

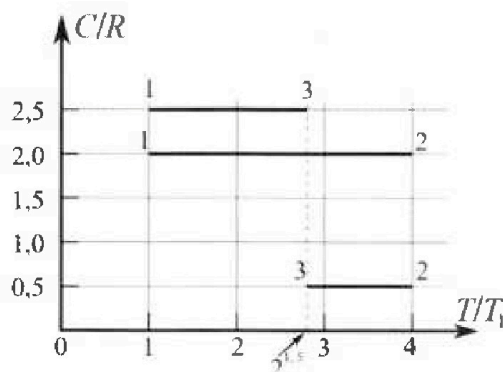
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



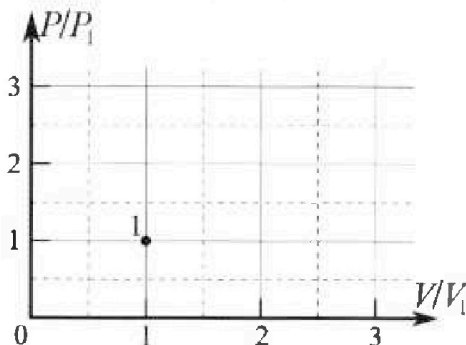
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



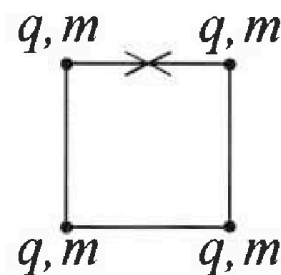
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

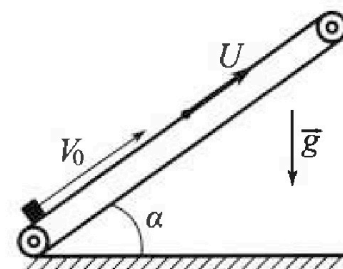
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с². 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 α 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/с². 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.

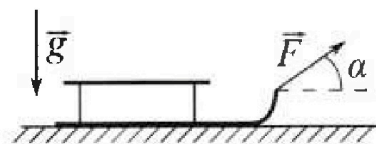
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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 μ 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/с²

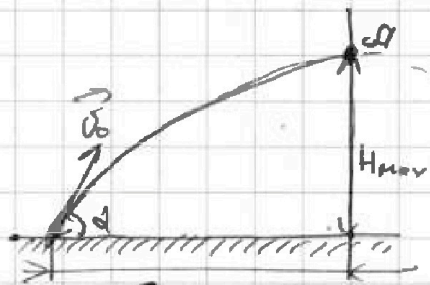
1. V₀ - ?
2. H_{max} - ?

1) к высоте H_{max} ⇒ v = 0

$$v = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt; v_0 = 20 \text{ м/с}$$



2) H_{max} - максимальная, если т.А, в т. столкновения меча со стеной, является вершиной параболы траектории полёта ⇒
⇒ к H_{max} v_y = 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) V₀ = 20 м/с
2) H_{max} = 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.

$\sin \alpha = 0,8$

$v_0 = 4 \text{ м/с}$

$\mu = 1/3$

$S = 1 \text{ м}$

$v = 2 \text{ м/с}$

$v_1 = v$

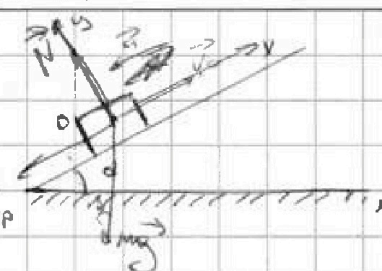
$v_2 = 0$

1) T - ?

2) L - ?

3) H - ?

1) по II З.Н:
 $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$
 $O_x: -ma = -F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$
 $O_y: 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$
 $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha = \mu N = \mu mg \cos \alpha$
 $+ ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$
 $a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$
 $a = 1/3 \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 = 10 \text{ м/с}^2$ - ускорение, пока $v_x \geq 0$



$\sin \alpha = 0,8$
 $\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = 1 - 0,64 = 0,36$
 $\cos \alpha = 0,6$

$O_x: -ma' = -mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}$
 $ma' = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$
 $a' = g \cdot 1/3 \cdot 10 \cdot 0,6 = 6$ - ускорение, когда $v_x < 0$.

$v = v_0 + at_1 - \frac{a't_1^2}{2}$
 $0 = v_0 - at_1$
 $t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$
 $l_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$

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

$l_1 - l_2 = l_1 - \frac{a't_2^2}{2}$
 $t_2^2 = \frac{2l_2}{a'}$
 $t_2 = \frac{2 \cdot 0,2}{6} = \frac{0,4}{6} = \frac{1}{15} \text{ с}$

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

2) В UCO откинуто деление индикатора:

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

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

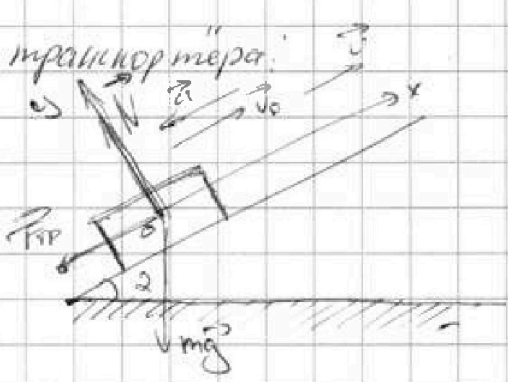
$v_{\text{отн},2} = v_2 - v = 0 - v = -2 \text{ м/с}$

по II З.Н.
 $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$

$0 = v - mg \cos \alpha$

$-ma = -F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$
 $ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \Rightarrow a = 10 \text{ м/с}^2$ - $v_{\text{отн},0} > 0$

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



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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$H = 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{2}{5} + 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{2}{5} - \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,04}{2} - \frac{10 \cdot 0,2 \cdot 0,01}{2} =$$

$$= 4 \cdot \frac{0,8}{5} + \frac{16}{100} - \frac{0,16}{3} - \frac{0,02}{2} = \frac{256}{150} - \frac{16}{100} - \frac{0,02}{2} =$$

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

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: II, no II 3. H.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2:

no II 3. H.:

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

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

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

$$ma = \mu mg$$

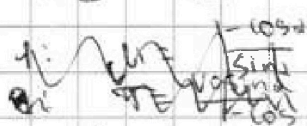
$$a = \mu g$$

$$v = v_0 - at$$

$$0 = v_0 - at$$

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

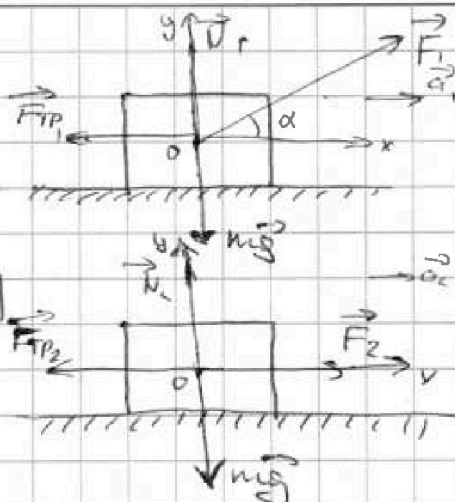
Ombl



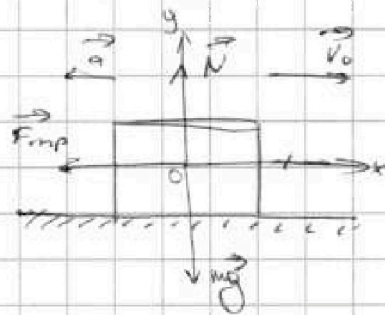
$$1: \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

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

II



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

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

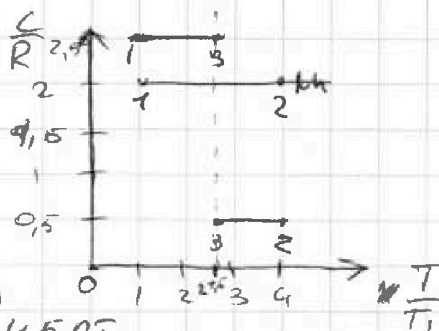
$C_D = \frac{C}{D} = C$

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

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

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

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



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

2) $\eta = ?$

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

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

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

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

$Q_{2-3} = C_{\Delta T} = 0,5R \cdot (2\sqrt{2} - 1)T_1 = RT_1(\sqrt{2} - 2)$

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

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

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

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

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

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

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 ЗН:

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

2) V?

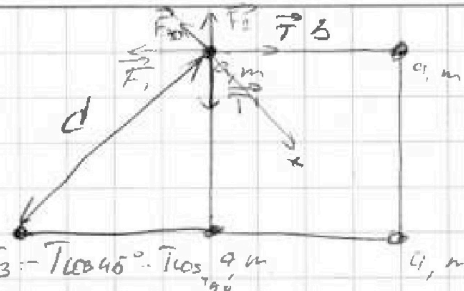
3) d?

$$0 = F_1 \cos 45^\circ + F_2 \cos 45^\circ + F_3 - T \cos 45^\circ - T \cos 45^\circ$$

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

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

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



2) по ЗСЭ: $E_1 = E_2$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

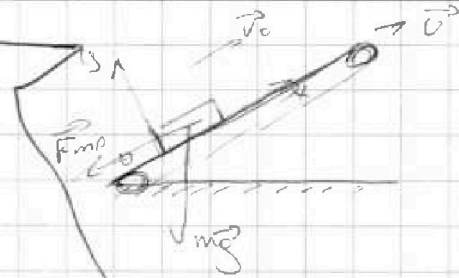
МФТИ

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

$v_{0,d}$

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

$|\vec{a}|$

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

\vec{F}_{mp1}

$\mu - ?$
 $2/t$

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

\vec{F}_{mp2}

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

\vec{F}_{mp2}

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

$F \cos \alpha - \mu N_1 = F - \mu N_2$ $qEd = qk \frac{q}{4\pi \epsilon_0} \cdot d$

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

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

2) $v = 0$

$0 = v_0 - aT$

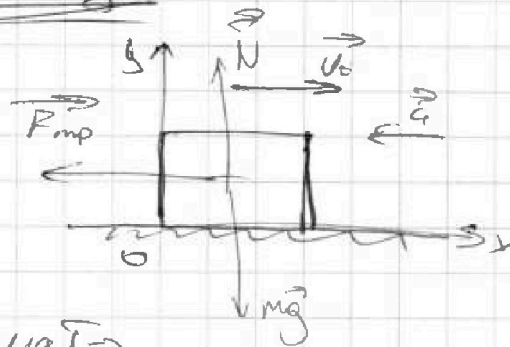
$m \vec{a} = \vec{N} + m \vec{g} + \vec{F}_{mp}$

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

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

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

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



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

$T_1 = 400 \text{ K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$Q = A + \Delta V$

$Q = C \Delta T$

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

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

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

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

$A' = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = 1,5 RT_1$

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

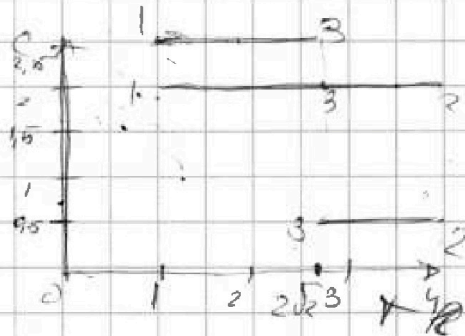
$A_{2-3} = \frac{5}{2} R (4 - 2\delta_2) T_1 - \frac{3}{2} R (4 - 2\delta_2) T_1 =$
 $= RT_1 (-2 + 5\delta_2 + 6 - 3\delta_2) = RT_1 (2\delta_2 + 4)$

$A_{3-1} = RT_1 \frac{5}{2} (1 - 2\delta_2) - \frac{3}{2} RT_1 (1 - 2\delta_2) =$
 $= RT_1 (2,5 - 1,5 - 5\delta_2 + 3\delta_2) = RT_1 (1 - 2\delta_2)$

$A_{2-3} = \frac{5}{2} RT_1 (2\delta_2 - 4) - \frac{3}{2} RT_1 (2\delta_2 - 4) = RT_1 (\delta_2 - 3\delta_2 - 2 + 6) =$
 $= RT_1 (4 - 2\delta_2)$

$A' = RT_1 (1,5 + 1 - 2\delta_2 + 4 - 2\delta_2) = RT_1 (6,5 - 4\delta_2)$

$Q_{\text{н}} = Q_{12} = 2R + 3T_1 = 6 RT_1$ $\frac{6,5 - 4\delta_2}{6} = ?$



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

В задаче 4. по оси абсцисс координат свой значение

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!

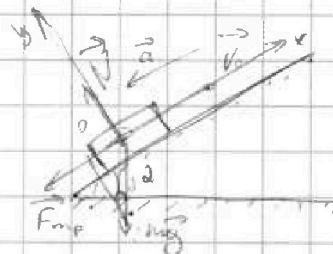


N2

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

1) S no II \Rightarrow H:

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



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

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

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

$\sin \alpha = 0,8$

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

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

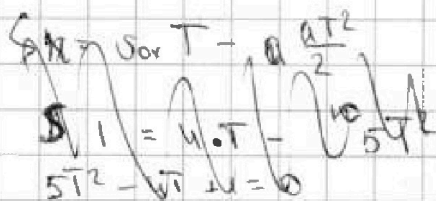
$\cos \alpha = 0,6$

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

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

$\frac{10}{3}$
 $\frac{512}{64}$
 $\frac{448}{448}$

$\frac{448}{3}$
 $\frac{14}{12}$
 $\frac{28}{10}$
 $\frac{512}{56}$
 456



$v_t = v_0 - at$

$0 = v_0 - at_1$

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

$t_1 = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$

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

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

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

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

$\frac{456}{3}$
 $\frac{15}{15}$
 $\frac{15}{6}$

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

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

$a' = 8 - 2 = 6 \text{ м/с}^2$

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

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

1) $v_0 = ?$

$T = 2c$

$S = 20 \text{ м}$

1) $h = ?$

2) $h = ?$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

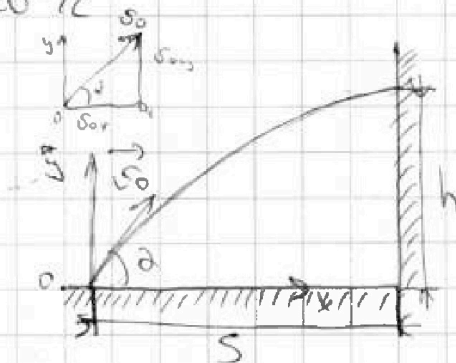
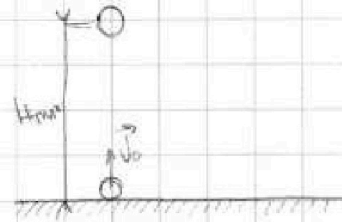
Б) $10 = 20 \cdot T - 5T^2$

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

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

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

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



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"/>

МФТИ

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



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

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

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

$$P_1 V_1 (\gamma - 1) = 2RT_i$$

√2

2 и 3) Рассмотрим блок как горизонтальную

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

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

$$L = L_{\text{горизонт}} + L_{\text{свободн. пад}} = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0,2^2 = 0,2 \text{ м}$$

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

$$v_2 = v' = \frac{2}{3} = \frac{2}{3} \text{ м/с}$$

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

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

H = горизонт + свободн. пад

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \gamma + \frac{1}{2} g \sin^2 \alpha - g \sin \alpha \cdot \frac{L}{2} - \frac{1}{2} g \sin^2 \alpha \cdot \frac{L^2}{2} =$$

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

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

$$= \frac{256}{150} - \frac{16}{100} - \frac{8}{300} = \frac{512 - 80 - 48}{300} = \frac{384}{300} = 1,28$$

