 45^\circ$ )

$$S = \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{2Hg(\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}{v_0^2}}}{g(\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)} \cdot v_0^2 = \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{18}{25}}}{2g} \cdot 200 =$$

$$= 10 + 2\sqrt{7} \text{ м.}$$

Ответ:  $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$ ;  $S = 10 + 2\sqrt{7} \text{ м}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

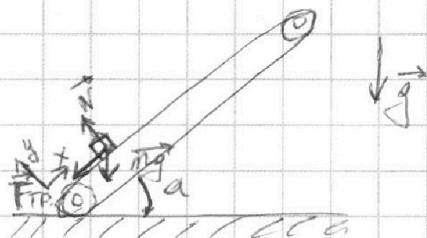
МФТИ

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

Дано:  $\sin \alpha = 0,6$ ,  $T_{\text{т}} = 1 \text{ с}$ ,  $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$ ,  $\mu = 0,5$ ,  $V = 1 \text{ м/с}$

Найти:  $T_1$ ,  $L$ ,  $S$

Решение:



1)  $\Sigma F_x: m a_x = -mg \sin \alpha - \mu N$ ,  $a_x$  — ускорение груза в первом опыте.

$$\Sigma F_y: 0 = -mg \cos \alpha + N, \Rightarrow a_x = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$S_1 = v_0 T_{\text{т}} + \frac{a_x T_{\text{т}}^2}{2}, \cos \alpha = \frac{4}{5}, S_1 = 6 - \frac{10}{2} \cdot \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= 6 - 5 \cdot 1 = 1 \text{ м}$$

$$2) V = v_0 + a_x T_1, T_1 = \frac{v_0 - V}{-a_x} = \frac{5}{10 \cdot 1} = \frac{1}{2} \text{ с.}$$

$$3) -V = v_0 - g t, t = \frac{v_0 + V}{g} = \frac{7}{10} \text{ с.}$$

$$S_0 = v_0 t - \frac{g t^2}{2} = 6 \cdot \frac{7}{10} - \frac{10}{2} \cdot \left( \frac{7}{10} \right)^2 = \frac{6 \cdot 7}{10} - \frac{7 \cdot 7}{20} =$$

$$= \frac{7}{4} \text{ м}, L = S_0 \cos \alpha = \frac{7}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{7}{5} \text{ м} = 1,4 \text{ м.}$$

Ответ:  $S = 1 \text{ м}$ ,  $T_1 = \frac{1}{2} \text{ с}$ ,  $L = \frac{7}{5} \text{ м} = 1,4 \text{ м}$ .



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

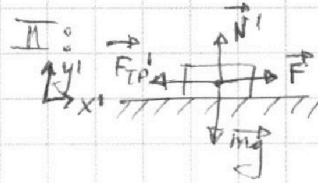
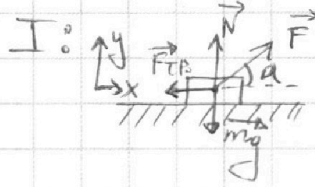
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№3

Дано:  $k, a, g$

Найти:  $\mu, S$



Решение:

1)  $Ox: F \cos \alpha - \mu N = m a$ ,  $a$  - ускорение санок

$Oy: N - mg + F \sin \alpha = 0$

$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = m a$

$Ox' : m a' = F - \mu m g$ ,  $a = a'$ , т.к. участки пути  
одинаковы.

$\Rightarrow F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu m g = F - \mu m g$ ,  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

2)  $0 = m \cdot \text{об.изм.кин.энергии} : 0 - \frac{m v^2}{2} = -\mu m g S$

$k = \mu m g S = m a_0 S$

$-m a_0 = -\mu m g$ ,  $a_0 = \mu g$

$\Rightarrow S = \frac{k}{m a} = \frac{m v^2}{2 \cdot m a}$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ ,  $S = \frac{k}{\mu m g}$

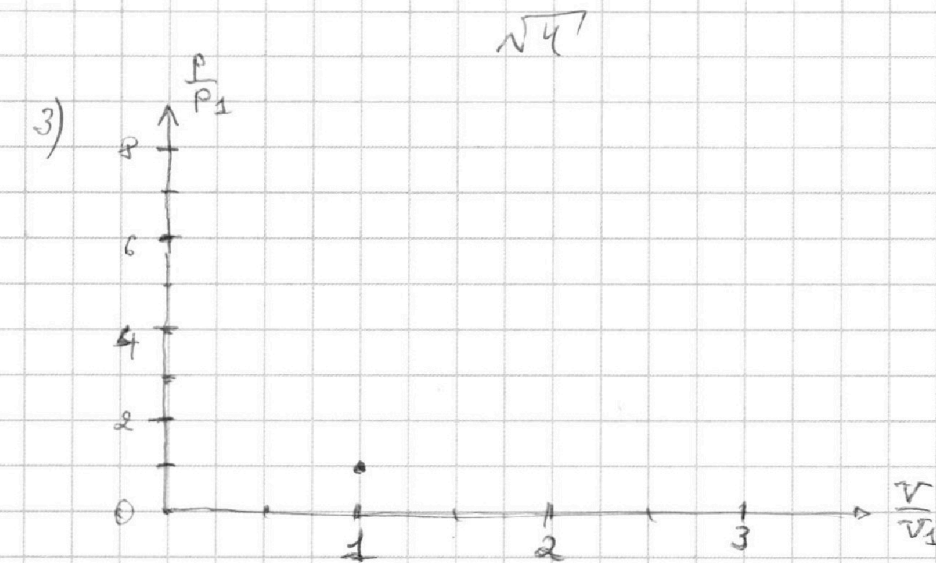
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ответ: А31

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



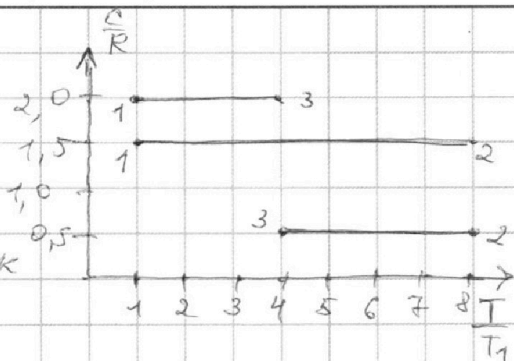
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:  $T_1 = 200\text{K}$

Найти:  $A_{31}, \eta$ , построить график

Решение:



$$1) A_{31} + \Delta Q_{31} = \Delta U_{31}, A_{31} = \frac{3}{2}R(T_1 - T_3) - 2R(T_1 - T_3)$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{C(T_1 - T_3)}{R} \cdot R, \frac{C_{31}}{R} = 2, \frac{T_3}{T_1} = 4, T_3 = 4T_1$$

$$A_{31} = -3 \left( \frac{3}{2}R - 2R \right) = -3 \cdot 8,31 \cdot \frac{3-4}{2} = 12,465 \text{ Дж}$$

2)  $\eta = \frac{A'}{Q_3}$ .  $A' = A_{12}' + A_{23}' + A_{31}'$ , где  $A'$  - работа, совершённая газом.  $Q_3$  - затраченное на процесс тепло.

$$A_{12}' = \Delta Q_{12} - \Delta U_{12} = (T_2 - T_1) \left( 1,5R - \frac{3}{2}R \right), \text{ аналогично}$$

$$A_{23}' = (T_3 - T_2) \left( 0,5R - \frac{3}{2}R \right), A_{31}' = (T_1 - T_3) \left( 2R - \frac{3}{2}R \right)$$

$$Q_3 = Q_{12} = 1,5R(T_2 - T_1), T_2 = 8T_1$$

$$\eta = \frac{7T_1 \cdot \frac{3}{2} \cdot 0 - 4T_1 \cdot \frac{1}{2}(R - 3R) - 3T_1 \cdot \frac{1}{2}(4R - 3R)}{\frac{3}{2} \cdot 7T_1 R} =$$

$$\frac{8R - 3R}{21R} = \frac{5}{21}$$

3/2

~~Ответ:  $A_{31} = 12,465 \text{ Дж}$ ,  $\eta = \frac{5}{21}$~~

Ответ:  $A_{31} = 12,465 \text{ Дж}$ ,  $\eta = \frac{5}{21}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

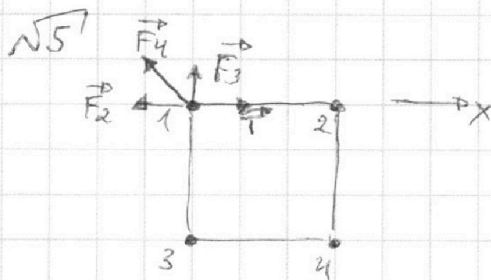
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:  $T, a$

Найти:  $|q|, k, d$

Решение:



$$1) \quad \alpha_x: T - k \frac{q^2}{a^2} - k \frac{q^2}{(a\sqrt{2})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0, \quad T = k \frac{q^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) \quad \text{①}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \text{②} \quad \frac{q^2}{a^2 \cdot 4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}, \quad q^2 = \frac{8\sqrt{2} T a^2 \pi \epsilon_0}{2\sqrt{2}+1}$$

$$|q| = a \sqrt{\frac{8\sqrt{2} T \pi \epsilon_0}{2\sqrt{2}+1}} \quad 2)$$

$$\text{Ответ: } d \sqrt{\frac{8\sqrt{2} T \pi \epsilon_0}{2\sqrt{2}+1}}$$



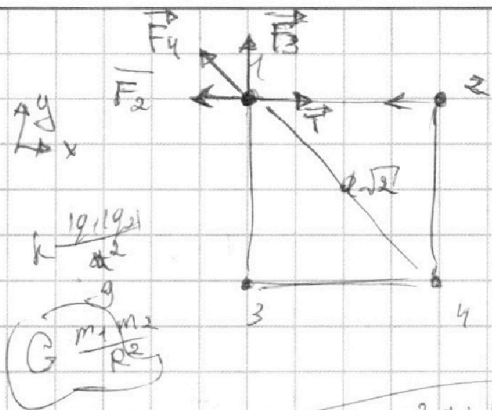
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



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

$$\Sigma_x: T - k \frac{q^2}{a^2} - k \frac{q^2}{(a\sqrt{2})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0$$

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

$$T = k \frac{q^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) = \frac{q^2}{a^2 4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}$$

$$S = \frac{m g a + \sqrt{m g a} - \frac{2H g (m g^2 a + 1)}{v_0^2}}{g (m g^2 a + 1)} \cdot 2\sqrt{2}$$

$$k \frac{q^2}{a^2 \cdot 2\sqrt{2}}$$

$$m g^2 a - \frac{2H g}{2v_0^2} m g^2 a - \frac{2H g}{2v_0^2}$$

$$4 T a^2 \pi \epsilon_0 \cdot 2\sqrt{2} = q^2 (2\sqrt{2} + 1)$$

$$m g^2 a \left( \frac{v_0^2 - 2H g}{v_0^2} \right) - \frac{2H g}{v_0^2}$$

$$\frac{8\sqrt{2} T a^2 \pi \epsilon_0}{2\sqrt{2} + 1} = q^2$$

$$v_0^2 = 4gH$$

$$\frac{2gH}{4gH} = \frac{1}{2} - \frac{2gH}{4gH} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}$$

$$m \cdot k \frac{q^2}{m} \cdot a = k q a$$

$$W = k q a$$

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

$$S = \frac{m g a v_0^2}{g (m g^2 a + 1)} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{4gH}{2g} = 2H = 20$$

$$W = \frac{C v^2}{2}$$

$$10 + \frac{10\sqrt{7}}{5} = 10 + 2\sqrt{7}$$

$$\frac{2 \cdot 36}{200} \cdot 2$$

$$\frac{4 \cdot 36}{200} = \frac{36}{50}$$

$$\frac{36}{50}$$

$$\frac{18}{25} \text{ м} \cdot S = \frac{v^2}{2a^2}$$

$$20$$

$$10 \left(1 + \sqrt{\frac{7}{25}}\right)$$

$$10 + 10\sqrt{\frac{7}{25}}$$

$$S =$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$1) = \frac{7 \cdot \frac{3}{2} (1-R) - 4 \cdot \frac{1}{2} (1-3R) - 3 \cdot \frac{1}{2} (4-3R)}{\frac{3}{2} \cdot 7 \cdot R} =$$

$$= \frac{7 \cdot 3 (1-R) - 4 (1-3R) - 3 (4-3R)}{3 \cdot 7} = 1-R - \frac{4}{3 \cdot 7} (1-3R) -$$
$$- \frac{1}{7} (4-3R) = 1-R - \frac{4}{3 \cdot 7} + \frac{4}{7} R - \frac{4}{7} + \frac{3}{7} R =$$
$$= 1 - \frac{4}{3 \cdot 7} - \frac{4}{7} = \frac{21 - 4 - 12}{21} = \frac{5}{21}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ - 4 \\ \hline 17 \end{array}$$

2)  $8 - 3$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2 \cdot V_1}{V_2 \cdot T_1} = 8 \cdot \frac{V_1}{V_2}$$
$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{V_2}$$
$$V_2 = 8 X_2$$

*Handwritten scribbles and wavy lines.*

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$F_{TP} = mgs \sin \alpha$   
 $\frac{18}{5} - 5 \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{5}$   
 $\frac{2 \cdot 0 \cdot 7 - 7 \cdot 7}{20} = \frac{-49}{20}$   
 $\left(\frac{2}{5}\right)^2 \cdot \frac{4}{2} = \frac{4}{5}$   
 $\frac{4}{5}$   
 $v = \frac{dx}{dt}$   
 $va = \frac{2k}{m}$   
 $0 = v_0 - gt, t = \frac{v_0}{g} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$   
 dx - ускорение груза  
 в перпендикулярном  
 направлению

1)  $Ox: ma_x = -mg \sin \alpha - \mu N$   $\sin \alpha = \frac{3}{5}$   
 $Oy: 0 = -mg \cos \alpha + N$   $\cos \alpha = \frac{4}{5}$   
 $ma_x = -\frac{3}{5}mg - \mu mg$   
 $ma_x = -\frac{3}{5}mg - \mu mg$   
 $ma_x = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$   
 $\frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} = 1$   
 $-v =$   
 $F_{TP} = 2mg - mg \sin \alpha = \frac{3}{5}mg$   
 $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1 - \frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{1}{3}$   
 $2) v_0^2 = 5\mu/c$   $0 = v_0^2 - dx T_1$   
 $2t_1 = 2t_2$   $\frac{1}{2} \cdot 0 \cdot mg \cdot \frac{4}{5} =$   
 $\frac{2}{5}mg - \frac{2}{5}mg - \frac{3}{5}mg = -\frac{3}{5}mg$   
 $\mu = \frac{F \cos \alpha - ma_x}{mg - F \sin \alpha}$   
 $Ox: F \cos \alpha - \mu N = ma_x$   $F - \mu mg = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$   
 $-1 = 0 - gt$   $Oy: N - mg + F \sin \alpha = 0$   
 $1 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha$   
 $t_0 = \frac{2t_1^2}{2} = \frac{2t_2^2}{2}$   $N = mg - F \sin \alpha$   
 $v = a_1 t_1$   $t = \frac{4}{10}$   $F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = ma_x$   
 $v = a_2 t_2$   $F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg = ma_x$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

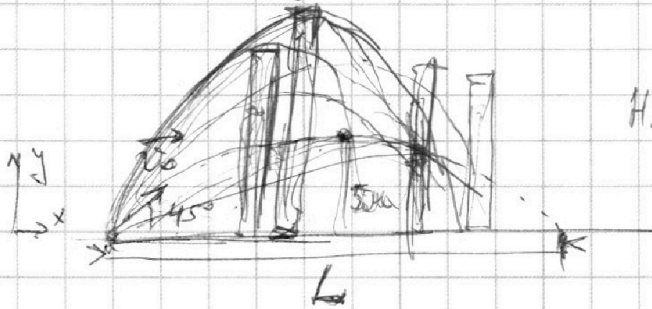


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$S = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2H_0 g (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)}}{g (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)} = v_0^2$$

$$S = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2H_0 g (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)}}{g (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)}$$



$$H_{\max} = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} =$$

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

$$\frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$L = v_0 \cos \alpha t = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2 v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \cdot \frac{200}{2g}$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - g t_1, \quad t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}, \quad t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

1)  $v_0^2 = g L, \quad v_0 = \sqrt{g L} = \sqrt{10 \cdot 20} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

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

$$x = v_0 \cos \alpha t, \quad t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}, \quad H_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{200}{4 \cdot 10} =$$

$$= 5 \text{ м}$$

Умножить на cos^2 alpha

$$H = S \tan \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)$$

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

$$\frac{g (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)}{2 v_0^2} S^2 - \tan \alpha S + H = 0$$

$$\frac{g (v_0^2 \sin^2 \alpha + 1)}{2 v_0^2} S^2 - \tan \alpha S + H = 0$$



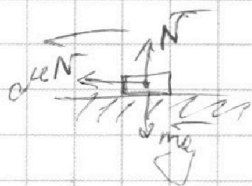
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$S = vt + \frac{at^2}{2}$$

$$k = \frac{mv^2}{2}$$

$$ma' = -\mu mg$$

$$v^2 = \frac{2k}{m}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \mu mg S$$

$$S = vt - \frac{\mu g t^2}{2}$$

$$S = \frac{v^2}{2\mu g}$$

$$0 = v - \mu g t, \quad t = \frac{v}{\mu g}$$

$$S = v \cdot \frac{v}{\mu g} - \frac{\mu g}{2} \cdot \frac{v^2}{\mu^2 g^2} =$$

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

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

$$= \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2k}{m \cdot 2\mu g}$$

$$\frac{mv^2}{2} = k$$

$$v^2 = \frac{2k}{m}$$

~~а)  $\mu mg \in F$~~

$$S = \frac{k}{\mu mg} = \frac{k}{2 \cdot m}$$

$$maS = k$$

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

$$0 - \frac{mv^2}{2} = -\mu mg S$$

$$ma = F - \mu mg$$

$$\frac{v^2}{2a^2} \cdot ma = k$$

$$\frac{2k}{m a} \cdot m =$$

$$k = \mu mg S$$

$$\mu mg = F - ma$$

$$= \frac{2k}{2a}$$

$$0 = v - at$$

$a > 0$

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

$$\frac{k}{a}$$

$$S = vt - \frac{at^2}{2} =$$

$$-a = \mu mg$$

$$= \frac{a}{2} \cdot \frac{v^2}{a^2} = \frac{v^2}{2a^2} =$$

$$ma = F - \mu mg$$

$$a = -\mu mg \quad k = \frac{v^2 m}{2a}$$

$$= \frac{v^2}{2(\mu mg)^2} = \frac{v^2}{2a^2 m}$$

$$a = \frac{F - \mu mg}{m}$$

$$-aS = -\frac{v^2}{2a} \quad k = \frac{2k}{2\mu g}$$

$$maS$$

$$aS = -aS$$

$$maS = \frac{v^2}{2a} m$$

$$k = -aS$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

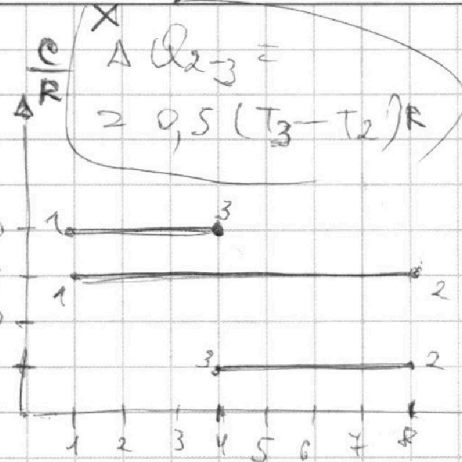
- 1  2  3  4  5  6  7



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



8,31  
2,3  
8,31  
1,5  
4,155  
+ 8,31  
12,465



$$\Delta Q_{23} = 0,5(T_3 - T_2)R$$

$$A_{12}' + \Delta Q_{12} = \Delta Q_{12}$$

$$A_{23}' + \Delta Q_{23} = \Delta Q_{23}$$

$$A_{12}' = 1,5R(T_2 - T_1) - \frac{3}{2}R(T_2 - T_3)$$

$$\Delta Q_{12} = 1,5(T_2 - T_1)R$$



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

$$T_3 = 4T_1$$

$$T_2 = 8T_1$$

$$\frac{C}{R} = \frac{\Delta Q}{\Delta TV}$$

$$\Delta Q = \frac{C \Delta T}{R}$$

$$\frac{\Delta Q}{R} = \frac{C \Delta T}{R T_1}$$

$$2 = \frac{A_2}{Q_2}$$

$$A_{31} + \Delta Q = \Delta Q$$

$$A_{31} = \Delta Q_{31} - \Delta Q = \frac{3}{2}R \Delta T - \frac{C \Delta T}{R} = \frac{3}{2}R(T_1 - T_3) - \frac{C \Delta T}{R}$$

$$A_{23}' = 0,5(T_3 - T_2)R - \frac{3}{2}R(T_3 - T_2)$$

$$\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R = 3 \cdot 8,31 = 24,93$$

$$A_{3-1}' = (T_1 - T_3) \left( 2R - \frac{3}{2}R \right) = 0,5(T_1 - T_3)R$$

20,93  
+ 10,465  
31,395

$$\Delta Q_{3-1} = 2(T_1 - T_3)R$$

$$= -3 \left( \frac{3R - 4}{2} \right) = -3 \cdot \frac{20,93}{2} = -31,395$$

-31,395

$$2 = \frac{(T_2 - T_1) \left( 1,5R - \frac{3}{2}R \right) + (T_3 - T_2) \left( 0,5R - \frac{3}{2}R \right) + (T_1 - T_3) \left( 2R - \frac{3}{2}R \right)}{Q_2}$$

$$24,93 - 4 = 20,93$$