

# 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.

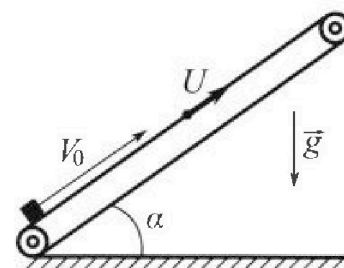
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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.).

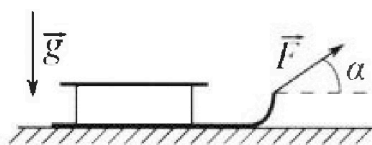
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.



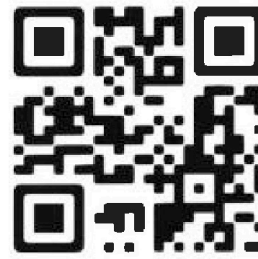
1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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

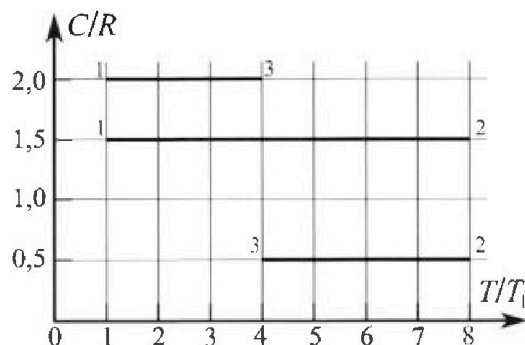
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



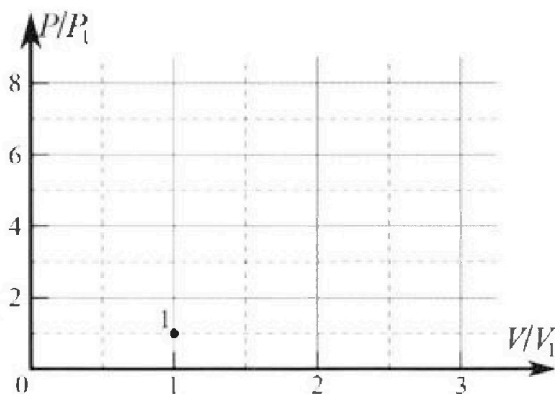
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

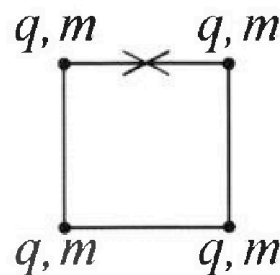
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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.

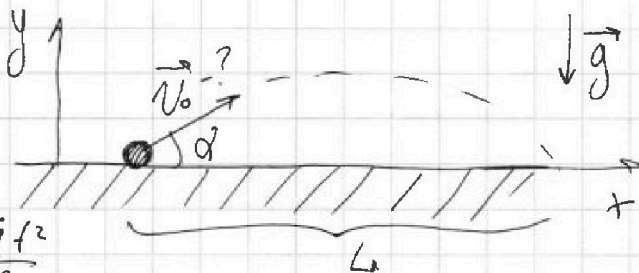


1  
  2  
  3  
  4  
  5  
  6  
  7

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



З1



1) Углы формулы кинематикой:

~~$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$~~

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$Ox: L = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$

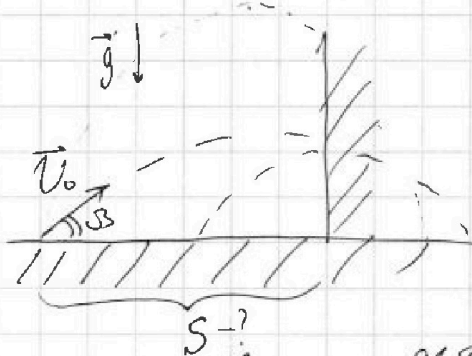
$$Oy: 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \quad | : t \Rightarrow v_0 \sin \alpha - \frac{g t}{2} = 0$$

$$v_0 \sin \alpha - \frac{g L}{2 v_0 \cos \alpha} = 0 \quad | \cdot 2 v_0 \cos \alpha$$

$$2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha - g L = 0$$

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

2)



$$H = v_0 \sin \beta t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \beta t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{S}{v_0 \cos \beta}$$

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

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

$H = H_{\text{max}}$ , когда  $\sin 2\beta = 1$   
 $\tan \beta = \text{макс.}$

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

$$\frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \beta - S \tan \beta + \frac{g S^2}{2 v_0^2} + H = 0 \quad - \text{кв. урав. } \tan \beta \text{ макс. } \beta \text{ берем}$$

$$\tan \beta = \tan \beta_{\text{max}} = \frac{-b}{2a} = \frac{S \cdot 2 v_0^2}{2 \cdot g S^2} = \frac{v_0^2}{g S} \Rightarrow$$

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 checked="" 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!

$$H = S \cdot \frac{v_0^2}{gS} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g^2S^2} - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

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

$$\Rightarrow S^2 = \frac{2v_0^2(v_0^2 - 2gH)}{2g \cdot g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{g} = \frac{10\sqrt{2} \sqrt{200 - 2 \cdot 10 \cdot 3,6}}{10} = \sqrt{2} \sqrt{128} =$$

$$= \sqrt{256} = 16 \text{ м.}$$

Ответ: 1)  $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

2)  $S = 16 \text{ м.}$

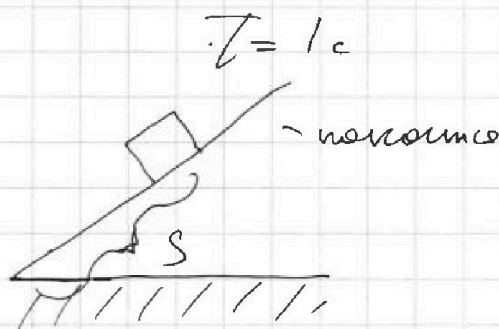
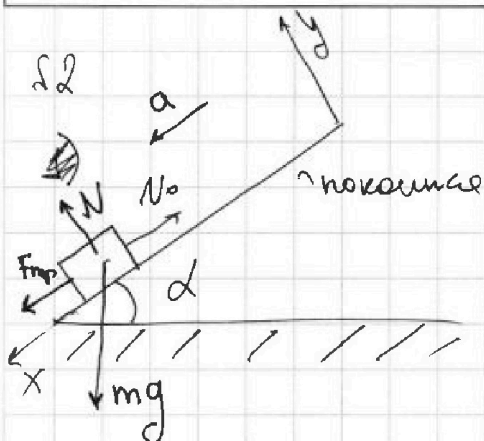
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$\sin \alpha = 0,6$   
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$   
 $\mu = 0,5$   
 $T = 1 \text{ с}$   
 $S = ?$

1) Вм. з. Н. г. м. ускорения:

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

$$Ox: ma = F_{mp} + mg \sin \alpha$$

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

$$F_{mp} = \mu N$$

$$\Rightarrow ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad | : m$$

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

$a = \text{const} \Rightarrow$  работаем по формуле кинематики

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

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

$$Ox: S = v_0 T + \frac{a T^2}{2} \Rightarrow S = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

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

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

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$S = 6 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \cdot 1 \text{ с}^2}{2}$$

$$= \del{6} 6 - 5 \left( \frac{40}{100} + \frac{6}{10} \right) = 6 - 5 \left( \frac{100}{100} \right) = 1 \text{ м}$$

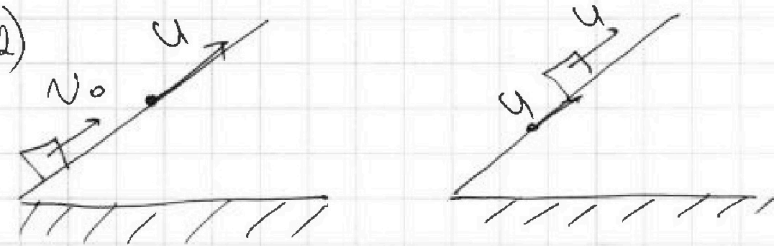
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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

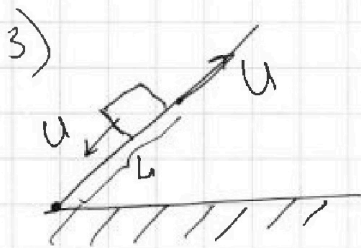


$$u = v_0 + at - aT_1 \Rightarrow aT_1 = v_0$$

$$T_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

$$T_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) =$$

$$= \frac{3}{5} \left( \frac{45}{10} + \frac{6}{10} \right) = \frac{3}{5} \text{ с} \Rightarrow \boxed{T_1 = 0,6 \text{ с}}$$



$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2a}$$

$$L = v_0 t - \frac{a t^2}{2}; \quad -u = v_0 - a t \Rightarrow t = \frac{v_0 + u}{a}$$

$$L = \frac{v_0^2 + u v_0 - v_0^2 - 2u v_0 - u^2}{2a} = \frac{2v_0^2 + 2u v_0 - v_0^2 - 2u v_0 - u^2}{2a} \Rightarrow$$

$$2aL = v_0^2 - u^2$$

$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2a} = \frac{36 - 1}{2 \cdot 10 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = \frac{35}{20} = \frac{7}{4} \text{ м}$$

$$= \frac{36 - 1}{2 \cdot 10 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = \frac{35}{20} = \frac{7}{4} \text{ м от-но вертн}$$

$$\neq L_3 = \frac{7}{4} \cdot 0,8 = 1,4 \text{ м от-но земли}$$

Ответ: 1)  $S = 1 \text{ м}$ ;

2)  $T_1 = 0,6 \text{ с}$

3)  ~~$L = 1,4 \text{ м}$~~   $L_3 = 1,4 \text{ м}$ .

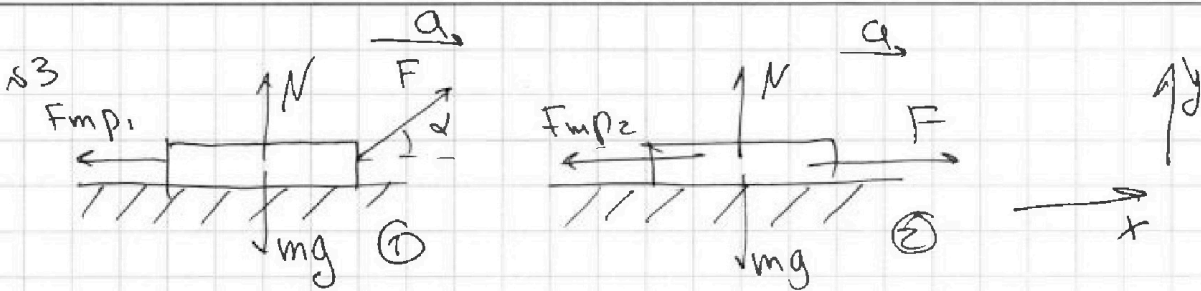
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1) Вм. 3-й. # глас ①:  $ox: ma = F \cos \alpha - F_{mp1}$   
 $oy: N + F \sin \alpha - mg = 0$

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

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

# глас ②:  $ox: ma = F - F_{mp2}$   
 $oy: N = mg$

$$ma = F - \mu mg \quad (**)$$

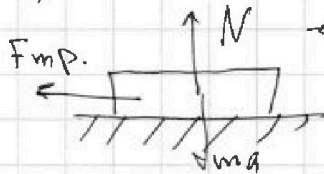
$$(*) = (**)$$

$$F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha \mu = F - \mu mg \quad | : F$$

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

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

2)  $k = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2k}{m}}$



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

$$-2aS = 0 - v^2$$

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

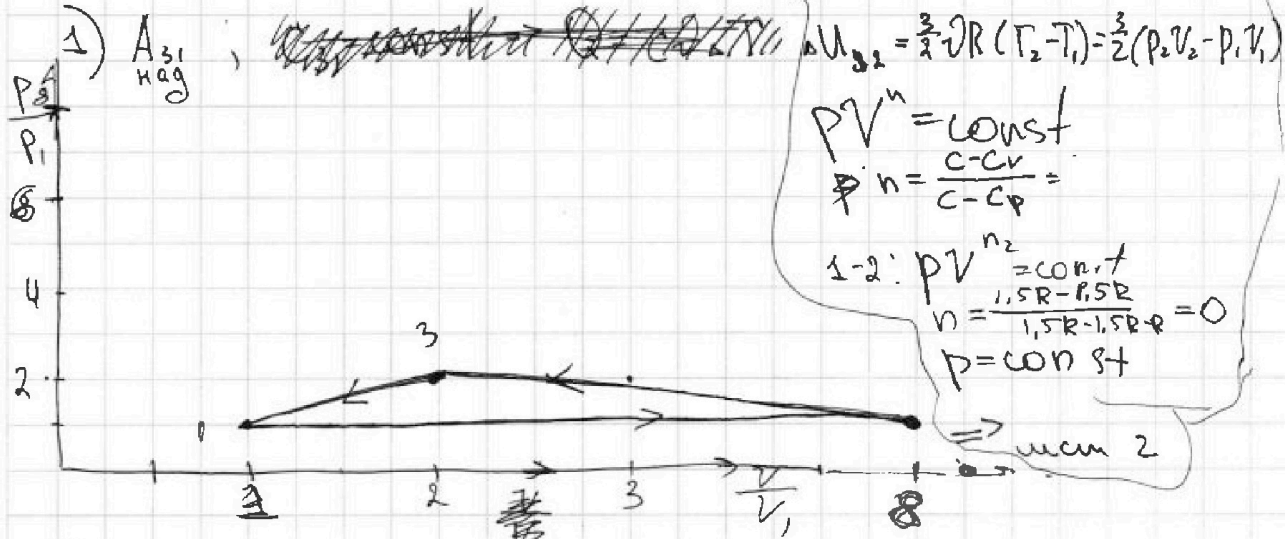
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$\nu = 1 \text{ моль}$ ;  $i = 3$   
 $T_1 = 200 \text{ K}$ ;  $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$

К уравнению:  $p_1 V_1 = \nu R T_1$ ;  $p_2 V_2 = \nu R T_2$ ;  $p_3 V_3 = \nu R T_3$ ;



$Q_{31} = \sum dQ = \sum c \nu dT = c_3 \nu dT = c_3 \nu (T_1 - T_3)$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$

По первому началу термодинамики:  $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} \rightarrow$

$A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = c_3 \nu (T_1 - T_3) - \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) =$

$= (T_1 - T_3) (c_3 \nu - \frac{3}{2} \nu R)$ , где из графика:

$\frac{T_3}{T_1} = 4$ ;  $\frac{c_{31}}{R} = 2$

$T_3 = 4T_1$ ;  $c_{31} = 2R$

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

$= -3T_1 (\frac{1}{2} \nu R) = -\frac{3}{2} T_1 \nu R \Rightarrow A_{31} = -A_{31} = \frac{3}{2} T_1 \nu R$

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

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!

$$2) \eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{р}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{Q_{\text{р}}}{Q_{\text{н}}}$$

Процесс 1-2:  $\Delta T > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0 \Rightarrow$

$$Q_{12} = C_{12} \nu (T_2 - T_1) = 1,5R \nu (8T_1 - T_1) = 10,5 \nu RT_1$$

Процесс 2-3:  $\Delta T < 0 \Rightarrow |Q_{23}| < 0$

$$0 < Q_{23} = C_{23} \nu (T_2 - T_3) = 0,5R \nu (8T_1 - 4T_1) = 2 \nu RT_1$$

Процесс 3-1:  $\Delta T > 0 \Rightarrow |Q_{31}| < 0$

$$0 < Q_{31} = C_{31} \nu (T_3 - T_1) = 2R \nu (4T_1 - T_1) = 6 \nu RT_1$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = 1 - \frac{2 \nu RT_1 + 6 \nu RT_1}{10,5 \nu RT_1} =$$

$$= \frac{10,5 \nu RT_1 - 8 \nu RT_1}{10,5 \nu RT_1} = \frac{2,5 \nu RT_1}{10,5 \nu RT_1} = \frac{25}{105} = \frac{5}{21}$$

Ответ: 1)  $A_{\text{наг}} = \frac{5}{21}$  ;  
2)  $\eta = \frac{5}{21}$

~~Решение~~

3) Процесс 2-3:  $PV^{n_3} = \text{const}$   
 $n_3 = \frac{0,5R - 1,5R}{0,5R - 2,5R} = \frac{1}{2}$

$PV^{\frac{1}{2}} = \text{const}$

$\frac{P_3}{P_2} = \frac{V_3^{\frac{1}{2}}}{V_2^{\frac{1}{2}}} \Rightarrow$

$\Rightarrow P_3 \sqrt{V_3} = P_2 \sqrt{2V_2}$

Процесс 3-1:  $n = \frac{R - 1,5R}{2R - 2,5R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$

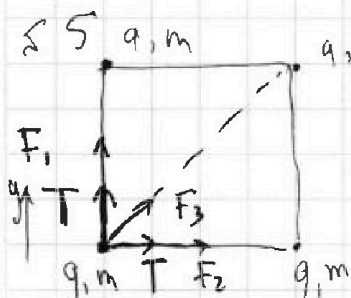
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Вм. 3-ч. Ньютонская дилемма шара:

$$\text{оу: } T + \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{a^2} \cos 45^\circ = 0$$

$$Ta^2 = kq^2 + kq^2 \cos 45^\circ$$

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

2)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

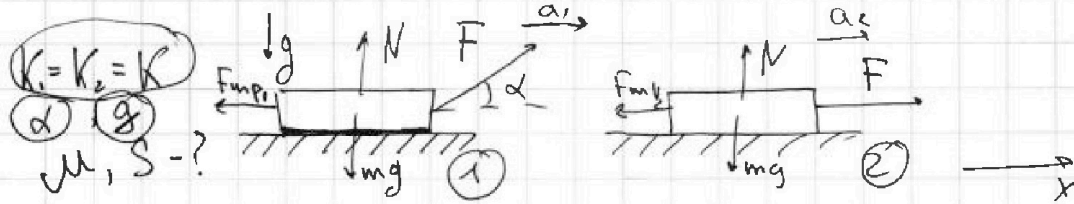
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



$K_1 = K_2 = K$   
 $\alpha$   
 $g$   
 $\mu, S - ?$

1) Закон изм. мех. энергии:

$$\Delta E_k = A_{\text{внеш}}; \text{ где } \textcircled{1}: K - 0 = F_{\text{внеш}} S$$

$$\text{где } \textcircled{2}: K - 0 = F_{\text{внеш}} S \quad (*)$$

2) Вм. 5-к. Н; где  $\textcircled{1}$ :  $ox: ma_x = F \cos \alpha - F_{mp1}$   
 $oy: N + F \sin \alpha - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$

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

где  $\textcircled{2}$ :  $ox: ma = F - F_{mp2}$   
 $oy: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$

$$ma = F - \mu mg \Rightarrow F = m(a + \mu g)$$

$$ma = m(a + \mu g) \cos \alpha - (mg - m(a + \mu g) \sin \alpha) \mu \quad |:m$$

$$a = a \cos \alpha - \mu g \cos \alpha - g \mu + a \mu \sin \alpha - \mu^2 g \sin \alpha \quad (**)$$

$$F_{mp2} = \mu mg, \quad K = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$(*) K = (F - F_{mp2}) S = (m(a + \mu g) - \mu mg) S =$$

$$= ma S - 2 \mu mg S, \quad 2 \mu g S = v^2 \Rightarrow S = \frac{v^2}{2 \mu g}$$

$$K = ma \frac{v^2}{2 \mu g} - 2 \mu mg \frac{v^2}{2 \mu g} = K$$

$$= ma S;$$

$$(***) \mu v^2 \left( \frac{g \sin \alpha}{a} + \mu \left( \frac{g \cos \alpha}{a} + \frac{g}{a} + \mu \sin \alpha \right) + 1 - \cos \alpha \right) = 0$$

$\Rightarrow$

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!

Термодинамика

$$pV_1 = \nu RT_1$$

$$pV_2 = \nu RT_2$$

$$\frac{-10,5}{1,5} \quad \frac{90}{90} \mid \frac{15}{15}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \dots$$

$$Q_{12} = C_V \left( \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\nu R} \right) = 1,5 p_2 V_2 - 1,5 \nu RT_1, \quad v_2 = 8 v_1$$

$$p_2 V_2 = \nu RT_2$$

$$p_2 V_2 = 8 \nu RT_1$$

$$p_1 V_1 = \nu RT_1$$

$$p_3 V_3 = \nu RT_3$$

$$p_1 V_1 = \nu RT_1$$

$$\frac{p_3}{v_3} = \frac{p_1}{v_1}$$

$$\frac{\nu RT_3}{v_3^2} = \frac{\nu RT_1}{v_1^2}$$

$$\frac{4}{v_3^2} = \frac{1}{v_1^2}$$

$$4v_1^2 = v_3^2$$

$$v_3 = 2v_1$$

$$\frac{v_3}{v_1} = 2$$

$$\frac{v_3}{v_1} = 2$$

$$\frac{p_3}{v_3} = \frac{p_1}{v_1} = \frac{p_2}{2} = p_1, \quad xy = \nu RT_1$$

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

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

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

$$\frac{p_1}{p_1} \frac{v_1}{v_1} \nu RT_1 = \frac{1}{2} 8 T_1$$

$$\frac{v_2}{v_1} = 8$$

$$pV = \frac{p}{v} = \text{const}$$

$$p_3 v_3^{\frac{1}{2}} = p_2 v_1^{\frac{1}{2}}$$

$$p_3 v_3^{\frac{1}{2}} = p_1 (8v_1)^{\frac{1}{2}}$$

$$p_3 \sqrt{v_3} = p_1 \sqrt{2} \sqrt{v_1}$$

$$\nu RT_3 \sqrt{v_3} v_1 = \nu RT_1 \sqrt{v_1} v_3$$

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!

Зеркало

$$\cos^2 \beta = \frac{1}{16}$$

$$\frac{p_2 V_2 p_1 V_1}{p_1 V_1} = \nu R T_2 \quad \dots \quad \begin{aligned} \sqrt{g \beta} &= \frac{1}{\cos^2 \beta} \cdot \frac{1}{16} \\ \sqrt{g \beta} &= \frac{16}{\cos^2 \beta} \end{aligned}$$

$$y \times p_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$y \times F_1 = T_2 \Rightarrow y = \frac{T_2}{T_1 x} \text{ - масштаб}$$

~~$$\frac{p_1 V_1}{T_1 x} p_1 V_1 = \nu R T_1$$~~

$$\frac{p_1 V_1}{T_1 x} \frac{p_1 V_1}{\nu R T_1} = \dots$$

~~$$T_1 x y = T_1$$~~

$$b = \frac{S \sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 (1 - \sin^2 \beta)} = \dots$$

$$= \frac{2 v_0^2 \sqrt{1 + \sin \beta} S \sin \beta - g S^2}{2 v_0^2 (1 - \sin^2 \beta)}$$

$$y = \frac{T_1}{T_1 x}$$

$$y = \frac{T_1}{T_1 x}$$

$$ma = F \cos \alpha - mg_{\mu} + F \sin \alpha \Rightarrow m(a + g_{\mu}) = F(\cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$ma = F - mg_{\mu} \Rightarrow m(a + g_{\mu}) = F$$

$$2aS = v^2$$

$$aS = \frac{v^2}{2}$$

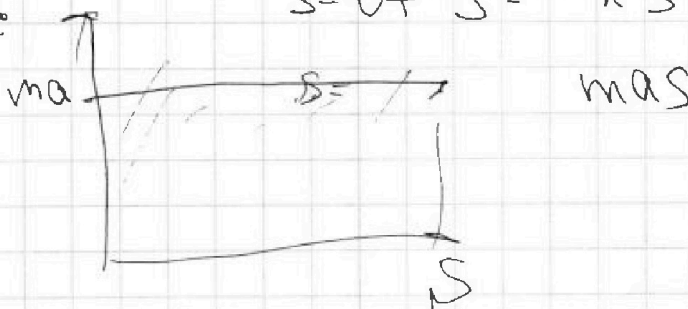
$$S = \frac{at^2}{2}$$

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

$$v = v_0 + at$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$S = vt - S \Rightarrow 2S = vt$$



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!

Задача №

$$C_{12} = 1,5R$$

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

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

$$= F - \mu mg$$

$$y = x - \cos 5\% \quad \frac{-1,5}{10,5}$$

6.12:

$$\frac{C}{R} = 1,5$$

$$F - \mu mg$$

$$F_{mp1} = \frac{F \cos \alpha - ma}{\cos \alpha} = \mu mg - F \sin \alpha$$

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

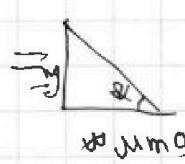
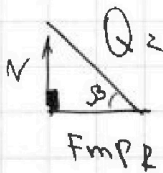
$$a - \mu g \cos \alpha - a = \mu g - \mu a \sin \alpha + \mu g \sin \alpha$$



$$-3 \quad \frac{30,5}{10} \quad \frac{5}{21}$$

$$Q_2 = \sqrt{(mg)^2 + (\mu mg)^2} =$$

$$= mg \sqrt{1 + \mu^2}$$



$$\tan \beta = \frac{1}{\mu}$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \frac{1}{\mu^2}$$

$$\frac{1,5}{10,5}$$

$$Q_2 \sin \beta = mg$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \frac{1}{\mu^2}$$

$$F_{mp} = \mu mg \Rightarrow \mu = \frac{F_{mp}}{mg} = 300 \cdot 8,31$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \frac{1}{\sin^2 \beta} = \frac{ma + F}{mg} = \frac{ma + m(a - \mu g)}{mg} = \frac{831}{2493}$$

$$\mu^2 + 1 = \frac{1}{\sin^2 \beta}$$

$$2a - \mu g = \mu g$$

$$2\mu g = 2a$$

$$\mu^2 \sin^2 \beta + \sin^2 \beta = 1$$

$$\sin^2 \beta = \frac{1}{\mu^2 + 1}$$

$$\sqrt{1 + \mu^2} \cdot \frac{1}{\mu^2 + 1} = 1$$

$$\sqrt{1 + \mu^2} = \mu^2 + 1$$

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!



Зеркало

$$H = H_{\text{MAX}} = S \cdot \tan \beta - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = t \quad \text{Дерививаем?}$$

$$K = (F - F_{\text{mp2}}) S$$

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

$$x_0 = -\frac{b}{2a} = \frac{\tan \beta \cdot 2 v_0^2 \cos^2 \beta}{2g} =$$

$$= \frac{\sin \beta \cdot v_0^2 \cos \beta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} = H_{\text{MAX}}$$

$$H_{\text{MAX}} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} \cdot \tan \beta - \frac{g v_0^2 \sin^2 \beta}{4g \cdot 2 v_0^2 \cos^2 \beta} =$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} \cdot \tan \beta - \frac{v_0^2 \tan^2 \beta}{8g} = H_{\text{MAX}}$$

$$6 - 5 \left( \frac{5}{10} \cdot \frac{8}{10} + \frac{6}{10} \right) = \frac{4,6}{23,0}$$

$$= 6 - 5 \left( \frac{46}{10} \right) = 6 - 23 = -17 \text{ м}$$

$$T = a v_0 = 10 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \cdot 6 =$$

$$= 60 \left( \frac{5}{10} \cdot \frac{8}{10} + \frac{6}{10} \right) = 60 \left( \frac{46}{10} \right) =$$

$$a = 10 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) = 10 \left( \frac{5}{10} \cdot \frac{8}{10} + \frac{6}{10} \right) = 46 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

0,5