



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

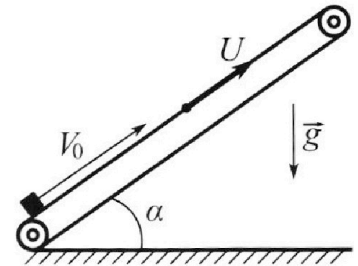
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

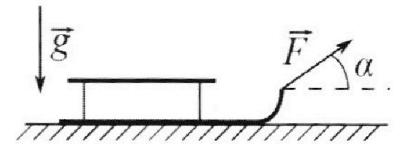
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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.

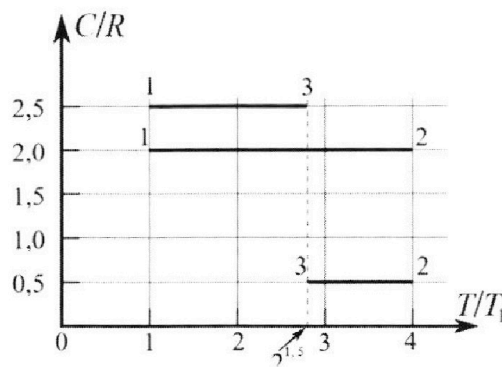
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



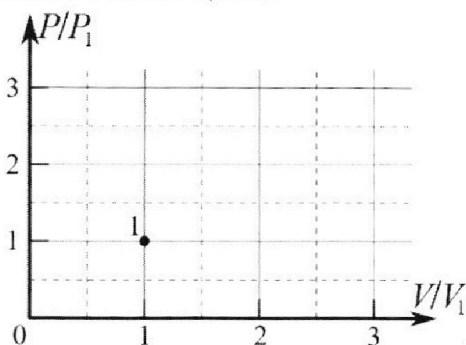
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



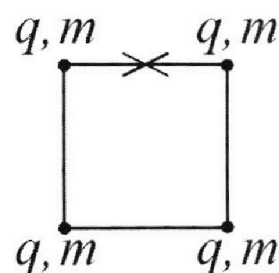
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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:

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

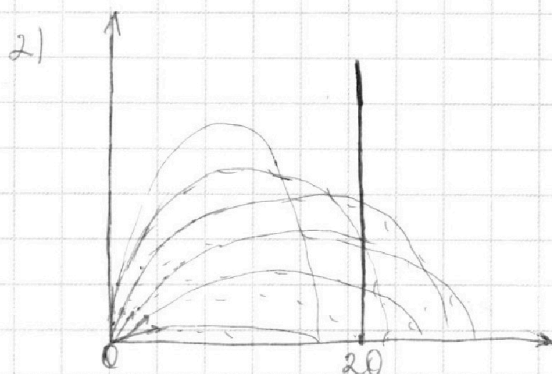
$$V_0 = ?$$

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



$$0 = V_0 - gT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 = 20 \text{ м/с.}$$



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

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

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

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

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

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

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:

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$k = 2 \text{ м/с}$$

$$T = ?$$

$$L = ?$$

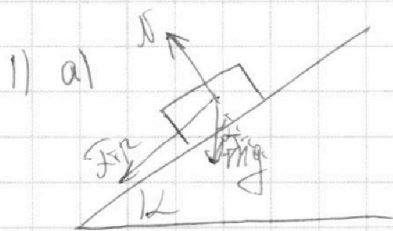
$$H = ?$$

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

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

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

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



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

По 2-ому закону Ньютона:

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

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

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

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

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

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

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

Но есть еще нужно проехать 0,2 м назад.

1 2 3 4 5 6 7



1)



По 2-ому закону Ньютона:

$mg \cos \alpha = N$

$$mg \cos \alpha = N$$

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

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

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

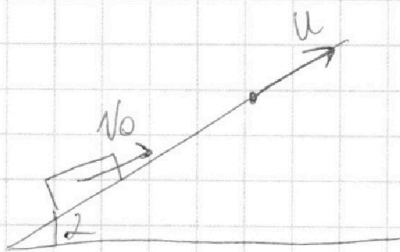
$$0,2 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \pm \sqrt{\frac{0,4}{6}} = t_1 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

Почта: ~~$T = \sqrt{\frac{1}{15}} + v$~~

~~$T = t + t_1 = 0,4 \text{ с}$~~

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

2)



Перейдем в сс трамплиста.

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

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

Внимате v_a .

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

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

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
 $\Rightarrow v_x = -2 \text{ м/с.}$

$$v_x = v_0 - gt$$

Поэтому сначала груз будет подниматься, а затем опускаться.

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

$$\text{Поэтому: } v_x = 0 - gt \Rightarrow v_x = -at_1 \Rightarrow -2 = -6t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

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

\Rightarrow общий путь

$$\text{общая длина пройденного пути } L_{\text{общ}} = L_{\text{пузыря}} - L = 0,2 - \frac{1}{3} = \frac{2}{15} - \frac{10}{30} = \frac{6}{30} - \frac{10}{30} = -\frac{4}{30} = -\frac{2}{15} \text{ м.}$$

$$\text{Общая время } t_{\text{общ}} = \frac{1}{3} + 0,2 = \frac{2}{15} + \frac{1}{5} = \frac{2}{15} + \frac{3}{15} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3} \text{ с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{транспарет успел проехать } S = v \cdot t_{\text{общ}} = 2 \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

Поэтому груз относительно земли проехал: $L = \frac{14}{15} = \frac{14}{15} \text{ м} \Rightarrow$ тогда $H = L \sin \alpha = \frac{14}{15} \cdot 0,8 = \frac{112}{187,5} = \frac{40}{60} = \frac{4}{6} \text{ м}$

$$= \frac{14 \cdot 0,8}{15 \cdot 0,84} = \frac{40}{60} = \frac{4}{6} \text{ м} \quad \text{Ответ: } L = 0,6 \text{ м; } H = \frac{4}{6} \text{ м; } T = \left(0,4 + \frac{1}{15}\right) \text{ с}$$

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:

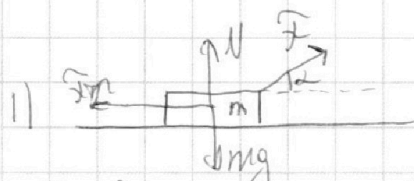
v_0 ;

$t_1 = t_2 = t$

L ;

$\mu = ?$

$T = ?$



по второму закону Ньютона:

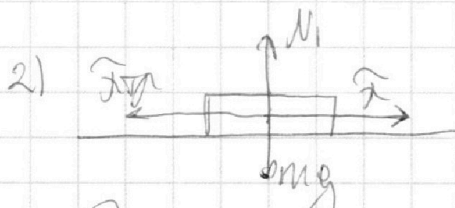
$$F \sin \alpha + N - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

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

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

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

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



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!

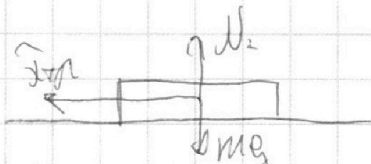


$$4) \quad \{ \tilde{F}(\cos\alpha + \mu \sin\alpha) - \mu mg = ma \} \Rightarrow$$
$$\tilde{F} - \mu mg = ma$$

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

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

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

МФТИ

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

Дано:

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

а) по ~~второму~~ началу термодинамики.

а) $Q = \Delta U + A_{\text{роз}}$

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

$\frac{3}{2} I \Delta R V_1 - \frac{9}{2} I \Delta R V_1 = A_{\text{роз}}$

$4,5 I \Delta R V_1 = A_{\text{роз}}$

$A_{12} = ?$

$Q = ?$

б) $U_2 = 3$

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

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

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

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

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

в) $U_3 = 3$

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

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

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

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

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!



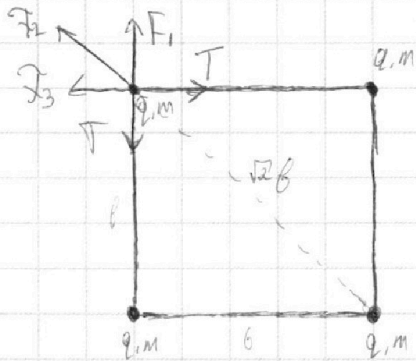
Дано:

$\beta; m; q$

$\Delta = ?$

$\nu = ?$

$d = ?$



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!

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

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



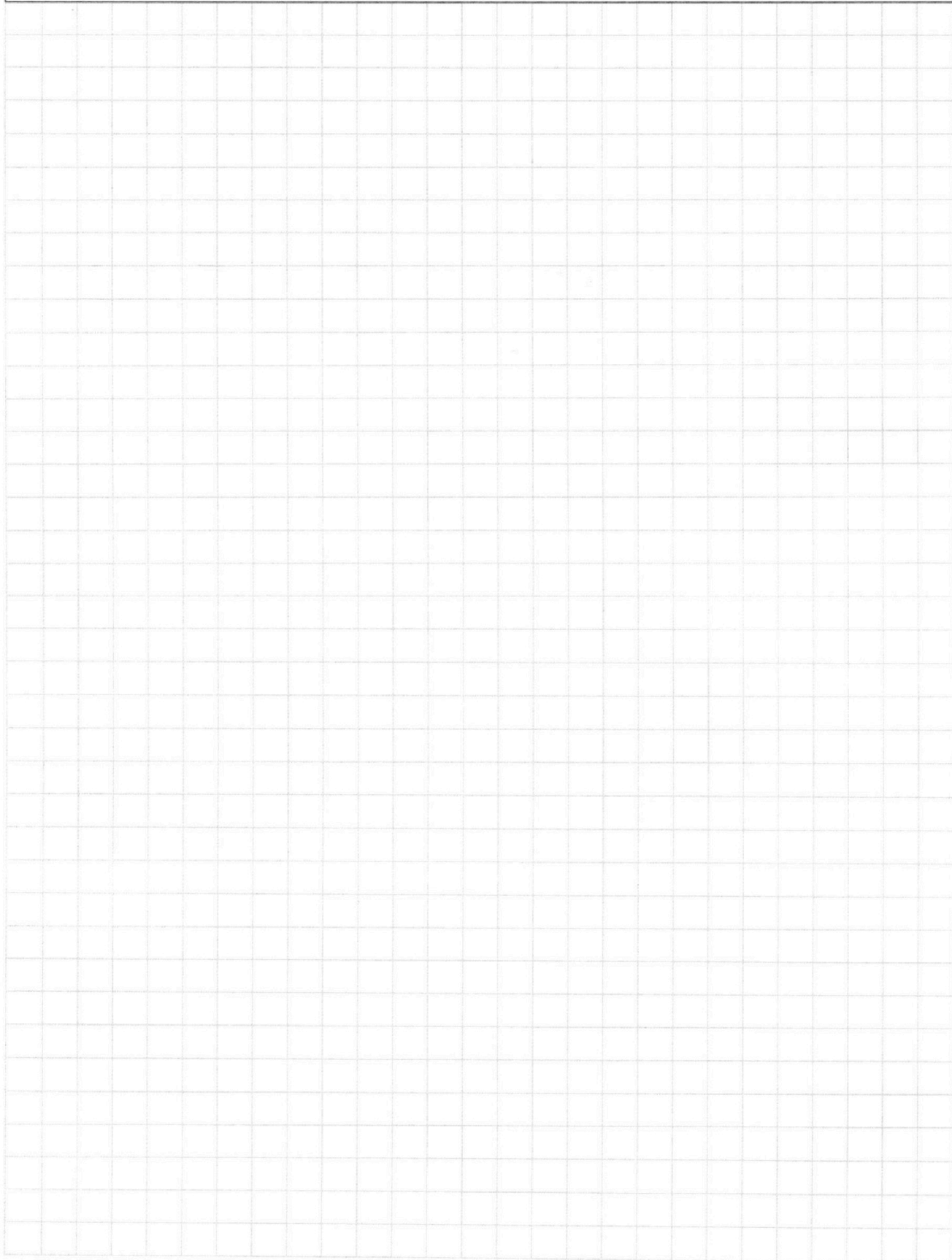
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





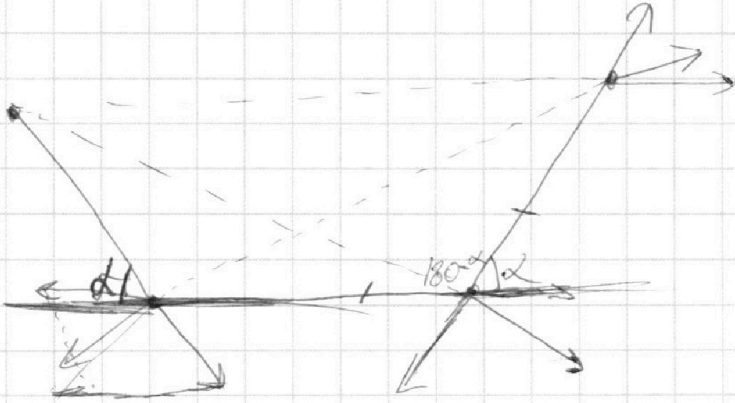
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:

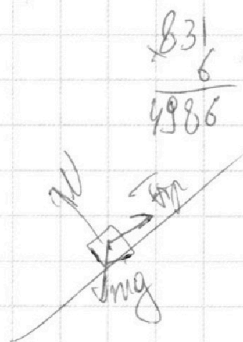
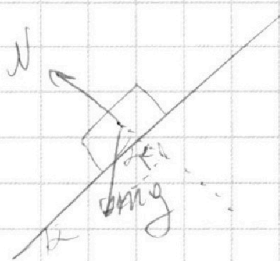
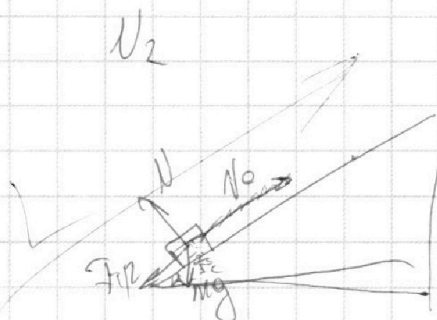
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



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



$$F_{\text{тр}} + mg \sin 2 = ma$$

$$0 = v_0 - gt$$

$$N - mg \cos 2 = 0$$

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos 2$$

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

$$mg \sin 2 - F_{\text{тр}} = ma$$

$$mg - \mu mg \cos 2 = ma$$

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

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

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

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

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

$$10(0,8 - 0,2) = 6 \mu \text{ м/с}^2$$

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

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

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

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

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

$$D = 4v_0^2 - 8aS$$

$$4v_0^2 - 8aS = 0$$

$$0,6 = 6t^2$$

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

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

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

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

$$v_0 = v_0 - gt$$

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

$$-2 = v_0 - gt$$

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

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0(v_0 + 2)}{g} - \frac{14,5}{10,5} = 0,225$$

$\frac{32}{32}$
 $\frac{0,33}{0,33}$
 $\frac{99}{99}$
 $\frac{99}{99}$
 $\frac{0,34}{0,34}$
 $\frac{136}{136}$
 $\frac{10,2}{10,2}$

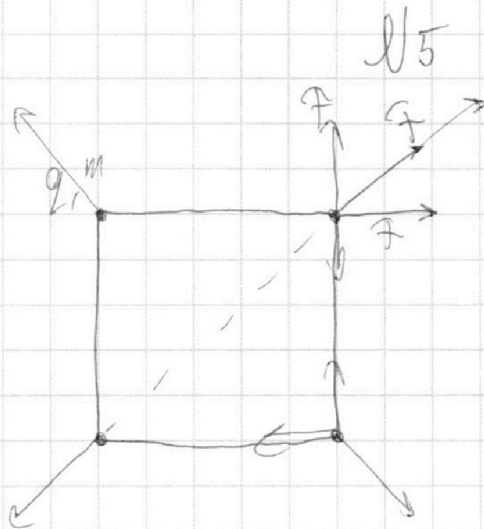
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

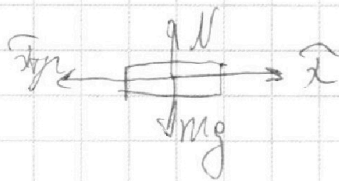
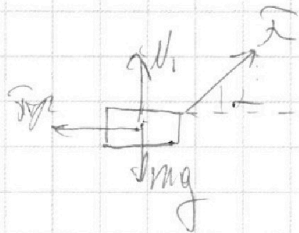
МФТИ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$N = mg$$

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

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

$$F - \mu mg = ma$$

$$F_{fr} = ma$$

$$\mu mg = ma$$

$$\mu g = a$$

$$0 = v_0 - at$$

$$at = v_0$$

$$\mu g t = v_0$$

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

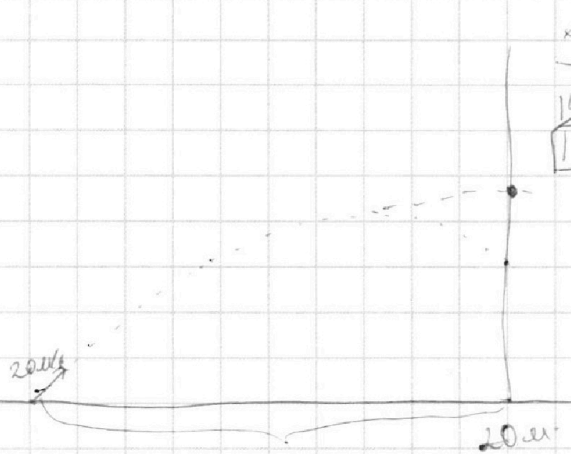
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

$$t = 2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$x^2 - 2x^2 = 10$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

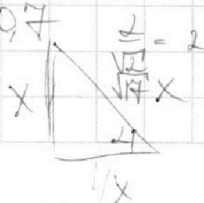
$$\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$t = \sqrt{2}$$

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

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

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



$$-20 \operatorname{ctg} \alpha = -5$$

$$h =$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = 4$$

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

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

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!



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

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

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

$$V_0 = g T$$

$$V_0 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

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

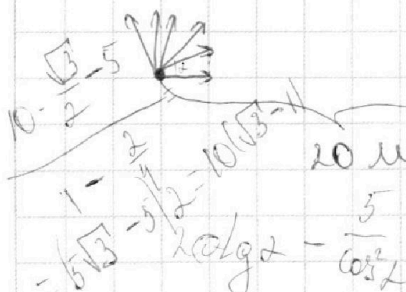
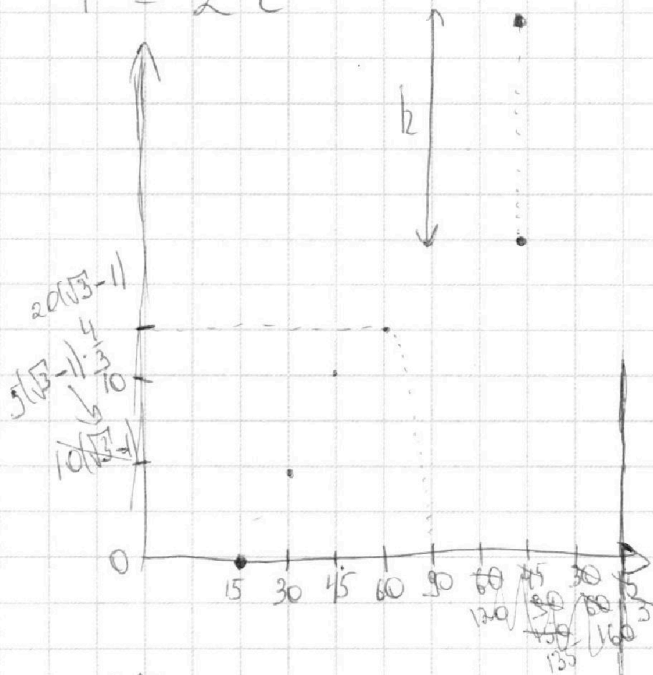
$$h = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

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

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

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

$$T = 2c$$



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

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

$$5(\sqrt{3}-1)^4 = 5 \sin^2 \alpha \geq \frac{1}{2}$$

$$\sin \alpha \geq \frac{1}{2} \Rightarrow 30^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$$

20 g t