



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.

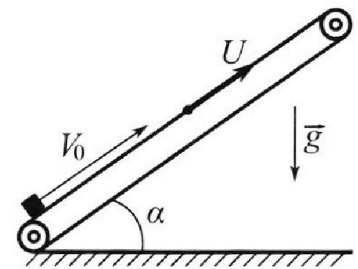
2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

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 расст оянии  $L$  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.

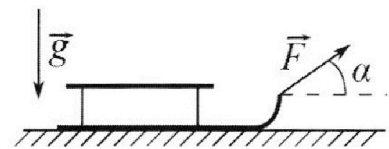
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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.





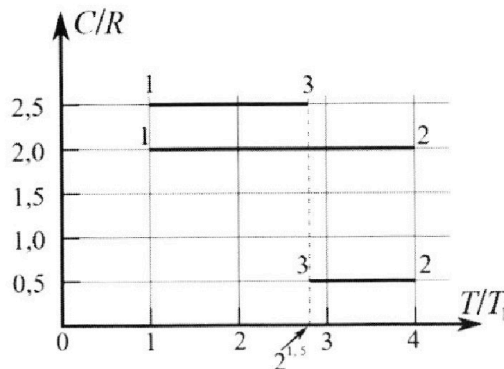
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



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

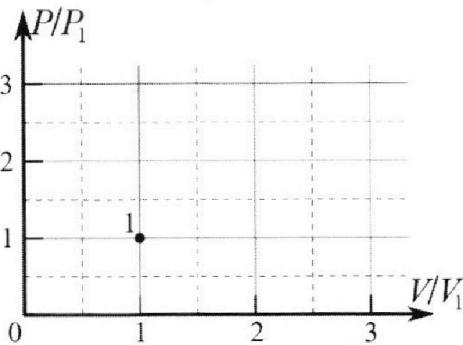
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



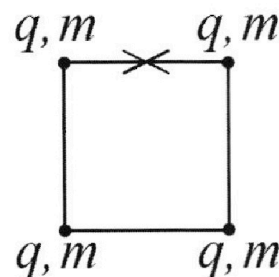
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.

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!

Дано:

$T = 2\text{с}$

$S = 20\text{м}$

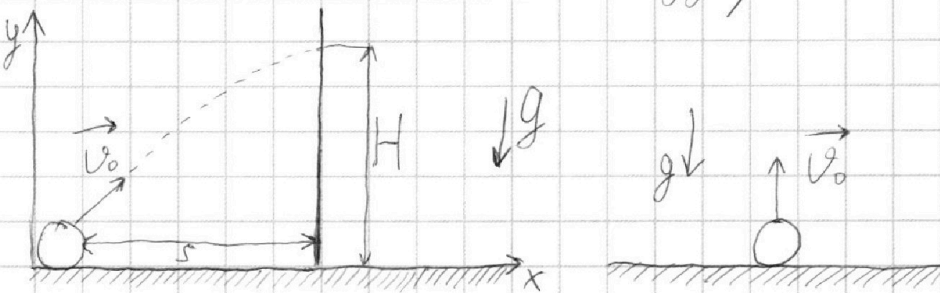
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$v_0 = ?$

$H = ?$

Решение:

$H$  - максимальная высота удара мяча о стенку.



$$-g = \frac{v_x - v_0}{T}$$

$$g = \frac{v_0}{T}$$

$$v_0 = gT$$

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

$$v_x = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$v_x$  - скорость мяча на максимальной высоте

$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ , где  $v_{0x}$  - начальная скорость по  $Ox$

$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ , где  $v_{0y}$  - начальная скорость по  $Oy$

$a_x = 0$ , где  $a_x$  - ускорение свободного падения по  $Ox$

$a_y = -g$ , где  $a_y$  - ускорение свободного падения по  $Oy$

$t$  - время полета мяча при отсутствии стенки

$t = 2 t_{\text{up}}$ , где  $t_{\text{up}}$  - время, за которое шарик достигнет  $H_0$  стенки

$$\begin{cases} 2S = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \\ 0 = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} 2S = v_0 \cos \alpha t \\ 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$\sin \alpha = \frac{g t}{2v_0} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4v_0^2}}$$

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!

$$2S = v_0 \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4v_0^2}} t;$$

$$4S^2 = v_0^2 \cdot \frac{4v_0^2 - g^2 t^2}{4v_0^2} \cdot t^2;$$

$$g^2 t^4 - 4v_0^2 t^2 + 16S^2 = 0;$$

$$t = 2\sqrt{2}C$$

$$\sin \alpha = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 2\sqrt{2}C}{2 \cdot 20 \frac{m}{c}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$t_{\text{воз}} = \frac{t}{2}$$

$$t_{\text{воз}} = \sqrt{2}C$$

$$H = v_{0y} t_{\text{воз}} + \frac{g t_{\text{воз}}^2}{2}$$

$$H = v_0 \sin \alpha t_{\text{воз}} - \frac{g t_{\text{воз}}^2}{2}$$

$$H = 20 \frac{m}{c} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{2}C - \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot (\sqrt{2}C)^2}{2} = 10M$$

$$\text{Ответ: } 20 \frac{m}{c}; 10M$$



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!

Дано:

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

$$v_0 = 4 \frac{m}{c}$$

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

$$S = 1,4$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$u = 2 \frac{m}{c}$$

Решение:

$m$  - масса коробки

$N$  - сила реакции опоры

$F_{\text{тр}}$  - сила трения

$a$  - ускорение коробки

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$T$  - ?

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

$L$  - ?

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

$H$  - ?

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$a = -10 \frac{m}{c^2} \left( 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6 \right) = -10 \frac{m}{c^2}$$

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

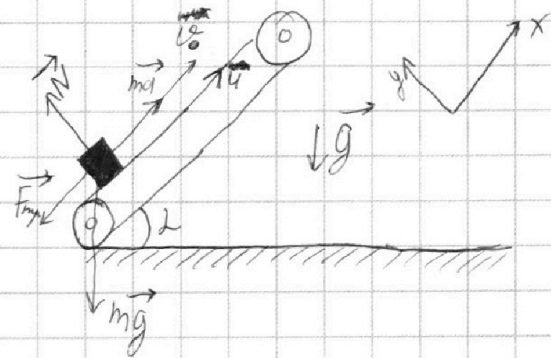
$\Delta$  - дискриминант

$\Delta < 0 \Rightarrow$  коробка не пройдет мимо  $S = 1,4$

$$L = \frac{u^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(2 \frac{m}{c})^2 - (4 \frac{m}{c})^2}{-20 \frac{m}{c^2}} = 0,6 \text{ м}$$

$$H = \frac{\sin \alpha (v_0^2 - u^2)}{2a} = \frac{(0,8) \left( (4 \frac{m}{c})^2 - (2 \frac{m}{c})^2 \right)}{-20 \frac{m}{c^2}} = 0,64 \text{ м}$$

Ответ: нет такого  $T$ ; 0,6 м; 0,64 м



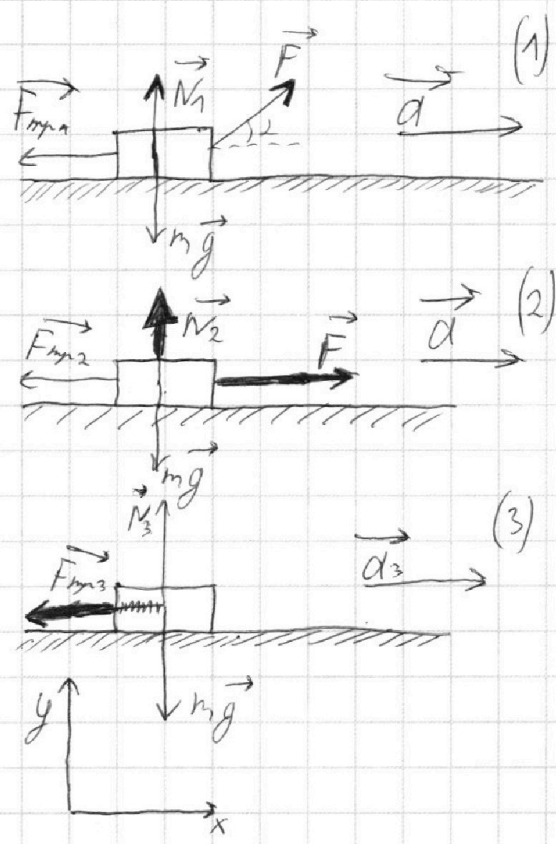
1  2  3  4  5  6  7

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



Дано:  
 $v_0$   
 $\mu$   
 $g$   
 $\mu$ -?  
 $T$ -?

Решение:  
 $m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N}_0 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp}$   
 $F$  - сила, которая тянет  
 $N$  - сила реакции опоры  
 $mg$  - сила тяжести  
 $F_{mp}$  - сила трения



(1)  $Ox: ma = F \cos \alpha - F_{mp1}$   
 $Oy: 0 = N_1 + F \sin \alpha - mg$   
 $N_1 = mg - F \sin \alpha$   
 $F_{mp1} = \mu N_1 = \mu (mg - F \sin \alpha)$   
 $ma = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$

(2)  $Ox: ma = F - F_{mp2}$   
 $Oy: 0 = N_2 - mg$   
 $N_2 = mg$        $F_{mp2} = \mu N_2 = \mu mg$   
 $ma = F - \mu mg$   
 ~~$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg$~~   
 $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

(3)  $m\vec{a}_3 = \vec{N}_3 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp3}$

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!

$$Ox: m a_3 = - F_{mp3}$$

$$Oy: N_3 = mg$$

$$F_{mp3} = \mu N_3 = \mu mg$$

$$m a_3 = - \mu mg$$

$$a_3 = \frac{-\mu g}{1}$$

$$\frac{-v_0}{T} = -\mu g$$

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

$$\text{Ответ: } \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

Дано:

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

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

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

$A_{12} = ?$

$\eta = ?$

Решение:

$$A_{12} = \nu \cdot 2R \cdot 3T_1 = 1 \text{ моль} \cdot 2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 3 \cdot 400 \text{ K} \approx 20000 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%$$

$$Q_H = Q_{12} = \nu \cdot 2R \cdot 3T_1 = 6\nu RT_1$$

$$Q_X = |Q_{23} + Q_{31}|$$

$$Q_{23} = \nu \cdot 0,5R \cdot (2^{3,5} T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{31} = \nu \cdot 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5} T_1)$$

$$\eta = \frac{6\nu RT_1 - \nu R (0,5(4T_1 - 2^{3,5} T_1) + 2,5(2^{1,5} T_1 - T_1))}{6\nu RT_1} \cdot 100\%$$

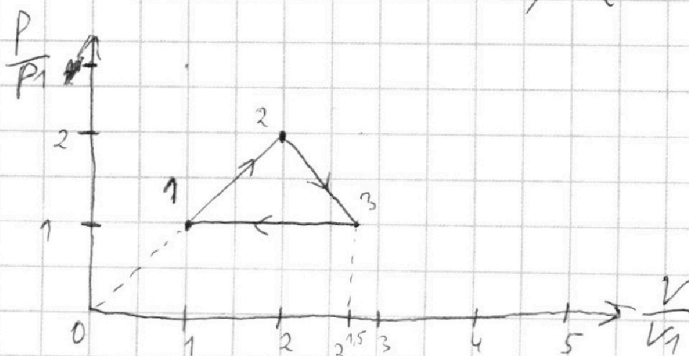
$$\eta = \frac{6T_1 - 0,5T_1(4 - 2^{3,5}) - 2,5T_1(2^{1,5} - 1)}{6T_1} \cdot 100\%$$

$$\eta = \left( 1 - \frac{1}{12} \cdot 4 + \frac{1}{12} \cdot 2^{3,5} - \frac{5}{12} \cdot 2^{1,5} + \frac{5}{12} \right) \cdot 100\%$$

$$\eta = \left( 1 + \frac{1}{12} + 2^{1,5} \left( \frac{1}{12} - \frac{5}{12} \right) \right) \cdot 100\%$$

$$\eta = \left( 1 + \frac{1}{12} - 2^{1,5} \cdot \frac{1}{3} \right) \cdot 100\%$$

$$\text{Ответ: } 20000 \text{ Дж}; \left( \frac{13}{12} - \frac{2^{1,5}}{3} \right) \cdot 100\%$$



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!



Дано:

Решение:

$b$

$ABCD$  - квадрат  $\Rightarrow$

$m$

$\angle ACD = \angle C = 45^\circ$

$q$

$F$  и  $F'$  - силы взаимно-

$K$

гравитационных шариков

$T$ -?

Между групп шариков

$U$ -?

$$m\vec{a} = \vec{T} + \vec{T} + \vec{F} + \vec{F} + \vec{F}'$$

$d$ -?

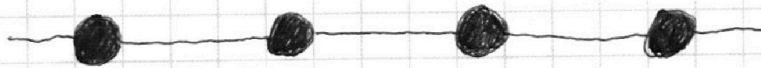
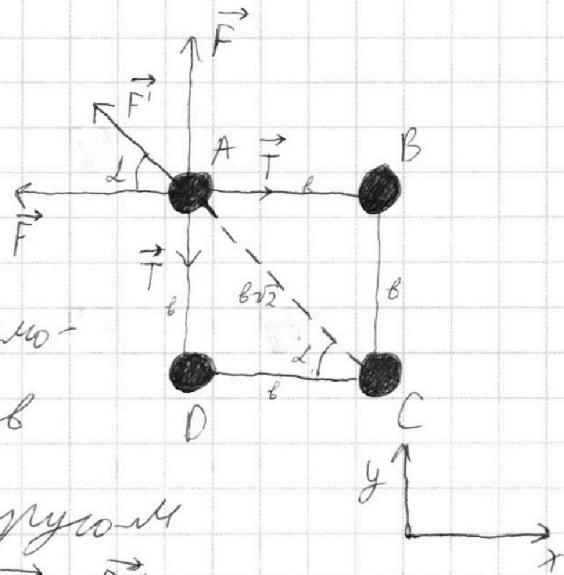
$$O_x: 0 = T - F - F' \cos \alpha$$

$$O_y: 0 = F + F' \sin \alpha - T$$

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

$$F' = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) \approx \frac{1,35kq^2}{b^2}$$



Так как равнодействующая всех сил между четырьмя шариками равна нулю, ускорение системы шариков и каждого шарика отдельно равно нулю.



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

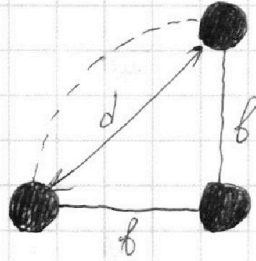
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



Следовательно  $V = 0 \frac{м}{с}$



по теореме Пифагора:

$$d^2 = 2b^2$$

$$d = b\sqrt{2} \approx 1,4b$$

$$\text{Ответ: } \frac{1,35 \text{ кг}^2}{b^2}; 0 \frac{м}{с}; 1,4b$$

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

Дано:

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

$$v_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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

$$S = 1 \text{ m}$$

$$U = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

T - ?

L - ?

H - ?

Решение:

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

$$Ox: m a = -m g \sin \alpha - F_{\text{mp}}$$

$$Oy: N = m g \cos \alpha$$

$$F_{\text{mp}} = \mu N = \mu m g \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$$

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

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

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

$$a = -10 \left( 0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right)$$

$$a = -10 \left( \frac{4}{5} + \frac{1}{5} \right) = -10$$

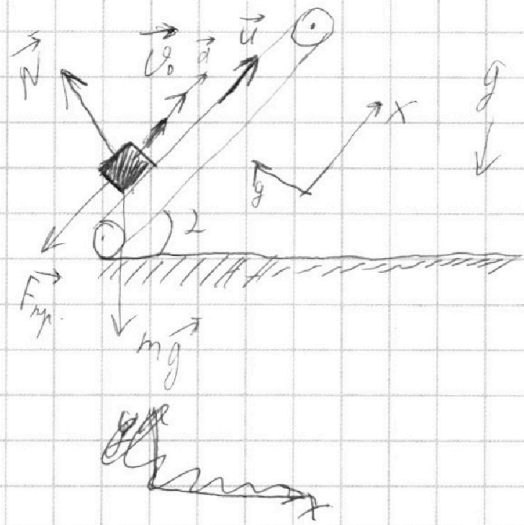
$$T = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2 a S}}{a} = \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 + 2 \cdot (-10) \cdot 1}}{-10} = \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 20}}{-10}$$

$$1 = 4T - \frac{10T^2}{2}; \quad 10T^2 - 4T + 1 = 0;$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0;$$

$$D = 16 - 20 = -4$$

Корней не получится, значит  $S = 1 \text{ m}$



~~40g~~  
~~20g~~  
~~10g~~  
~~5g~~  
~~2.5g~~  
~~1.25g~~

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"/>

**МОТИ**

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



$$t^2 = \frac{2 \cdot 20^2 - \sqrt{464 \cdot 20^2 - 4 \cdot 10^2 \cdot 16 \cdot 20^2}}{2 \cdot 10^2}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 - \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 (4 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 - 10 \cdot 10 \cdot 16)}}{10 \cdot 10}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 - \sqrt{2 \cdot 2 \cdot (4 \cdot 2 \cdot 2 - 16)}}{10}$$

$$= \frac{8 - \sqrt{0}}{10} = 8$$

$$t = 2\sqrt{2} \text{ c}$$

$$\sin \alpha = \frac{10 \cdot 2\sqrt{2}}{2 \cdot 2 \cdot 2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{t}{2}$$

$$\tan \alpha = \sqrt{2} \text{ c}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \tan \alpha - \frac{g \tan^2 \alpha}{2}$$

$$H = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{2} - \frac{10 \cdot 2}{2}$$

$$H = 20 - 10 = 10 \text{ м}$$

Ответ:  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $10 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

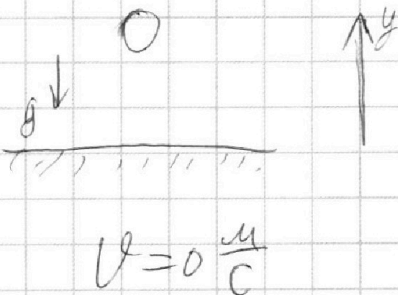
**МФТИ**

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



1)  $T_{\uparrow} = 20$

№1

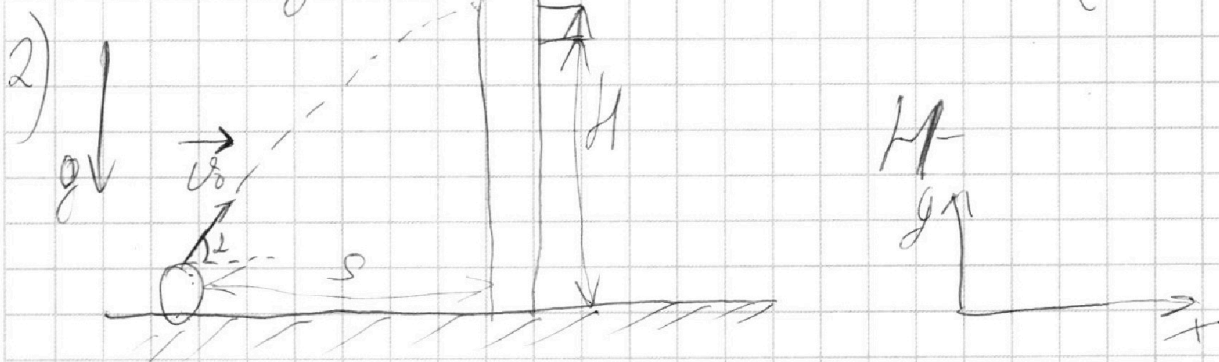


$$-g = \frac{v_{\uparrow} - v_0}{T_{\uparrow}}$$

$$g = \frac{v_0}{T}$$

$$v_0 = gT$$

$$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$g_x = 0$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$g_y = -g$$

~~$$s = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$~~

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

~~$$H = v_0 \sin \alpha t$$~~

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

~~$$t_{\text{traj}} = \frac{t}{2}$$~~

~~$$2s = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$~~

~~$$H = \frac{v_0 \sin \alpha s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$~~

~~$$2s = v_0 \cos \alpha t$$~~

~~$$t = \frac{2s}{v_0 \cos \alpha}$$~~

~~$$H = s \tan \alpha$$~~

~~$$t_{\text{traj}} = \frac{2s}{v_0 \cos \alpha} \cdot \frac{1}{2} = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$~~



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

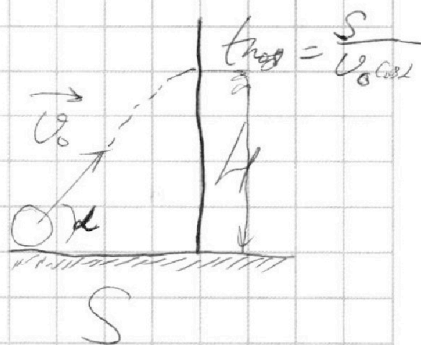
**МОФТИ**

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

$$H = v_{0y} t_{\text{max}} + \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

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

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



$$S = v_0 \cos \alpha t$$

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

$$\begin{cases} 2S = v_{0x} t + \frac{g x t^2}{2} \\ 0 = v_{0y} t + \frac{g y t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2S = v_0 \cos \alpha t \\ 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{g t}{2};$$

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

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

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

$$v_0^2 \cos \alpha$$

$$2S = v_0 \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4 v_0^2}} t$$

$$2S = v_0 \sqrt{\frac{4 v_0^2 - g^2 t^2}{4 v_0^2}} t$$

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

$$16S^2 = 4 v_0^2 t^2 - g^2 t^4$$

$$g^2 t^4 - 4 v_0^2 t^2 + 16S^2 = 0;$$

$$D = 16 v_0^4 - 4 \cdot g^2 \cdot 16S^2$$

$$t^2 = \frac{4 \cdot 20^2 - \sqrt{16 \cdot 20^4 - 4 \cdot 10^2 \cdot 16S^2}}{2 \cdot 10^2}$$

$$t^2 = \frac{4 v_0^2 - \sqrt{16 v_0^4 - 4 g^2 \cdot 16 S^2}}{2 g^2}$$

$$t^2 = \frac{4 v_0^2 + \sqrt{16 v_0^4 - 4 g^2 \cdot 16 S^2}}{2 g^2}$$



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!

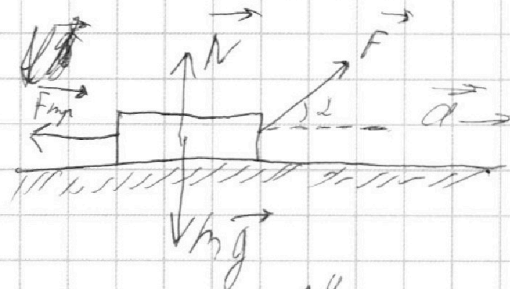


N3

Дано: Решиме:

$v_0$

$$m\vec{a} = \vec{F} + N + mg + F_{\text{fr}} \rightarrow$$



$\omega$

$$m\dot{d} = F \cos \alpha - F_{\text{fr}}$$

g

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

m

$$F_{\text{fr}} = \mu N = \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$ma = F - F_{\text{fr}}$$

M?

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

$$m\dot{d} = F - \mu mg$$

T?

$$a_1 = a_2 = a$$

$$mv_0 = F_{\text{fr}} \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{mv_0}{F_{\text{fr}}}$$

$$d \frac{dv_0}{dt} = \frac{v_0 F_{\text{fr}}}{m} \Rightarrow \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} m v_0^2 \right) = F_{\text{fr}} v_0$$

$$T = \frac{v_0}{\mu g}$$

~~$$m\dot{d} = F - \mu mg$$~~

$$m\dot{d} = F - F_{\text{fr}}$$

~~$$m\dot{d}_2 = -\mu mg$$~~

$$m\dot{d}_1 = F - \mu mg$$

$$d_2 = \mu g$$

$$d_2 = \frac{v_0}{T}$$

$$\frac{v_0}{T} = \mu g$$

$$\begin{cases} m\dot{d} = F \cos \alpha - F_{\text{fr}1} \\ 0 = N + F \sin \alpha - mg \end{cases}$$

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

$$F_{\text{fr}1} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\begin{cases} m\dot{d} = F - F_{\text{fr}2} \\ 0 = N = mg \end{cases}$$

$$F_{\text{fr}2} = \mu mg$$

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

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!



~~ВЗН~~

N2

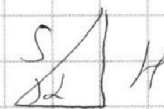
$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 4 \\ \hline 144 \end{array}$$

2) ~~сложная задача~~

$$L = \frac{u^2 - v_0^2}{2a} = \frac{4 - 16}{-20} = \frac{-12}{-20} = \frac{3}{5} \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

$$3) S = \frac{(0,4)^2 - v_0^2}{2a} = \frac{-16}{-20} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = \frac{H}{S}$$



$$H = S \sin \alpha = 0,8 \cdot \frac{36}{48} = \frac{8}{10} \cdot \frac{36}{105} = \frac{36}{25} = 1,44 \text{ м}$$

Ответ: коробка не упадет, путь  $S=1\text{ м}$ ;  $1,6\text{ м}$ ;  $1,44\text{ м}$

N4

$$1) A_{12} = \sqrt{2} R \cdot 3 T_1 = 1 \cdot 2 \cdot 0,31 \cdot 3 \cdot 400 \text{ кДж} = 2400 \cdot 0,31 \approx 20 \text{ кДж}$$

$$2) \eta =$$

$$\begin{array}{r} 0,31 \\ \times 2400 \\ \hline 3324 \\ + 1662 \\ \hline 1994,00 \end{array}$$

ВНЗ масса сопок известна.

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!



№5

$b, m, q$

$\angle L = 45^\circ$

$q$

$$Ox: 0 = T - F_a - F_a' \cos L$$

$$Oy: 0 = F_a - T + F_a' \sin L$$

$$T = F_a + F_a' \cos L$$

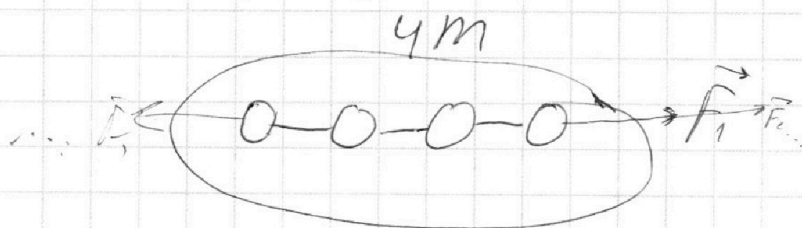
$$F_a = k \frac{q^2}{b^2}$$

$$F_a' = \frac{kq^2}{2b^2}$$

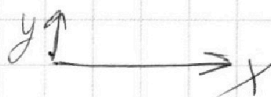
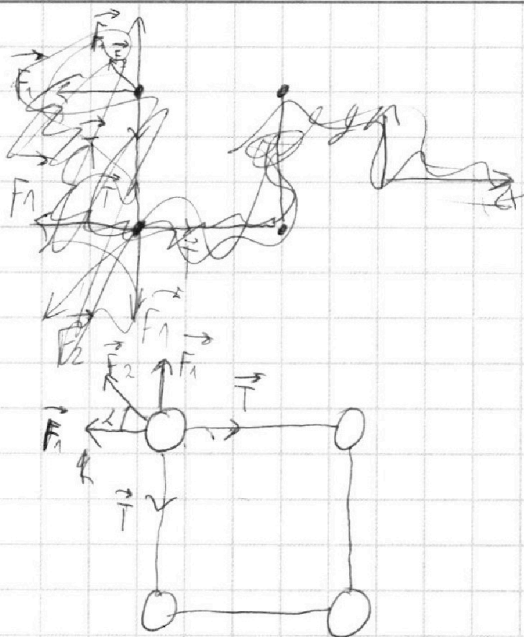
$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

$$v = 0 \frac{m}{c}$$



Так как равновесие системы  $b\sqrt{2}$   
 все сил между элементами  
 шариками равно 0 Ньюто, ускорение



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

$\sqrt{2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



$$\begin{cases} ma = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) \\ ma = F - \mu mg \end{cases}$$

$2 \cdot 1,5$   
 $2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$

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

$2 \cdot 2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{3}$

$$F - F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha = 0$$

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

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

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ \times 1,4 \\ \hline + 5,6 \\ 1,4 \\ \hline 1,96 \end{array}$$

$E = C_m \cdot \frac{v_{max}^2}{2} \cdot \frac{1}{k}$   
 $Q_{ac} = \frac{v_{max}^2}{2} \cdot k$

$$ma = -\mu mg$$

$$a = \frac{0 - v_0}{T}$$

$$Q = C \Delta t$$

$$a = -\mu g$$

Q<sub>in</sub>

$$Q = C m \Delta t$$

$$\frac{-v_0}{T} = -\mu g$$

$$Q_{12} = C m \Delta t = \sqrt{2} R \cdot 3 T_1$$

$$Q_{23} = -\sqrt{2} \cdot 0,5 R \cdot (4 T_1 - 2^{1,5} T_1)$$

$$Q_{31} = \frac{1}{C} \cdot \frac{C^2}{k} = C$$

$$v_0 = T \mu g$$

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

$$1 + \frac{7}{10 \cdot 2} = \frac{20 + 7}{20} = \frac{27}{20} = 1,35$$

М

$$\eta = \frac{A_y}{A_{y0}} \cdot 100\% = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{6 \sqrt{2} R T_1 - (0,5 \sqrt{2} R (4 T_1 - 2^{1,5} T_1)) + \sqrt{2} \cdot 0,5 R (2^{1,5} T_1 - T_1)}{6 \sqrt{2} R T_1}$$



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

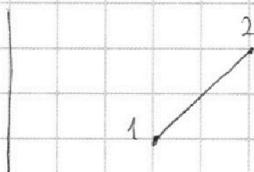
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$R = \frac{pV}{\Delta T}$$

$$4 p_1 V_1 = p_2 V_2$$

~~$$\frac{p_1 V_1}{T_1}$$~~



$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

где

$$T_2 = 4 T_1$$

$$T_3 = 2^{1.5} T_1$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{4}{2^{1.5}}$$

$$T_3 = \frac{2^{1.5} T_2}{4}$$

$$T_2 = \frac{4 T_3}{2^{1.5}}$$

$$p_3 V_3 = \frac{2^{1.5} p_2 V_2}{4} = 2^{0.5} p_2 V_2$$





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"/>



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

