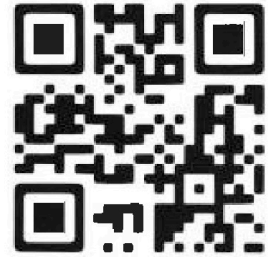




Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

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.

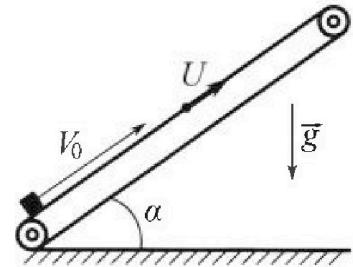
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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.).

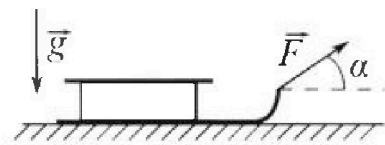
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.



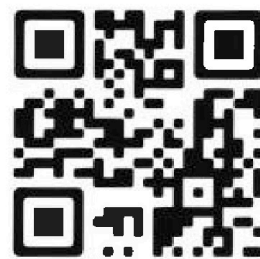
1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



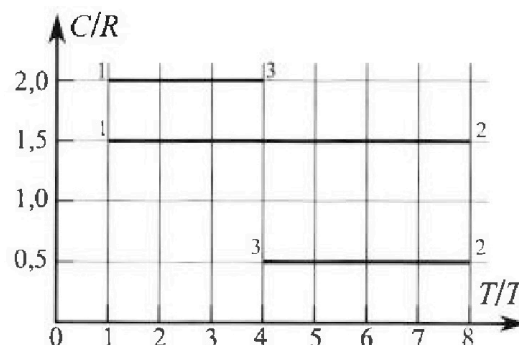
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

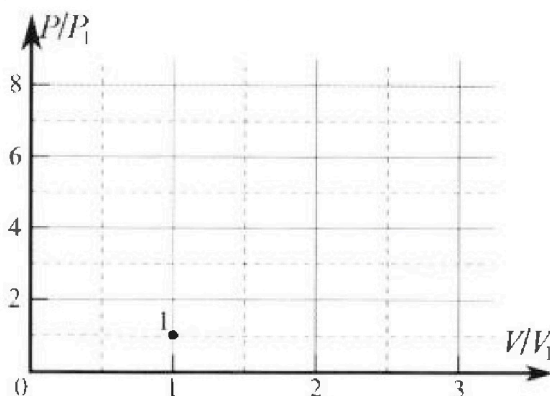


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

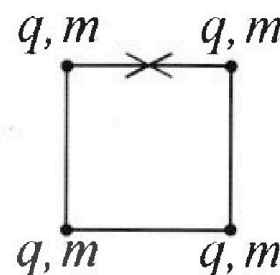


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка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



№1 Дано:

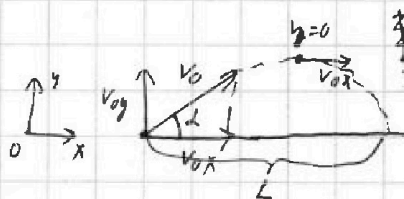
$\alpha = 45^\circ$

$L = 20 \text{ м}$

$H = 7,6 \text{ м}$

1)  $v_0 = ?$

2)  $t = ?$



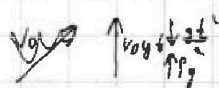
1)  $v_{0x} = v_0 \cos \alpha, L = v_{0x} \cdot T$

$v_{0y} - gT = 0, \text{ где } T = T - \text{время полета камня}$

$v_{0y} = gT, T = \frac{v_{0y}}{g}, T = \frac{2v_{0y}}{g}$

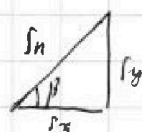
$L = v_{0x} \cdot \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \cos \alpha \cdot v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin 90}} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \approx 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$H = 0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$

$s = v_0 \cos \alpha \cdot t$



$H = s \sin \alpha$

Ответ: 1)  $14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



N<sup>2</sup> Data:

$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$V_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$M = 0,5$$

$$T = 1 \text{ с}$$

$$U = 1 \text{ м/с}$$

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

1)  $S = ?$

2)  $T_1 = ?$

3)  $L = ?$



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

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

1) 23 Н на ось:  $-F_{fx} - mg \sin \alpha = -ma_y$

$$ma_{0y}: N = mg \cos \alpha$$

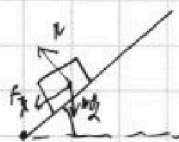
$$F_{fx} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = \text{const}$$

$$S = V_0 \cdot T - \frac{a_1 T^2}{2} = V_0 T - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2}$$

$$= 6 \cdot 7 - \frac{10 \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) \cdot 7^2}{2} = 1 \text{ (м)}$$

2)



В ЛСО "лентка" движется относительно плоскости

$$a_1 = a_{0x} + a_{0y} = 7 a_1 = a_{0x} = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) =$$

$$= 10 \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = V_{0x} + U$$

$$V_{0x} = V_0 - U = 6 - 1 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

При расчете скорости U блок остановился относительно ленты.

$$V_{0x} = 0 = V_{0x} - a T_1$$

$$V_{0x} = a T_1 \rightarrow T_1 = \frac{V_{0x}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ (с)}$$

3)  $S_1$  - расстояние, пройденное блоком до остановки относительно ленты.

$$S_1 = \frac{V_0^2 - U^2}{2a_1}$$

В ЛСО лента движется относительно плоскости вверх, следовательно скорость

В ЛСО будет равна 0 при  $V_{0x} = U$ .

$S_2$  - это расстояние, пройденное блоком от  $U$  до 0.

$$S_2 = S_{a_2} + S_{02}$$

$$S_{a_2} = \frac{U^2 - 0}{2a_2}, \quad S_{02} = U \cdot t, \quad U = a_2 \cdot t \Rightarrow$$

$$S_{02} = \frac{U^2}{a_2}$$

$$S_2 = -\frac{U^2}{2a_2} + \frac{U^2}{a_2} = \frac{U^2}{2a_2}$$

23 Н:  $mg = mg \sin \alpha - F_{f2}$

$$F_{f2} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$L = S_1 + S_2 = \frac{V_0^2 - U^2}{2a_1} + \frac{U^2}{2a_2} = \frac{6^2 - 1^2}{2 \cdot 10} + \frac{1^2}{2 \cdot (10 \cdot \frac{3}{5} - \frac{1}{5} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5})} = \frac{35}{20} + \frac{1}{2 \cdot (6 - 4)} = \frac{35}{20} + \frac{1}{4} =$$

$$= \frac{40}{20} = 2 \text{ (м)}$$

Ответ: 1) 1 м; 2) 0,5 с; 3) 2 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!

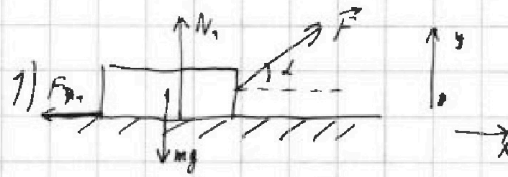
№3 Дано:

$L$   
 $k$   
 $m$

1)  $M^{-1}$

2)  $\beta^{-1}$

$L$  - длина  
пружины



ОК: ОУ:  $N_1 = mg - F \sin \alpha$

Самый X:  $F_{\text{спр}} = m N_1 = m mg - m F \sin \alpha$  самой

задача с помощью учета кон. энергии дается

$$K - 0 = A_F + A_{F_x} = F L \cos \alpha + (-F_{\text{спр}} L) = F L \cos \alpha - m L (mg - F \sin \alpha)$$



ОУ:  $N_2 = mg$

$F_{\text{спр}} = m mg$

самой

задача формула с помощью учета кон. энергии дается

$$K - 0 = A_F + A_{F_x} = F L - m mg L$$

Приведем равенства:  $F L - m mg L = F L \cos \alpha - m L (mg - F \sin \alpha)$

$$F L = F L \cos \alpha + m L F \sin \alpha$$

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

3) Торможение:



$F_{\text{спр}} = m N_3 = m mg$

$F_{\text{спр}} = m a = m mg$  - главное равнодействующее  $\rightarrow a = mg$

$$s = \frac{0 - v^2}{-2a} = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2mg} = \frac{2k}{2mg} = \frac{k \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

Ответ: 1)  $\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ ; 2)  $\frac{k \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$N^{\circ} 4$  Дано:  
 $T_1 = 200 \text{ K}$   
 $R = 1,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$   
 $\nu = 1 \frac{\text{моль}}{\text{с}}$   
 1)  $A_{31}$ ?  
 2)  $\eta$ ?

1) Из графика видно, что  $A_{31} = \nu \cdot \theta T_1$ .  $T_1 = 200 \text{ K}$ ,  $\theta$  — конст.;  $4T_1$ ;

$\theta$  — конст.  $2,8T_1$ ,  $\frac{6}{R}$  — конст.  $1-3' = 2$ ;  $1-2' = \frac{1}{2}$ ;  $1-1' = \frac{1}{3}$

$$Q_{31} = \nu \frac{C_V}{R} \cdot R \cdot \Delta T_{31} = \nu \cdot 2R (T_1 - 4T_1) = -6\nu RT_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - 4T_1) = -\frac{3}{2} \nu RT_1$$

$$A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31} \rightarrow A_{31} = -\frac{3}{2} \nu RT_1 + 6\nu RT_1 = \frac{9}{2} \nu RT_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot \frac{100}{200} = 2493 \text{ Дж}$$

2)  $\eta = 1 - \frac{Q_{12}}{A_{12}}$   $A_{12} = \nu \frac{C_V}{R} \cdot (P T_1 - T_1) \cdot R = \frac{3}{2} \cdot R \cdot 2T_1 = \frac{3R T_1}{2}$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) =$$

$$Q_{23} = \nu \frac{C_V}{R} (4T_1 - 4T_1) R = \nu \frac{1}{2} R 4T_1 = -2\nu RT_1$$

$$A_{12} = -6\nu RT_1$$

$$A_{12} = A_{21}$$

$$A_{12} = -(A_{21} + Q_{21}) \rightarrow \eta = 1 - \frac{A_{12}}{A_{21} - A_{12}} =$$

$$= 1 - \frac{21 R T_1}{2(2\nu R T_1 + 6\nu R T_1)} = 1 - \frac{A_{21} - A_{12}}{A_{21}} = 1 - \frac{2(2\nu R T_1 + 6\nu R T_1)}{21 R T_1} =$$

$$= 1 - \frac{16\nu R T_1}{21\nu R T_1} = 1 - \frac{16}{21} = \frac{5}{21}$$

3)  $A_{12} = A_{21} + \Delta U_{12}$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) = \frac{9}{2} \nu R T_1 \rightarrow A_{12} = \frac{27}{2} \nu R T_1 - \frac{9}{2} \nu R T_1 = 9\nu R T_1 \rightarrow \text{процесс } 1-2 \text{ изохорный.}$$

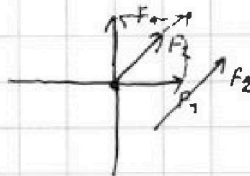
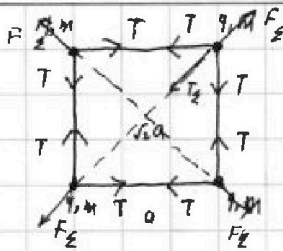
Ответ: 1) 2493 Дж; 2)  $\frac{5}{21}$ .

- 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 Дано:  
a  
T  
1) |q1|?  
4) Ek?  
3) d?



к-поскольку равны

$$1) F_z = F_1 \cdot \sqrt{2} + F_2$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{a^2} \quad F_2 = \frac{k(q/2)^2}{(\sqrt{2} \cdot a)^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$F_z = \frac{\sqrt{2} \cdot kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = \frac{2\sqrt{2}kq^2 + kq^2}{2a^2}$$

$$F_z = T_z = T\sqrt{2}$$

$$\frac{kq^2(2\sqrt{2}+1)}{2a^2} = T\sqrt{2}$$

$$kq^2 = \frac{2\sqrt{2}T \cdot a^2}{2\sqrt{2}+1} \rightarrow q = a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{2\sqrt{2}+1}}$$

2) При перемещении линии  $\sqrt{2}$  см, действующей на систему из 4 шаров и линии, не появляется  $\Rightarrow$  верен 3-й вариант (всему равно скорости потоков равно)

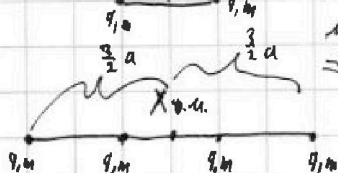


Второй вариант системы также справедлив:  $W_{pot} = W_k + 4E_k \quad E_k = \frac{kq\sqrt{2}T}{4(2\sqrt{2}+1)}(\sqrt{2}+1)$

$$W_{pot} = \frac{4kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}a}; \quad W_k = 3\frac{kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{1a}$$

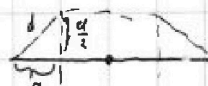
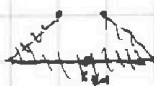
$$4E_k = \frac{kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}a} - \frac{3kq^2}{a} - \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{1a} = \frac{kq^2}{a}(\sqrt{2} + \frac{1}{3}) \rightarrow E_k = \frac{kq^2}{4a}(\sqrt{2} + \frac{1}{3})$$

3)



Т.к. линии потенциалов равны, а линии равны, то  $x$  и  $y$  будут равноудалены в обе стороны квадрата, на расстоянии  $\frac{a}{2}$  от каждой стороны. На линию не действуют внешние силы  $\Rightarrow \Pi \cdot \vec{q}_i = \vec{0} \Rightarrow$  центр масс либо потенциал либо функция равноудалены, но в начале отклонения  $\Rightarrow x_{cm} = \cos 16^\circ$   $x$  и  $y$  отклонения от центра квадрата по  $\frac{a}{2}$ .

Второй вариант  $x$  и  $y$  будут равноудалены равно по сторонам, так



$$d^2 = a^2 + (\frac{a}{2})^2 = a^2 + \frac{a^2}{4} = \frac{5a^2}{4}$$

$$d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

Ответ: 1)  $a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{2\sqrt{2}+1}}$ ; 2)  $\frac{kq\sqrt{2}T}{2\sqrt{2}+1}(\sqrt{2} + \frac{1}{3})$ ; 3)  $\frac{a\sqrt{5}}{2}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

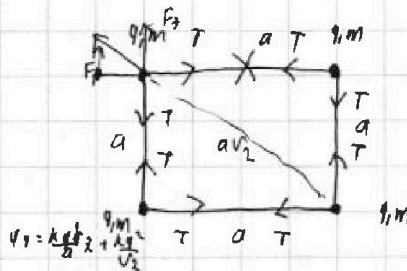
**МФТИ**

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



Т  
а  
ε

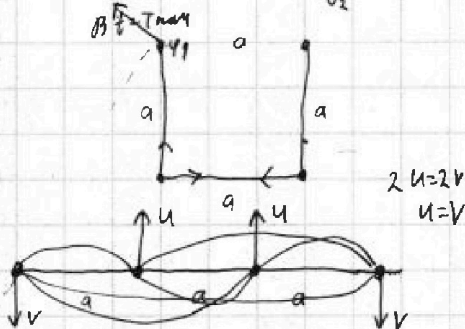
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



$$F = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

2)



$$2U = 2V$$

$$U = V$$

Для скорости  $V$  в направлении, по которому выбран  $U$

$$W_{pot} = \frac{4kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{a\sqrt{2}} = \frac{kq^2}{a}(4 + \sqrt{2})$$

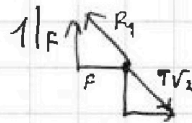
$$W_{kin} = \frac{3kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{a} = \frac{3kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} = \frac{kq^2}{a}(4 + \frac{1}{2})$$

$$\frac{kq^2}{a}(4 + \sqrt{2}) - \frac{kq^2}{a}(4 + \frac{1}{2}) = \frac{kmv^2}{2}$$

$$\frac{kq^2}{a}(4\sqrt{2} - 4 - \frac{1}{2}) = \frac{kmv^2}{2}$$

$$\frac{kq^2}{4a}(8\sqrt{2} - 9) = \frac{mv^2}{2} = k$$

$$R_{kin} = \frac{ka\sqrt{8}}{4m(8-9)}(8\sqrt{2} - 9) =$$



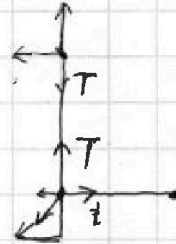
$$F_1 + F_2 = TV_2$$

$$\frac{kq^2}{2a^2} + \frac{kq^2\sqrt{2}}{a^2} = TV_2$$

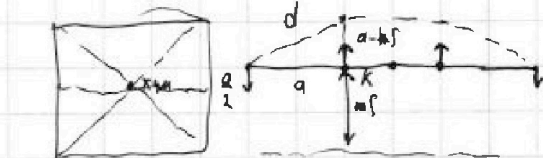
$$q^2 \frac{k(2 + 2\sqrt{2})}{2a^2} = TV_2$$

$$q = \sqrt{\frac{TV_2 \cdot 2a^2}{k(2 + 2\sqrt{2})}} = a \sqrt{\frac{T\sqrt{8}}{k(1 + \sqrt{2})}} =$$

$$= \frac{a}{\sqrt{1 + \sqrt{2}}}$$



3)



$E_k$

$$A_{ch} = qEK$$

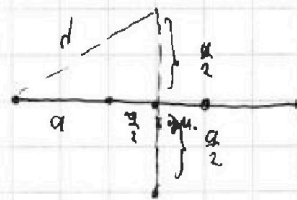
$$A_{ch} = \int F \cdot ds \cos \alpha$$

$x, y, z$

$F_{ch} = 0 \Rightarrow M_{ch} = F_{ch} = 0 \Rightarrow \tau_{ch} = 0 \Rightarrow$  ч.ч. тело поворачивается, и тело движется с  $v = \text{const}$ , и тогда  $v = \text{const}$

$$d^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{3a}{2}\right)^2 = \frac{a^2}{4} + \frac{9a^2}{4} = \frac{10a^2}{4}$$

$$d = \frac{a}{2} \sqrt{10} = \frac{\sqrt{10} \cdot a}{2}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

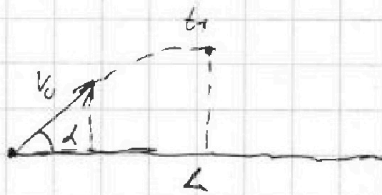
1  2  3  4  5  6  7



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



4.  
1.  
 $\alpha = 45^\circ$   
 $L = 20 \text{ м}$   
 $v_0 = ?$



1)  $v_x = v_0 \cos \alpha$   
 $L = v_0 \cos \alpha \cdot t = v_x t$

$\dot{y} = v_y - g t$   
 $v_y = v_0 \sin \alpha$  - скорость вертикального движения  
 $t_1 = \frac{L}{v_x}$

$t_2 = \frac{L}{v_x}$   
 $t = \frac{2v_y}{g} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$



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

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

$v_0 = \sqrt{\frac{g \alpha L}{2 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{1}} = 10\sqrt{2} = 10 \cdot 1.41 = 14.1 \text{ м/с}$

2)  
 $H = 3.6 \text{ м}$   
 $\beta = ?$



$v_{0x} = v_0 \cos \beta$   
 $S = v_{0x} t$

$v_{0y} = v_0 \sin \beta$   
 $S = v_0 \cos \beta t$

$y = 0 = v_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2} = H$

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

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

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

$\frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} S^2 - \tan \beta S + H = 0$

$D = \tan^2 \beta - 4 \cdot H \cdot \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$   
 $D = \sqrt{\frac{2 v_0^2 \sin^2 \beta \cdot 4 H \cdot g}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}}$

$\beta = \arctan \left( \tan \beta + \frac{\sqrt{2 v_0^2 \sin^2 \beta \cdot 4 H \cdot g}}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} \right)$

$\beta = \arctan \left( \tan \beta + \sqrt{\frac{2 H g}{v_0^2 \cos^2 \beta}} \right)$

$S = \frac{v_0 \cos \beta}{g} \left( \tan \beta + \sqrt{\frac{2 H g}{v_0^2 \cos^2 \beta}} \right)$

$\beta = \arctan \left( \tan \beta + \sqrt{\frac{2 H g}{v_0^2 \cos^2 \beta}} \right)$

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!



$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

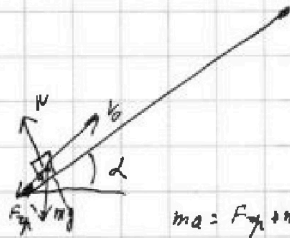
$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

$$T = 1 \text{ с}$$

1)



$F_{\text{тр}} = \mu N$

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

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

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

$$\rightarrow 0,5 \left( \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot 0,5 \right) = 10 \left( \frac{4}{5} \right)$$

$$a = mg(\cos \alpha + \sin \alpha)$$

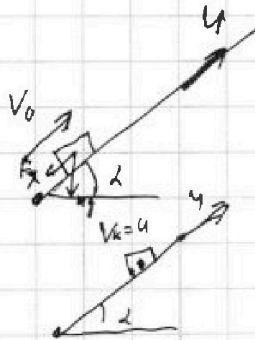
$$s = v_0 \cdot T + \frac{a T^2}{2} = 6 \cdot 1 + \frac{10 \cdot \frac{7}{5} \cdot 1}{2} = 6 + 7 = 13 \text{ (м)}$$

$$U = 14 \text{ м}$$

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$T_1$$

2)



ИМО закон (уменьш.)

$$v_0 = v_{\text{очн}} + U$$

$$v_{\text{очн}} = v_0 - U = 6 - 1 = 5 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$v_{\text{очн} \text{ в } K} = 0$$

$$a = a_{\text{очн}}$$

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

$$v_{\text{очн} \text{ в } K} = v_{\text{очн}} - a T_1$$

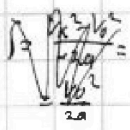
$$a T_1 = v_{\text{очн}}$$

$$T_1 = \frac{v_{\text{очн}}}{a} = \frac{5}{\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha}$$

$$= \frac{5}{10 \left( \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right)} = \frac{5}{17} = 0,29 \text{ (с)}$$

3)  $L = ?$

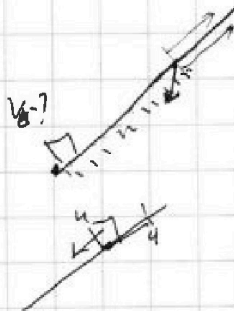
$$v_k = 0$$



$$v_k = v_{\text{очн}} + U = 0$$

$$U = -v_{\text{очн}2}$$

$$s = \frac{v_0^2 - v_k^2}{2a}$$



$$ma_2 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$L_1 = \frac{v_0^2 - U^2}{2a_1}$$

$$L_2 = \frac{U^2 - v_k^2}{2a_2}$$

$$U = 0 + a_2 t$$

$$s_{\text{одн}} = \frac{U^2 - 0^2}{2a_1}$$

$$s_{\text{всп}} = U \cdot t = \frac{U^2}{a_2}$$

$$s = \frac{U^2}{2a_1} - \frac{U^2}{a_2} = -\frac{U^2}{2a_2}$$

$$s_{\text{общ}} L = L_1 - s = \frac{v_0^2 - U^2}{2a_1} - \left( -\frac{U^2}{2a_2} \right) = \frac{v_0^2 - U^2}{2a_1} + \frac{U^2}{2a_2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$2) \eta = \frac{A_1'}{Q_{in}} = \frac{a_n - a_1}{a_n} = 1 - \frac{a_1}{a_n}$$

1-2                      2-3                      3-1

$$Q_{12} = \sqrt{0.5R} \cdot \Delta T_2 = \frac{1}{2} \sqrt{0.7} T_1$$

$$\frac{1}{R} = 1.13$$

$$c = 1.15R$$

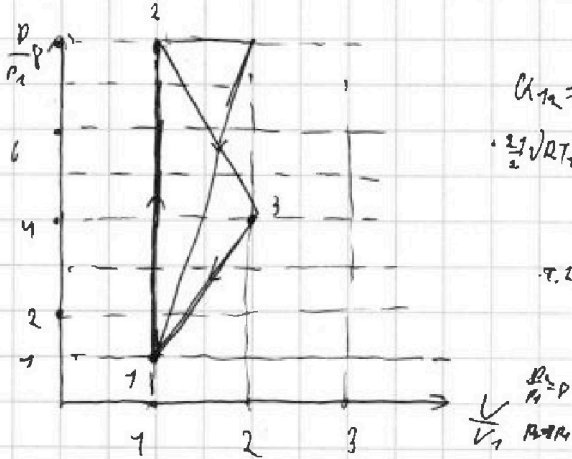
$$Q_{23} = \sqrt{\frac{1}{2}R} \cdot (4T_1 + T_1) = -\sqrt{\frac{1}{2}R} \cdot 4T_1 = -2\sqrt{R}T_1$$

$$Q_{33} = \sqrt{2R} \cdot (T_1 + 4T_1) = -6\sqrt{R}T_1$$

$$Q_{ex} = -(-2\sqrt{R}T_1 - 6\sqrt{R}T_1) = 8\sqrt{R}T_1$$

$$\eta = 1 - \frac{8\sqrt{R}T_1}{\frac{1}{2}\sqrt{0.7}T_1} = 1 - \frac{p \cdot 2}{2.1} = 1 - \frac{16}{2.1} = \frac{5}{2.1}$$

3)



$$Q_{12} = A_{12}' + U_{12}$$

$$\frac{3}{2}\sqrt{R}T_1 = A_{12}' + \frac{3}{2}\sqrt{R}(T_1 - 2T_1)$$

$A_{12}' = 0 \Rightarrow$  процесс изохорный

$$p \cdot 2 \rightarrow \frac{3}{2}\sqrt{R}T_1 = p_1 V_1$$

$$\sqrt{R} \cdot 8T_1 = p_1 V_1$$

$$R_2 = 8R_1$$

$$\frac{3}{2}\sqrt{0.7} \cdot \frac{3}{2}\sqrt{R} \cdot \sqrt{R}T_1 = p_1 V_1$$

$$\sqrt{R}T_1 = p_1 V_1$$

$$Q_{23} = -\frac{1}{2}\sqrt{R} \cdot 4T_1 = -2\sqrt{R}T_1$$

$$Q_{23} = A_{23}' + U_{23} \quad \Delta U_{23} = -\frac{3}{2}\sqrt{R} \cdot 4T_1 = -6\sqrt{R}T_1$$

$$A_{23}' = \sqrt{R}T_1 = 2$$

$$p_1 V_1 = \sqrt{R}T_1$$

В цикле:  $\sqrt{R} \cdot 8T_1 = p_1 V_1$

$$\sqrt{R}T_1 = p_1 V_1$$

$$R_1 V_1 = 4 p_1 V_1$$

$$Q_{33} = -\sqrt{2R} \cdot 5T_1 = -6\sqrt{R}T_1$$

$$\Delta U = -\frac{3}{2}\sqrt{R}(4T_1 - T_1) =$$

$$= -\frac{9}{2}\sqrt{R}T_1$$

$$A_{33}' = -\frac{3}{2}\sqrt{R}T_1$$

$$U_2 = \frac{3}{2}\sqrt{R} \cdot 8T_1 = 12\sqrt{R}T_1$$

$$U_3 = \frac{3}{2}\sqrt{R} \cdot 4T_1 = 6\sqrt{R}T_1$$

$$\Delta U_{23} = \sqrt{R}T_1$$

$$Q_{23} = -2\sqrt{R}T_1$$

$$A_{23}' = 4\sqrt{R}T_1$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{p_2}{p_1} + \frac{v_2}{v_1} \right) \left( \frac{p_2}{p_1} - \frac{v_2}{v_1} \right)$$

$$p_1 V_1 \left( \frac{8R_1}{R_1} + \frac{4R_1}{R_1} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{8R_1}{R_1} - \frac{4R_1}{R_1} \right) = p_1 V_1 \left( \frac{12R_1}{R_1} \right) \cdot \frac{1}{2} = 6 p_1 V_1$$

$$Q_{23} = -\sqrt{\frac{1}{2}R} \cdot 4T_1 = -2\sqrt{R}T_1$$

$$\Delta U_{23} = -\frac{3}{2}\sqrt{R}(4T_1 - T_1) = -6\sqrt{R}T_1$$

$$p_1 V_1 =$$

$$A_{23}' = 4\sqrt{R}T_1 = 4 p_1 V_1$$

$$A_{23} = 4 p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \left( \frac{5}{2} p_1 V_1 \right)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МОТИ**

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

(k)  $\frac{mV^2}{2}$

(L)

(P, P<sup>1</sup>)

m?

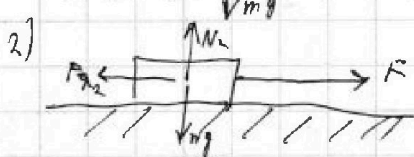
s?

(M)



$N_1 = mg - F \sin \alpha$

$F_{fr1} = \mu(mg - F \sin \alpha)$



$N_2 = mg$

$F_{fr2} = \mu mg$

$K = A_{fr1} = F \cdot s \cdot \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) \quad |$

$A_{fr2} = \mu mg$

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

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

$F \cos \alpha + F \sin \alpha = F$

$F(\cos \alpha + \sin \alpha) = F$

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

$a = F - \mu mg$

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

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

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

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

$s = \frac{V^2 - 0}{2a}$

2)  $F_{fr} = ma = \mu mg = ma = \mu g = a$

$2k = mV^2$

$K = 0 = A_{fr} \quad |$

$s = v \cdot t = \frac{at^2}{2}$

$F_{fr0} = \mu mg_0$

$N_0 = mg_0$

$V = \sqrt{\frac{2k}{m}}$

$\frac{mV^2}{2} = F_{fr0} \cdot s_1$

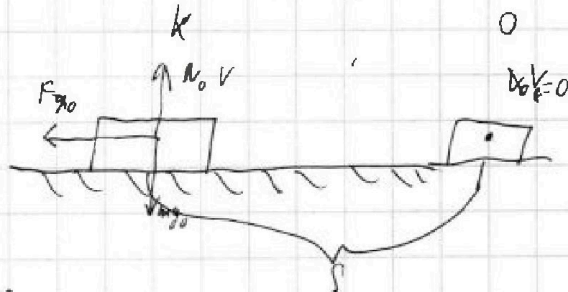
$\frac{mV^2}{2} = \mu mg_0 \cdot s_1$

$s = \frac{V^2}{2\mu g}$

$k = F_{fr} \cdot s_1$

$s_1 = \frac{k}{F_{fr}} = \frac{k}{\mu mg}$

$s_1 = \frac{V^2 - 0}{2 \cdot \mu g} = \frac{2k}{2\mu mg} \cdot V$



4)  $T_1 = 200k$

$R = 1,5M \quad v = 1$

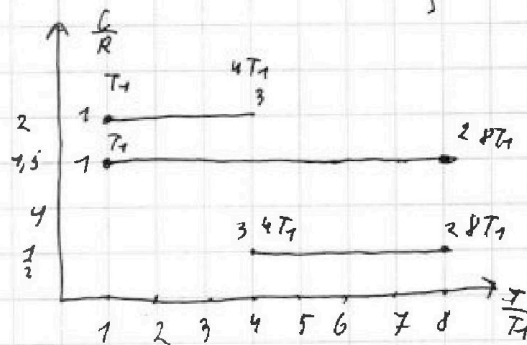
$a = vCBT = v \frac{1}{2} R a^2$

$C_1 = (1 + \frac{1}{2})R$

$C_2 = \frac{1}{2}R$

$\frac{C}{R} = 2 \Rightarrow C = 2R$

$1-2-3-1$



1)  $A_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}' = \Delta U_{31} + A_{31}''$

$\frac{1,37}{24,93}$

$A_{31} = \Delta U_{31} + Q_{31} = \frac{3}{2} \sqrt{R}(T_1 - 4T_1) + (\sqrt{2}R \cdot 8T_1) = -\frac{3}{2} \sqrt{R}T_1 + 6\sqrt{2}RT_1$

$= \frac{3}{2} \sqrt{R}T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1,8 \cdot 3 + 200 =$

$= 3 \cdot 1,8 \cdot 100 = 2490 \text{ (J)}$