



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

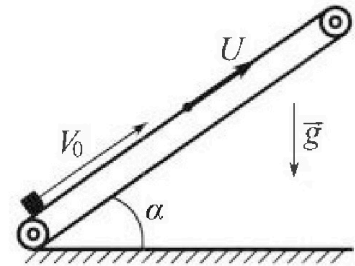
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

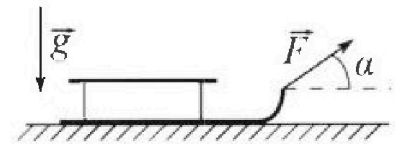
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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.

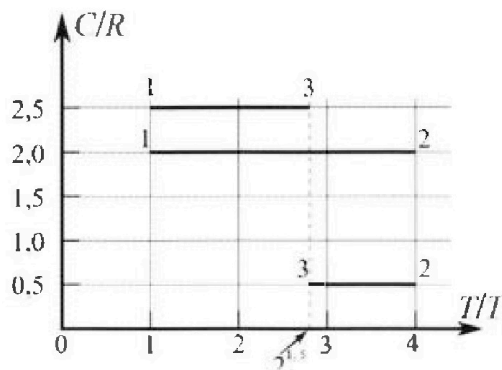
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



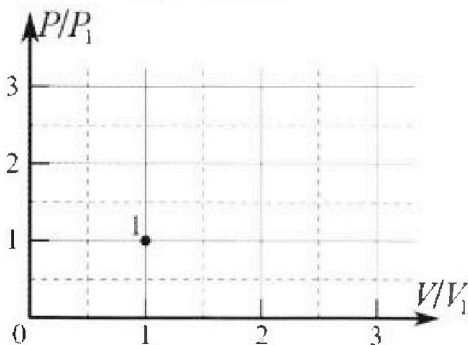
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



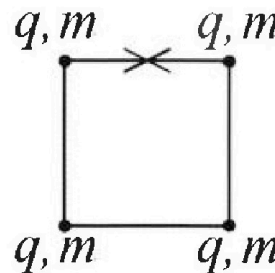
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.

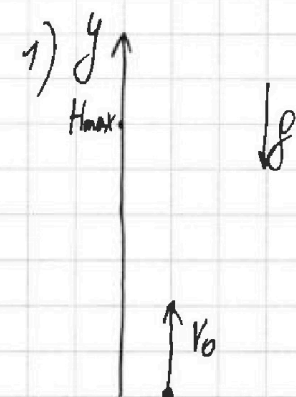
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

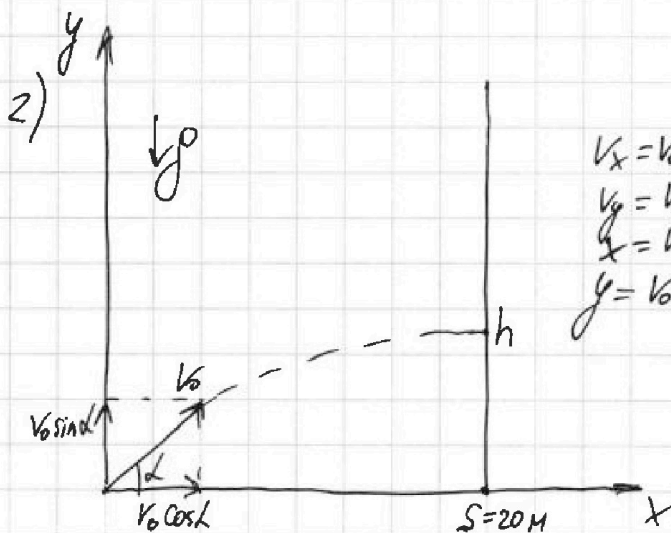
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$y = v_0 t - \frac{g t^2}{2}; \text{ при } y = H_{\max} : V = 0$$

$$V = v_0 - g t; \text{ при } y = H_{\max} t = T = 2c.$$

$$0 = v_0 - g T; v_0 = g T = \underline{20 \text{ м/с}}$$



$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g t$$

$$x = v_0 t \cos \alpha$$

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

Пусть при упоре о стенку  $t = t_x$ ,  
тогда  $x = S = v_0 t_x \cos \alpha$

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

$$h = S \sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}; \text{ пусть } k = \frac{1}{\cos \alpha}, \text{ тогда}$$

$$h = S \sin \alpha \cdot k - \frac{g S^2}{2 v_0^2} k^2, \text{ — квадрат-парабола, вершина вверх,}$$

$$\text{сл-но максимум } \& \text{ берем } k = \frac{-S \sin \alpha}{-\frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot 2} = \frac{S \sin \alpha}{\frac{g S^2}{v_0^2}} =$$

$$= \frac{v_0^2 S \sin \alpha}{g S^2} = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g S} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g S \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g S}; 2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{2 g S}{v_0^2} = 2 \sin \alpha \sin(2\alpha) = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{20^2}$$

$$\sin(2\alpha) = 1; \text{ сл-но } 2\alpha = 90^\circ; \alpha = 45^\circ.$$

$$h = S \sin \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = 20 - \frac{4000}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{2}} = 20 - 10 = 10 \text{ м}$$

Ответ: 1) 20 м/с ; 2) 10 м

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

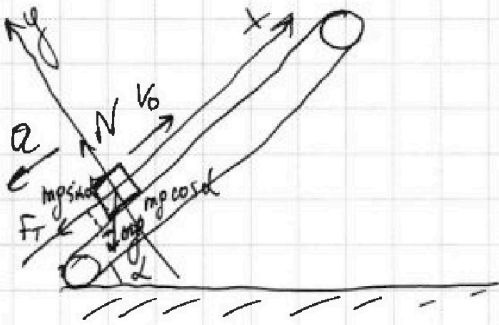
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$\sin \alpha = 0,8; \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$$

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

$$1) \text{ } Dy: 0 = N - mg \cos \alpha; \quad N = mg \cos \alpha$$

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

$$Dx: -ma = -F_t - mg \sin \alpha$$

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

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

$$= g\left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8\right) = g(0,8 + 0,2) = g$$

2) Найти на какое расстояние вверх (x) по остановившемуся транспортеру груз сдвинуть от остановки.

$$\frac{mv_0^2}{2} - \mu mg \cos \alpha x = mg x \sin \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{2} = g x \sin \alpha + \mu g x \cos \alpha = g x (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = g x$$

$$x = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ м, а-ко груз стал сдвигаться}$$

обратно до того как проехал  $S = 1 \text{ м}$ .

$S = x + S'$ . Расстояние  $x = 0,8$  он проехал за  $t_1$ , расстояние  $S'$  за  $t_2$ .  $T = t_1 + t_2$  - исконое.

$$0 = v_0 - at_1; \quad at_1 = v_0; \quad gt_1 = v_0; \quad t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с.}$$

$$S': \quad S' = \frac{at_2^2}{2}; \quad S' = a' t_2^2; \quad a' = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) =$$

$$= g(0,8 - 0,2) = 0,6g, \text{ так сила трения стала действовать в другую сторону.}$$

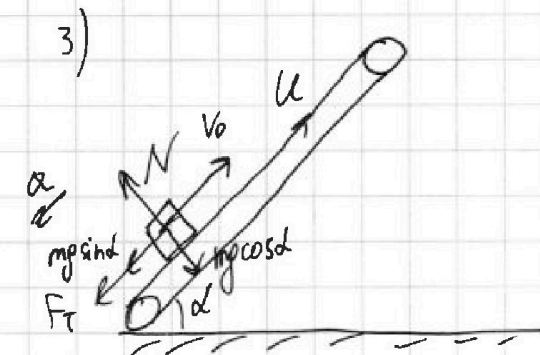
$$S' = 0,2 \text{ м} = \frac{0,6gt_2^2}{2}; \quad 0,6gt_2^2 = 0,4; \quad 6gt_2^2 = 4; \quad t_2^2 = \frac{4}{60} = \frac{1}{15}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{15}}{15}; \quad T = 0,4 + \frac{\sqrt{15}}{15}$$

37

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!



Во втором эксперименте сила трения будет действовать "вниз" вдоль плоскости пока  $v > u$  когда  $u$  станет больше  $v$ , сила трения начнет действовать вверх.

Найдём  $L$ , при котором  $v = u$ , вначале  $v = v_0$

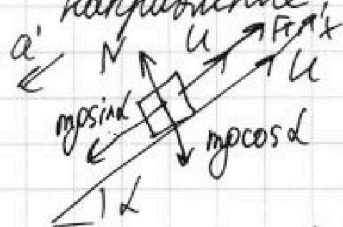
при  $v > u$   $a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = g$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \mu mg \cos\alpha L = \frac{mu^2}{2} + mgl \sin\alpha$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{u^2}{2} + gL(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = \frac{u^2}{2} + gL$$

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

После этого момента сила трения направлена в направлении м.к.  $v < u$



Уч-во.  $Ox: -ma' = -mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha$

$$a' = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = g(0,8 - 0,2) = 0,6g$$

При остановке  $0 = u - 0,6gt_x$ ;  $t_x = \frac{u}{0,6g}$

Путь пройденный по остановке проедет еще  $L'$

$$L' = u t_x - \frac{0,6g t_x^2}{2} = ut - \frac{0,6ut}{1,2g} = \frac{u^2}{0,6g} - \frac{u^2}{1,2g} = \frac{u^2}{1,2g}$$

$$L' = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \text{ м, тогда искомое}$$

$$u = (L + L') \sin\alpha = \left(\frac{3}{5} + \frac{4}{3}\right) \cdot \frac{4}{5} = \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5} = \frac{56}{75} \text{ м}$$

Ответ: 1)  $T = \left(94 + \frac{115}{15}\right) \text{ кг}$ ; 2)  $0,6 \text{ м}$ ; 3)  $\frac{56}{75} \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

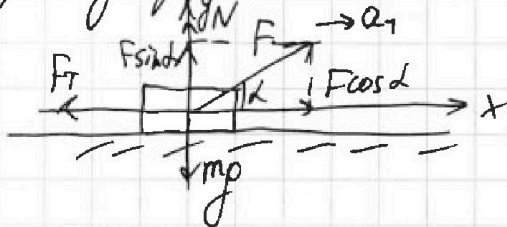
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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) Стог упирается в



$$Oy: 0 = N + F \sin \alpha - mg$$

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

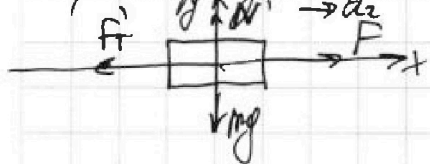
$$F_{tr} = \mu N = \mu mg - \mu F \sin \alpha$$

$$Ox: ma_1 = F \cos \alpha - F_{tr} =$$

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

$$v_0 = a_1 t = \frac{Ft}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g t$$

2) Горизонтальная сила



$$Oy: 0 = N' - mg; N' = mg$$

$$F_{tr}' = \mu mg$$

$$Ox: ma_2 = F - \mu mg$$

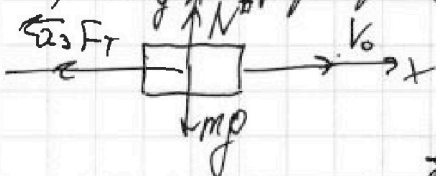
$$a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}; v_0 = a_2 t = \frac{Ft}{m} - \mu g t$$

По условию  $v_0 = a_1 t = a_2 t$ , что и

$$\frac{Ft}{m} - \mu g t = \frac{Ft}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g t; 1 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha$$

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

3) Стоже прекращается действие силы:



$$Oy: 0 = N' - mg; N' = mg; F_{tr} = \mu mg$$

$$Ox: -ma_3 = -\mu mg; a_3 = \mu g$$

$$0 = v_0 - \mu g t; T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: 1)  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ ; 2)  $T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$

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!



$\nu = 1 \text{ моль}; T_1 = 400 \text{ К}$

1) В процессе 1-2:

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}. C_{12} = 2R$  - из графика.

$Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12}; \nu C_{12} (4T_1 - T_1) = 6\nu RT_1$  - из гр.

из гр  $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 \cdot 3 = 4,5 \nu RT_1$

$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 1,5 \nu RT_1 = 1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 =$   
 $= 600 \cdot 8,31 = 4986 \text{ Дж}$

2)  $\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$ , где  $Q_H$  - "нагреватель";  $Q_X$  - "холодильник"

$Q_H = Q_{12}; Q_X = |Q_{23}| + |Q_{31}|$ ; из гр.  $Q_{23} = \nu C_{23} \Delta T_{23}$   
 $C_{23} = 0,5R; \Delta T_{23} = 2\sqrt{2}T_1 - 4T_1$

$Q_{23} = \nu \cdot 0,5R \cdot T_1 (2\sqrt{2} - 4) = \nu RT_1 (\sqrt{2} - 2)$

$Q_{31} = \nu C_{31} \Delta T_{31}; C_{31} = 2,5R; \Delta T_{31} = T_1 - 2\sqrt{2}T_1$

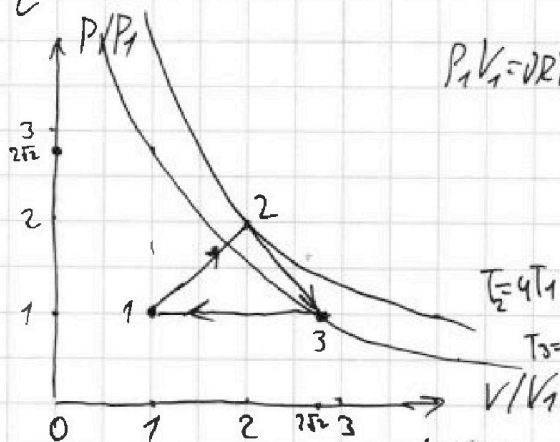
$Q_{31} = 2,5 \nu RT_1 (1 - 2\sqrt{2})$

$Q_X = |Q_{31}| + |Q_{23}| = \nu RT_1 (2 - \sqrt{2}) + 2,5 \nu RT_1 (2\sqrt{2} - 1) =$

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

$\eta = \frac{6\nu RT_1 - (4\sqrt{2} - 0,5)\nu RT_1}{6\nu RT_1} = \frac{6 - 4\sqrt{2} + 0,5}{6} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

3)



$P_1 V_1 = \nu RT_1$

$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = \nu RT_1 (\sqrt{2} - 2) - \frac{3}{2} \nu RT_1 (4 - 2\sqrt{2}) =$   
 $= \nu RT_1 (\sqrt{2} - 2) - 3 \nu RT_1 (2 - \sqrt{2}) =$   
 $= -2 \nu RT_1 (\sqrt{2} - 2) = (-2\sqrt{2} + 4) P_1 V_1. T_2 = 4T_1$   
 $T_3 = 2\sqrt{2}T_1$

$A_{31} = A_{23} = \frac{(P_2 + P_1) \cdot \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1)}{P_2 V_2} = 4 P_1 V_1$

$A_{23} = \frac{1}{2} (4P_1 V_1 - P_1 V_1 + P_1 V_2 - P_2 V_1) = (4 - 2\sqrt{2}) P_1 V_1$

$3 P_1 V_1 + P_1 V_2 - P_2 V_1 = 8 P_1 V_1 - 4\sqrt{2} P_1 V_1; P_1 V_2 - P_2 V_1 = (5 - 4\sqrt{2}) P_1 V_1$  Ответ:  $1) 4986 \text{ Дж}$   
 $\frac{P_2}{P_1} - \frac{P_1}{P_2} = 5 - 4\sqrt{2}; \frac{V_2}{V_1} - \frac{V_1}{V_2} = 5 - 4\sqrt{2}; A_{31} = \nu RT_1 (1 - 2\sqrt{2}).$  Как же  $\frac{P_2}{P_1} = 2\sqrt{2}; \frac{V_2}{V_1} = 1$  2)  $\frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

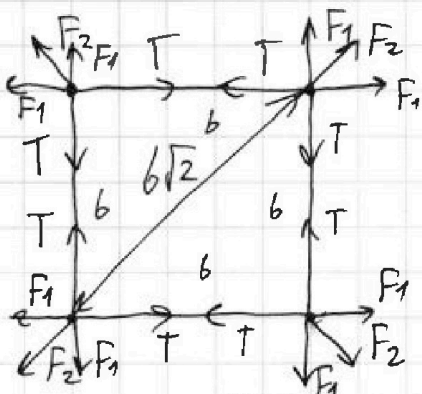
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

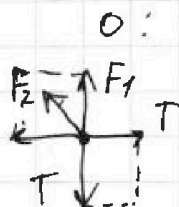
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1) Рассмотрим один шарик, равнодействующая сил на который должна быть равна 0:



$$F_2 = T\sqrt{2} = F_2 + F_1\sqrt{2}$$

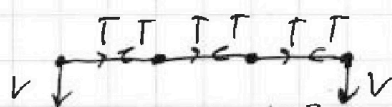
$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{2b^2} \text{ — сила на шарик}$$

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

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

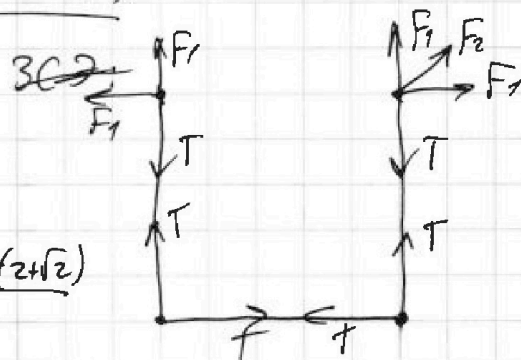
2)



ЗСЗ:  $\frac{2mv^2}{2} = 2kq^2$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kq^2}{b^2} \cdot (2 + \sqrt{2})b = \frac{kq^2(2 + \sqrt{2})}{b}$$

$$v = \sqrt{\frac{2kq^2(2 + \sqrt{2})}{mb}}$$



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



- 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!



$$400t^2 - 400 - 25t^4 = -10h^2 + h^4 = 0$$

$$d = 100t^4$$

$$v = 400t^3$$

$$a = 1200t^2$$

$$F = \frac{kx^2}{b^2} = \frac{k\phi^2}{b^2}$$

$$F_1 = \frac{k\phi^2}{b^2}$$

$$F_2 = \frac{k\phi^2}{b^2}$$

$$F = \frac{k\phi^2}{b^2}$$

$$T\sqrt{2} = F\sqrt{2} + F_2 = \frac{\sqrt{2}k\phi^2}{b^2} + \frac{k\phi^2}{2b^2} = T\sqrt{2}$$

$$T = \frac{k\phi^2}{b^2} + \frac{k\phi^2}{2\sqrt{2}b^2} = \frac{2\sqrt{2}k\phi^2 + k\phi^2}{2\sqrt{2}b^2} = \frac{(2\sqrt{2} + 1)k\phi^2}{2\sqrt{2}b^2}$$

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

$$= \frac{k\phi^2}{b^2} (2 + \sqrt{2})$$

$$F_{i2} = \frac{2k\phi^2(2 + \sqrt{2})}{6b}$$

$$v = \sqrt{\frac{2k\phi^2(2 + \sqrt{2})}{mb}}$$

$$k = \frac{M \cdot M^2}{K_1^2}$$

$$k = \frac{M \cdot M^2}{K_1^2} = \frac{M \cdot M^2}{K_1^2}$$

$$400t^2 - 400 = 25t^4 + 10h^2 - h^4$$

$$400t^2 - 400 = 25t^4 + 10(25t^2)^2 - (25t^2)^2$$

$$400t^2 - 400 = 25t^4 + 625t^4 - 625t^4$$

$$400t^2 - 400 = 25t^4$$

$$16t^2 - 16 = t^4$$

$$t^4 - 16t^2 + 16 = 0$$

$$t^2 = 4 \pm 4\sqrt{2}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$P_3 V_3 = \sqrt{P_1 P_2 T_1}$   
 $F \sin \alpha + N = mg$   
 $N = mg - F \sin \alpha$   
 $F \cos \alpha - \mu N = ma$   
 $F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = ma$   
 $F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg = ma$   
 $F = \frac{m(a + \mu g)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

$Q_{23} = \dots$   
 $Q_{23} = 0,5 \sqrt{R} \sqrt{(\sqrt{2}-4)} V_0 = \dots$   
 $A_{23} = \sqrt{R} T_1 (\sqrt{2}-2) = \dots$   
 $P_{1V_1} = \sqrt{R} T_1 = \dots$   
 $T = 4T_1$   
 $P_{1V_1} = 4 \sqrt{R} T_1$   
 $PV = 4 P_1 V_1$   
 $PV = 4$

$Q_{23} = \dots$   
 $Q_{12} = \sqrt{C} \Delta T = 2 \sqrt{R} \Delta T = 2 \sqrt{R} (4T_1 - T_1) = 6 \sqrt{R} T_1$   
 $Q_{23} = 0,5 \sqrt{R} (2\sqrt{2} T_1 - 4T_1) = \dots$   
 $Q_{31} = 2,5 \sqrt{R} (T_1 - 2\sqrt{2} T_1) = \dots$   
 $A = 1,5 \sqrt{R} T_1$   
 $A = 4 \sqrt{R} T_1$   
 $A = 4,5 \sqrt{R} T_1$   
 $A_{23} = \sqrt{R} T_1$   
 $A_{23} = \sqrt{R} T_1 (\sqrt{2}-2) = \dots$   
 $A_{23} = \sqrt{R} T_1 (\sqrt{2}-2) - 3 \sqrt{R} T_1 (\sqrt{2}-2) = \dots$

$\frac{2PS}{V_0^2} = \frac{20 \cdot 20}{20^2} = 1$   
 $\cos \alpha = \frac{2PS}{V_0^2 \sin \alpha}$   
 $\eta = \frac{Q_{tr}}{Q_{tr}} = \frac{6 - 1 - \sqrt{2}}{6} = \frac{5 - \sqrt{2}}{6}$   
 $A = 4,5 \sqrt{R} T_1$   
 $P_{3V_3} = 2\sqrt{2} \sqrt{R} T_1 = 2\sqrt{2} P$   
 $A_{23} = \sqrt{R} T_1 (\sqrt{2}-2) = \dots$   
 $A_{23} = \sqrt{R} T_1 (\sqrt{2}-2) - 3 \sqrt{R} T_1 (\sqrt{2}-2) = \dots$

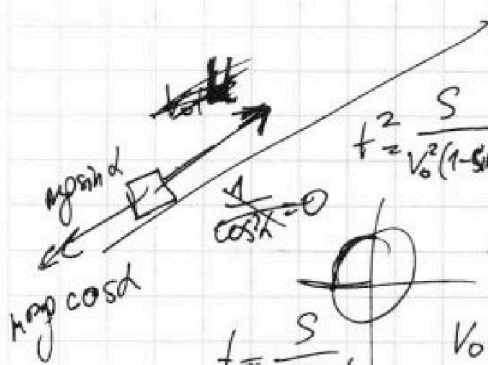
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgl \sin \alpha + \frac{m\mu^2}{2}$$

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

$$\frac{mv_0^2}{2} - \mu mg \cos \alpha L = mgl \sin \alpha + \frac{m\mu^2}{2}$$

$$80 - \frac{160}{2} = \frac{1}{2} v_0^2 = Lg \sin \alpha + \frac{\mu^2}{2} \quad 40 =$$

$$v_0 - \mu t = 0 \quad v_0 = \mu t = \frac{\mu S}{\cos \alpha} \quad v_0^2 = \frac{\mu^2 S^2}{\cos^2 \alpha}$$

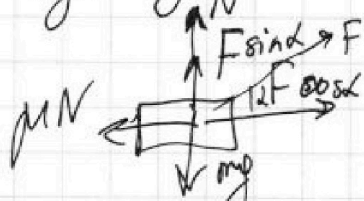
$$\frac{m\mu^2}{2} + \mu mg \cos \alpha h = mgl \sin \alpha \quad L = \frac{v_0^2 - \mu^2}{2g} \quad \frac{16 - 4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$$

$$S = v_0 t + \frac{\mu t^2}{2}$$

$$h = v_0 t - \frac{\mu t^2}{2} \quad \frac{\mu^2}{2} = gh(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{\mu v_0}{g} = \frac{\mu^2 S}{g \cos \alpha} = \frac{\mu^2 S}{g \cos \alpha}$$

$$h = \frac{\mu^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = \frac{\mu^2}{g} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} + \frac{3}{4} = \frac{8+15}{20} = \frac{23}{20} = 1.15$$



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

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

$$ma = -\mu mg + \mu F \sin \alpha + F \cos \alpha = \frac{40 \cdot 20}{400} = 2$$

$$v_0 = at = (F(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) - \mu mg) t$$

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

$$t = \frac{S_0}{v_0 \cos \alpha}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{g^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

$$= S \sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{\mu S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad F - \mu mg$$

$$S \sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{\mu S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = 0 = v_0^2 - \mu S^2$$

$$F = \frac{v_0}{g \cos \alpha}$$

$$\mu = -\frac{g \mu h}{2 \mu g}$$

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{2 \mu S}{v_0^2 \sin \alpha}$$

$$\frac{S \sin \alpha \cdot v_0^2}{2 \mu S^2} = \frac{2 \mu S}{v_0^2 \sin \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{2 \mu S}{v_0^2 \sin \alpha}$$

$$t = \frac{S \sin \alpha \cdot v_0^2}{2 \mu S^2} = \frac{1}{2 \mu \cos \alpha} = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{2 \mu S}$$

$$\cos \alpha = \frac{2 \mu S}{v_0^2 \sin \alpha}$$

$$\frac{20 \cdot 20}{20 \sin \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{2 \mu S}{v_0^2 \sin \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{2 \mu S}$$

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

$$\sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha + 1 = 0 \quad \sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha + 1 = 0 \quad \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha = 1 - 4$$

