



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 $t = T$.

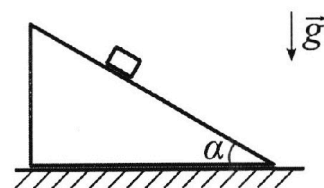
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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.

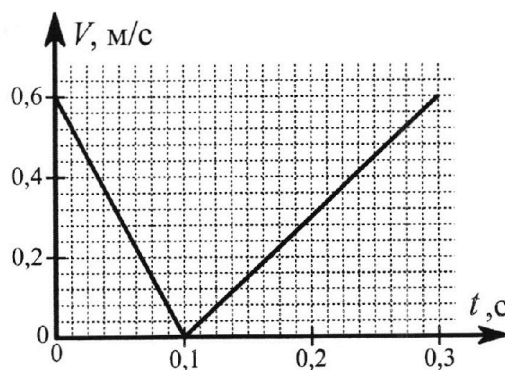
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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?





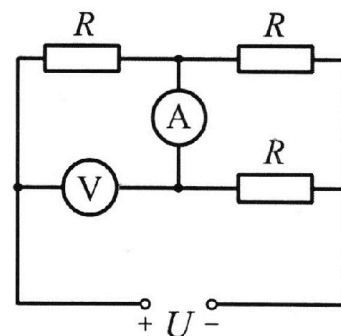
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



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.



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 1.

Исследуем $\vec{v}(t)$. Введя ось Ox , $\vec{v}(0) \uparrow \downarrow Ox$, получим:

$$\begin{cases} v_x < 0 \text{ при } t \in [0; T) \\ v_x \geq 0 \text{ при } t \in [T; +\infty) \end{cases}$$

Проинтегрируем функцию скорости на $t \in [0; T)$, а после — на $t \in [T; 3T]$ и, сложив полученные величины, найдём путь S (учтём, что движение прямолинейное, т.к. не преобразуется направление вектора, кроме начального разворота).

$$\begin{aligned} S_1 &= \left| \int_0^T v(t) dt \right| = \left| \int_0^T v_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) dt \right| = \left| v_0 \left(\frac{t^2}{2T} - t \right) \Big|_0^T \right| = \left| v_0 \left(\frac{T^2}{2T} - T \right) \right| = \left| v_0 \left(\frac{T}{2} - T \right) \right| = \frac{v_0 T}{2} \text{ — путь на } t \in [0; T) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_2 &= \int_T^{3T} v(t) dt = v_0 \left(\frac{t^2}{2T} - t \right) \Big|_T^{3T} = v_0 \left(\frac{9T^2}{2T} - 3T \right) - v_0 \left(\frac{T^2}{2T} - T \right) = \\ &= 2v_0 T. \end{aligned}$$

$$S = S_1 + S_2 = 2,5 v_0 T = 2,5 \cdot 2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 20 \text{ м}$$



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

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!

При этом модуль $|\vec{S}|$ равен:

$$|\vec{S}| = \int_0^{3T} v(t) dt = v_0 \left(\frac{t^2}{2T} \Big|_0^{3T} - t \Big|_0^{3T} \right) = 1,5 v_0 T$$

Найдём $F = m \cdot a$, где a — производная $v(t)$, т.е. $\dot{v}(t)$.

$$\dot{v}(t) = \frac{d}{dt} \left(v_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) \right) = v_0 \left(\frac{d}{dt} \left(\frac{t}{T} - 1 \right) \right) = \frac{v_0}{T}$$

$$F = ma = \frac{m v_0}{T} = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 0,2 \text{ Н}$$

При совершении работы A угол между векторами $\vec{S}$ и $\vec{F}$ был равен $\pi \Rightarrow A$ со знаком $-$:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = -F \cdot S = \cancel{0,2 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м}} - F \cdot \frac{v_0 T}{2} = -0,2 \text{ Н} \cdot \frac{2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с}}{2}$$

$$= -0,8 \text{ Дж}$$

Отв. Вит: 1. $S = 20 \text{ м}$

2. $|\vec{F}| = 0,2 \text{ Н}$

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
☐

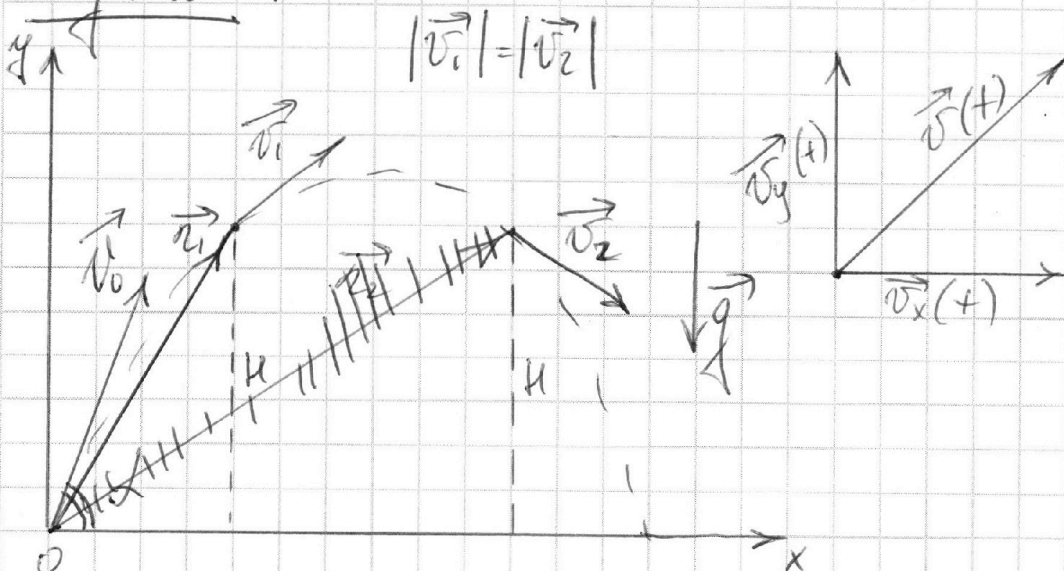
6
☐

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!

Задача 2.



$$v(t)^2 = v_x(t)^2 + v_y(t)^2$$

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

$$v_1^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gT)^2 = v_0^2 + g^2 T^2 - 2v_0 \sin \alpha gT$$

$$\frac{v_1^2}{v_0^2} = \frac{1}{4} = 1 + \frac{g^2 T^2 - 2v_0 \sin \alpha gT}{v_0^2}$$

Решая, получаем:

$$v_0^2 - \frac{8}{3} \sin \alpha gT \cdot v_0 + \frac{4}{3} g^2 T^2 = 0$$

Решая кв. ур., находим v_0 :

$$v_0 = \frac{8}{6} \sin \alpha gT \pm \sqrt{\frac{16 \sin^2 \alpha g^2 T^2}{9} - \frac{4}{3} g^2 T^2} = \frac{8}{6} \sin \alpha gT$$



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!

$$v_0 = \frac{f}{6} \sin 2\alpha T, \quad \frac{f}{6} \sin 2\alpha T$$

$$\vec{s} = \vec{v}_0 + \vec{a} \frac{T^2}{2}$$

$$\textcircled{0y}) H = v_0 \sin \alpha T - g \frac{T^2}{2} = \frac{f}{6} \sin^2 2\alpha T^2 - g \frac{T^2}{2} =$$

$$= \frac{f}{6} \cdot \frac{3}{4} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{с}^2 - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{4 \text{с}^2}{2} =$$

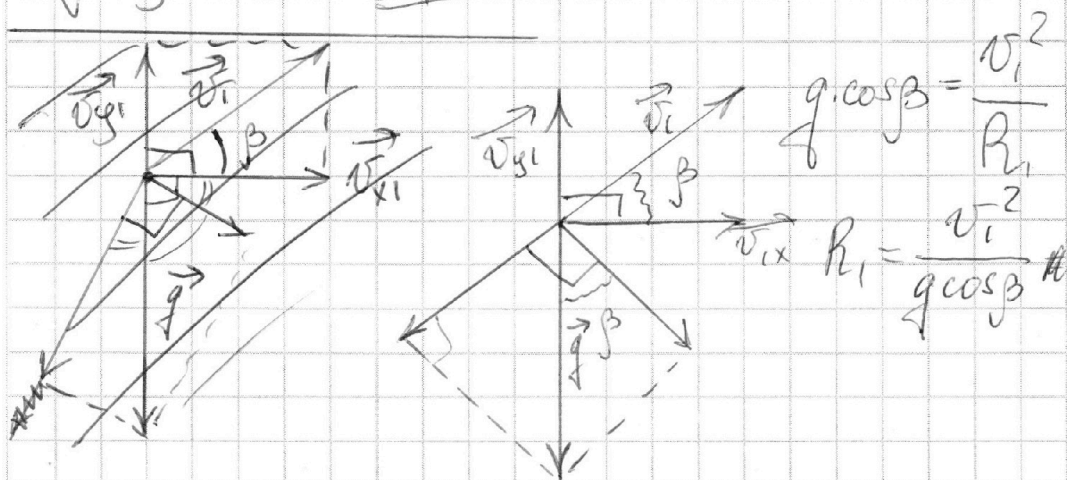
$$= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{4 \text{с}^2}{2} = 20 \text{ м}$$

Найдем $|\vec{r}_1|$ и $|\vec{r}_2|$:

$$\textcircled{0x}) r_{1x} = v_0 \cos \alpha T = \frac{f}{6} \sin \alpha \cos 2\alpha T^2 = \frac{f}{6} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{с}^2 =$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 40 \text{ м} \Rightarrow |\vec{r}_1| = \sqrt{r_{1x}^2 + H^2} = \sqrt{\frac{3}{9} \cdot 1600 \text{ м}^2 + 400 \text{ м}^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{2800}{3}} \text{ м}$$





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
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!

Найдем v_1 и $\cos \beta$:

$$v_1 = \frac{v_0}{2} = \frac{2}{3} \sin \alpha g T$$

$$\cos \beta = \frac{v_0 \cos \alpha}{\frac{v_0}{2}} = 2 \cos \alpha = 1.$$

$$R_1 = \frac{4}{g} \sin^2 \alpha g^2 T^2 \cdot \frac{1}{g} = \frac{4}{g} \cdot \frac{3}{4} (10 \text{ м/с}^2)^2 \cdot 4 \text{ с} \cdot \frac{1}{10 \text{ м/с}^2} =$$
$$= \frac{1}{3} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с}^2 = \frac{40}{3} \text{ м}$$

Ответ: 1. $H = 20 \text{ м}$

2. $|\vec{v}| = \sqrt{\frac{400}{3}} \text{ м/с}$

3. $R_1 = \frac{40}{3} \text{ м}$



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

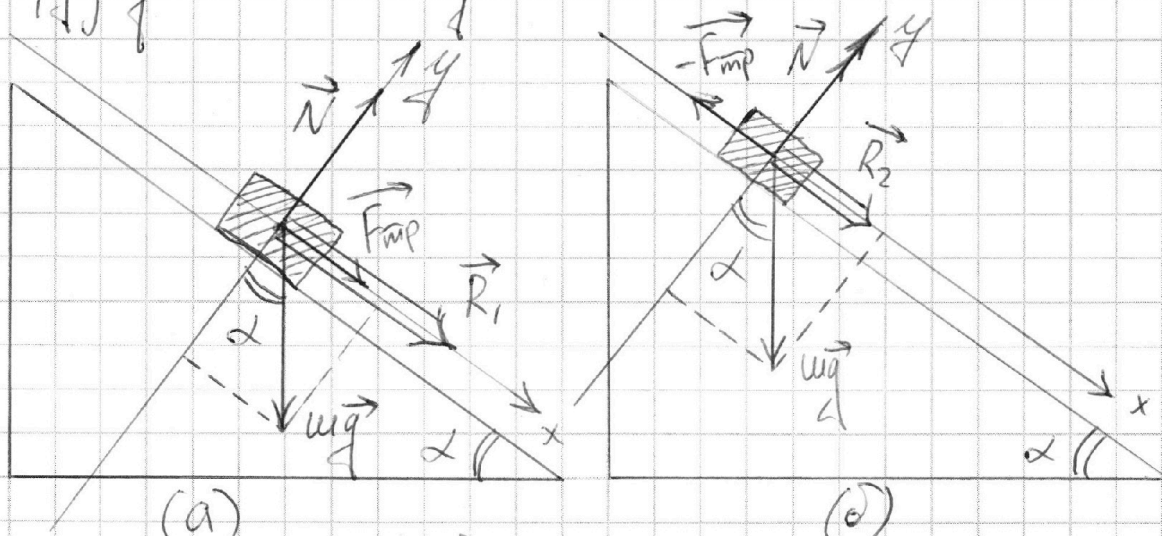
1 из 3

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!

Задача 3.

Рассмотрим 2 случая при показываемых кинем.

- а) груз движется вверх по накл. плоскости.
б) груз движется вниз по накл. плоскости.



$$\begin{cases} mg + N + F_{\text{fr}} = R_1 & (1) \\ mg + N - F_{\text{fr}} = R_2 & (2) \end{cases}$$

(1)* $O_y) N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{fr}} = \mu_0 mg \cos \alpha$, μ_0 - коэффициент трения

$O_x) mg \sin \alpha + \mu_0 mg \cos \alpha = ma_1$

По графику $a_1 = \frac{dv}{dt}$ на $t \in [0; 0,1]$; $a_1 = \frac{0,6 \text{ м/с}}{0,1 \text{ с}} = 6 \text{ м/с}^2$

$$\frac{a_1}{g} = \sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha \quad (3)$$

(2)* $O_y) N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{fr}} = \mu_0 mg \cos \alpha$

$O_x) mg \sin \alpha - \mu_0 mg \cos \alpha = a_2 m$, $a_2 = \frac{dv}{dt}$ на $t \in [0,1]$; $a_2 = \frac{0,3 \text{ м/с}}{0,1 \text{ с}} = 3 \text{ м/с}^2$



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!

$$a_2 = \frac{0,64/c}{0,70} = 34/c^2; \quad \boxed{2a_2 = a_1}$$

$$\frac{a_2}{g} = \sin \alpha - \mu_0 \cos \alpha \quad (4)$$

$$\frac{2a_2}{g} = \frac{a_1}{g} = 2 \sin \alpha - 2\mu_0 \cos \alpha = \sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha$$
$$\sin \alpha = 3\mu_0 \cos \alpha$$

~~$\mu_0 = 3 \tan \alpha$~~ см. урег. стр.

~~$$\frac{a_2}{g} = \sin \alpha - 3 \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} = \sin \alpha - 3 \frac{(1 - \sin^2 \alpha)}{\sin \alpha}$$~~

~~$$\sin \alpha = x \quad (x \neq 0)$$~~

~~$$\frac{a_2}{g} = x - \frac{3 - x^2}{x} = x - \frac{3}{x} + x = 2x - \frac{3}{x} \quad | \cdot x$$~~

~~$$2x^2 - 3 - \frac{a_2}{g} x = 0$$~~

~~$$2 \sin^2 \alpha - \frac{a_2}{g} \sin \alpha - 3 = 0 \quad | : 2$$~~

~~$$\sin^2 \alpha - \frac{a_2}{2g} \sin \alpha - \frac{3}{2} = 0$$~~

~~$$\sin \alpha = \frac{a_2}{4g} \pm \sqrt{\frac{a_2^2}{16g^2} + \frac{3}{2}}$$~~



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.

☐☐☒☐☐☐☐

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!

$$\mu_0 = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{1}{3} = \frac{\sin \alpha}{3 \cos \alpha}$$
$$\frac{a_2}{g} = \sin \alpha - \frac{\sin \alpha}{3 \cos \alpha} \cdot \cos \alpha = \frac{2}{3} \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{3 a_2}{2 g} = \frac{3 \cdot 0,3 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,045$$

$$N = mg \cos \alpha = 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \sqrt{1 - (0,045)^2} = 4 \sqrt{0,997975} \text{ Н}$$
$$\approx 4 \text{ Н}$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = 0,045$; 2. $N \approx 4 \text{ Н}$;



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
☐

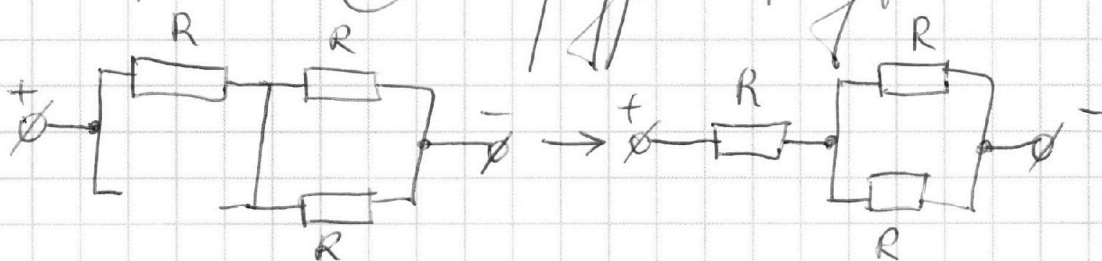
СТРАНИЦА

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!

Задача 4.

1. Пусть $R_A = 0$ и $R_V = \infty$ (как у идеальных приборов), рассмотрим данную цепь с переменкой в месте (A) и разрывом цепи в месте (V) :



2. Из полученной схемы делаем вывод о том, что I_A равна половине тока, текущему через одну из ветвей резистора (и батарейку).

$$R_0 = R + \frac{R^2}{2R} = \frac{3}{2}R - \text{эквив. сопротивление цепи}$$

$$I = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 120 \text{ В}}{3 \cdot 800 \Omega} = 0,4 \text{ А}; \quad I_A = \frac{I}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ А}.$$

$$3. P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{(120 \text{ В})^2 \cdot 8}{3 \cdot 800 \Omega} = \frac{144 \text{ В} \cdot 100 \text{ В}}{3 \cdot 100 \Omega} = 48 \text{ Вт}$$

Ответ: 1. $I = 0,4 \text{ А}$; 2. $I_A = 0,2 \text{ А}$; 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.



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.

Дано: (1) остывание воды
(2) нагревание льда
(3) плавление части льда

$$t_2 = -20^\circ\text{C}$$

$$n = \frac{11}{9}$$

$$c_1 = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$1. \delta - ?$$

$$2. t_1 - ?$$

Из описанных процессов, происходящих вместе, сделаем вывод о том, что конечная темп-ра процесса равна t_0 (так как содержащееся соудра при дтм. давлении было бы в одной фазе). Составим УТБ:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$c_2 m (t_1 - t_0) = c_1 m (t_0 - t_2) + \lambda \delta m, \text{ где } m - \text{масса воды/льда и т.д.}$$

Найдём δ :

	до	после
вода	m	$m(1+\delta)$ или $m+\delta m$
лёд	m	$m(1-\delta)$ или $m-\delta m$

$$\frac{m(1+\delta)}{m(1-\delta)} = \frac{1+\delta}{1-\delta} = n$$

$$1+\delta = n - n\delta$$

$$\delta(n+1) = n-1$$

$$\delta = \frac{n-1}{n+1} = \frac{\frac{11}{9}-1}{\frac{11}{9}+1} = \frac{2}{9} \cdot \frac{9}{20} = 0,1.$$

$$c_2 t_1 = c_1 t_2 + \lambda \delta \quad (\text{УТБ: } m \text{ и } t_0 = 0^\circ\text{C})$$



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
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!

$$t_1 = \frac{2\delta - c_n t_2}{C_B} = \frac{3,36 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Дж}}{\text{м}} + 2,1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Дж}}{\text{м}}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}} =$$

$$= 18^\circ\text{C}$$

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
☐

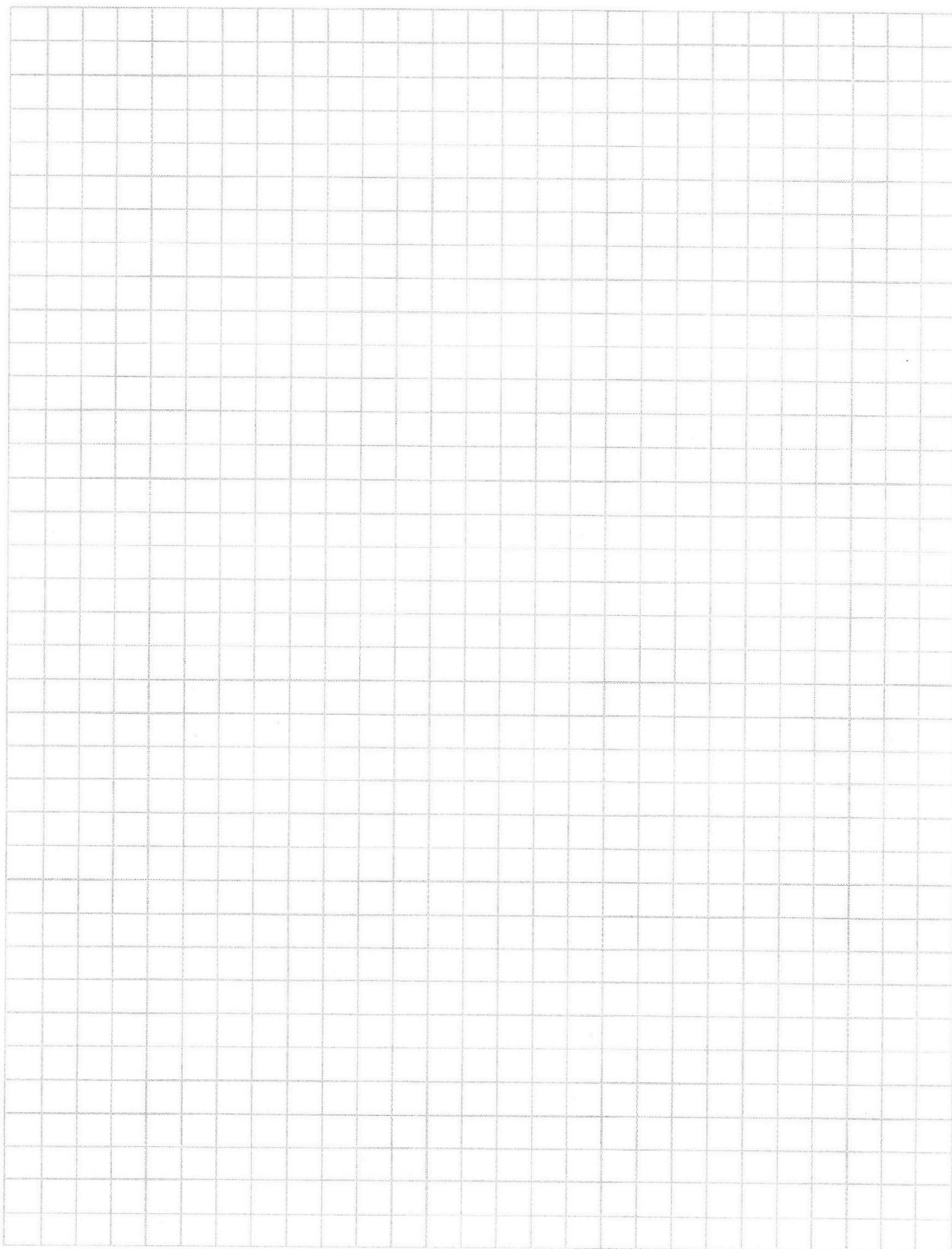
5
☐

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!



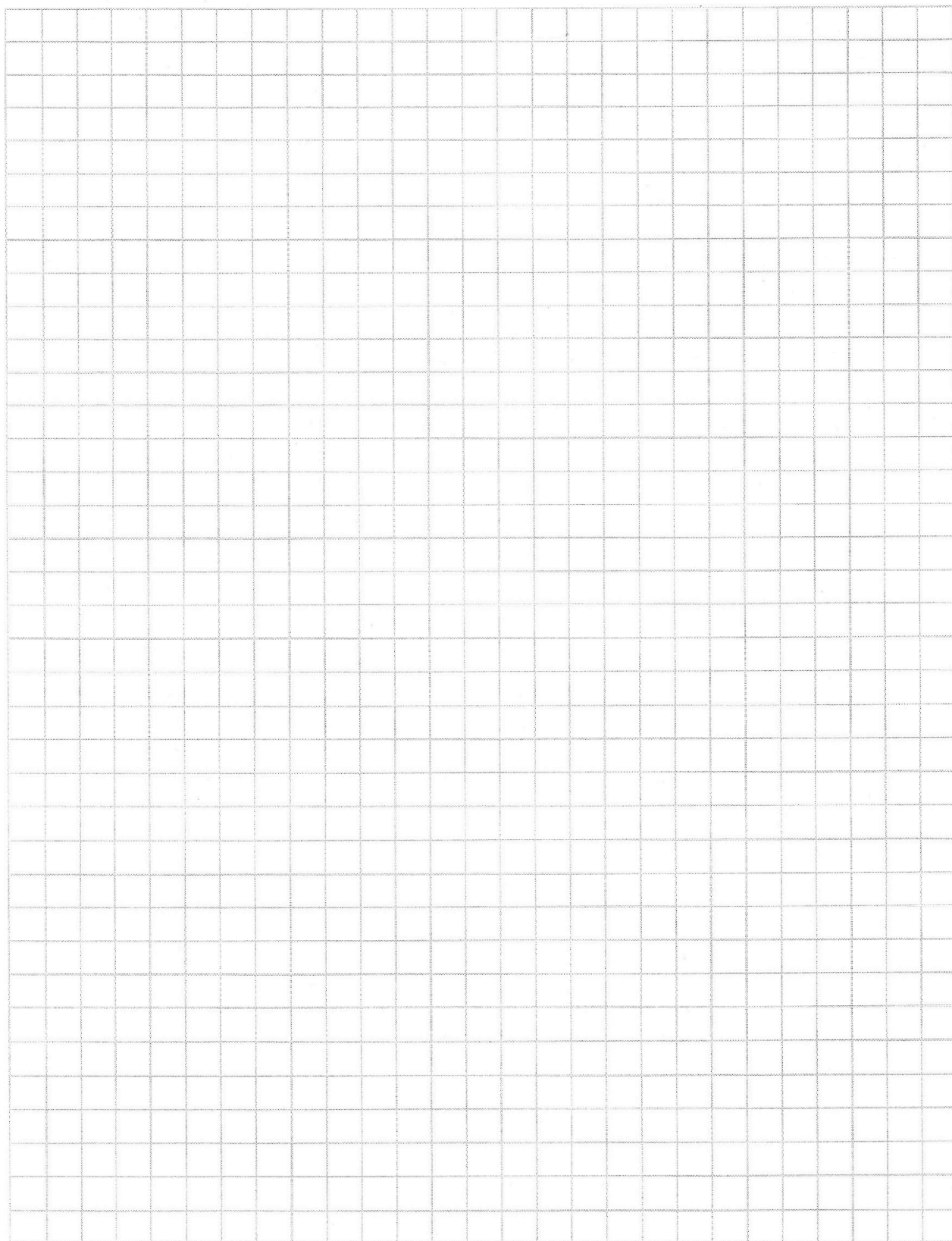


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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
☐

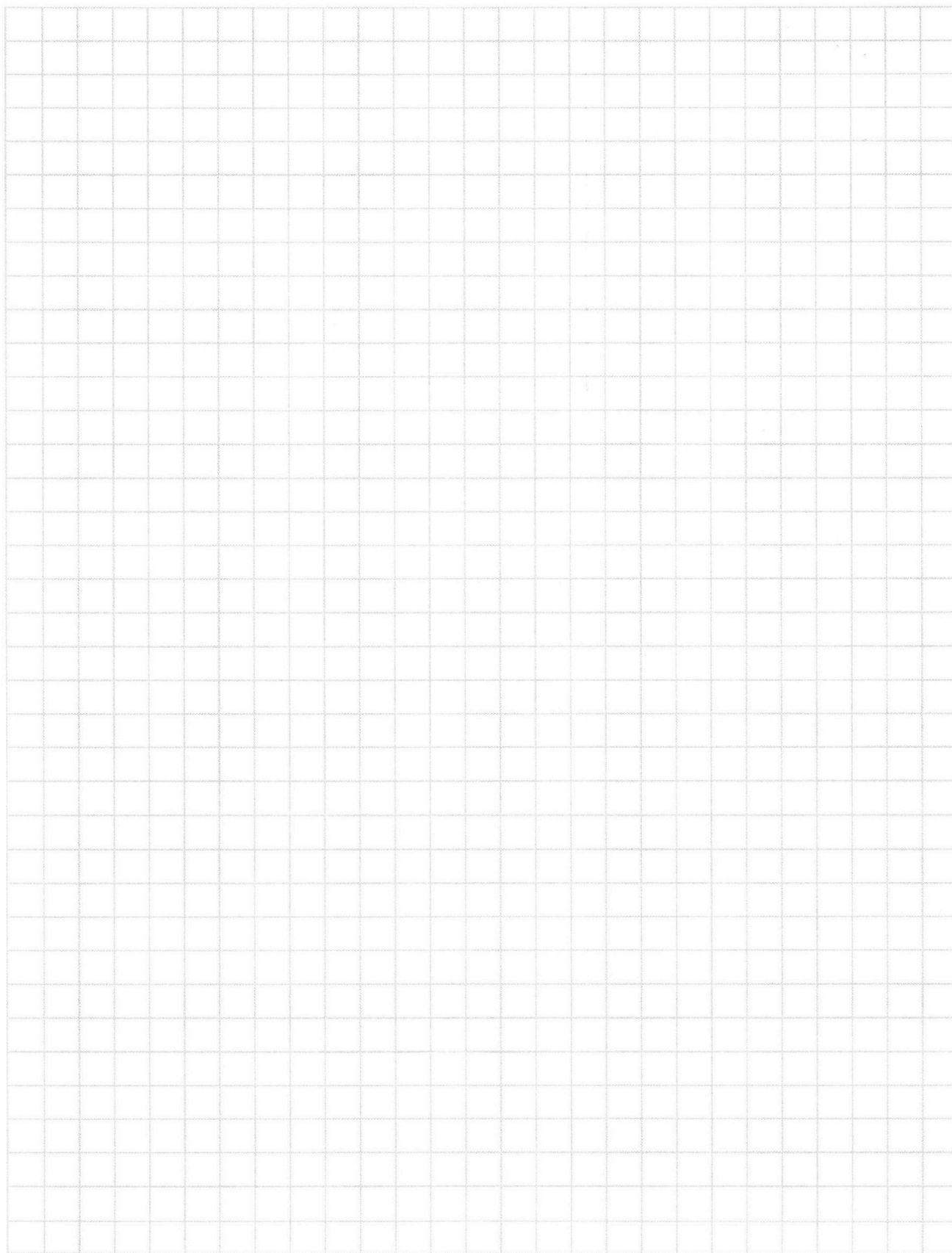
5
☐

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!





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.

Дано: Дв-ие тела, брошенных под углом к горизонту

$$\alpha = 60^\circ$$

$$T = 2c$$

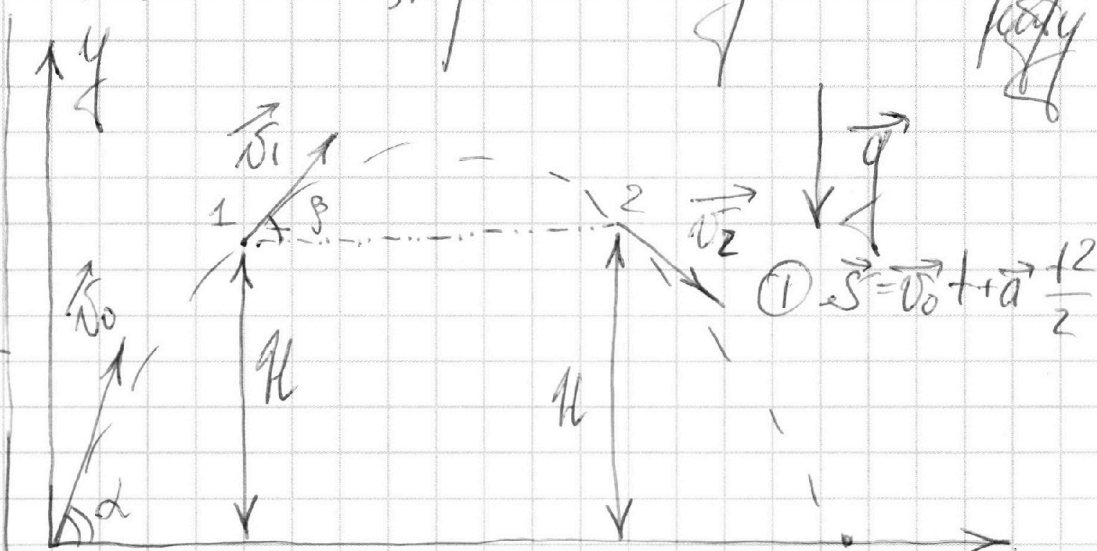
$$v_0 = 2v_1$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1. H - ?$$

$$2. |\vec{v}(T)| - ?$$

$$3. R - ?$$



$$① \vec{s} = \vec{v}_0 + \vec{a} \frac{T^2}{2}$$

v_0 - начальная скорость; v_1 - скорость в момент T ;

1. Из симметрии графика движения (параболы) следует равенство модулей скорости v_1 и v_2 , находящихся на одной высоте H от гор.

$$0 \rightarrow 1: ① \text{ Оу) } H = v_0 \sin \alpha \cdot T - g \frac{T^2}{2}$$

$$\begin{aligned} & \left[\begin{aligned} & \text{по } H = v_0 \sin \alpha \cdot T - g \frac{T^2}{2} \\ & \text{по } H = v_1 \sin \alpha \cdot T - g \frac{T^2}{2} \end{aligned} \right] \\ & \begin{aligned} & v_0 \sin \alpha \cdot T - g \frac{T^2}{2} = v_1 \sin \alpha \cdot T - g \frac{T^2}{2} \\ & v_0 \sin \alpha \cdot T = v_1 \sin \alpha \cdot T \end{aligned} \end{aligned}$$



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!



~~Решение~~ *Применим.*

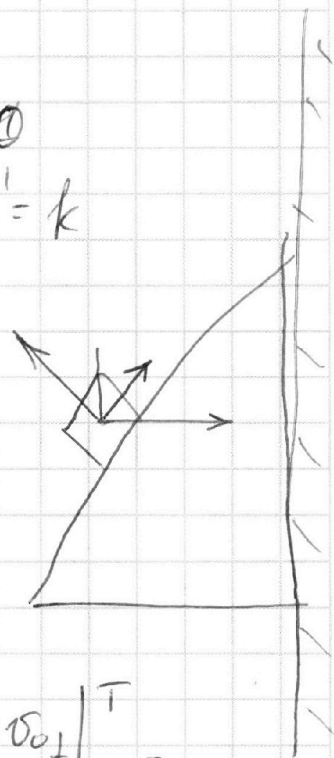
$$\begin{aligned} \int_0^{3T} v(t) dt &= \\ &= \int_0^{3T} v_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) dt = v_0 \int_0^{3T} \left(\frac{t}{T} - 1 \right) dt = v_0 \left(\int_0^{3T} \frac{t}{T} dt - \int_0^{3T} dt \right) = \\ &= v_0 \left(\frac{1}{T} \int_0^{3T} t dt - \int_0^{3T} dt \right) = v_0 \left(\frac{t^2}{2T} \Big|_0^{3T} - t \Big|_0^{3T} \right) = \\ &= v_0 \left(\frac{9T^2}{2} - 3T \right) = 1,5 v_0 T. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C' &= 0 \\ (kx + C)' &= k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dt} &= \frac{d}{dt} \left(v_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) \right) = \\ &= v_0 \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{t}{T} - 1 \right) = v_0 \cdot \frac{1}{T} = \frac{v_0}{T} = a \end{aligned}$$

$$\boxed{F = \frac{mv_0}{T}}$$

$$\begin{aligned} A &= \int_0^T \frac{mv_0}{T} dt = \frac{mv_0}{T} t \Big|_0^T = \\ &= mv_0 \end{aligned}$$





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.



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!

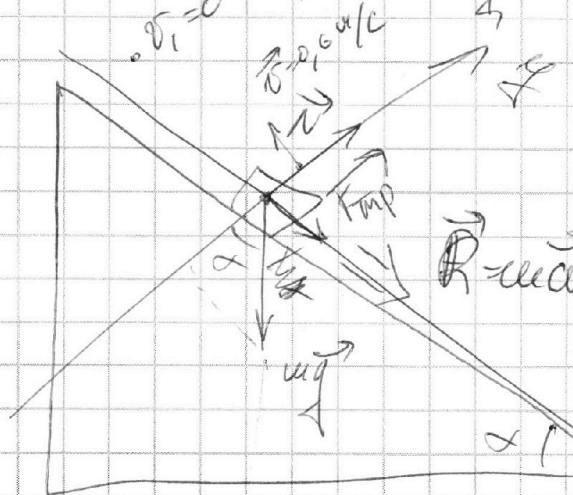
$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cdot \underbrace{|\vec{s}|}_{1} \cos \alpha =$$

$$\textcircled{1} \sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha = \frac{q}{g}$$

$$[0, T]: \quad \frac{v_0 \left(\frac{T}{T} - 1 \right) - v_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right)}{T} = \vec{p} = m \vec{v} \dots ?$$

$$= \frac{v_0}{T} (1) = \frac{v_0}{T}$$

$$\frac{m v_0}{T} \cdot 1,5 v_0 \neq 1,5 m v_0^2$$



$$m \vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{tr}} - \vec{R} = m \vec{a}$$

$$\textcircled{0y) \quad N = m g \cos \alpha \Rightarrow \\ \Rightarrow F_{\text{tr}} = \mu_0 m g \cos \alpha$$

$$\textcircled{0x) \quad m g \sin \alpha + \mu_0 m g \cos \alpha = m a$$

$$a = g \sin \alpha + \mu_0 g \cos \alpha$$

$$a = \frac{9,6 \text{ м/с}}{0,1 \text{ с}} = 96 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{g}{16 \cdot 100} + \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{2409}{1600}}$$

$$\begin{aligned} & (50-3)(50-3) \\ & (50-3)^2 = \\ & = 2500 - 9 - 2 \cdot 50 \cdot 3 = \\ & = 2500 - 300 - 2209 \end{aligned}$$

$$\frac{a}{g} = \sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha$$

$$\frac{1}{40}$$



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 __

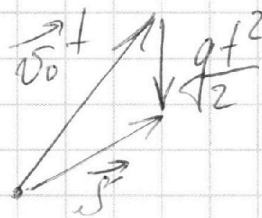
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{gT^2(2\sin\alpha - \sin\beta)(2\sin\alpha + \sin\beta)}{2(2\sin\alpha - \sin\beta)^2} = gT^2 \left(\frac{a+b}{a-b} - \frac{a^2-b^2}{(a-b)^2} \right)$$

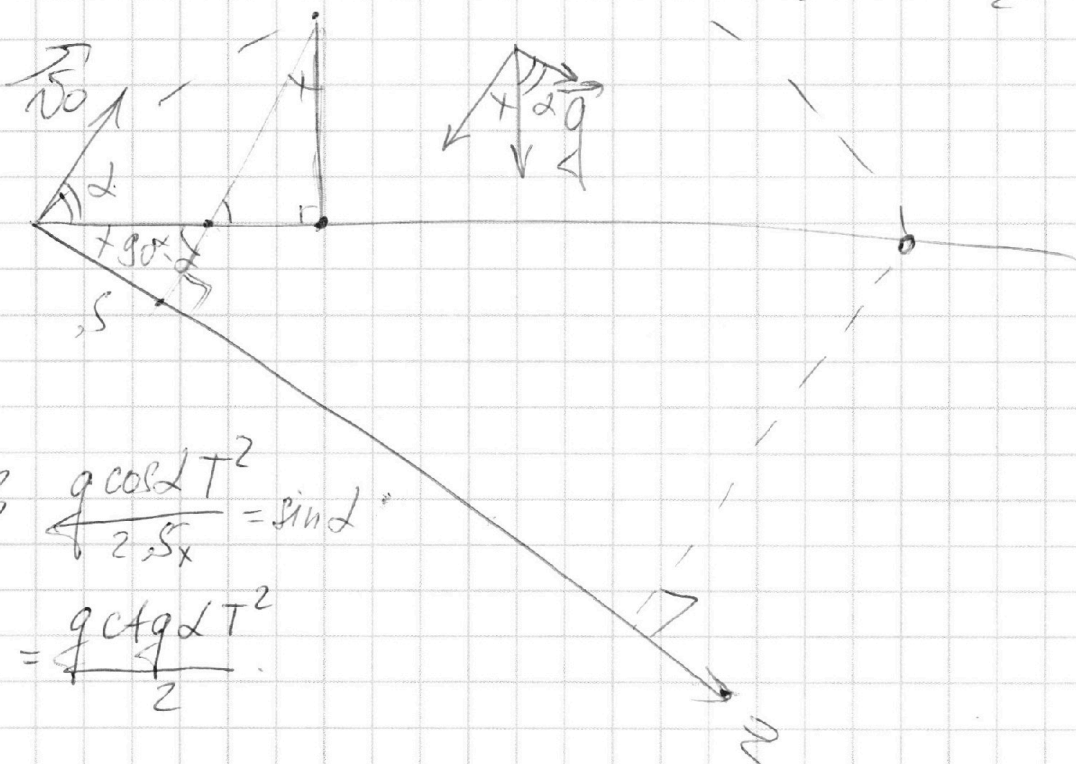
$$\frac{gT^2(2\sin\alpha + \sin\beta)}{2(2\sin\alpha - \sin\beta)} = \frac{gT^2}{2} \cdot \left(\frac{2\sin\alpha + \sin\beta}{2\sin\alpha - \sin\beta} \right)$$

$$v_1 \sin\beta = 2v_1 \sin\alpha - gT$$

$$v_1(2\sin\alpha - \sin\beta) = gT$$



$$S_y = 0 + \frac{g \cos 2T^2}{2}$$



$$\frac{g \cos 2T^2}{2 S_x} = \sin \alpha$$

$$S_x = \frac{g \cot 2T^2}{2}$$

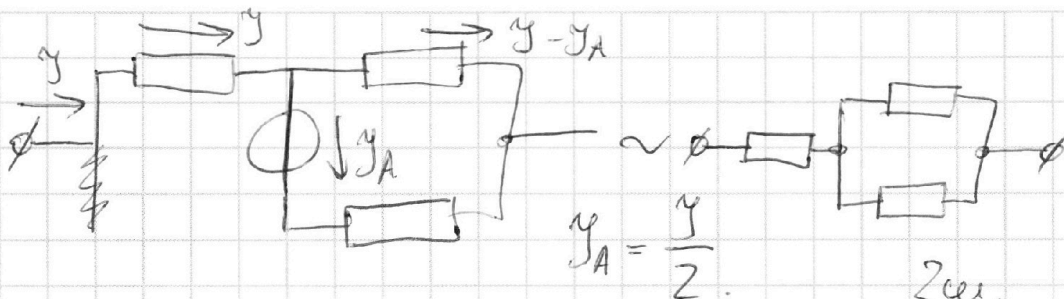


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!



$$\frac{144}{24} = 6$$

- (1): остывание воды
- (2): нагревание льда
- (3): плавление льда
- (4): нагревание части воды

$$\frac{2m}{m} = 2$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$c_B m (t_1 - t_0) = c_A m (t_0 - t_2) + \lambda \Delta m$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C}$$

$$\frac{m_B + \Delta m}{m_A - \Delta m} = \frac{11}{9}$$

$$c_B m (t_1 - t_0) = c_A m (t_0 - t_2) + \frac{\lambda m}{g} \quad | : m$$

$$g m + g \Delta m = 11 m - 11 \Delta m$$

$$c_B t_1 + c_A$$

$$\frac{3360 \cdot 42}{-336} = -420$$

$$2m = 18 \Delta m$$

$$\Delta m = \frac{m}{9}$$

$$t_1 = \frac{\lambda \Delta - c_A t_2}{c_B} =$$

$$= \frac{3,36 \cdot 10^4 \cdot 42 + 2,1 \cdot 10^4 \cdot 20}{4200} = \frac{3360 + 420}{42} =$$

$$= 10 + 10 = 20$$



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**.



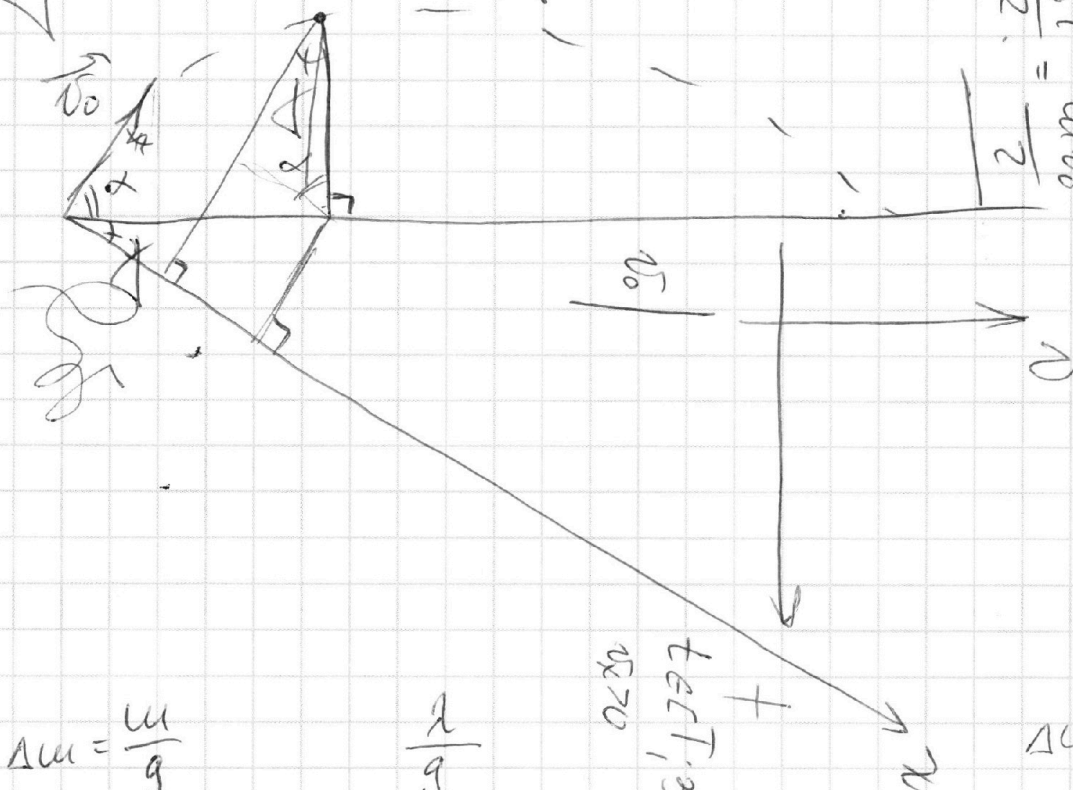
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

$$H = \frac{gT^2}{2} \frac{2\sin\alpha + \sin\beta}{2\sin\alpha - \sin\beta}$$

$0 \rightarrow 3$

$$0_y) 0 = v_0 \sin\alpha t_0 - g \frac{t_0^2}{2}$$



$$\Delta u = \frac{u}{g}$$

$$\frac{x}{g}$$

$$u(1+\delta)$$

$$\frac{1+\delta}{1-\delta} = n$$

$$1+\delta = n - n\delta$$

$$n\delta(1+\delta) = n-1$$

$$v(t) = v_0 + at$$

$$v = v_0 + at$$

$$\frac{gT^2 - T^2}{2T} - (3T - T) =$$

$$= 4T - 2T = 2T$$

$$F \cdot S = \frac{u v_0}{1} \cdot \frac{v_0 T}{2} = \frac{u v_0^2}{2}$$

$$v_0 \left(\frac{t^2}{2T} - t \right) = v_0 \left(\frac{T^2}{2T} - T \right) = -\frac{v_0 T}{2}$$

$$t \in [T, 3T]$$

$$\frac{2}{g} \div \frac{20}{g}$$

$$t \in [0, T]$$

$$t \in$$

$$u v_0$$

$$\frac{v_0 T}{2}$$



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!

$$\textcircled{1} \vec{S} = \vec{v}_0 + \vec{a} \frac{T^2}{2} \quad \textcircled{2} \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \quad v_1(2\sin\alpha - \sin\beta) = gT$$

$$\textcircled{2} \text{ Oy) } v_1 \sin\beta = v_0 \sin\alpha - gT \Rightarrow 2v_1 \sin\alpha - v_1 \sin\beta = gT$$

$$\sin\beta = \frac{2v_0 \sin\alpha - gT}{v_1}$$

$$H = v_0 \sin\alpha T - g \frac{T^2}{2} \quad v_0(2\sin\beta - \sin\alpha) = -gT$$

$$\textcircled{3} \vec{v}^2 - \vec{v}_0^2 = 2\vec{a} \cdot \vec{S} \quad \frac{1600}{3} + \frac{1200}{3} = v_1^2$$

$$\text{Oy) } v_1^2 \sin^2\beta - v_0^2 \sin^2\alpha = -2gH$$

$$v_1^2 \sin^2\beta - 4v_1^2 \sin^2\alpha = -2gH$$

$$v_1^2 \sin^2\beta - 4v_1^2 \sin^2\alpha = -2gH$$

$$v_1 = \frac{gT}{2\sin\alpha - \sin\beta}$$

$$H = 2v_1 \sin\alpha T - g \frac{T^2}{2} = \frac{2g \sin\alpha T^2}{2\sin\alpha - \sin\beta} - \frac{gT^2}{2}$$

$$v_1^2(4\sin^2\alpha - \sin^2\beta) = 2gH \quad = \frac{4g \sin\alpha T^2}{4\sin\alpha - 2\sin\beta} - \frac{gT^2(2\sin\alpha - \sin\beta)}{4\sin\alpha - 2\sin\beta}$$

$$H = \frac{v_1^2(4\sin^2\alpha - \sin^2\beta)}{2g}$$

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

$$gT^2(4\sin^2\alpha - \sin^2\beta)$$

$$\frac{gT^2(4\sin^2\alpha - \sin^2\beta)}{2g(2\sin\alpha - \sin\beta)^2} = \frac{gT^2(4\sin\alpha - 2\sin\alpha + \sin\beta)}{4\sin\alpha - 2\sin\beta}$$



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!

$$v_0^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha \quad \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \frac{3}{4}$$

$$v_1^2 = v_{x1}^2 + v_{y1}^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gT)^2$$

$$\frac{v_1^2}{v_0^2} = \frac{1}{4} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 T^2 - 2v_0 \sin \alpha gT}{v_0^2}$$

$$= \frac{g^2 T^2 - 2v_0 \sin \alpha gT}{v_0^2} = \frac{1}{4} - 1 = -\frac{3}{4}$$

$$\frac{2v_0 \sin \alpha gT - g^2 T^2}{v_0^2} = \frac{3}{4} \quad = gT \sqrt{\frac{16}{9} \sin^2 \alpha - \frac{4}{3}} =$$

$$3v_0^2 = 4v_0 \sin \alpha gT - 4g^2 T^2 \quad = gT \sqrt{\left(\frac{4}{3} \sin \alpha\right)^2 - \frac{4}{3}} =$$

$$3v_0^2 - 4v_0 \sin \alpha gT + 4g^2 T^2 = 0 \quad | :3$$

$$v_0^2 - \frac{4}{3} \sin \alpha gT \cdot v_0 + \frac{4}{3} g^2 T^2 = 0 \quad \begin{matrix} \text{K. B} \\ \text{4. 83} \end{matrix}$$

$$v_0 = \frac{4}{6} \sin \alpha gT \pm \sqrt{\frac{16}{9} \sin^2 \alpha g^2 T^2 - \frac{4}{3} g^2 T^2}$$

$$\frac{16}{9} \sin^2 \alpha g^2 T^2 - \frac{4}{3} g^2 T^2$$

$$\boxed{\frac{4}{6} \sin \alpha gT = v_0}$$



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!

$$\frac{v_1^2}{v_0^2} = \frac{1}{4} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 T^2 - 2v_0 \sin \alpha g T}{v_0^2}$$

$$= \cancel{1} + \frac{g^2 T^2 - 2v_0 \sin \alpha g T}{v_0^2} = \frac{1}{4} - 1$$

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

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

$$v_0^2 - \frac{4v_0 \sin \alpha g T}{3} + \frac{4}{3} g^2 T^2 = 0$$

$$\Delta = \frac{64 \sin^2 \alpha g^2 T^2}{9} - \frac{16 g^2 T^2}{3} =$$
$$= \frac{64 \cdot 8 \cdot g^2 T^2}{4 \cdot 9} - \frac{16 g^2 T^2}{3}$$

