



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

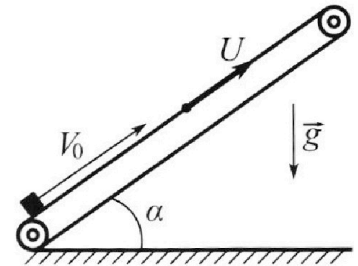
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

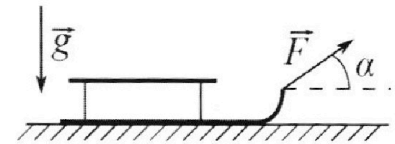
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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.

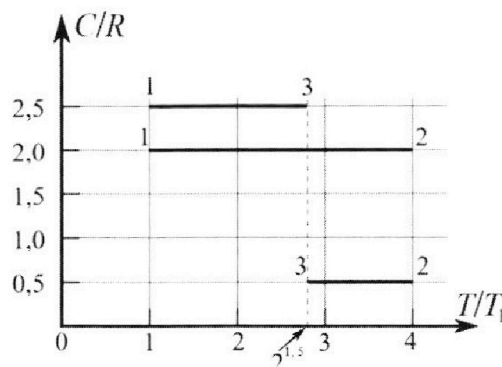
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



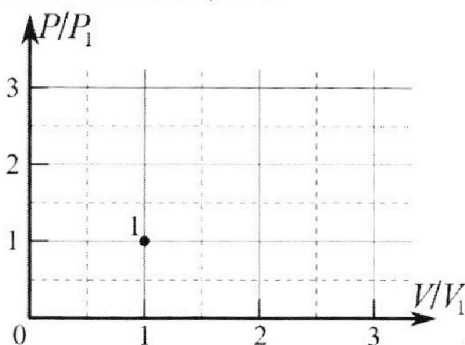
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



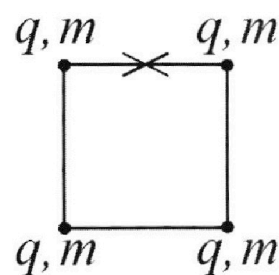
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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 вверху (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!



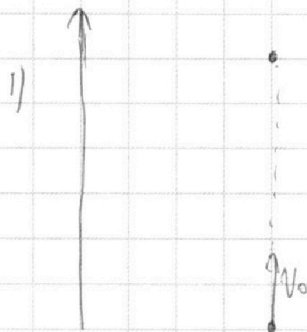
Дано:

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

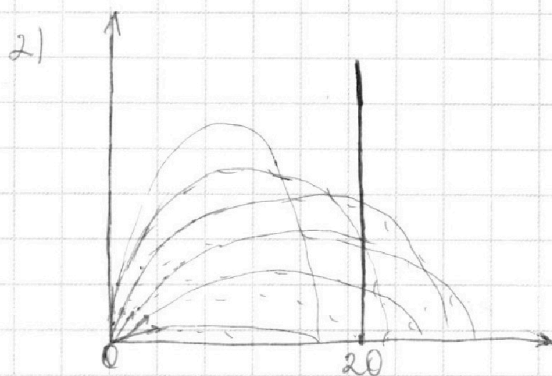
$$V_0 = ?$$

$$h_{\text{max}} = ?$$



$$0 = V_0 - gT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 = 20 \text{ м/с.}$$



$$S = V_0 \cos \alpha t$$

$$h = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \left( \text{для удобства} \right. \\ \left. \text{справки подставим} \right. \\ \left. \text{цифры} \right)$$

$$= 20 \tan \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

Нам нужен макс.-функцию. Возьмем производную

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{4} \Rightarrow \cos \alpha = \pm \frac{1}{2}$$

Нам нужен полож.  $\cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$

$$\text{Тогда } h = 20 \sqrt{3} - \frac{5}{\frac{1}{4}} = 20(\sqrt{3} - 1) = 14,2 \text{ м.}$$

Ответ: 14,2 м;  $V_0 = 20 \text{ м/с.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



Дано:

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$h = 2 \text{ м/с}$$

$$T = ?$$

$$L = ?$$

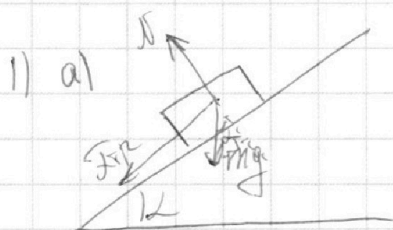
$$H = ?$$

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

$$0,64 + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha = 0,36$$

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



1) а) Сначала рассмотрим насколько он максимально вверх сможет подняться.

По 2-ому закону Ньютона:

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

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

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

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

$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g(0,2 + 0,8) = g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 = v_0 - gt \Rightarrow t = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$L = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{4 \cdot 4}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

Но есть еще нужно проехать 0,2 м назад.

1  2  3  4  5  6  7



1)



По 2-ому закону Ньютона:

$mg \cos \alpha = N$

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

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

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 6 \text{ м/с}^2$$

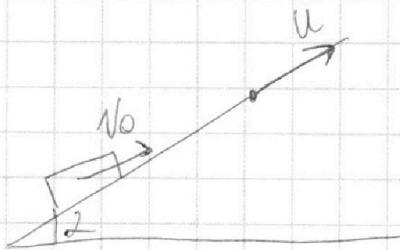
$$0,2 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \pm \sqrt{\frac{0,4}{6}} = t_1 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

Почва:  $T = \sqrt{\frac{1}{15}} + v$

~~$T = t_1 = 0,4 \text{ с}$~~

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

2)



Перейдем в сс трамплиста.

Почва  $v_x = v_0 - v = 2 \text{ м/с}$ .

Чтобы скорость шара была равна скорости трамплиста  $v_x$  должно быть равно 0:  $\Rightarrow$

Внимате  $v_a$ .

$$\Rightarrow 0 = v_x - gt \Rightarrow t = \frac{v_x}{g} = 0,2 \text{ с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 t + \frac{(v_0 t - \frac{gt^2}{2})^2}{2} = 0,2 \cdot 2 + \frac{(0,2 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 0,2 \cdot 0,2}{2})^2}{2} =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$= 0,4 + 0,4 = 0,2 = 0,6 \text{ м.}$$

3) Число скорости груза относительно земли равно 0  
относительно земли  $\Rightarrow v_x = -2 \text{ м/с.}$

$$v_x = v_0 - gt$$

Поэтому сначала груз будет подниматься, а затем опускаться.

По слов из предыдущей задачи  $L_{\text{груза}} = L - vt = 0,2 \text{ м}$ ,  
когда он поднимается и время от начала  $t = 0,2 \text{ с}$

$$\text{тогда: } v_x = 0 - gt \Rightarrow v_x = -at_1 \Rightarrow -2 = -6t_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} L = \frac{at_1^2}{2} = \frac{6 \cdot \frac{1}{9}}{2} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \text{ м.} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  общий путь

одна длина пройденного пути  $L_{\text{одн}} = L_{\text{груза}} - L =$

$$= 0,2 - \frac{1}{3} = \frac{2}{15} - \frac{10}{30} = \frac{6}{30} - \frac{10}{30} = -\frac{4}{30} = -\frac{2}{15} \text{ м.}$$

$$\text{Общее время } t_{\text{одн}} = \frac{1}{3} + 0,2 = \frac{2}{15} + \frac{1}{3} = \frac{16}{30} = \frac{8}{15} \text{ с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{транспортир успеет проехать } S = v \cdot t_{\text{одн}} = 2 \cdot \frac{8}{15} = \frac{16}{15}$$

Поэтому груз относительно земли проехал:  $L = \frac{16}{15} - \frac{2}{15} = \frac{14}{15} \text{ м} \Rightarrow$  тогда  $H = L \sin \alpha = \frac{14}{15} \cdot 0,8 =$

$$= \frac{14 \cdot 0,8}{15} = \frac{40}{60} = \frac{4}{6} \text{ м} \quad \text{Ответ: } L = 0,6 \text{ м; } H = \frac{4}{6} \text{ м; } T = \left(0,4 + \frac{1}{15}\right) \text{ с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

Дано:

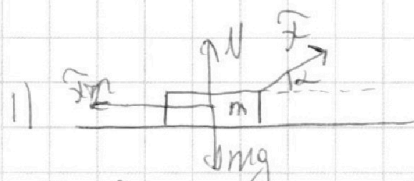
$v_0$ ;

$t_1 = t_2 = t$

$L$ ;

$\mu = ?$

$T = ?$



по второму закону Ньютона:

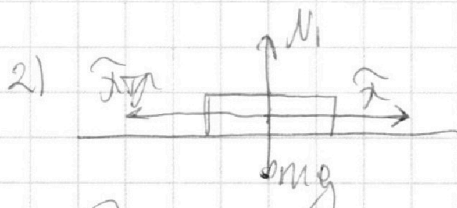
$$F \sin \alpha + N - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

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

$$F \cos \alpha - F_{tr} = ma$$

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

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



по 2-ому закону Ньютона:

$$N_1 = mg$$

$$F_{tr} = \mu N_1 = \mu mg$$

$$F - F_{tr} = \mu ma$$

$$F - \mu mg = ma$$

3) П.к. разогнаться они до одной скорости за одно и то же время, то:

$$\begin{cases} v_0 = a_1 t \\ v_0 = a_2 t \end{cases} \Rightarrow a_1 = a_2 = a$$

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!

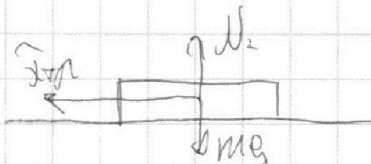


$$4) \quad \{ \tilde{F}(\cos\alpha + \mu \sin\alpha) - \mu mg = ma \} \Rightarrow$$
$$\tilde{F} - \mu mg = ma$$

$$\Rightarrow \tilde{F} - \mu mg = \tilde{F}(\cos\alpha + \mu \sin\alpha) - \mu mg$$
$$1 = \cos\alpha + \mu \sin\alpha \Rightarrow$$

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

5)



по 2-ому закону Ньютона:

$$N_2 = mg; \quad \tilde{F}_{\text{тр}} - \mu N_2 = \mu mg$$

$$\tilde{F}_{\text{тр}} = ma_3 \Rightarrow \mu mg = ma_3 \Rightarrow a_3 = \mu g$$

$$6) \quad 0 = v_0 - a_3 T \Rightarrow T = \frac{v_0}{a_3} \Rightarrow$$

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

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



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 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!

Дано:

$$I = 1 \text{ мА}$$
$$V_1 = 400 \text{ К}$$

а) по формуле началу термодинамики.

$$Q = \Delta U + A_{\text{возд}}$$

$$\frac{3}{2} I R \cdot 3V_1 = \frac{3}{2} I R 3V_1 + A_{\text{возд}}$$

$$I R V_1 - \frac{I}{2} I R V_1 = A_{\text{возд}}$$

$$4,5 I R V_1 = A_{\text{возд}}$$

$$A_{12} = ?$$

$$Q = ?$$

б) по 2-3

$$\frac{3}{2} I 0,5 R (\sqrt{8} V_1 - 4V_1) = \frac{3}{2} I R (\sqrt{8} V_1 - 4V_1) + A_{\text{возд}}$$

$$\frac{3}{4} I R V_1 (2\sqrt{2} - 4) = \frac{3}{2} I R V_1 (2\sqrt{2} - 4) + A_{\text{возд}}$$

$$\frac{3}{2} I R V_1 (\sqrt{2} - 2) - \frac{6}{2} I R V_1 (\sqrt{2} - 2) = A_{\text{возд}}$$

$$-\frac{3}{2} I R V_1 (\sqrt{2} - 2) = A_{\text{возд}}$$

$$A_{\text{возд}} = \frac{3}{2} I R V_1 (2 - \sqrt{2})$$

в) по 3-1

$$\frac{3}{2} I 5 R V_1 (V_1 - \sqrt{8} V_1) = \frac{3}{2} I R V_1 (V_1 - \sqrt{8} V_1) + A_{\text{возд}}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} I R V_1 (1 - \sqrt{8}) = \frac{3}{2} I R V_1 (1 - \sqrt{8}) + A_{\text{возд}}$$

$$\left(\frac{15}{4} - \frac{6}{4}\right) I R V_1 (1 - \sqrt{8}) = A_{\text{возд}}$$

$$\frac{9}{4} I R V_1 (1 - \sqrt{8}) = A_{\text{возд}}$$

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!



$$\begin{aligned} \eta &= \frac{4,5 \rho_{RT1} + \frac{3}{2} \rho_{RT1}(2-\sqrt{2}) + \frac{9}{4} \rho_{RT1}(1-\sqrt{2})}{9 \rho_{RT1} + \frac{3}{2} \rho_{RT1}(\sqrt{2}-2) + \frac{15}{4} \rho_{RT1}(1-\sqrt{2})} \\ &= \frac{4,5 \rho_{RT1} + 3 \rho_{RT1} - \frac{3}{2} \sqrt{2} \rho_{RT1} + \frac{9}{4} \rho_{RT1} - \frac{9 \sqrt{2}}{2} \rho_{RT1}}{9 \rho_{RT1} + \frac{3 \sqrt{2}}{2} \rho_{RT1} - 3 \rho_{RT1} + \frac{15}{4} \rho_{RT1} - \frac{15 \sqrt{2}}{2} \rho_{RT1}} \\ &= \frac{4,5 + 3 - \frac{3}{2} \sqrt{2} + \frac{9}{4} - \frac{9 \sqrt{2}}{2}}{9 + \frac{3 \sqrt{2}}{2} - 3 + \frac{15}{4} - \frac{15 \sqrt{2}}{2}} = \frac{4,5 + \frac{9}{4} - \frac{12 \sqrt{2}}{2}}{6 + \frac{15}{4} - \frac{12 \sqrt{2}}{2}} = \frac{\frac{39}{4} - 6 \sqrt{2}}{\frac{39}{4} - 6 \sqrt{2}} = 1 \end{aligned}$$

$$A_{12} = 4,5 - 8,31 \cdot 400 = 4,5 - 4 - 831 = 18 \cdot 831 \approx 10 \text{ KДж}$$

ответ:  $A_{12} \approx 10 \text{ KДж}$ ,  $\eta = 1$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



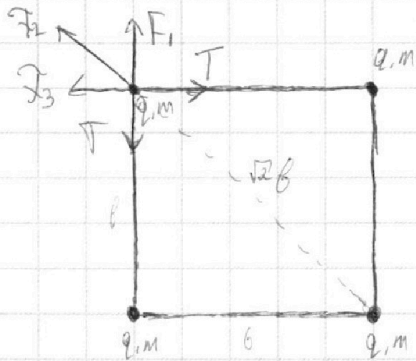
Дано:

$\beta; m; q$

$\Delta = ?$

$\nu = ?$

$d = ?$



симметрия  $\Rightarrow F_1 = F_3 = F$

$$F = k \frac{q \cdot q}{\beta^2}$$

$$F_2 = k \frac{q \cdot q}{2\beta^2}$$

$$\vec{F}_4 = \vec{F}_1 + \vec{F}_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_4 = \sqrt{2} F^2 = \sqrt{2} k \frac{q \cdot q}{\beta^2}$$

$$F_{\text{одн}} = F_2 + F_4 = \sqrt{2} k \frac{q^2}{\beta^2} + k \frac{q^2}{2\beta^2} =$$

$$= \frac{2\sqrt{2} k q^2}{2\beta^2} + \frac{k q^2}{2\beta^2} = \frac{k q^2}{2\beta^2} (2\sqrt{2} + 1)$$

поэтому

$$\sqrt{2} T = F_{\text{одн}}$$

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

$$\Rightarrow T = \frac{k q^2}{\beta^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

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. Порча QR-кода недопустима!



Дано:  
 $I = 1 \text{ мА}$   
 $T_1 = 400 \text{ К}$

$A_{12} = ?$   
 $r = ?$

1) X Второе начало термодинамики

$$Q = \Delta U - A_{12}$$

$$\int C \Delta T = \frac{3}{2} \int R \Delta T + A_{12}$$

Из цикла видно, что  $\nu_{1-2} C = 2R$

$$\int 2R \Delta T = \frac{3}{2} \int R \Delta T + A_{12}$$

$$\frac{1}{2} \int R \Delta T = +A_{12} \Rightarrow A_{12} = +\frac{1}{2} \int R (T_1 - T_1) = +\frac{3}{2} \int R T_1$$

$$\frac{1}{2} 8,31 (4 \cdot 400 - 400) = +A_{12} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{12} = +600 \cdot 8,31 = +6 \cdot 8,31 \approx +5 \text{ кДж}$$

2) 2-3

$$\int 0,5R (2^{1,5} T_1 - 4T_1) = \frac{3}{2} \int R (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1) + A_{12}$$

$$0,5 \int R (\sqrt{8} T_1 - 4T_1) - \frac{3}{2} \int R (\sqrt{8} T_1 - 4T_1) = +A_{12}$$

$$- \int R T_1 (\sqrt{8} - 4) = +A_{12}$$

$$A_{12} = + \int R T_1 (4 - \sqrt{8})$$

3) 3-1

$$\int 2,5R (T_1 - \sqrt{8} T_1) = \frac{3}{2} \int R (T_1 - \sqrt{8} T_1) + A_{12}$$

$$\int R (T_1 - \sqrt{8} T_1) = +A_{12}$$

$$\int R T_1 (\sqrt{8} - 1) = -A_{12}$$

$$A_{12} = - \int R T_1 (\sqrt{8} - 1)$$

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!

$$\begin{aligned} 4) \quad \eta &= \frac{\frac{3}{2} R V_1 + R V_1 (4 - \sqrt{8}) - R V_1 (\sqrt{8} - 1)}{2 R \cdot 3 V_1 + 0,5 R V_1 (\sqrt{8} - 4) + 2,5 R V_1 (1 - \sqrt{8})} \\ &= \frac{1,5 R V_1 + 4 R V_1 - \sqrt{8} R V_1 - \sqrt{8} R V_1 + R V_1}{6 R V_1 + \sqrt{8} R V_1 - 2 R V_1 + 2,5 R V_1 - 5 \sqrt{8} R V_1} \\ &= \frac{6,5 R V_1 - \sqrt{8} R V_1}{6,5 R V_1 - 4 \sqrt{8} R V_1} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 831 \\ \hline 1548 \\ 831 \\ \hline 10158 \end{array}$$



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!



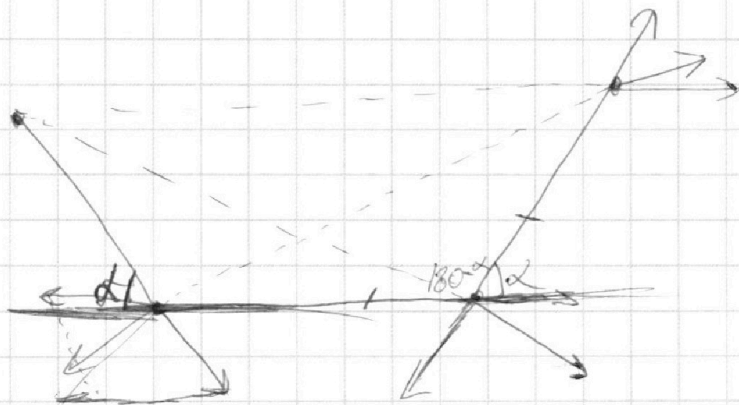
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

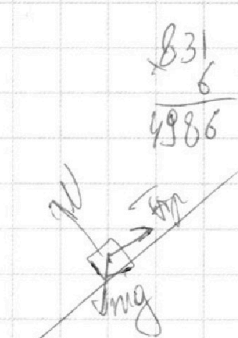
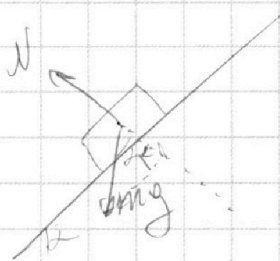
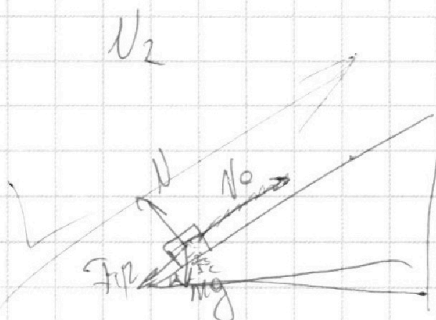
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$\sin 2 = 0,8$   
 $v_0 = 4 \text{ м/с}$   
 $\mu = \frac{1}{3}$



$S = 1 \text{ м}$

$F_{fr} + mg \sin 2 = ma$

$0 = v_0 - gt$

$N - mg \cos 2 = 0$

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

$F_{fr} = \mu N = \mu mg \cos 2$

$e = v_0 t - \frac{at^2}{2}$

$mg \sin 2 - F_{fr} = ma$

$\mu mg \cos 2 + mg \sin 2 = ma$

$= \frac{v_0^2}{g} - \frac{a v_0^2}{2g^2}$

$g(\sin 2 - \mu \cos 2) = a$

$g(\mu \cos 2 + \sin 2) = a$

$= \frac{v_0^2}{2g} = \frac{14}{20} = \frac{7}{10} = 0,7 \text{ м}$

$g(0,8 - 0,2) = 6 \text{ м/с}^2$

$e = v_0 t - \frac{at^2}{2}$

$2S = 2v_0 t - at^2$

$0,3 = \frac{v_0 t}{g} + \frac{at^2}{2}$

$at^2 - 2v_0 t + 2S = 0$

$0,3 = \frac{at^2}{2}$

$D = 4v_0^2 - 8aS$

$0,6 = 6t^2$

$4v_0^2 - 8aS = 0$

$\sqrt{a} = t^2$

$t = \frac{2v_0 \pm \sqrt{4v_0^2 - 8aS}}{2a}$

$\pm \sqrt{a} = t$

$t = \sqrt{0,1}$

$v_0 = v_0 - gt$

$-2 = v_0 - gt$

$t = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10}$

$+ \frac{v_0 + 2}{g} = t$

$\frac{(v_0 + 2)^2}{2g} = 0,35$

$\frac{v_0(v_0 + 2)}{g} = \frac{14,5}{10,5} = 1,225$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 32 \\ \hline 033 \\ 033 \\ \hline 99 \\ 96 \\ \hline 399 \\ 324 \\ \hline 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,34 \\ 0,34 \\ \hline 136 \\ 102 \end{array}$$



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

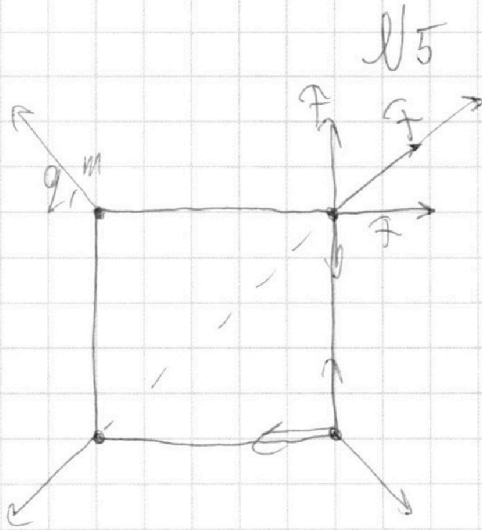
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$-\frac{3}{2} - 4 + \sqrt{8} + \sqrt{8} - 1 \neq 0$$

$$2\sqrt{8} \vee 5 + \frac{3}{2}$$

$$2\sqrt{8} \vee 6,5$$

<

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

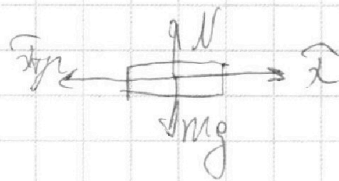
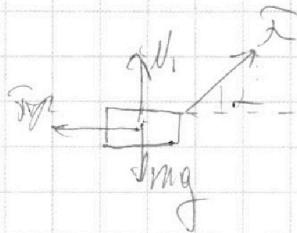
**МФТИ**

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



№3

t равны.



$t_1$   
 $t_2$

$$v_0 = v_0 + at_1$$

$$v_0 = a \cdot t_1$$

a · a

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

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

$$F \cos \alpha - F_{fr} = ma$$

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

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

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

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

$$\cos \alpha + \sin \alpha \mu = 0$$

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

$$N = mg$$

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

$$F - F_{fr} = mg$$

$$F - \mu mg = ma$$

$$F_{fr} = ma$$

$$\mu mg = ma$$

$$\mu g = a$$

$$0 = v_0 - at$$

$$at = v_0$$

$$\mu g t = v_0$$

$$t = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g - g \cos \alpha}$$

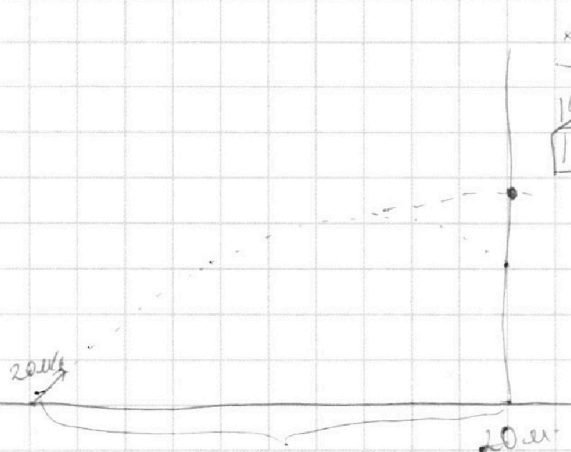
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



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

$$20 = 20 \cdot \frac{1}{2} \cdot t$$

$$t = 2$$

$$h = 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 - \frac{g \cdot 10^2 \cdot 4}{2} = 20\sqrt{3} - 20 = 20(\sqrt{3} - 1)$$

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

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

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

$$h = v_0 \cos \alpha t$$

$$-\frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = v_0^2 \sin^2 \alpha = g t^2 \Rightarrow \frac{v_0}{g} = t$$

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

$$= \frac{20 \cdot 20 \cdot \frac{3}{4}}{2 \cdot 10} = 10$$

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

$$10 = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$= \frac{20 \cdot 20 \cdot \frac{3}{4}}{2 \cdot 10} = 10$$

$$\frac{1}{x} = \frac{x}{x^2} = \frac{x}{x^2} \Rightarrow x^2 - 2x^2 = 10$$

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

$$10 = 10\sqrt{2}t - 5t^2$$

$$= \frac{2x}{x^2} = \frac{-x}{2x} = -\frac{x}{2}$$

$$5t^2 - 10\sqrt{2}t + 10 = 0$$

$$t^2 - 2\sqrt{2}t + 2 = 0$$

$$D = 200 - 20 \cdot 10 = 0$$

$$\frac{\cos^2 \alpha - \sin \alpha (-\sin \alpha)}{-\sin \alpha} = \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{-\sin \alpha} = \frac{1}{-\sin \alpha}$$

$$\frac{1}{\sin \alpha} = t$$

$$D = \frac{10\sqrt{2} \pm 0}{10} = \sqrt{2}$$

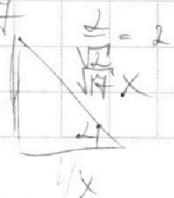
$$= \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{-\sin \alpha} = \frac{1}{-\sin \alpha}$$

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

$$t = \sqrt{2}$$

$$\frac{10 \sin \alpha - 5}{\cos^2 \alpha} = 20 \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{1/4}{\sqrt{1+1/4}} = 0,7$$



$$-20 \cot \alpha = -5$$

$$\cot \alpha = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$$

$$h =$$

$$\frac{20}{\sin \alpha} + 5 \cdot 0 = \frac{0 + 5 \cdot 2 \cdot \sin \alpha}{2 \sin \alpha} = 5$$

$$= \frac{0 + 5 \cdot 2 \cdot \sin \alpha}{2 \sin \alpha} = 5$$

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. Порча QR-кода недопустима!



$$V_1 \quad S \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = 20 \frac{1}{4} - \frac{5}{\frac{16}{14}} =$$

$$h = V_0 T - \frac{g T^2}{2} = 5 - \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$0 = V_0 - g T \Rightarrow$$

$$V_0 = g T$$

$$V_0 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

$$S = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow \frac{S}{V_0 \cos \alpha} = t$$

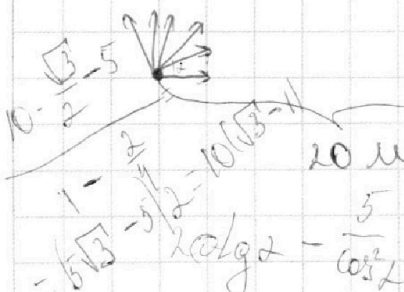
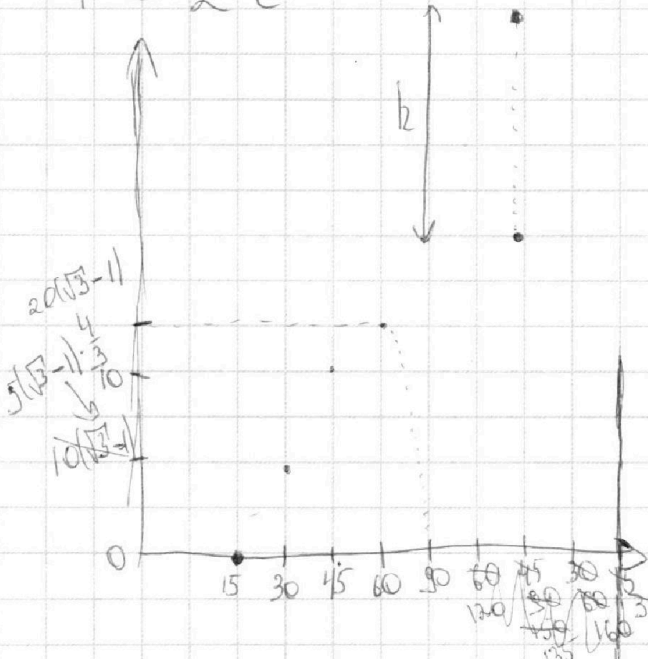
$$h = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \max.$$

$$h = \frac{g S^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos \alpha}$$

$$= \frac{20 \sin \alpha \cdot 10}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{10 \sin \alpha \cdot 20 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{20 \cdot 20 \cdot \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{20 \cdot 20 \cdot \tan^2 \alpha}{1} = 20 \cdot 20 \cdot \tan^2 \alpha$$

$$T = 2c$$



$$= \frac{20 \sin \alpha \cdot 5}{\cos^2 \alpha} = \frac{10 \sin \alpha \cdot 5}{\cos^2 \alpha} = \frac{50 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{50 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{50 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\cos^3 \alpha} = \frac{25 \sin 2\alpha}{\cos^3 \alpha}$$

$\sin \alpha \geq 1$   
 $2\alpha \geq 30^\circ$   
 $15^\circ \geq \alpha \geq 15^\circ$   
 $1,7$