

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



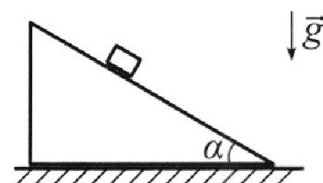
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t=0$ до $t=3T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t=0$ до $t=T$.

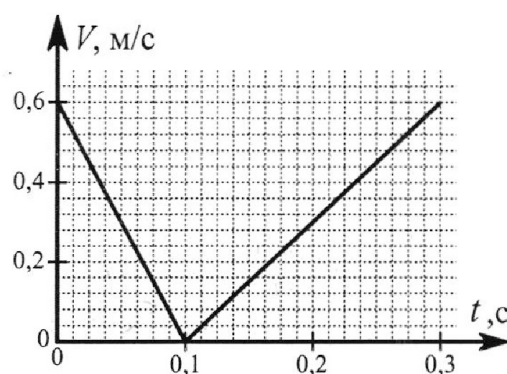
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите вертикальное перемещение H камня за первые $T = 2$ с полета.
2. Найдите модуль $|\vec{r}(T)|$ перемещения камня за первые $T = 2$ с полета.
3. Найдите радиус R кривизны траектории камня в момент времени $T = 2$ с.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,4$ кг, масса клина $1,5m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль N силы нормальной реакции, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,1$ с.
3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





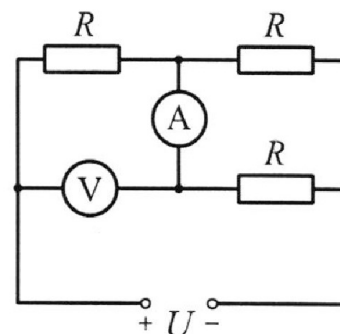
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре t_1 °С, помещают лед, температура которого $t_2 = -20$ °С. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

1. Найдите долю δ массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру t_1 воды калориметре.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °С.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1.

1. Попробуем найти зависимость скорости от времени, найти закономерности

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

a) $t=0 \Rightarrow \vec{v}(0) = -\vec{v}_0$

б) $t=T \Rightarrow \vec{v}(T) = 0$

в) $t=2T \Rightarrow \vec{v}(2T) = \vec{v}_0$

г) $t=3T \Rightarrow \vec{v}(3T) = 2\vec{v}_0$

$\Rightarrow$ через каждые T скорость изменяется на одинаковую величину $\Rightarrow$ движение равноускоренное

$$\Rightarrow \vec{s} = \vec{v}(3T) + \vec{v}(0) \cdot 3T = \frac{2\vec{v}_0 + \vec{v}_0}{2} \cdot 3T = \frac{3\vec{v}_0 T}{2}$$

$$|\vec{s}| = s = \frac{3v_0 T}{2}; \quad s = \frac{3 \cdot 2 \cdot 4}{2} = 12 \text{ м}$$

построим график зависимости скорости от времени. S — площадь под графиком (см. график)

$$S = \frac{v_0 T}{2} + \frac{2v_0 \cdot 2T}{2} = \frac{5v_0 T}{2};$$

$$S = \frac{5 \cdot 2 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м};$$

2. Чтобы найти F , нужно найти a — ускор. тела;
 $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$; по графику видно, что $\vec{a} = \text{const}$;

$$\Rightarrow a = \frac{v(3T) - v(0)}{3T} = \frac{2v_0 - (-v_0)}{3T} = \frac{3v_0}{3T} = \frac{v_0}{T};$$

По II з. Ньютона: $F = m\vec{a}$;

$$F = 0,4 \cdot \frac{2}{4} = 0,2 \text{ Н} \Rightarrow F = m \cdot \frac{v_0}{T};$$

3. Найдем работу, совершаемую над телом по T . 0 кинетич. энергии.

$$\Delta E_k = A$$

$$E_{k \text{ кон}} - E_{k 0} = A \Leftrightarrow \frac{m \cdot v^2(T)}{2} - \frac{m \cdot v^2(0)}{2} = A;$$

$$A = -\frac{m v_0^2}{2}; \quad A = -\frac{0,4 \cdot 4}{2} = -0,8 \text{ Дж.}$$

Итого: 1) $S = 20 \text{ м}$; 2) $F = 0,2 \text{ Н}$; 3) $A = -0,8 \text{ Дж}$.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \frac{3}{4} v_0^2 &= 2 v_0 g T \sin \alpha - g^2 T^2 \\ N &= v_0 T - \frac{g T^2}{2} \end{aligned} \right.$$

Подставим числа;

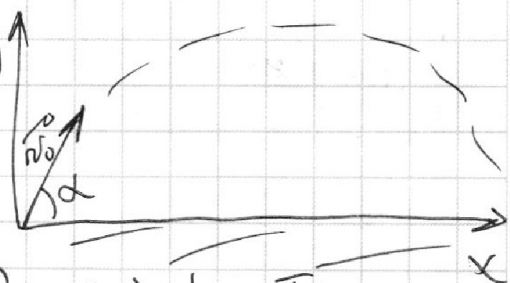
$$\left\{ \begin{aligned} \frac{3}{4} v_0^2 &= 2 v_0 \cdot 10 \cdot 2 \cdot \sin 60^\circ - 100 \cdot 4 \\ N &= v_0 T - \frac{g T^2}{2} \end{aligned} \right.$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{aligned} \frac{3}{4} v_0^2 &= 20\sqrt{3} v_0 - 400 \\ N &= v_0 T - g T^2 \cdot \frac{1}{2} \end{aligned} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{aligned} v_0^2 &= \frac{80}{\sqrt{3}} v_0 - \frac{1600}{3} \\ N &= v_0 T - g T^2 \cdot \frac{1}{2} \end{aligned} \right. \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{aligned} v_0^2 - \frac{80}{\sqrt{3}} v_0 + \frac{1600}{3} &= 0 \quad (1) \\ N &= v_0 T - g T^2 \cdot \frac{1}{2} \quad (2) \end{aligned} \right. \quad (1) \Rightarrow \frac{6400}{3} - \frac{160000}{9} = 6$$

Задача 2

1. v_0 — нач. скорость
- $$\begin{aligned} v_y(t) &= v_0 \sin \alpha - g t; \\ v_x(t) &= v_0 \cos \alpha; \\ y(t) &= v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}; \\ x(t) &= v_0 \cos \alpha t; \end{aligned}$$



через время T : $v_y(T) = v_y' = v_0 \sin \alpha - g T$;
 $v_x(T) = v_x' = v_x = v_0 \cos \alpha$;
 $\Rightarrow v' = \frac{v_0}{2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - g T)^2}$

$$\frac{v_0^2}{4} = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha - 2 v_0 \sin \alpha g T + g^2 T^2$$

$$\frac{v_0^2}{4} = v_0^2 - 2 v_0 \sin \alpha g T + g^2 T^2$$

$$\frac{3 v_0^2}{4} = 2 v_0 \sin \alpha g T - g^2 T^2$$

$$\frac{3}{4} v_0^2 = 2 v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \cdot 2 - 100 \cdot 4$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{3}{4}v_0^2 = 20\sqrt{3}v - 400$$

40

$$\frac{3v_0^2}{4} - 20\sqrt{3}v + 400 = 0 \quad | \cdot \frac{4}{3}$$

$$v_0^2 - \frac{80}{\sqrt{3}}v + \frac{1600}{3} = 0$$

$$D = \frac{6400}{3} - \frac{6400}{3} = 0$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{80}{\sqrt{3}} = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{м}{с};$$

$$v_0 = \frac{40}{\sqrt{3}} \approx 23,1 \frac{м}{с}$$

$$v_0 \approx 23 \frac{м}{с};$$

$$H = y(T) = v_0 T - \frac{gT^2}{2}$$

$$H = 23 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = 26 \frac{м}{с}$$

$$2. \quad L = x(T) = v_0 T \cos \alpha$$

$$H = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \frac{м}{с};$$

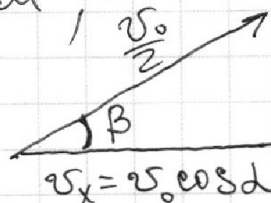
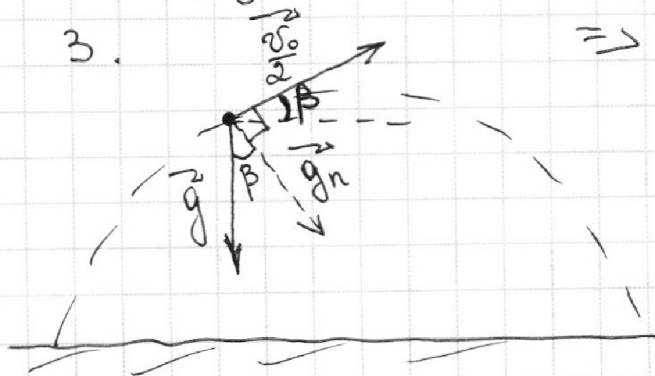
$$2. \quad x(T) = L = v_0 \cos \alpha T$$

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{H^2 + L^2} = \sqrt{H^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha T^2}$$

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{400 + \frac{1600}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot 4} = \sqrt{\frac{1200 + 1600}{3}} = \sqrt{\frac{2800}{3}} =$$

$$= 10 \sqrt{\frac{28}{3}} \approx 10 \cdot \sqrt{9} \approx 30 \frac{м}{с};$$

3.



$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$\cos \beta = \frac{v_0 \cos \alpha}{\frac{v_0}{2}} = 2 \cos \alpha;$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow g_n = g \cdot \cos \beta = 2g \cos \alpha$$

$$g_n = \frac{\left(\frac{v_0}{2}\right)^2}{R} = 2g \cos \alpha;$$

$$R = \frac{\frac{v_0^2}{4}}{2g \cos \alpha} = \frac{v_0^2}{8g \cos \alpha};$$

$$R = \frac{1600 \cdot 200}{3 \cdot 8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{200 \cdot 100}{15 \cdot 8} = \frac{100}{3} = \frac{40}{3} \approx 13,33 \text{ м}$$

Ответы: 1) $H = 20 \text{ м}$; 2) $|\vec{r}(T)| \approx 30 \text{ м}$;
3) $R \approx 13,33 \text{ м}$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

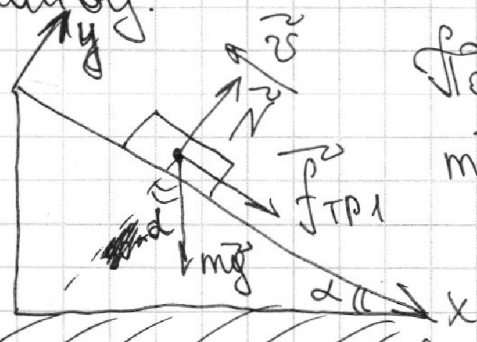
СТРАНИЦА
1 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3

Судя по условию задачи, а также по графику зависимости скорости от времени, найдите коэффициент трения по наклонной плоскости. Для этого попробуйте, а когда её скорость стала равна нулю, начавшая скатываться и разогнаться. Рассмотрим эти два случая и силы, которые действуют на шайбу.

1)



По II з. Ньютона:

$$\vec{m}\vec{a}_1 = \vec{m}\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}1};$$

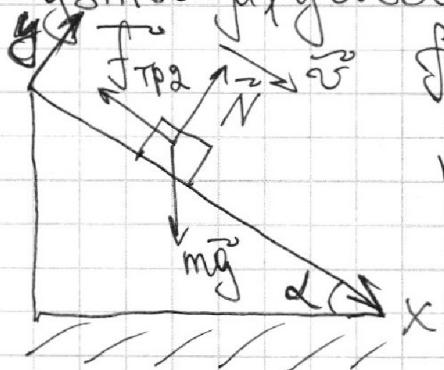
$$\text{оу: } ma_{1y} = 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha;$$

$$\begin{aligned} \text{ох: } ma_{1x} &= ma_1 = mg \sin \alpha + F_{\text{тр}1} \\ ma_1 &= mg \sin \alpha + f_1 N = mg \sin \alpha + f_1 mg \cos \alpha \quad | \cdot \frac{1}{m} \end{aligned}$$

$$a_1 = g \sin \alpha + f_1 g \cos \alpha;$$

2)



По II з. Ньютона:

$$\vec{m}\vec{a}_2 = \vec{m}\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}2}$$

$$\text{оу: } ma_{2y} = 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha;$$

$$\begin{aligned} \text{ох: } ma_{2x} &= ma_2 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}2} = mg \sin \alpha - f_1 N = \\ &= mg \sin \alpha - f_1 mg \cos \alpha \quad | \cdot \frac{1}{m} \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow \begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu m g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha \end{cases} +$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha;$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g};$$

1) графика:

$$a_1 = \frac{|v(0,1) - v(0)|}{0,1 - 0} = \frac{0,6}{0,1} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$a_2 = \frac{v(0,3) - v(0,1)}{0,3 - 0,1} = \frac{0,6}{0,2} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{6 + 3}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20} = 0,45;$$

2. 1) предыдущего пункта: $N = mg \cos \alpha$;
По основному тригонометрическому тождеству:

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

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = \sqrt{\frac{319}{400}} \approx \sqrt{\frac{320}{400}} = \sqrt{\frac{32}{40}} =$$

$$= \sqrt{0,8} \approx 0,9$$

$$\Rightarrow \text{проверка: } \overset{\sin^2 \alpha}{\frac{81}{400}} + \overset{\cos^2 \alpha}{\frac{81}{100}} = \frac{81 + 324}{400} = \frac{405}{400} =$$

$$= 1 \frac{5}{400} = 1,0125 \Rightarrow \text{с погрешностью}$$

$$\Rightarrow \text{с отн. погрешностью } \cos \alpha = 0,9.$$



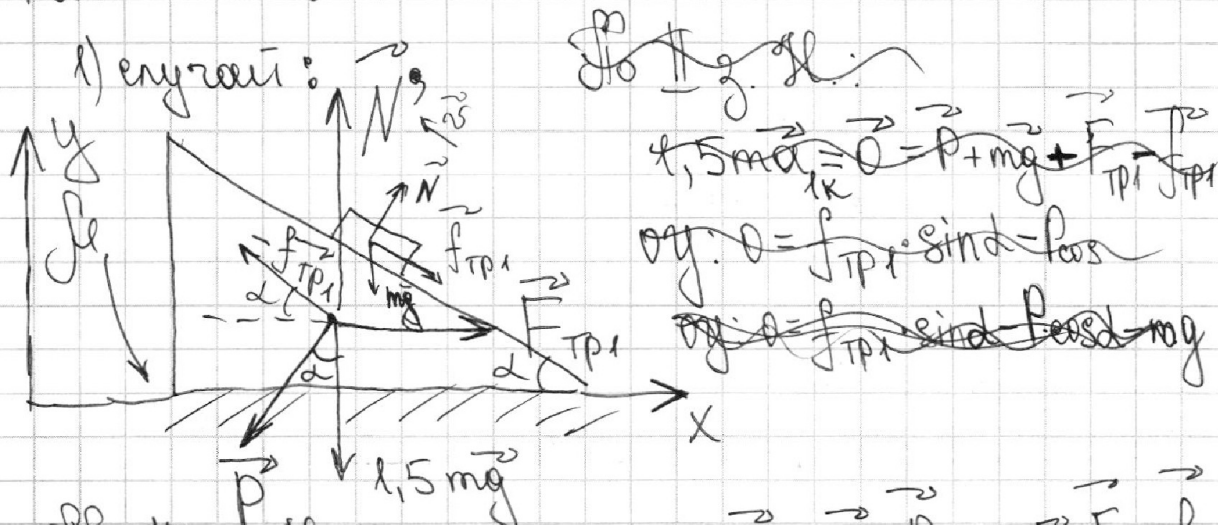
СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$N = 0,4 \cdot 10 \cdot 0,9 = 4 \cdot 0,9 = 3,6 \text{ Н}$$

3. Рассмотрим силы, действующие на клин:



По II з. Ньютона: $1,5m\vec{a}_{\text{кл}} = \vec{0} = \vec{P} + 1,5m\vec{g} + \vec{F}_{\text{TP1}} + \vec{f}_{\text{TP1}}$
(т.к. клин в покое)

$$\text{ox: } 0 = -f_{\text{TP1}} \cdot \cos \alpha - P \cdot \sin \alpha + F_{\text{TP1}}$$

$$F_{\text{TP1}} = P \sin \alpha + f_{\text{TP1}} \cos \alpha$$

$$|\vec{P}| = |\vec{N}| \text{ по III з. Н.} \Rightarrow F_{\text{TP1}} = N \sin \alpha + f_1 mg \cos^2 \alpha$$

$$F_{\text{TP1}} = f_1 N' \Rightarrow f_1 N' = N \sin \alpha + f_1 mg \cos^2 \alpha$$

$$\text{oy: } 0 = N' + f_1 mg \sin \alpha - f_1 mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - P \cos \alpha - 1,5mg$$

$$N' = P \cos \alpha + 1,5mg - f_1 mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$



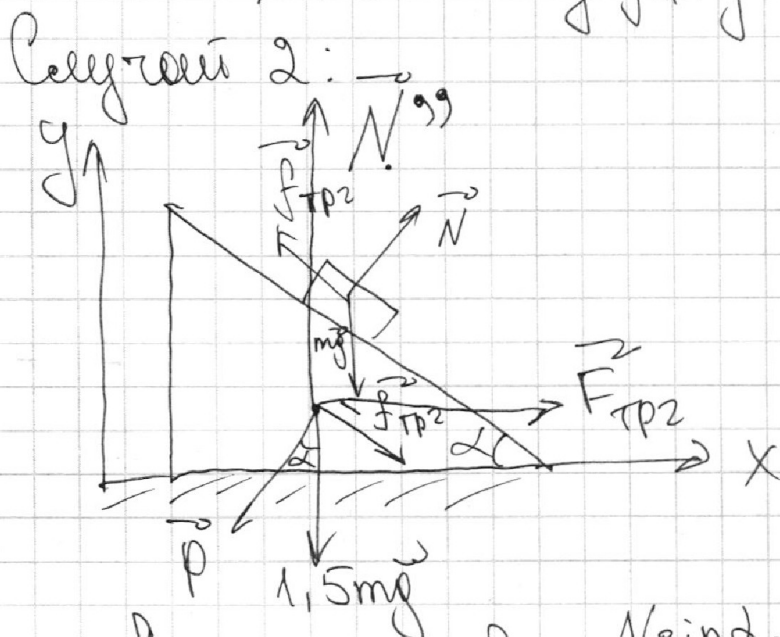
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow \mu = \frac{N \sin \alpha + \mu_1 m g \cos^2 \alpha}{N \cos \alpha + 1,5 m g - \mu_1 m g \cos \alpha \cdot \sin \alpha};$$



$$\Rightarrow \text{Аналогично: } \mu = \frac{N \sin \alpha - \mu_1 m g \cos^2 \alpha}{N \cos \alpha + 1,5 m g + \mu_1 m g \cos \alpha \cdot \sin \alpha}$$

Из условия дано:

$$\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu_1 m g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha - \mu_1 m g \cos \alpha \end{cases}$$

$$\Rightarrow \mu_1 m g \cos \alpha = \frac{a_1 - a_2}{2} = \frac{6 - 3}{2} = 1,5 \text{ Н};$$

Из п. 2: $N = 3,6 \text{ Н}$

$$\Rightarrow \text{с учетом: } \mu = \frac{3,6 \cdot \frac{9}{20} + 1,5 \cdot 0,9}{3,6 \cdot 0,9 + 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10 - 1,5 \cdot \frac{9}{20}} =$$
$$= \frac{1,62 + 1,35}{3,14 + 6 - 0,675} = \frac{2,97}{8,465} \approx \frac{3}{8,5} \approx 0,35$$

3) $\mu \in [0, 35; +\infty)$

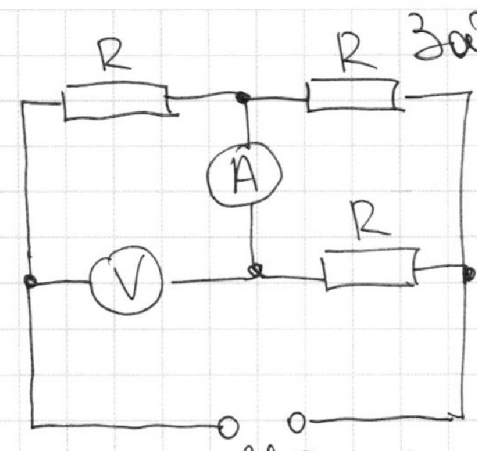


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

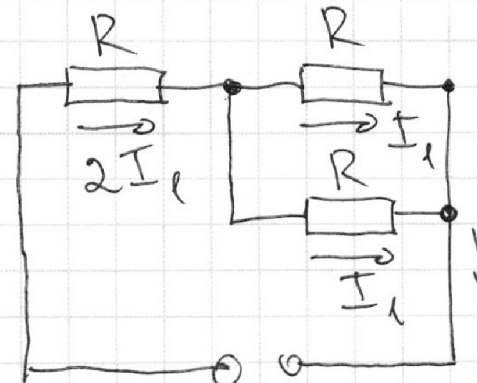
СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. 

Задача 4

$R_{\text{Ампер}} \rightarrow 0; R_{\text{Вольт}} \rightarrow \infty$
 $R_{\text{Ампер}} < R; R_{\text{Вольт}} > R$
 $\Rightarrow$ Перерисовываем схему с учетом этих условий.



$R_0 = R + \frac{R}{2} = 1,5R;$
 $\Rightarrow I = \frac{U}{R_0} = \frac{120}{1,5 \cdot 200} = \frac{120}{300} = \frac{12}{30} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ A};$

2. I_A соответствует току на параллельных ветвях. Расставим токи:
 Ток I_1 течёт через нижнюю параллельную ветвь. Ток I_2 течёт через верхнюю параллельную ветвь. Тогда через верхнюю течёт ток I_1 , а через нижнюю I_2 . По правилу Кирхгофа через один последовательный резистор течёт ток $I_2 = I_1 + I_1 = 2I_1 = I$.
 Т.к. $I_1 = I_A$, то $I_1 = I_A = \frac{I}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ A}$

3. мощность P всей цепи: $P = UI$;

$$P = 120 \cdot 0,4 = 48 \text{ Вт}$$

Ответы: 1) $I = 0,4 \text{ A}$; 2) $I_A = 0,2 \text{ A}$; 3) $P = 48 \text{ Вт}$.



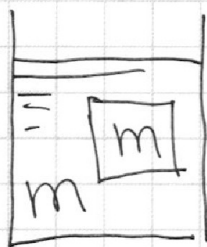
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5



1. Пусть ~~м~~ масса воды
и масса льда обознач. m .
Тогда в начале m воды ~~к~~ m льда:

$$\frac{m}{m} = \frac{1}{1};$$

и в конце $\frac{m_{\text{л}}'}{m_{\text{н}}'} = \frac{11}{9};$

$$\Rightarrow m_{\text{л}}' = \frac{11}{9} m_{\text{н}}', \text{ а } m_{\text{л}}' + m_{\text{н}}' = 2m \text{ (по з. сохр. массы)}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{9} m_{\text{н}}' + m_{\text{н}}' = 2m \Leftrightarrow \frac{20}{9} m_{\text{н}}' = 2m \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m_{\text{н}}' = \frac{18}{20} m = 0,9m$$

$\Rightarrow$ было льда: m стало: $0,9m$.

$\Rightarrow$ превратилось в воду: $m - 0,9m = 0,1m$;

$$\Rightarrow \delta = \frac{0,1m}{m} = 0,1.$$

2. Процессы, кот. произошли:

охлаждение воды, плавление льда.
Выводно, что установившаяся температу-
ра ~~равна~~ $t_0 = 0^\circ\text{C}$;

уравн. $Q_{\text{охл.в.}} + Q_{\text{пла.л.}} = 0$
 $c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_0 - t_1) + \lambda \cdot m_{\text{л.раст.}} = 0$

$$c_{\text{в}} m (t_0 - t_1) + 0,1 \lambda m = 0$$

$$c_{\text{в}} m t_0 - c_{\text{в}} m t_1 + 0,1 \lambda m = 0 \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$-0,1 \lambda = -c_{\text{в}} t_1$$

$$t_1 = \frac{0,1 \lambda}{c_{\text{в}}}; \quad t_1 = \frac{0,1 \cdot 3,36 \cdot 10^5}{4200}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2. Процессы, которые произошли:
нагревание льда, охлаждение воды, плавление льда.

Т.к. в конечном. состоянии ~~льда~~ и вода и лёд, то очевидно, что установившаяся температура — $t_0 = 0^\circ\text{C}$;

УПР: $Q_{\text{охлажд. воды}} + Q_{\text{нагр. лда}} + Q_{\text{тавл. льда}} = 0$

$$c_{\text{в}} m (t_0 - t_1) + c_{\text{л}} m (t_0 - t_2) + \lambda \cdot 0,1 m = 0 \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$\cancel{c_{\text{в}} t_0} - c_{\text{в}} t_1 + \cancel{c_{\text{л}} t_0} - c_{\text{л}} t_2 + 0,1 \lambda = 0$$

$$c_{\text{в}} t_1 = 0,1 \lambda - c_{\text{л}} t_2$$

$$t_1 = \frac{0,1 \lambda - c_{\text{л}} t_2}{c_{\text{в}}} \quad \text{или} \quad t_1 = \frac{8 \lambda - c_{\text{л}} t_2}{4,2}$$

$$t_1 = \frac{0,1 \cdot 3,36 \cdot 10^5 - 2,1 \cdot 10^3 \cdot (-20)}{4,2 \cdot 10^3} = \frac{3,36 \cdot 10^4 + 4,2 \cdot 10^4}{4,2 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{7,56 \cdot 10^4}{4,2 \cdot 10^3} = \frac{75,6}{4,2} = 18^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r} 756 \overline{) 42} \\ \underline{42} \\ 336 \\ \underline{336} \\ 0 \end{array}$$

Ответ: 1) $\delta = 0,1$;
2) $t_1 = 18^\circ\text{C}$.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

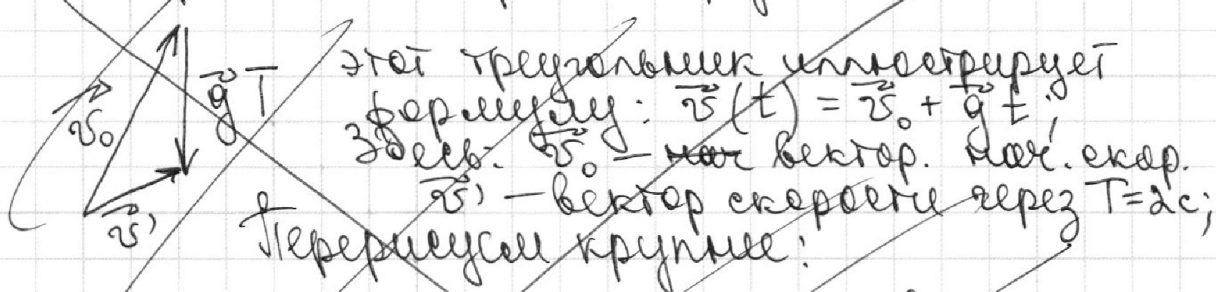
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.

Построим векторный треугольник.



Этот треугольник иллюстрирует формулу: $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{g}t$.

Здесь: $\vec{v}_0$ — нач. вектор. нач. скор. $\vec{v}$ — вектор скорости через $T = \Delta t$;

Перенесем крестик:

В данном случае, высота $M \rightarrow 10$ — длина одного из отрезков, на которые медиана делит сторону gT ;
 $\Rightarrow \frac{M}{T} = \frac{gT}{2}$;

Задача 2.

Векторный треугольник иллюстр. формулу $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{g}t$;

$\Rightarrow$ по т. кос.

$$\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = v_0^2 + (gT)^2 - 2v_0gT \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

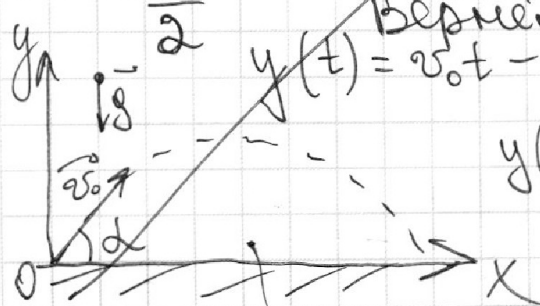
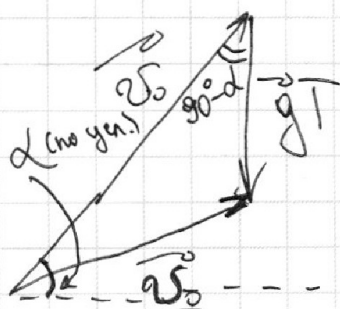
$$\frac{v_0^2}{4} = v_0^2 + g^2T^2 - 2v_0gT \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{3}{4}v_0^2 = 2v_0gT \sin \alpha - g^2T^2$$

Вернёмся к этой формуле позже;

$$y(t) = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$y(T) = v_0 T - \frac{g T^2}{2} = M;$$



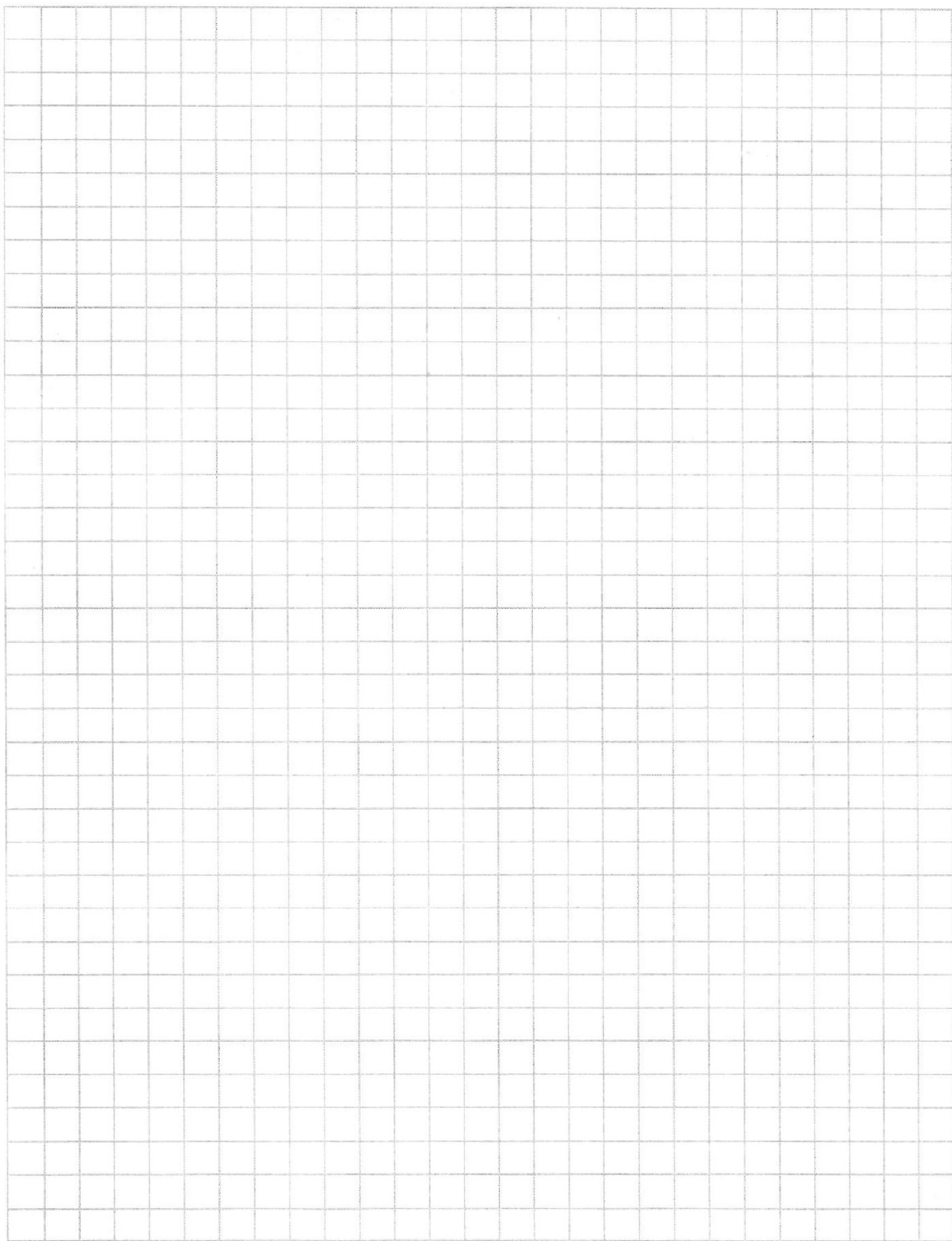


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{v_0 T}{2} + \frac{2T \cdot 2v_0}{2} = \frac{v_0 T}{2} + \frac{4v_0 T}{2} = \frac{5v_0 T}{2} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м}$$

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

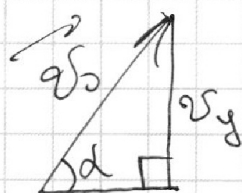
$$\frac{v_0 T}{2} = \frac{2 \cdot 4}{2} = 4 \text{ м}$$

$$Q_{oxn} + Q_{yn} = 0$$

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

$$M =$$

$$v_0^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha$$

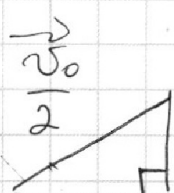


$$v_0 \cos \alpha = v_x$$

$$\frac{v_0}{2} \cos \beta = v_x$$

$$\frac{10}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = 2$$

$$\frac{28}{27} \cdot \frac{3}{9} = 1$$



$$v_x \cos \alpha = \frac{v_0}{2} \cos \beta$$

$$\cos \beta = 2 \cos \alpha$$

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

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{4} = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha - 2 v_0 \sin \alpha g T$$

$$m$$

$$\begin{array}{r} 25000 \\ 19630 \\ \hline 53700 \\ 68405 \\ \hline 112105 \\ 49950 \\ \hline 62155 \end{array}$$

$$\text{Блеск: } \frac{m}{m} = 1; \text{ Гран: } \frac{m_g}{m_n} = \frac{11}{9}$$

$$m_g = \frac{11}{9} m_n; m_n + \frac{11}{9} m_n = 2m; \frac{20}{9} m_n = 2m$$

$$m_n = \frac{18}{20} = 0,9 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\mu_1 = \frac{5}{12}$
 $0,28$

$9,14 + 0,675 = 9,815$
 $N = mg \cos \alpha$
 $a_1 - a_2 = 2 \mu_1 [mg \cos \alpha]$
 $\mu_1 = \frac{3}{7,2} = \frac{1}{2,4} = \frac{10}{24} = \frac{5}{12}$

$l - ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$
 $a = \mu g \cos \alpha - \sin \alpha$

$mg \sin \alpha \leq \mu mg \cos \alpha$
 $\mu > \tan \alpha$

$\mu mg \cos \alpha = 0,4 \cdot 10 \cdot 0,9 = 3,6$
 $= 4 \cdot 0,9 = 3,6 \text{ Н}$

320
 400
 $0,0$

289

$0,9$
 $405 = 1 \frac{5}{400}$

$1,25$
 $10.000 = 1,0125$

$1,5 \cdot 0,4 \cdot 10 + 3,6 \cdot 0,9 = 15 \cdot 0,4 + 3,24$
 $6,0 + 3,24 = 9,24$

$5 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 0,9$