

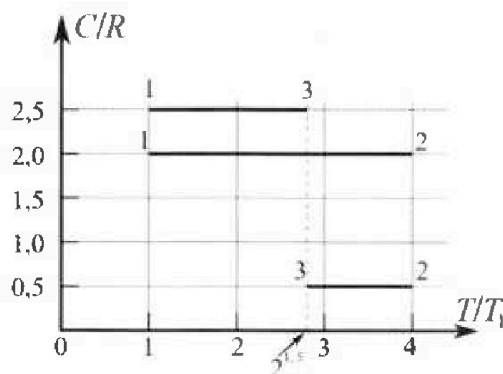
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



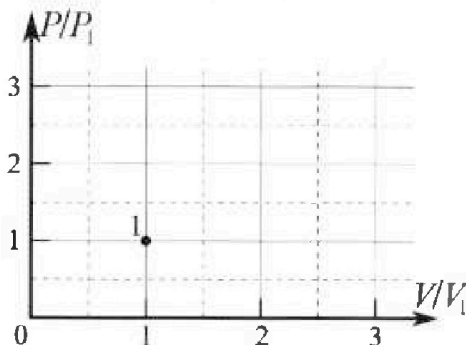
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



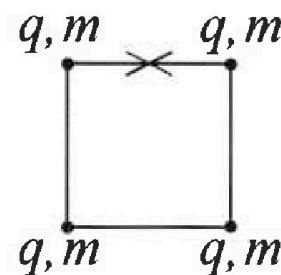
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .



1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость  $V$  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)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01



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

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

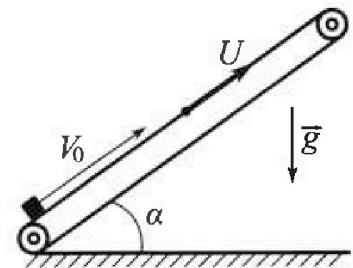
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

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

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1$  м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости  $V_0$  за одинаковое время.

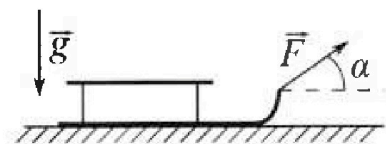
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



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  
T = 20  
S = 20 м  
g = 10 м/с<sup>2</sup>

1. V<sub>0</sub> - ?

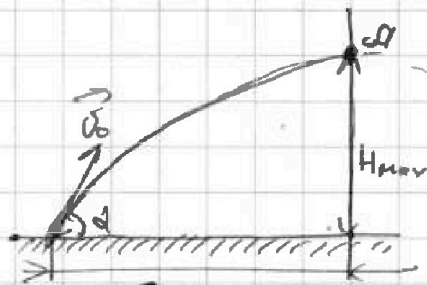
2. H<sub>max</sub> - ?

1) к высоте H<sub>max</sub> ⇒ v = 0

$$v = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt; v_0 = 20 \text{ м/с}$$



2) H<sub>max</sub> - максимальная, если  
т.д., в т. столкновения меча со стеной, является  
вершиной параболы траектории полёта ⇒  
⇒ к H<sub>max</sub> v<sub>y</sub> = 0

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - gt; t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x = v_0 \cos \alpha t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \alpha t; S = v_0 \cos \alpha \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$20 = 20 \cdot \frac{20}{10} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha;$$

$$1 = 2 \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\sin 2\alpha = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ \text{ - угол между } v_0 \text{ к горизонту}$$

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

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

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{400 \cdot 2}{4 \cdot 2 \cdot 10} = 10 \text{ м}$$

Отв: 1) V<sub>0</sub> = 20 м/с  
2) H<sub>max</sub> = 10 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

ЛФТИ

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

№2.

$\sin \alpha = 0,8$

$v_0 = 4 \text{ м/с}$

$\mu = 1/3$

$S = 1 \text{ м}$

$v = 2 \text{ м/с}$

$v_1 = v$

$v_2 = 0$

1) T - ?

2) L - ?

3) H - ?

1) по II З.Н:

$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$

Ox:  $-ma = -F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$

Oy:  $0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

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

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

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

$a = 1/3 \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 =$

$10 \text{ м/с}^2$  - ускорение, пока  $v_x \geq 0$

Ox:  $-ma' = -mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}$

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

$a' = 8 - 1/3 \cdot 10 \cdot 0,6 = 6$  - ускорение, когда  $v_x < 0$ .

$v = v_0 + at_1 - \frac{a't_2^2}{2}$

$l_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}$

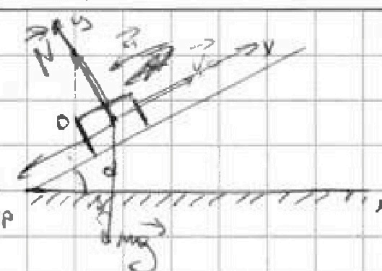
$l_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$

$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$

$l_1 - l_2 = l_1 - \frac{a't_2^2}{2}$

$t_2^2 = \frac{2l_2}{a'}$ ,  $t_2^2 = \frac{2 \cdot 0,2}{6} = \frac{0,4}{6} = \frac{1}{15} \text{ с}^2$

$t_0 = T = t_1 + t_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} = 0,4 + \frac{\sqrt{15}}{15} \text{ с}$



2) В UCO откинуто деление индикатора:

$v_{\text{отн},0} = v_0 - v = 4 \text{ м/с} - 2 \text{ м/с} = 2 \text{ м/с}$

$v_{\text{отн},1} = v_1 - v = 0 \text{ м/с} = 0 - v$

$v_{\text{отн},2} = v_2 - v = 0 - v = -2 \text{ м/с}$

по II З.Н.

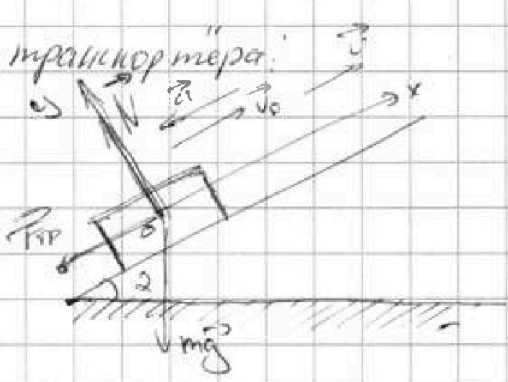
$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$

$0 = v - mg \cos \alpha$

$-ma = -F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$

$ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \Rightarrow a = 10 \text{ м/с}^2$  - верно  $a \geq 0$

$ma' = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow a' = 6 \text{ м/с}^2$  - верно  $a' < 0$ .





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$v_{02H} = v_{02H,0} - at$$

$$0 = v_{02H,0} - at$$

$$t_1 = \frac{v}{a} = 0,2 \text{ c}$$

$$b = b_{1,0} + b_2$$

$$b_1 = v_1 t; \quad b_2 = v_{02H,0} t - \frac{at^2}{2}$$

$$L = v_1 t + v_{02H,0} t - \frac{at^2}{2}$$

$$L = 2 \cdot 10 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ м}$$

$$a) \quad v_{02H,3} = v_{02H,1} - a t_1$$

$$v_{02H,3} = t_1 = \frac{v_{02H,1} - v_{02H,3}}{a} = \frac{2 \text{ м/с}}{10} = \frac{1}{5} \text{ c}$$

$$\gamma = t + t_1 = \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{2}{5} \text{ c}$$

$$H = H_1 + H_2 = v_1 \gamma \sin \alpha + v_{02H,0} \sin \alpha - \frac{a \sin \alpha t^2}{2} - \frac{a \sin \alpha t_1^2}{2}$$

$$H = 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{2}{5} + 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{2}{5} - \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,04}{2} - \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,01}{2} =$$
$$= 4 \cdot \frac{0,8 \cdot 2}{10 \cdot 5} - \frac{16}{100} - \frac{16 \cdot 0,01}{20} = \frac{256}{150} - \frac{16}{100} - \frac{8}{200} =$$

$$= \frac{512 - 48 - 8}{300} = \frac{456}{300} = 1,53 \text{ м}$$

Ответ: 1) ~~1,53 м~~  $T = 0,4 + \frac{\sqrt{10}}{5} \text{ c}$

2)  $L = 0,6 \text{ м}$

3)  $H = 1,53 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МОТИ

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!

N 3

$v_{0,2}$   
 $v_k = 0$

1/2

1: 3. H. II 3. H.

$$I: m\vec{a}_1 = \vec{F}_1 + \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp1}$$

$$Ox: ma_1 = -F_{mp1} + F_1 \cos \alpha$$

$$Oy: 0 = N_1 + F_1 \sin \alpha - mg$$

$$F_{mp1} = N_1 = mg - F_1 \sin \alpha$$

$$F_{mp1} = \mu N_1 = \mu(mg - F_1 \sin \alpha)$$

$$ma_1 = F_1 \cos \alpha - \mu mg + \mu F_1 \sin \alpha$$

$$II: m\vec{a}_2 = \vec{F}_2 + \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp2}$$

$$Oy: 0 = N_2 - mg \Rightarrow N_2 = mg$$

$$Ox: ma_2 = -F_{mp2} + F_1$$

$$ma_2 = -\mu mg + F_1$$

$$\frac{\Delta v}{T} = \text{const} \Rightarrow a_1 = a_2 = a \Rightarrow ma_1 = ma_2$$

$$-\mu mg + F_1 = F_1 \cos \alpha - \mu mg + \mu F_1 \sin \alpha$$

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

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

2:

no II 3. H.:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{mp} + \vec{N} + m\vec{g}$$

$$Oy: 0 = N - mg \Rightarrow N = mg$$

$$Ox: ma = F_{mp}$$

$$ma = \mu N$$

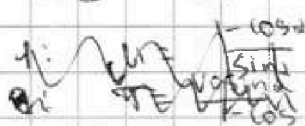
$$a = \mu g$$

$$v = v_0 - at$$

$$0 = v_0 - at$$

$$T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

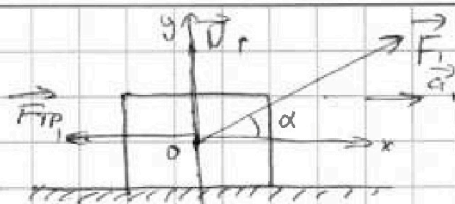
Ombl



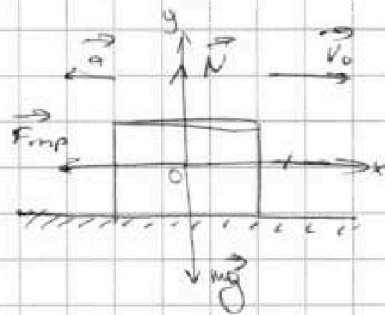
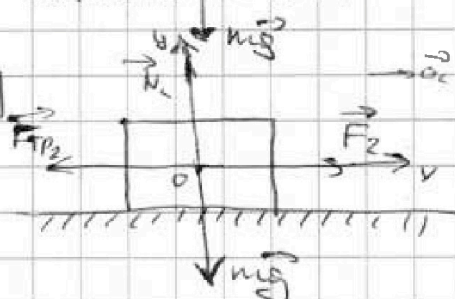
$$1: \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$2: T = \frac{v_0 \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

I



II



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!

N 4.

$T_1 = 400 \text{ K}$   
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{K} \cdot \text{моль}}$   
 $D = 1 \text{ моль}$   
 $i = 3$

1)  $A'_{1-2} = ?$

$Q_{1-2} = A'_{1-2} + \Delta U_{1-2}$

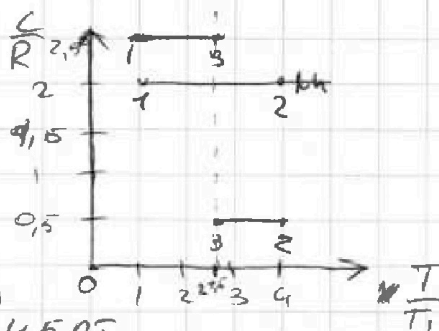
$C_D = \frac{C}{D} = C$

$Q_{1-2} = C_{\Delta T} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1$

$\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2} D R_{\Delta T} = \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = 4,5 RT_1$

$A'_{1-2} = 6RT_1 - 4,5 RT_1 = 1,5 RT_1$

$A'_{1-2} = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 400 = 600 \cdot 8,31 = 4986 \text{ Дж}$



1)  $A'_{1-2} = ?$

2)  $\eta = ?$

3)  $(P/P_1; V/V_1)$

$\eta = \frac{A'}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_{V1}|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_{V1}|}{Q_H}$

$2^{1,5} = 2\sqrt{2}$

$Q_V = Q_{2-3} + Q_{3-1}$

$Q_{2-3} = C_{\Delta T} = 0,5R \cdot (2\sqrt{2} - 4)T_1 = RT_1(\sqrt{2} - 2)$

$Q_{3-1} = C_{\Delta T} = \frac{5}{2}R(1 - 2\sqrt{2})T_1 = RT_1(2,5 - 5\sqrt{2})$

$Q_V = RT_1(\sqrt{2} - 2) + RT_1(2,5 - 5\sqrt{2}) = RT_1(0,5 - 4\sqrt{2})$

$|Q_V| = RT_1(4\sqrt{2} - 0,5)$

$Q_H = Q_{1-2} = 6RT_1$

$\eta = 1 - \frac{|Q_V|}{Q_H} = \frac{6RT_1 - RT_1(4\sqrt{2} - 0,5)}{6RT_1} = 1 - \frac{4\sqrt{2} - 0,5}{6} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} =$

$= \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

3)  $(P/P_1; V/V_1)$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

№6

6, m, g

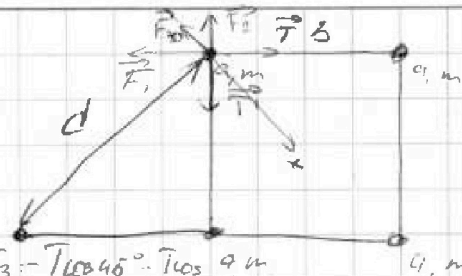
1) По II 3H:

1) T →  $0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T} + \vec{T}'$

2) V →

3) d →

Or.  $\sum F_x = F_1 \cos 45^\circ + F_2 \cos 45^\circ + F_3 - T \cos 45^\circ - T' \cos 45^\circ$



$F_1 = F_2 = k \frac{q_1 q_2}{b^2}$ ;  $F_3 = k \frac{q_1 q_2}{2b^2} = k \frac{q_1 q_2}{2b^2}$

$0 = k \frac{q_1 q_2 \sqrt{2}}{b^2} + k \frac{q_1 q_2}{2b^2} - 2T \frac{\sqrt{2}}{2}$

$T = \frac{k q_1 q_2 \sqrt{2}}{b^2 \sqrt{2}} + k \frac{q_1 q_2}{2b^2 \sqrt{2}} = \frac{k q_1 q_2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$

2) по 3Cθ:  $E_1 = E_2$

$d = \sqrt{b^2 + b^2} = b\sqrt{2}$

~~$4 \frac{qE_b}{2} + 2qEb + qEb\sqrt{2} = 4 \frac{m\delta_0^2}{2} + 2qEb + qEb\sqrt{2} = \frac{m\delta_0^2}{2}$~~

$4qEb + qE$

$4(2qEb + qEb\sqrt{2}) = 4 \left( \frac{m\delta_0^2}{2} \right) + 2(qEb + 2qEb + 3qEb + qEb + qEb + 2qEb) \Rightarrow 4(2qEb + qEb\sqrt{2}) = 4 \left( \frac{m\delta_0^2}{2} \right) + 20qEb$

$2qEb + qEb\sqrt{2} = \frac{m\delta_0^2}{2} + 5qEb \cdot 2$

$2qEb\sqrt{2} - 6qEb = \frac{m\delta_0^2}{2}$

$\delta_0 = \sqrt{\frac{(2\sqrt{2}-6)qEb}{m}}$ ;  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$

$|\vec{E}_1 + \vec{E}_2|^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = \left( k \frac{q}{b^2} \right)^2 (2 + \sqrt{2})$

$E = \sqrt{(E_1 + E_2)^2} + E_3 = k \frac{q}{b^2} \sqrt{2 + \sqrt{2}} + k \frac{q}{2b^2} = k \frac{q}{b^2} \left( \sqrt{2 + \sqrt{2}} + \frac{1}{2} \right)$

$\delta_0 = \sqrt{\frac{(2\sqrt{2}-6)kq^2 \left( \sqrt{2 + \sqrt{2}} + \frac{1}{2} \right)}{b m}}$

Or. 1)  $T = \frac{k q_1 q_2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$

2)  $\delta_0 = \sqrt{\frac{(2\sqrt{2}-6)kq^2 \left( \sqrt{2 + \sqrt{2}} + \frac{1}{2} \right)}{b m}}$

3)  $d = b\sqrt{2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

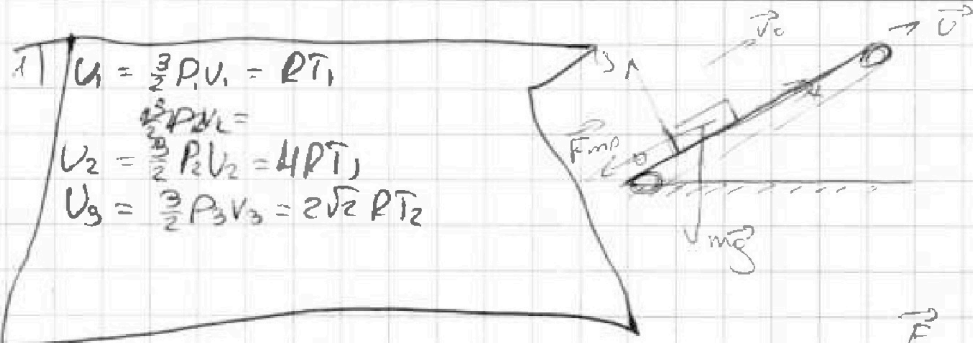
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$v = 2 \text{ м/с}$   
 $v_0 = 4 \text{ м/с}$

$v = 0$



1)  $U_1 = \frac{3}{2} P_1 v_1 = P T_1$   
 $U_2 = \frac{3}{2} P_2 v_2 = 4 P T_1$   
 $U_3 = \frac{3}{2} P_3 v_3 = 2\sqrt{2} P T_2$

$v_3$

$v_0, d$

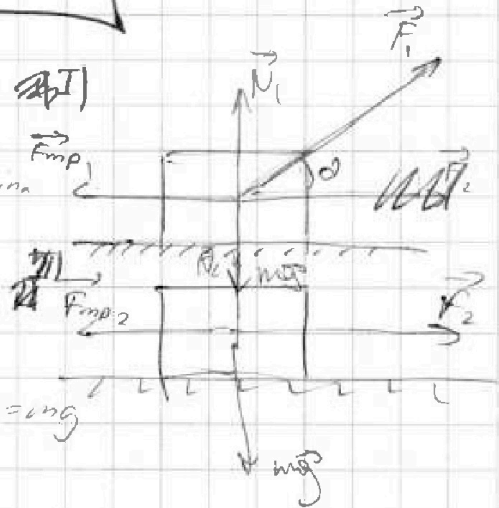
$m \vec{a}_1 = \vec{F}_1 + \vec{N}_1 + m \vec{g} + \vec{F}_{mp1}$

$\begin{cases} 0 = F \sin \alpha + N_1 - mg \Rightarrow N_1 = mg - F \sin \alpha \\ ma_1 = F \cos \alpha - F_{mp1} \end{cases}$

$\mu - ?$   
 $2/t$

$m \vec{a}_2 = \vec{F}_2 + \vec{N}_2 + m \vec{g} + \vec{F}_{mp2}$

$\begin{cases} 0 = F \sin \alpha + N_2 - N_2 - mg \Rightarrow N_2 = mg \\ ma_2 = F - F_{mp2} \end{cases}$



$a = \frac{v_0}{t} = \text{const} \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow ma_1 = ma_2$

$F \cos \alpha - \mu N_1 = F - \mu N_2$        $qEd = qk \frac{q}{4\pi} \cdot d$

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

$\cos \alpha - \mu \sin \alpha = 0 \Rightarrow \mu = \tan \alpha$

2)  $v = 0$

$0 = v_0 - aT$

$m \vec{a} = \vec{N} + m \vec{g} + \vec{F}_{mp}$

$0 = N - F \sin \alpha - mg$

$ma = \mu mg$ ,  $a = \mu g$

$0 = v_0 - \mu g T \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{\tan \alpha g} = \frac{v_0 \cot \alpha}{g}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



√4

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = C \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$C_0 = \frac{C}{\nu} = \frac{C}{1} = C$$

$$C \Delta T = A' + \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$A' = C \Delta T - \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$A' = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = 1,5 R T_1$$

$$2) \eta = \frac{A}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{охлажд}}}{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 -$$

$$A_{2-3} = \frac{R}{2} R \cdot 4 \frac{R}{2} (4 - 2\delta_2) T_1 - \frac{3}{2} R (4 - 2\delta_2) T_1 =$$

$$= R T_1 (-2 + 5\delta_2 + 6 - 3\delta_2) = R T_1 (4 - 2\delta_2)$$

$$A_{3-1} = R T_1 \frac{5R}{2} (1 - 2\delta_2) - \frac{3}{2} R T_1 (1 - 2\delta_2) =$$

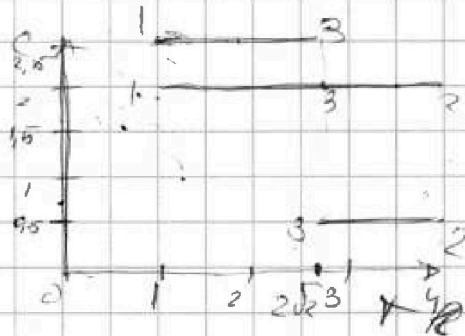
$$= R T_1 (2,5 - 1,5 - 5\delta_2 + 3\delta_2) = R T_1 (1 - 2\delta_2)$$

$$A_{2-3} = \frac{R}{2} T_1 (2\delta_2 - 4) - \frac{3}{2} R T_1 (2\delta_2 - 4) = R T_1 (\delta_2 - 3\delta_2 - 2 + 6) =$$

$$= R T_1 (4 - 2\delta_2)$$

$$A' = R T_1 (1,5 + 1 - 2\delta_2 + 4 - 2\delta_2) = R T_1 (6,5 - 4\delta_2)$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} = 2R + 3T_1 = 6 R T_1 \quad \frac{6,5 - 4\delta_2}{6} = ?$$



$$8,31 \cdot 600 = 4986,00$$

$$4986$$

В задаче 4. по оси абсцисс — ось значений

через  $R, R$  или  $R(T, C)$  или  $R(T_1, C_p)$ ?



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!

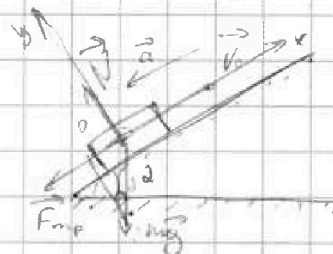


N2

$\sin \alpha = 0,8$   
 $v_0 = 4 \text{ м/с}$   
 $\mu = \frac{1}{3}$   
 $S = 1 \text{ м}$

1) Шо II  $\Rightarrow$  H:

$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$



$Ox \quad -ma = -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$

$Oy \quad 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$F = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$\sin \alpha = 0,8$

$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$

$\cos^2 \alpha = 1 - 0,64 = 0,36$

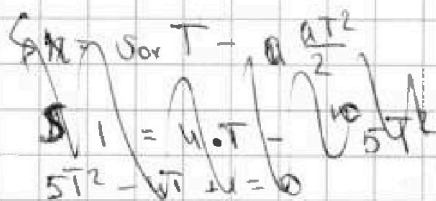
$\cos \alpha = 0,6$

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

$a = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 = 10 \text{ м/с}^2$

$\begin{array}{r} 10 \\ \cdot 10 \\ \hline 100 \\ - 512 \\ \hline 64 \\ \cdot 10 \\ \hline 640 \\ - 448 \\ \hline \end{array}$

$\begin{array}{r} 0,48 \\ \cdot 3 \\ \hline 1,44 \\ \cdot 12 \\ \hline 17,28 \\ \cdot 10 \\ \hline 172,8 \\ - 512 \\ \hline 56 \end{array}$



$v_t = v_0 - at$

$0 = v_0 - at_1$

$t_1 = \frac{v_0}{a}$

$t_1 = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$

$l_1 = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2}; l_1 = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$

$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$  - осталось пройти

(оставшиеся расстояние  $l_2 = l_1 - l_1 = 0,2 \text{ м}$ )

$l_1 + l_2 = l_1 - \frac{at_2^2}{2}$

$\begin{array}{r} 0,56 \\ \cdot 3 \\ \hline 1,68 \\ - 15 \\ \hline 15 \end{array}$

$2l_2 = at_2^2 \quad t_2^2 = \frac{2l_2}{a}; t_2^2 = \frac{0,4}{10} = 0,04 \text{ сек}^2$

$t_2 = 0,2 \quad - m\vec{a}' = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \mu mg \cos \alpha$

$a' = 8 - 2 = 6 \text{ м/с}^2$

$T = t_1 + t_2 = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ с}$

$\frac{153}{100}$

1,53

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

$T = 2c$

$S = 20 \text{ м}$

1)  $V_0 = ?$

2)  $h = ?$

1)  $V_0 = ?$

на высоте  $H_{\max}$   $v = 0$

$v = v_0 - gt$

$0 = v_0 - gT$

$v_0 = gT$ ;  $v_0 = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2c = 20 \text{ м/с}$

2)  $h = h_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$

$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2}gt^2$

так  $S = v_0 \cos \alpha t + a_x t^2 \cdot \frac{1}{2}$

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

$h = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$v_0^2 = 400 \text{ м}^2/\text{с}^2 + g^2 S^2 = 400 \text{ м}^2/\text{с}^2$

$h = \frac{\sin \alpha \cdot S}{\cos \alpha} - \frac{g}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 \cos \alpha \sin \alpha \cdot S - g}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{\sin 2\alpha \cdot S - g}{2 \cos^2 \alpha}$

при  $\sin 2\alpha$  максимально при  $\alpha = 45^\circ$

$h = \frac{\sin 90^\circ \cdot S - g}{2 \cos^2 45^\circ} = \frac{S - g}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 20 - 10 = 10 \text{ м}$

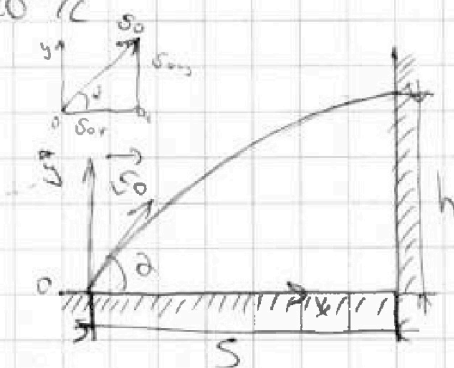
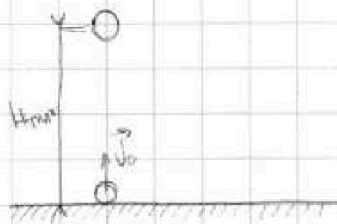
Б)  $10 = 20 \cdot T - 5T^2$

$T^2 - 4T + 2 = 0$

$v_y = 0$   $0 = v_0 - gT$   $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

$20 = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{g^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha}{2g}$

$20 = v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha \cdot \frac{1}{g}$   $20 = v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha \cdot \frac{1}{10}$   $20 = v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$3) \quad \Delta U_i = \frac{3}{2} R 3T_i = \frac{9}{2} = 4,5 RT_i$$

$$\frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = 4,5 RT_i$$

$$\frac{3}{2} (P_1 V_1 \gamma_1 - P_1 V_1) = 3RT_i$$

$$P_1 V_1 (\gamma_1 - 1) = 3RT_i$$

√2

2 и 3) ~~Рассмотрим~~ ВЛСО ~~так-но~~ ~~горизонталь~~

$$\begin{aligned} v_{\text{гориз},0} &= v_0 - v = 2 \text{ м/с} \\ v_{\text{гориз},1} &= v_{01} - v = 0 \text{ м/с} \\ v_{\text{гориз},2} &= 0 - v = -2 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m\vec{a} &= m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} \\ 0 &= N - mg \cos \alpha \\ m\vec{a} &= \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \\ a &= \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 8 = \\ &= 2 + 6 = 8 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

$$L = L_{\text{горизонт}} + L_{\text{свободн. кр}} = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (v_0^2 - v^2) = \frac{1}{2} m (2^2 - 0^2) = 2m$$

$$= 2 \cdot 0,2 + 10 \cdot 2 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ Дж}$$

$$v_2 = v' = \frac{2}{a} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \text{ с}$$

$$L = v_0 \cdot \frac{8}{15}$$

$$\Delta \gamma = \frac{1}{3} + 0,2 = \frac{1}{3} + \frac{2}{10} = \frac{10}{30} + \frac{6}{30} = \frac{16}{30} = \frac{8}{15}$$

H = H<sub>горизонт</sub> + H<sub>свободн. кр</sub>

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \Delta \gamma + 2 \cdot \sin \alpha \cdot \Delta \gamma - g \sin \alpha \cdot \frac{L^2}{2} - a' \sin \alpha \cdot \frac{L^2}{2} =$$

$$= 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{8}{15} + 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{8}{15} - 10 \cdot 0,8 \cdot \frac{0,04}{2} - 0,6 \cdot 0,8 \cdot \frac{1}{3} =$$

$$= 2 \cdot 2 \cdot \frac{8}{15} - 4 \cdot 0,04 - \frac{0,48}{3} = \frac{256}{150} - 0,16 - \frac{8}{300} =$$

$$= \frac{256}{150} - \frac{16}{100} - \frac{8}{300} = \frac{512 - 8 - 48}{300} = \frac{512 - 64}{300} = 1,53$$





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!

