



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.

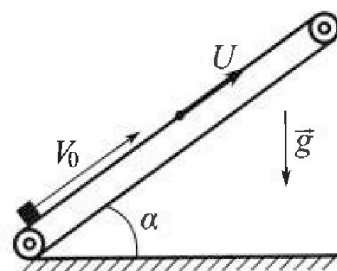
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

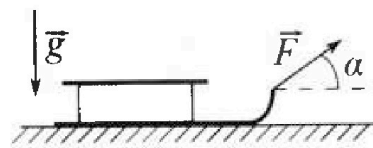
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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  $g$ .

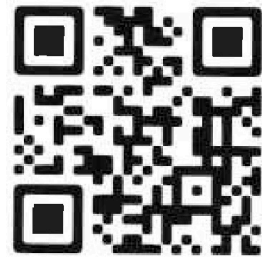
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



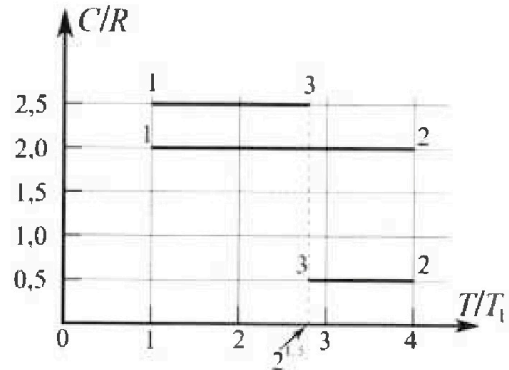
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



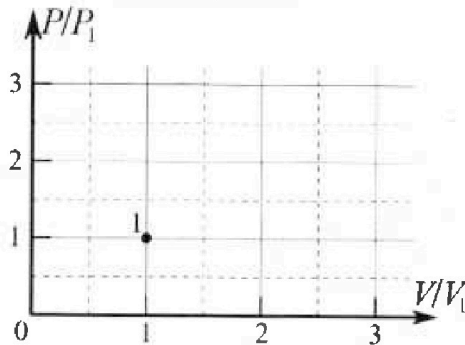
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



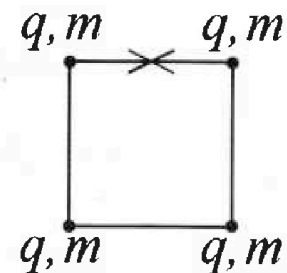
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

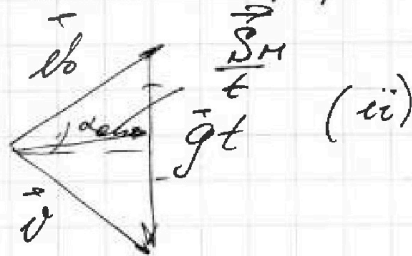
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Видим, что скорости + расемм нулевое  
скорости нормальными фазовыми  
дуги фигу (векторное  $= -\beta$ )

А тогда, масса  
медленно  $\frac{S}{t}$  равна  
направлен широту.



Тогда,  $\frac{S_H}{t} = \frac{gt}{2} \rightarrow$

$\rightarrow \boxed{S_H = \frac{gt^2}{2}}$  и  $v = \sqrt{(gt)^2 - v_0^2} \rightarrow$

$\rightarrow v_0 = \sqrt{(v - v_0)^2 - v_0^2} + \sqrt{v_0^2 + 2v_0v + v^2 - v_0^2} \rightarrow$

$t = t$

•  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$   
 $\vec{v} \cdot \vec{v}_0 = 0 \rightarrow \vec{v}_0 \cdot \vec{v}_0 + \vec{g} \cdot \vec{v}_0 t = 0 \rightarrow$

$\rightarrow v_0^2 + g v_0 t (\cos(90^\circ + \alpha_{comp})) = 0 \rightarrow$

$\rightarrow v_0 = g t \sin \alpha_{comp} \rightarrow$

$\rightarrow \boxed{t = \frac{v_0}{g \sin \alpha_{comp}}}$

• с дуги скорости,  $S_{Hy} = v_0 g t - \frac{gt^2}{2} \rightarrow$

$\rightarrow \boxed{v_0 g t = \frac{gt^2}{2}}$

$\rightarrow v_0 = \frac{gt}{2} \rightarrow t = \frac{2v_0}{g}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$(gt)^2 = v^2 + v_0^2 \rightarrow gt = (v_0 - gt)^2 + v_0^2 +$$

$$\rightarrow v_0^2 + v_0^2 - 2v_0gt + (gt)^2 - gt = 0$$

$$2v_0^2 - 2v_0gt + gt(gt-1) = 0$$

$$gt^2 - t(2v_0g + g)$$

$$v = \sqrt{(gt)^2 - v_0^2}$$

$$(gt)^2 = (v_0 - gt)^2 + v_0^2 +$$

$$+ (gt)^2 = v_0^2 - 2v_0gt + (gt)^2 + v_0^2 +$$

$$\rightarrow 2v_0^2 = 2v_0gt \rightarrow \boxed{t = \frac{v_0}{g}}$$

$$\text{Тогда, } h_{\max} = \sqrt{v_0^2 - v^2} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{v_0^2}{2g}\right)^2 - v^2} = \sqrt{\frac{v_0^4}{4g^2} - v^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{16^4 \cdot 10^4}{4 \cdot 10^2} - 400}$$

$$\text{Откуда } \rightarrow v_0 = 20 \frac{m}{s}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Видим, что максимальное значение функции  $h$  достигается при  $v_y^2 = 0 \rightarrow v_y = 0 \rightarrow$  скорость шара перед ударом о стену не имеет проекции на вертикальную ось  $y$ .

Тогда,  $h_{\max} = (S_{\Delta})$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$$



Рассмотрим векторную фигуру  $S_{\Delta}$ , выписанную по скорости  $S_{\Delta}$

$$\begin{cases} S_{\Delta} = \frac{1}{2} v_0 \cos \alpha \cdot t \cdot g \\ S_{\Delta} = \frac{1}{2} v_0 \sin(\alpha - \beta) \end{cases} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} g S = \frac{1}{2} v_0 \sin(\alpha - \beta) \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{v = \frac{g S}{v_0 \sin(\alpha - \beta)}} \quad \text{Видим, что функция в числителе и в знаменателе}$$

достигает максимума при  $\sin(\alpha - \beta) = 1 \rightarrow \alpha - \beta = 90^\circ \rightarrow$

$$\rightarrow \boxed{\alpha = 90^\circ + \beta} \rightarrow \boxed{\beta = \alpha - 90^\circ}$$

Тогда, возвращаясь к высоте  $h$  найдем:

$$h_{\max} = \frac{(v_0 \sin(90^\circ + \beta))^2}{2g} + \frac{(v_0 \sin \beta)^2}{2g}$$

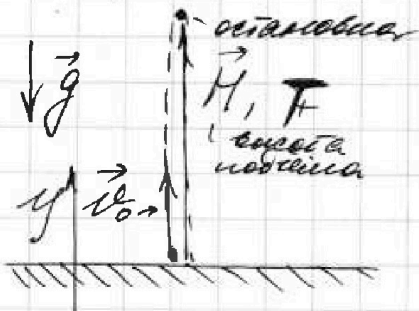
- 1  2  3  4  5  6  7

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

$S = 20 \text{ м}$   
 $T = 2 \text{ с}$

- 1)  $v_0 = ?$   
2)  $h_{\text{max}} = ?$

1) Рассмотрим случай, когда теннисный мячик летит вертикально вверх



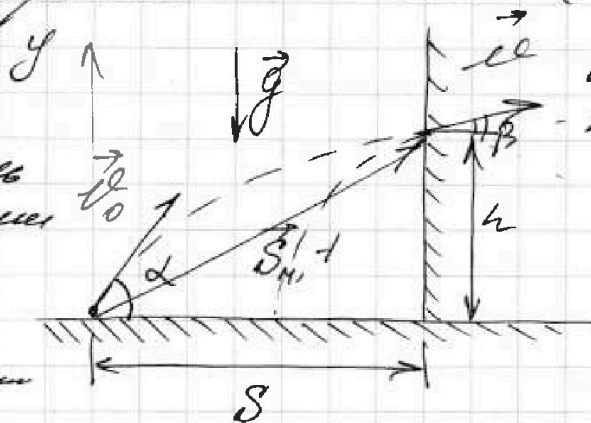
т.к. соэф. воздуха не учитывается в уравнении движения используем РУА

Тогда,  $0 = v_{0y} + g_y T \rightarrow$   
 $\rightarrow v_{0y} = -g_y T \rightarrow v_0 = gT$

$\rightarrow v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) Рассмотрим случай, когда теннисный мячик летит к вертикальной стене

$S_{\text{м}}$  - модель перемещения мяча до стены  
+ - время полета до стены



$\alpha$  и  $h$  - произвольные угол и высота соответственного,  $v_0$  - скорость мяча прямо перед ударом о стену  
 $\beta$  - угол скорости по направлению к стене

Уг используем РУА,

$2gh = \frac{v_{0y}^2}{\cos^2 \alpha} - v_y^2 \rightarrow h = \frac{v_{0y}^2 - v_y^2}{2g}$



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!



$$f_{TF} \approx (4^m)$$

$$\rightarrow 2S = 2v_0 T - gT^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow gT^2 - 2v_0 T + 2S = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \left[ T^2 - \frac{2v_0}{g} T + \frac{2S}{g} = 0 \right] \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{по теореме Виета, } \begin{cases} T_1 + T_2 = \frac{2v_0}{g} \\ T_1 \cdot T_2 = \frac{2S}{g} \end{cases} \rightarrow$$

$$\rightarrow \begin{cases} T_1 + T_2 = 0,8 \\ T_1 \cdot T_2 = 0,2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T_2 = 0,8 - T_1 \\ T_1 \cdot T_2 = 0,2 \end{cases}$$

$$\rightarrow T_1(0,8 - T_1) = 0,2 \rightarrow$$

$$\rightarrow 0,8T_1 - T_1^2 = 0,2 \rightarrow -T_1^2 + 0,8T_1 - 0,2 = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow T_1^2 - 0,8T_1 + 0,2 = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow D = 64$$

$D = (2v_0)^2 - 8Sg < 0 \rightarrow$  Предположим, что корнями являются такие корни до нуля, выше и ниже, и корнями являются.

Тогда время  $t_1$  - время падения до обрыва,  $t_2$  - время схода до  $S = 1$  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!

$$S = 1 \text{ м}$$

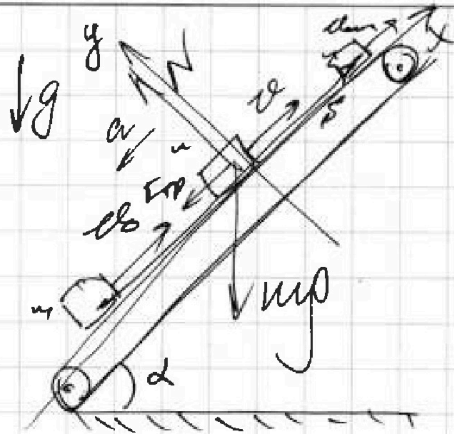
$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$u = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\omega = \frac{1}{3}$$

- 1)  $T = ?$
- 2)  $L = ?$
- 3)  $H = ?$



1) Равномерное  
движение  
по инерции  
(прямой  
линии)

$v$  - скорость,  $\omega$  - угловая скорость,  
 $v_{\text{ин}}$  - скорость,  $v_{\text{пр}}$  - скорость,  
направление  $S$

Ускорение,

23 м:  $y: N = mg \cos \alpha$

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

$\text{т.к. } F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha,$

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

$\rightarrow a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = \text{const}$

т.к.  $\sin \alpha = 0,8, \cos \alpha = 0,6$

$\rightarrow a = g(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) \rightarrow a = g$

2) Используем известную формулу РУА:

$x: S = v_0 T - \frac{g T^2}{2} \rightarrow \sqrt{\frac{v_0^2 - 2gS}{g}} \rightarrow$

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 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!

$$\rightarrow \boxed{L = \tau_3 \left( \frac{v_0 - v}{2} \right)} \rightarrow \boxed{L = 0,2 \text{ с} \cdot \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2} = 0,2 \text{ м}}$$

4) Ищем скорость движения по н. 1 и н. 2,  
а также принимаем соответствующий ответ,

$$S_{\text{общ}} = S_1 - v_1 \cdot t_1 = 0,8 \text{ м} - 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,4 \text{ с} = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{H = 0}$$

Ответ: 1)  $T = \left( 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \right) \text{ с}$

2)  $L = 0,2 \text{ м}$

3)  $H = 0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

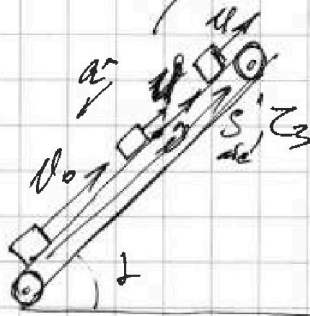
МФТИ

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

$$\rightarrow \tau_2 = \sqrt{\frac{\delta_2}{g}} = \sqrt{\frac{0,2 \text{ м}}{3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} =$$
$$= \sqrt{\frac{2}{30}} \text{ с} = \sqrt{\frac{4}{60}} \text{ с} = 2 \sqrt{\frac{1}{60}} \text{ с} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с} \quad \text{Тогда, } T = \tau_1 + \tau_2 = \left(0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \text{ с}$$

3) Рассекаем вращающуюся ось



и находим время ее  
повернется,

$$\text{и тогда } a^* = a = g$$

из аксиоматики РУА,

$$u - u_0 = g \tau_3 \rightarrow \tau_3 = \frac{u - u_0}{g}$$

$\tau_3$  - время замедления до 0.

$$\text{тогда, } \tau_3 = - \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \rightarrow \tau_3 = 0,2 \text{ с}$$

$$\text{и } \delta_{\text{до 0}} = \frac{u_0 + u}{2} \cdot \tau_3 = \frac{0 + 4}{2} \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м}$$

А т.к. точка начала двигаться  
сверху с нуля,  $L = S_{\text{отн}} = S_{\text{отн}} - S_{\text{отн}}$

$$\text{где } S_{\text{отн}} = u \tau_3 \rightarrow L = \frac{u_0 + u}{2} \cdot \tau_3 - u \tau_3 \rightarrow$$



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 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!

Очевидно 200 на пути вектор  
силы тяжести перпендикулярен всей нити.  
на противоположное, а оставшееся  
оставшего перпендикулярно, тогда

$$\hat{a} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \rightarrow$$

$$\rightarrow \hat{a} = g(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = \boxed{\hat{a} = \frac{5}{10} g}$$

$\hat{a}$  - ускорение на пути

• Заменим  $g \rightarrow \hat{a}$  до остановки на  
путь

$$v: \boxed{v_0 = g \tau} \rightarrow \boxed{\tau = \frac{v_0}{g} = 0,4 \text{ с}}$$

За это время корабль прошел

$$S_1 = v_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2} = v_0 \tau - \frac{g \left(\frac{v_0}{g}\right)^2}{2} =$$

$$= v_0 \left(\frac{v_0}{g}\right) - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} \rightarrow$$

$$\rightarrow S_1 = \frac{(4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{16}{20} \text{ м} = 0,8 \text{ м}$$

• Тогда  $S_2$  - путь на пути -

$$\text{равен } S_2 = S - S_1 = 1 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

• Заменим  $g \rightarrow \hat{a}$  на пути

$$S_2 = \frac{v_0^2}{2} \rightarrow S_2 = 0,3 g \tau_2^2 \rightarrow$$

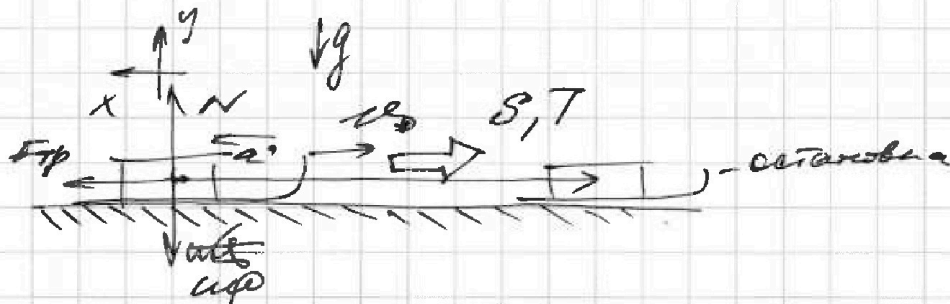
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!



Уг здр:  $y: N = mg \rightarrow$

$$- F_{tr} = \mu mg = \frac{(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} mg$$

$$x: F_{tr} = ma \rightarrow a = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g = \text{const}$$

Уг здр:  $y: N = mg$

$$e: v_0 = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g \cdot T \rightarrow T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

Отв:  $\left. \begin{array}{l} 1) \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \\ 2) T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)} \end{array} \right\}$

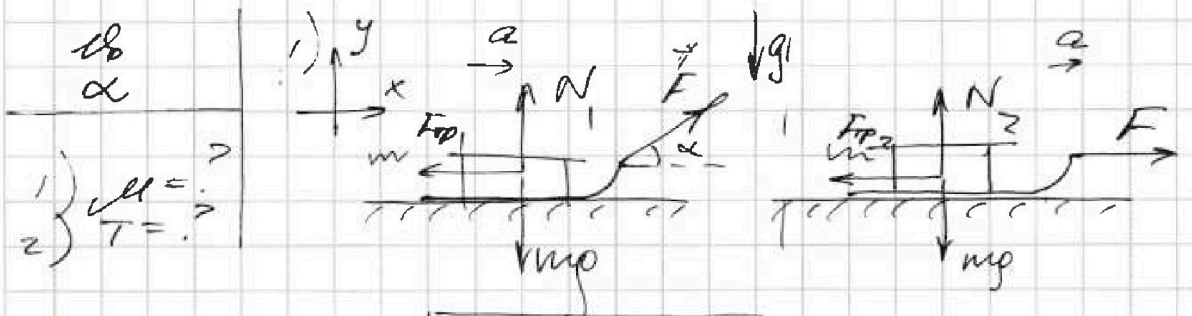
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



ЗВН:  $y: N_1 = mg - F \sin \alpha$

ЗВН:

$y: N_2 = mg$

$x: ma = F \cos \alpha - F_{fp1}$

$x: ma = F - F_{fp2}$

$A \text{ в. к. } F_{fp1} = \mu N_1 = \mu mg - \mu F \sin \alpha$

$A \text{ в. к. } F_{fp2} = \mu N_2 =$

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

$= \mu mg$

$ma = F - \mu mg$

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

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

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

• Значения были преобразованы к нормальному виду условия одна  $a$   $va$  так скорость была достигнута за одинаковое время

2) когда действует сила  $F$  преобразована, очевидно что скорость если будет совпадать и ускорения будут одинаковы. Поэтому равными будут тормозными силами





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице.

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

МФТИ

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

$$\rightarrow y \approx 1 - \frac{1028}{12} \approx 1 - 0,86 = 0,14 = 14\%$$

4) calculate  $\gamma$  processes -  
найти функцию най для их  
показатели на процессы

$$\cdot \kappa_{12} = \frac{2R - \frac{5}{3}R}{2R - \frac{2}{3}R} = \frac{\frac{1}{3}R}{\frac{4}{3}R} = \frac{1}{4} \rightarrow p^4 V = \text{const}$$

Для процесса 12

$$\cdot \kappa_{23} = \frac{0,5R - \frac{5}{2}R}{0,5R - \frac{2}{3}R} = \frac{-\frac{7}{6}R}{-\frac{1}{6}R} = 7 \rightarrow pV^7 = \text{const}$$

Для процесса 23

$$\cdot \kappa_{31} = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{3}R}{\frac{5}{2}R - \frac{2}{3}R} = \frac{\frac{5}{6}R}{\frac{11}{6}R} \rightarrow p^4 V^5 = \text{const}$$

Для процесса 13

Ответ: 1)  $A_{11} = 4986 \text{ Дж}$   
2)  $y = 14\%$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



3) Видим, что в действии алюминия

- в процессе 12 гиния поддается
- в процессе 23 и 31 - выделяется.

Тогда,  $Q_x = -(Q_{23} + Q_{31})$

$$Q_x = Q_{12} \quad \rightarrow \quad Q_u = 6 \text{ ДАТ}_1$$

$$\cdot Q_{31} = 2,5 \text{ ДА} (T_1 - 2^{1,5} T_1) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{31} = 2,5 \text{ ДА} T_1 (1 - \sqrt{2})$$

$$\cdot Q_{23} = 0,5 \text{ ДА} (2^{1,5} T_1 - 4 T_1) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{23} = 0,5 \text{ ДА} \cdot 2 (\sqrt{2} T_1 - 2 T_1) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{23} = \text{ДА} T_1 (\sqrt{2} - 2)$$

$$\text{Тогда, } Q_x = 2,5 \text{ ДА} T_1 (\sqrt{2} - 1) + \text{ДА} T_1 (2 - \sqrt{2}) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_x = \text{ДА} T_1 (2,5 \sqrt{2} - 2,5 + 2 - \sqrt{2}) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_x = \text{ДА} T_1 (4 \sqrt{2} - 0,5) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_x = 2 \text{ ДА} T_1 (4 \sqrt{2} - 0,5)$$

$$\left[ y = 1 - \frac{Q_x}{Q_u} \right] \rightarrow y = 1 - \frac{2(4\sqrt{2} - 0,5)}{6}$$

$$\rightarrow y = 1 - \frac{4\sqrt{2} - 0,5}{3} \approx 1 - 3,7 \rightarrow y = 1 - \frac{2\sqrt{2} - 1}{12}$$

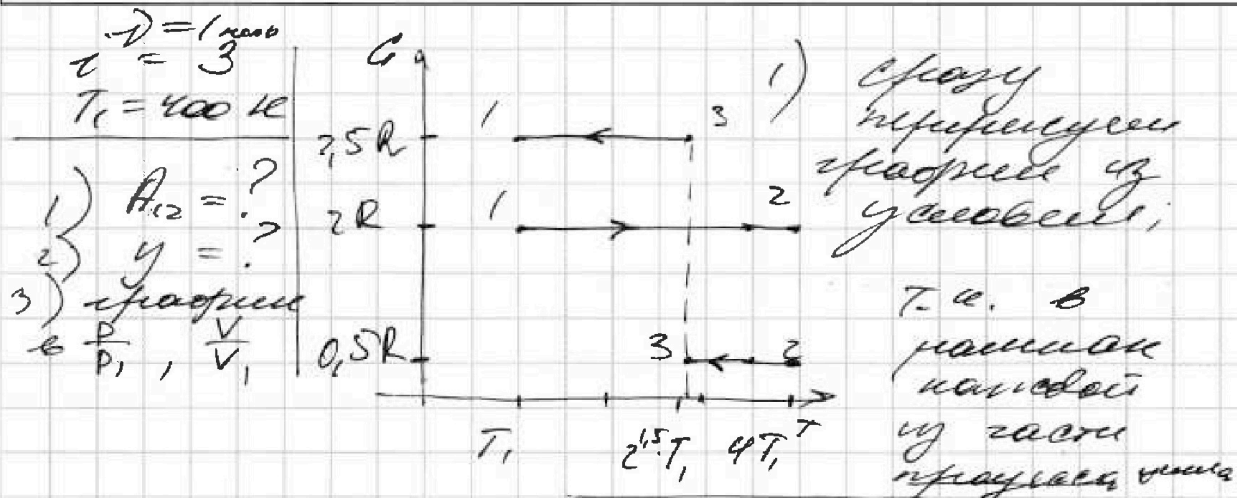
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$c = \text{const}, \quad Q_{i,k} = c \vec{v} \Delta T_{ik}, \quad \text{ik-канал процесс}$$

2) Первое начало термодинамики для процесса (-2):

$$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \rightarrow$$

$$\rightarrow 2R \nu (4T_1 - T_1) = A_{12} + \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) \rightarrow$$

$$\rightarrow 2 \nu R \cdot 3T_1 = A_{12} + \frac{9}{2} \nu R T_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{12}{2} \nu R T_1 - \frac{9}{2} \nu R T_1 = A_{12} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{A_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1} \rightarrow$$

$$\rightarrow A_{12} = \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 400 \text{ К} =$$

$$= (600 \cdot 8,31) \text{ Дж} = (6 \cdot 831) \text{ Дж} =$$

$$= 4986 \text{ Дж} \rightarrow \underline{\underline{A_{12} = 4986 \text{ Дж}}}$$



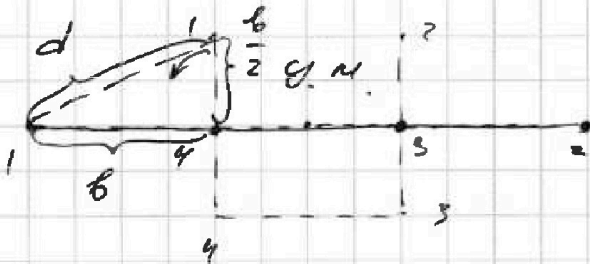
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

Удобнее это на рисунке



Видим, что по  
т. Пифагора,

$$d = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + b^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow d = \sqrt{1,25b^2} \rightarrow \boxed{d = b\sqrt{5}}$$

Ответ: 1)  $T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$

2)  $d = \sqrt{\frac{4b^2}{60\text{м}} (3\sqrt{2} - 1)}$

3)  $d = b\sqrt{5}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

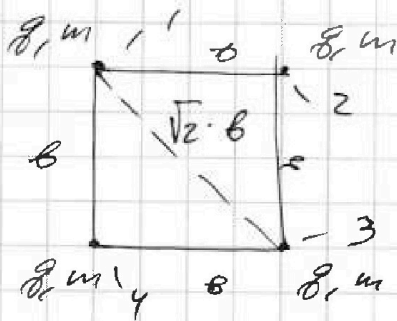
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

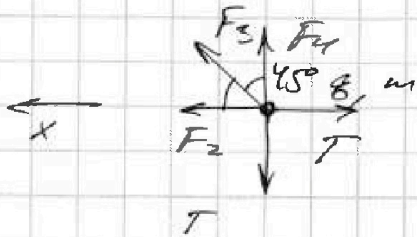


- $m, g, b$
- 1)  $T = ?$
  - 2)  $v = ?$
  - 3)  $d = ?$



1) Рассмотрим симметричную до перемещения кисти.

В эту симметричную 4 неразрывных нити, сила натяжения нити, равная весу, для нахождения этой силы достаточно рассмотреть часть одной нити (шар)



$F_2, F_3, F_4$  — силы тяжести со сферой шариков 2, 3, 4 соответственно

$$F_2 = \frac{kg^2}{b^2}; \quad F_4 = \frac{kg^2}{b^2}; \quad F_3 = \frac{kg^2}{2b^2}$$

ЗН в направлении  $x$ :  $F_2 + F_3 \cos 45^\circ - T = 0 \rightarrow$

$$\rightarrow T = F_2 + F_3 \cos 45^\circ \rightarrow$$

$$\rightarrow T = \frac{kg^2}{b^2} + \frac{kg^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow T = \frac{kg^2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

2) Рассмотрим симметричную нить перемещаемой верхней кисти.

Заметим, что для нити в вершине 3СЭ

«шарик» 1+2+3+4

(Аналог = 0)

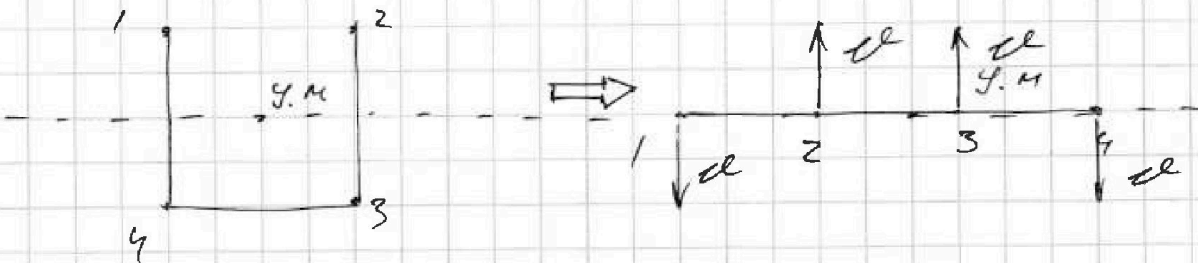
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



В одну симметричную сторону каждого из шариков будет одинаковая

$$E_1 = E_2 \rightarrow W_{z1} = \frac{4m v^2}{2} = W_{z2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{4kg^2}{6} + \frac{2kg^2}{\sqrt{2}b} = \frac{4m v^2}{2} + \frac{3kg^2}{6} + \frac{kg^2}{3b} + \frac{2kg^2}{2b}$$

$$\rightarrow \frac{kg^2}{6} + \frac{2kg^2}{\sqrt{2}b} = \frac{4m v^2}{2} + \frac{8kg^2}{6b}$$

$$\rightarrow \frac{kg^2}{6} + \frac{2kg^2}{\sqrt{2}b} = \frac{4m v^2}{2} + \frac{4kg^2}{3b}$$

$$\rightarrow \frac{2\sqrt{2}kg^2}{2b} - \frac{kg^2}{3b} = \frac{4m v^2}{2}$$

$$\rightarrow \frac{6\sqrt{2} \cdot kg^2}{6b} - \frac{2kg^2}{6b} = \frac{4m v^2}{2} \quad | \cdot \frac{1}{2}$$

$$m v^2 = \frac{kg^2}{6b} (3\sqrt{2} - 1) \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{kg^2}{6bm} (3\sqrt{2} - 1)}}$$

3) Т.к. y.m. несовпадает и его локальная скорость нулевая, он не светится





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

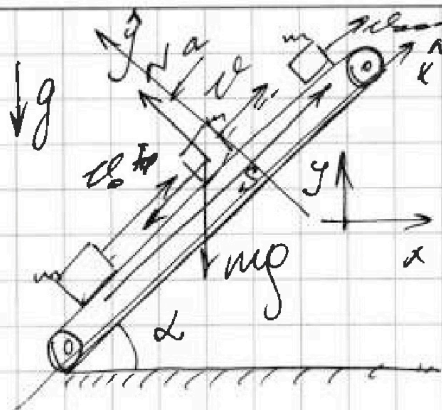
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$S = 1 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$



Рассеивание энергии, когда лента начнется (первый шаг)

В-процессе скольжения,  $v_{\text{ленты}} = v_{\text{бл}} = 0$ , когда лента пройдет путь  $S$  т-масса начнется

- 1)  $T = ?$
- 2)  $L = ?$
- 3)  $H = ?$

из динамики,

$$\text{ЗЗН: } \vec{y} : N = mg \cos \alpha$$

$$\vec{x} : -ma = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

т.к.  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$ ,

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

$$\rightarrow a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = \text{const}$$

т.к.  $\sin \alpha = 0,8$ ,  $\cos \alpha = 0,6 \rightarrow$

$$\rightarrow a = g(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) \rightarrow a = g$$

2) Используем универсальную РСА!

$$\vec{x} : S = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow 2S = 2v_0 t - g t^2 \rightarrow g t^2 = 2(v_0 t - S) \rightarrow$$

Черновик

Черновик

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!



Входит

$$\begin{array}{r} 131 \\ \times 37 \\ \hline 4986 \end{array}$$

$$6 \cdot 131 = 6(100 + 30 + 1) = 4800 + 180 + 6 = 4986 \text{ W}$$

$$\sqrt{2} = 1,41$$

$$\begin{array}{r} 191 \\ \times 12 \\ \hline 1128 \end{array}$$

$$v_1^2 + v_2^2 = (gt)^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2v_0^2 \sin^2(\alpha - \beta)$$

$$\begin{array}{r} 376 \\ \times 1128 \\ \hline 1128 \\ 376 \\ \hline 4224 \end{array}$$

$$3,76$$

$$4,28$$

$$\begin{array}{r} 1128 \mid 300 \\ - 900 \\ \hline 228 \\ - 200 \\ \hline 180 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10280 \mid 200 \\ - 9000 \\ \hline 680 \\ - 600 \\ \hline 800 \\ - 800 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$0,86$$

$$0,86$$

$$\frac{1028}{12} = 8,56$$

$$\begin{array}{r} 0,86 \\ \times 12 \\ \hline 10,32 \end{array}$$

$$s = \frac{v_1 v_2 \sin(\alpha - \beta)}{g}$$

$$h = \frac{g s}{v \sin(\alpha - \beta)}$$

$$-2gh = v^2 - v_0^2 \rightarrow h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g}$$

$$v_0 = \frac{(1 - \cos \alpha) g T}{\sin \alpha}$$

$$0 = v_0^2 - \frac{(1 - \cos \alpha) g T}{\sin \alpha}$$

$$T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

