



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.

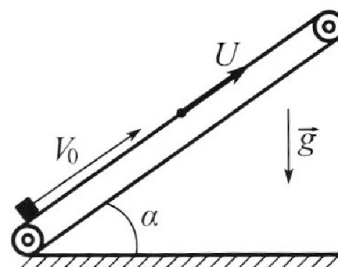
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с². 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 α 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/с². 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.

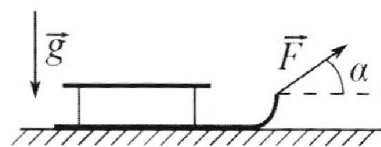
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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 μ 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.

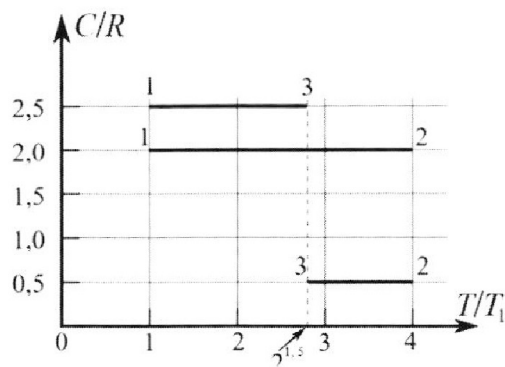


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

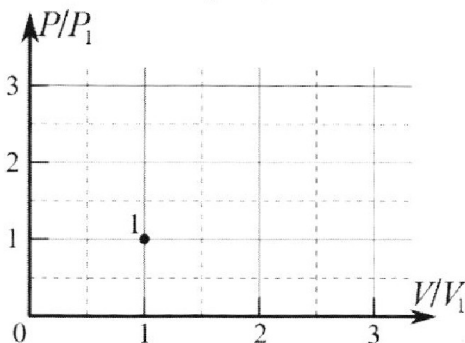
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



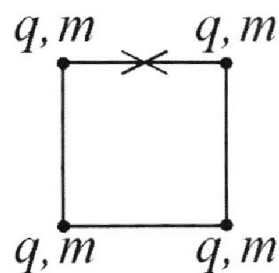
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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!



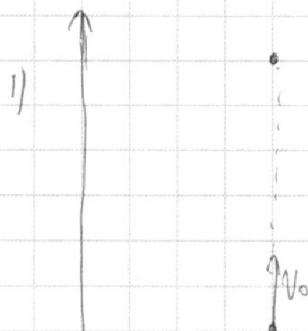
Дано:

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

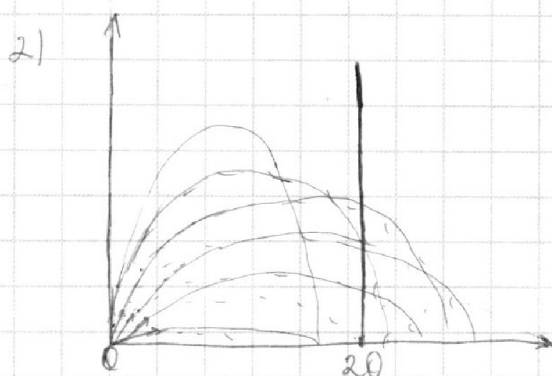
$$V_0 = ?$$

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



$$0 = V_0 - gT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 = 20 \text{ м/с}$$



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

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

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

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

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

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

Нам нужен макс.-функци. Возьмем производную

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

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

$$\text{Тогда} \quad h = 20 \sqrt{3} - \frac{5}{\frac{1}{4}} = 20(\sqrt{3} - 1) = 14.2 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } 14.2 \text{ м}; V_0 = 20 \text{ м/с}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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 максимумо 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 до верха.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

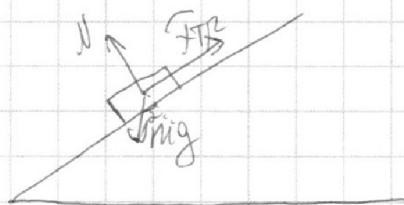
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



д1)



По 2-ому закону Ньютона:

$$mg \cos \alpha = N$$

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

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

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

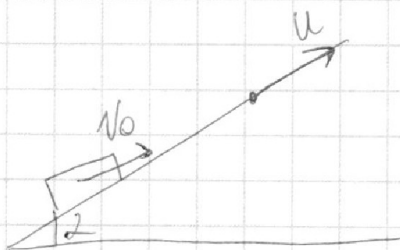
$$0,2 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \pm \sqrt{\frac{0,4}{6}} = t_1 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

Потому: $T = \sqrt{\frac{1}{15}} + V$

$$T = t_1 = 0,4 \text{ с}$$

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

2)



Перейдем в сс трамплиста.

Потому $v_x = v_0 - u = 2 \text{ м/с}$.

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

Внимательно!

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

$$\Rightarrow L = \frac{1}{2}gt^2 + L_0 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0,2^2 + (2 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2}) = 0,2 \cdot 2 + (0,2 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2}) =$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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 $\Rightarrow V_x = -2 \text{ м/с.}$

$$V_x = V_0 - gt$$

Потому что сначала груз будет подниматься, а затем опускаться.

Поэтому из предыдущей подсказки $L_{\text{груза}} = L - H = 0,2 \text{ м}$
когда он поднимается и время подъема $t = 0,2 \text{ с}$

$$\text{Потому что: } V_x = 0 - gt \Rightarrow V_x = -at, \Rightarrow -2 = -6t_1 \Rightarrow$$

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

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

$\Rightarrow$ общий подъем

общая длина пройденного пути $L_{\text{общ}} = L_{\text{груза}} - L =$

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

$$\text{Общее время } t_{\text{общ}} = \frac{1}{3} + 0,2 = \frac{2}{10} + \frac{1}{3} = \frac{16}{30} = \frac{8}{15} \text{ с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{транспортир успел проехать } S = v \cdot t_{\text{общ}} = 2 \cdot \frac{8}{15} = \frac{16}{15} \text{ м}$$

Потому что груз относительно земли проехал:

$$L = \frac{16}{15} - \frac{2}{15} = \frac{14}{15} \text{ м} \Rightarrow \text{Потому что } H = L \sin \alpha \Rightarrow H = \frac{14}{15} \cdot 0,8 =$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано:

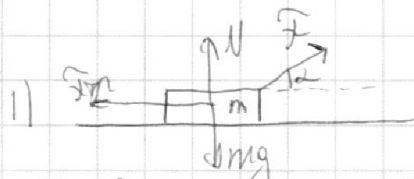
v_0 ;

$t_1 = t_2 = t$

L ;

$\mu = ?$

$T = ?$



По второму закону Ньютона:

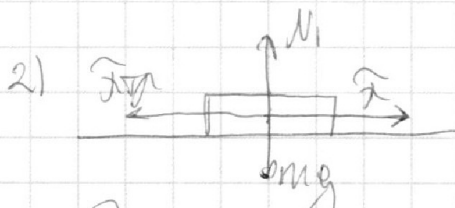
$$F \sin \alpha + N - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

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

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

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

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



По 2-ому закону Ньютона:

$$N_1 = mg$$

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

$$F - F_{tr} = ma_2$$

$$F - \mu mg = ma_2$$

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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

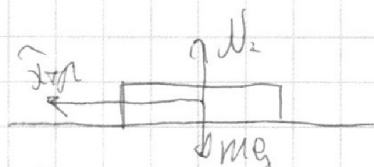
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

5)



по 2-ому закону Ньютона:

$$N_2 = mg; \quad \hat{F}_0 - \mu N_2 = \mu mg$$

$$\hat{F}_0 = ma_3 \Rightarrow \mu mg = ma_3 \Rightarrow a_3 = \mu g$$

$$6) \quad 0 = V_0 - a_3 T \Rightarrow T = \frac{V_0}{a_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{\frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} g} = \frac{V_0 \sin\alpha}{g(1 - \cos\alpha)}$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}; \quad T = \frac{V_0 \sin\alpha}{g(1 - \cos\alpha)}.$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано:

$$I = 1 \text{ мА}$$

$$T_1 = 400 \text{ К}$$

$$A_{12} = ?$$

$$\eta = ?$$

1 по формуле началу термодинамики.

$$a) Q = \Delta U + A_{12}$$

$$\frac{3}{2} I R \cdot 3T_1 = \frac{3}{2} I R 3T_1 + A_{12}$$

$$\frac{3}{2} I R T_1 - \frac{9}{2} I R T_1 = A_{12}$$

$$4,5 I R T_1 = A_{12}$$

б) из 2-3

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

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

$$\frac{3}{2} I R T_1 (\sqrt{2} - 2) - \frac{6}{2} I R T_1 (\sqrt{2} - 2) = A_{12}$$

$$-\frac{3}{2} I R T_1 (\sqrt{2} - 2) = A_{12}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} I R T_1 (2 - \sqrt{2})$$

в) из 3-1

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

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} I R T_1 (1 - \sqrt{8}) = \frac{3}{2} I R T_1 (1 - \sqrt{8}) + A_{12}$$

$$\left(\frac{15}{4} - \frac{6}{4}\right) I R T_1 (1 - \sqrt{8}) = A_{12}$$

$$\frac{9}{4} I R T_1 (1 - \sqrt{8}) = A_{12}$$

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!



$$\eta = \frac{4,5 \text{ Вт} + \frac{3}{2} \text{ Вт} (2 - \sqrt{2}) + \frac{9}{4} \text{ Вт} (1 - \sqrt{2})}{9 \text{ Вт} + \frac{3}{2} \text{ Вт} (\sqrt{2} - 2) + \frac{15}{4} \text{ Вт} (1 - \sqrt{2})} =$$

$$\frac{4,5 \text{ Вт} + 3 \text{ Вт} - \frac{3}{2} \sqrt{2} \text{ Вт} + \frac{9}{4} \text{ Вт} - \frac{9\sqrt{2}}{4} \text{ Вт}}{9 \text{ Вт} + \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ Вт} - 3 \text{ Вт} + \frac{15}{4} \text{ Вт} - \frac{15\sqrt{2}}{4} \text{ Вт}} =$$

$$\frac{4,5 + 3 - \frac{3}{2} \sqrt{2} + \frac{9}{4} - \frac{9\sqrt{2}}{4}}{9 + \frac{3\sqrt{2}}{2} - 3 + \frac{15}{4} - \frac{15\sqrt{2}}{4}} = \frac{4,5 + \frac{9}{4} - \frac{12\sqrt{2}}{4}}{6 + \frac{15}{4} - \frac{12\sqrt{2}}{4}} = \frac{\frac{39}{4} - 6\sqrt{2}}{\frac{39}{4} - 6\sqrt{2}} = 1$$

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

ответ: $A_{12} \approx 10 \text{ кВт}$; $\eta = 1$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



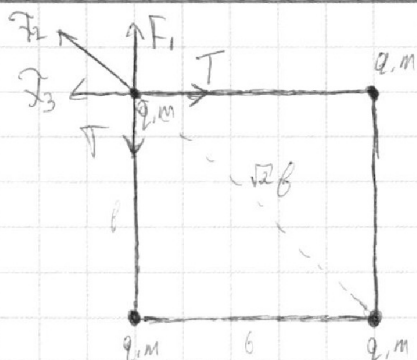
Дано:

b, m, q

$T = ?$

$V = ?$

$d = ?$



симметрия $\Rightarrow F_1 = F_3 = F$

$$F = K \frac{q \cdot q}{b^2}$$

$$F_2 = K \frac{q \cdot q}{2b^2}$$

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

$$\Rightarrow F_4 = \sqrt{2} F^2 = \sqrt{2} K \frac{q \cdot q}{b^2}$$

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

$$= \frac{2\sqrt{2} K q^2}{2b^2} + \frac{K q^2}{2b^2} = \frac{K q^2}{2b^2} (2\sqrt{2} + 1)$$

Поэтому

$$\sqrt{2} T = F_{\text{одн}}$$

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

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

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

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

$$\frac{1}{2} C \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{12}$$

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

$$\frac{1}{2} 2R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{12}$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T = +A_{12} \Rightarrow A_{12} = +\frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_2) = +\frac{3}{2} \nu R T_1$$

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

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

2) 2-3

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

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

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

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

3) 3-1

$$\frac{1}{2} \nu R (T_1 - \sqrt{8} T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - \sqrt{8} T_1) + A_{12}$$

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

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

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

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!

4)
$$\eta = \frac{\frac{3}{2} R T_1 + R T_1 (4 - \sqrt{8}) - R T_1 (\sqrt{8} - 1)}{2 R \cdot 3 T_1 + 0,5 R T_1 (\sqrt{8} - 4) + 2,5 R T_1 (1 - \sqrt{8})}$$

$$= \frac{1,5 R T_1 + 4 R T_1 - \sqrt{8} R T_1 - \sqrt{8} R T_1 + R T_1}{6 R T_1 + \sqrt{8} R T_1 - 2 R T_1 + 2,5 R T_1 - 5 \sqrt{8} R T_1}$$
$$= \frac{6,5 R T_1 - \sqrt{8} R T_1}{6,5 R T_1 - 4 \sqrt{8} R T_1}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 831 \\ \hline 1848 \\ 831 \\ \hline 10158 \end{array}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐



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



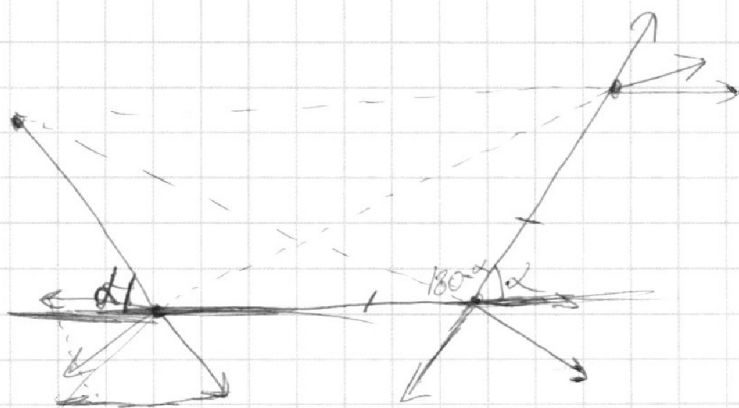
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



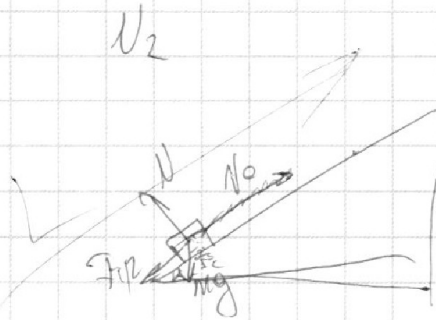
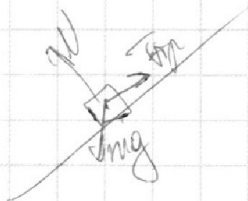
$$\sin 2 = 0,8$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$\frac{831}{6}$$

$$\frac{4986}{6}$$



$$S = 1 \text{ м}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$g(0,8 - 0,2) = 6 \text{ м/с}^2$$

$$2S = 2V_0 t - at^2$$

$$at^2 - 2V_0 t + 2S = 0$$

$$D = 4V_0^2 - 8aS$$

$$4V_0^2 - 8aS = 0$$

$$t = \frac{2V_0 \pm \sqrt{4V_0^2 - 8aS}}{2a}$$

$$V_0 = V_0 - gt$$

$$t = \frac{V_0}{g} = \frac{4}{10}$$

$$-2 = V_0 - gt$$

$$t = \frac{V_0 + 2}{g}$$

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

$$0 = V_0 - gt$$

$$\frac{V_0}{g} = t$$

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

$$= \frac{V_0^2}{g} - \frac{g}{2g^2} V_0^2$$

$$= \frac{V_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ м}$$

$$0,3 = \frac{V_0^2}{2g} + \frac{at^2}{2}$$

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

$$0,6 = at^2$$

$$\sqrt{a} = t^2$$

$$t = \sqrt{0,1}$$

$$\frac{(V_0 + 2)^2}{2g} = \frac{0,35}{0,35}$$

$$\frac{V_0(V_0 + 2)}{g} = \frac{14,5}{10,5}$$

$$\frac{32}{32}$$

$$\frac{0,33}{0,33}$$

$$\frac{99}{99}$$

$$\frac{99}{99}$$

$$\frac{108}{108}$$

$$\frac{0,34}{0,34}$$

$$\frac{136}{136}$$

$$\frac{102}{102}$$



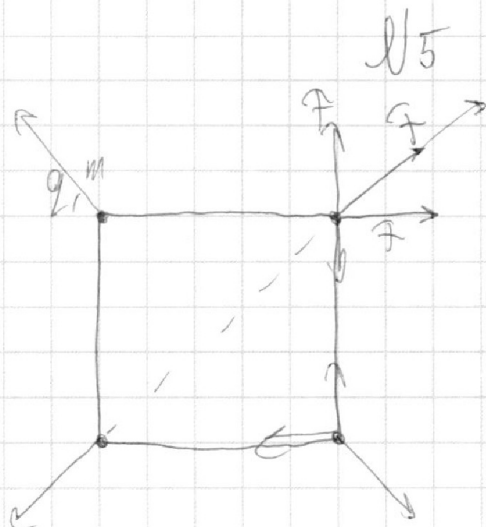
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

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

<

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

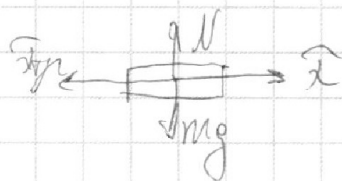
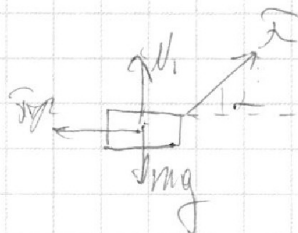
МФТИ

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



№3

l равны.



l_1
 l_2

$$v_0 = v_0 + at$$

$$v_0 = a \cdot t_1$$

a.a

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

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

$$F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma$$

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

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

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

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

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

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

$$N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$F - F_{\text{тр}} = mg$$

$$F - \mu mg = ma$$

$$F_{\text{тр}} = ma$$

$$\mu mg = ma$$

$$\mu g = a$$

$$0 = v_0 - at$$

$$at = v_0$$

$$\mu gt = v_0$$

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

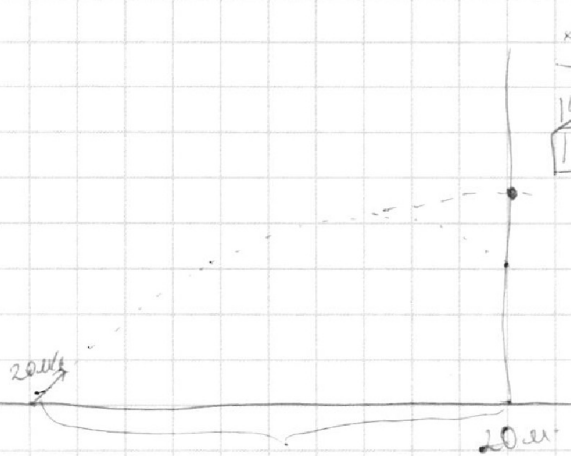
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

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

$$t = 2$$

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

$$= 20\sqrt{3} - 20 = 20(\sqrt{3} - 1)$$

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

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

$$h = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow h = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \cdot V_0 \sin \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g \cdot 10^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cdot 2}$$

$$h = \frac{V_0 \cos \alpha}{2}$$

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

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

$$= \frac{\sin^2 \alpha}{2} \cdot S = 10$$

$$10 = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$= \frac{20 \cdot 20 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 10} = 10$$

$$\frac{1}{x} = \frac{x}{x^2} = \frac{x}{x^2}$$

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

$$x^2 - 2x^2 =$$

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

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

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

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

$$= \frac{-x}{2x} = \frac{-1}{2}$$

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

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

$$\frac{1}{\sin^2 \alpha} = t$$

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

$$(t - \sqrt{2})^2 = 0$$

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

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

$$t = \sqrt{2}$$

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

$$\frac{1.4}{\sqrt{1.4}} = 0.7$$

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

$$= -20 \frac{1}{\sin^2 \alpha} - \frac{0 - 5 \cdot (\cos^2 \alpha)'}{(\cos^2 \alpha)'} =$$

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

$$\sin = \frac{1}{\sqrt{1.4}}$$

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

$$-20 \cot^2 \alpha = -5$$

$$\cot^2 \alpha = \frac{1}{4}$$

$$\cot \alpha = \frac{1}{2}$$

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!



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

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

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

$$V_0 = g T$$

$$V_0 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

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

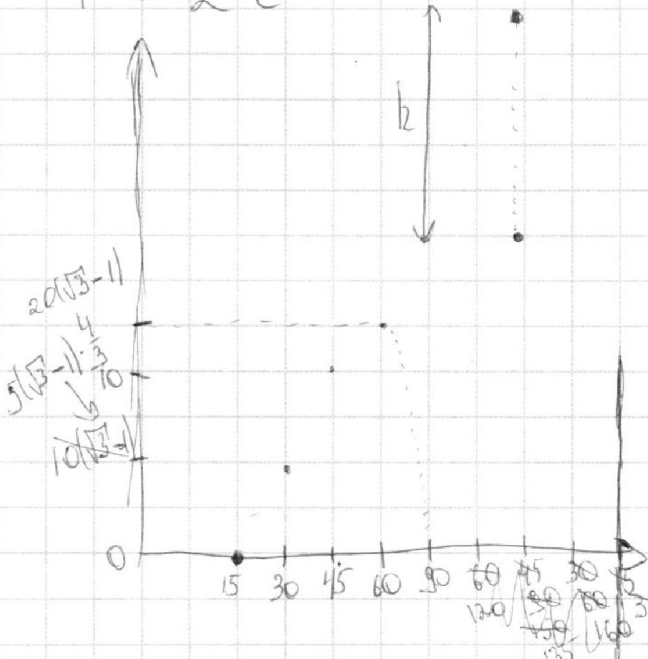
$$h = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

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

$$h = \frac{S}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{25 \sin \alpha \cos \alpha S V_0^2}{2 \cos^2 \alpha V_0^2} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{25 \sin 2 \alpha S V_0^2 - g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{20 \cdot 5 \sin 2 \alpha - 10}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{10 \sin 2 \alpha - 5}{\cos^2 \alpha} = \frac{5 \sin 2 \alpha - 2.5}{\cos^2 \alpha}$$

$$T = 2 \text{ с}$$



$$10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 5 = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 5 = 5 \sqrt{3} - 5 = 5(\sqrt{3} - 1) = 5 \cdot 0.732 = 3.66$$

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

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

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

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

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