



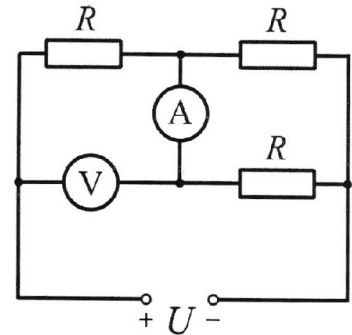
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30$ 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 U_V вольтметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10$ °С, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

1. Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.

2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.

3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

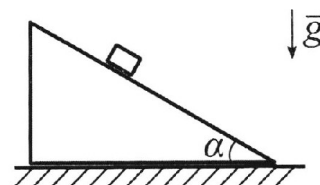
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.

2. Найдите горизонтальную дальность S полета.

3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

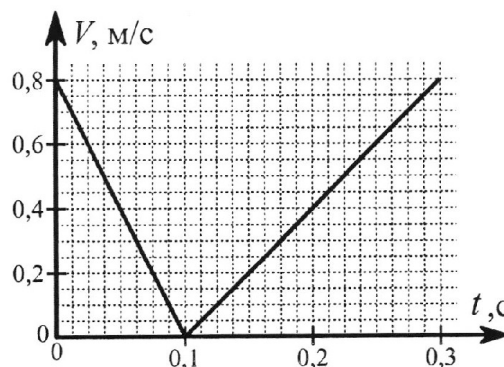
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,2$ кг, масса клина $2m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.

2. Найдите модуль $F_{тр}$ наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ с.

3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ 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**.

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!

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

~~На ось, по которой движется шайба:~~

$$v_x(t) = v_{0x} \left(1 - \frac{t}{T}\right) \quad v_{0x} = v_0 = \frac{4}{c}$$

$$S_x = \int_0^{4T} v_x(t) dt$$

$$S_x = \int_0^{4T} v_{0x} \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt = \int_0^{4T} v_{0x} dt - \frac{v_{0x}}{T} \int_0^{4T} t dt$$

$$= \int_0^{4T} v_{0x} dt - \int_0^{4T} v_{0x} \frac{t}{T} dt$$

В момент времени $t = T$ $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{T}{T}\right) = \vec{0}$,
то есть шайба развернулась.

S_1 - путь до разворота

S_2 - путь после разворота

До разворота:

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

$$S_1 = \int_0^T v(t) dt = \int_0^T v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt = \int_0^T v_0 dt - \int_0^T \frac{v_0}{T} t dt =$$

$$= v_0 t \Big|_0^T - \frac{v_0}{T} \frac{t^2}{2} \Big|_0^T = v_0 T - \frac{v_0 T^2}{2T} = -\frac{v_0 T}{2} + v_0 T = \frac{v_0 T}{2}$$

После разворота:

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

$$S_2 = \int_T^{4T} v(t) dt = \int_T^{4T} \frac{v_0}{T} t dt - \int_T^{4T} v_0 dt = \frac{v_0}{T} \frac{t^2}{2} \Big|_T^{4T} -$$



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.

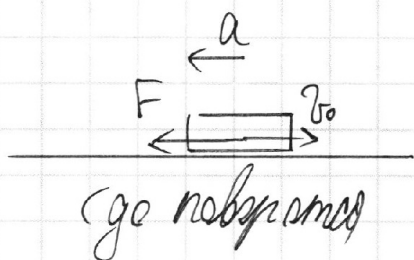
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$- v_0 T \Big|_T^{4T} = \frac{16v_0 T^2}{2T} - \frac{v_0 T^2}{2T} - 3v_0 T = 8v_0 T - \frac{v_0 T}{2} - 3v_0 T = 4,5v_0 T$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{v_0 T}{2} + 4,5v_0 T = 5v_0 T = 5 \cdot 2e \cdot 4 \frac{m}{c} = 40 м$$



2 з.-м *Гелмгольца*:

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m}$$

До поворота:

$$v(t) = v_0 - at = v_0 - \frac{F}{m}t$$

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

$$v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = v_0 - \frac{F}{m}t$$

$$-v_0 \frac{t}{T} = -\frac{F}{m}t \quad | : (-t)$$

$$\frac{v_0}{T} = \frac{F}{m}$$

$$F = \frac{m v_0}{T} = \frac{4 \frac{m}{c} \cdot 0,2 м}{2e} = 0,4 М$$

Путь, который шла бы промаша за $T - S_1$.

При этом она не меняла направления движения $\Rightarrow \vec{S} \uparrow \vec{F} \Rightarrow \cos \alpha = 180^\circ$

$$A = S \cdot \vec{F} \cdot \cos \alpha = S_1 F \cos \alpha = \frac{v_0 T}{2} F \cos \alpha =$$



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.



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!

$$= \frac{\gamma_0 T F \cos \alpha}{2} = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{с} \cdot 0,4 \text{М} \cdot \cos 180^\circ}{2} = -1,6 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $S = 4 \text{ м}$
2) $F = 0,4 \text{ М}$
3) $A = -1,6 \text{ Дж}$



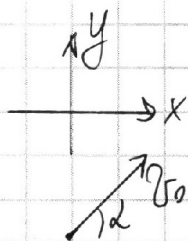
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 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!



$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gt)^2}$$

$$v_{\max} = v_0 \text{ (при } t=0 \text{ или когда мяч возвращается к началу траектории)}$$

$$v_{\min} = v_0 \cos \alpha \text{ (когда мяч в вершине траектории)}$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v_0}{v_0 \cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha} = n$$

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

В вершине точки траектории M мяч momentarily, $v_y = 0$

$$H = \frac{v_{0y}^2 - v_y^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{gT^2}{4} = \frac{gT^2}{8} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4^2}{8} =$$

$$0 = v_{0y} T - \frac{gT^2}{2} = 20 \text{ м}$$

$$v_{0y} = \frac{gT}{2} = v \sin \alpha \quad v = \frac{gT}{2 \sin \alpha}$$

$$S = v_{0x} T = v \cos \alpha T = \frac{gT}{2 \sin \alpha} \cos \alpha T = \frac{gT^2 \cos \alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{gT^2 \cdot \frac{1}{n}}{2 \cdot \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}} = \frac{gT^2}{2 \sqrt{n^2 - 1}} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4^2}{2 \sqrt{2^2 - 1}} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$



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
__ 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!

Ответ: 1. $M = 20 \text{ м}$
2. $S = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$



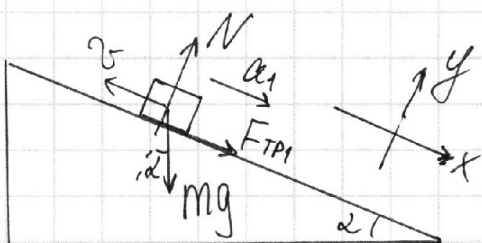
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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!

Из графика видно, что скорость сначала падает, затем растет, тогда шайбу толкнули вверх по наклонной плоскости. Распишем силы, действующие на шайбу, когда она едет вверх.



$$F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1$$

$F_{\text{тр}1}$ — сила трения между клином и шайбой
 μ_1 — коэф. трения между клином и шайбой.

Запишем 2 з-н Ньютона в проекции на ось OX:

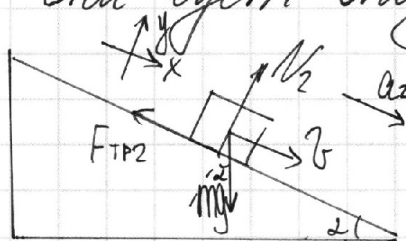
$$ma_1 = mgsin\alpha + F_{\text{тр}1} = mg\sin\alpha + \mu_1 N_1 = mg(\sin\alpha + \mu_1 \cos\alpha)$$

Запишем 2 з-н Ньютона в проекции на ось OY:

$$0 = mg\cos\alpha - N_1$$

$$N_1 = mg\cos\alpha$$

Распишем силы, действующие на шайбу, когда она едет вниз.



$$F_{\text{тр}2} = \mu_1 N_2$$

$F_{\text{тр}2}$ — сила трения между клином и шайбой



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 4

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!

Занимем 2-й и 3-й Ньютона в проекции на ось Ox :

$$ma_2 = mgs \sin \alpha - F_{тр2} = mgs \sin \alpha - \mu_1 N_2 = mg(s \sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$$

Занимем 2-й и 3-й Ньютона в проекции на ось Oy :

$$0 = mg \cos \alpha - N_2$$

$$N_2 = mg \cos \alpha$$

Получаем:

$$ma_1 = mg(s \sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha)$$

$$ma_2 = mg(s \sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \quad \left. \vphantom{ma_1 = mg(s \sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha)} \right\} +$$

$$m(a_1 + a_2) = 2mgs \sin \alpha \quad | : m$$

$$a_1 + a_2 = 2gs \sin \alpha$$

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

Найдем a_1 и a_2 . $\Delta V = a \Delta t$, тогда $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ - ускорение каждого промежуток.

$$a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0,8 \frac{м}{с} - 0 \frac{м}{с}}{0,1с - 0с} = 8 \frac{м}{с^2}$$

$$a_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0,8 \frac{м}{с} - 0 \frac{м}{с}}{0,3с - 0,1с} = 4 \frac{м}{с^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 \frac{м}{с^2} + 8 \frac{м}{с^2}}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} = 0,6 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

Вамее получено:



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 4

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!

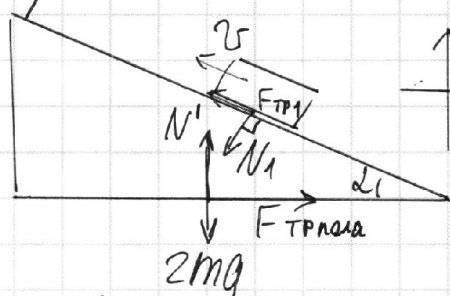
$$\left. \begin{aligned} m a_1 &= m g \sin \alpha + F_{TP1} \\ m a_2 &= m g \sin \alpha - F_{TP2} \end{aligned} \right\} -$$

$$\left. \begin{aligned} F_{TP1} &= \mu_1 m g \cos \alpha \\ F_{TP2} &= \mu_1 m g \cos \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{TP1} = F_{TP2} = F_{TP \max}$$

$$m(a_1 - a_2) = F_{TP1} + F_{TP2} = 2F_{TP1} = 2F_{TP}$$

$$F_{TP} = \frac{m(a_1 - a_2)}{2} = \frac{0,2 \text{ кг} (8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})}{2} = 0,4 \text{ Н}$$

Клинок находится в покое $\Rightarrow$ сумма всех сил, действующих на него равна 0. Рассмотрим силы, действующие на клинок, когда шайба идет вверх.



$F_{TP \max}$ - сила трения со стороны льда

Для ось Ox :

$$0 = F_{TP \max} - F_{TP1} \cos \alpha - N_1 \sin \alpha = F_{TP \max} - F_{TP} \cos \alpha - m g \cos \alpha \sin \alpha$$

Для ось Oy :

$$0 = 2mg + N_1 \cos \alpha - F_{TP1} \sin \alpha - N' = 2mg + m g \cos \alpha - F_{TP} \sin \alpha - N'$$

Ранее получено:

$$N_1 = m g \cos \alpha$$

$$F_{TP2} = F_{TP1} \quad F_{TP1} = F_{TP}$$



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 4

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!

$$N' = 2mg + mg \cos^2 \alpha - F_{TP} \sin \alpha$$

$$F_{TP \max} \leq \mu N'$$

$$F_{TP \max} = F_{TP} \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\frac{F_{TP \max}}{N'} = \frac{F_{TP} \cos \alpha + mg \sin \alpha \cos \alpha}{2mg + mg \cos^2 \alpha - F_{TP} \sin \alpha} = \frac{0,4H \cdot \frac{4}{5} + 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{4}{5}}{2 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} +$$

$$\frac{\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}}{+ 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \left(\frac{4}{5} \right)^2 - 0,4H \cdot \frac{3}{5}} = \frac{32}{126} = \frac{16}{63} \Rightarrow \mu \geq \frac{16}{63}$$

При движении шайбы вниз F_{TP2} направлена в другую сторону с $F_{TP1} \Rightarrow N_1 > N'$

$$F_{TP \max 1} < F_{TP \max}$$

↓
μ, требуемое при движении вниз меньше
μ, требуемое при движении вверх

Ответ: 1) $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

2) $F_{TP} = 0,4H$

3) $\mu \geq \frac{16}{63}$



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.

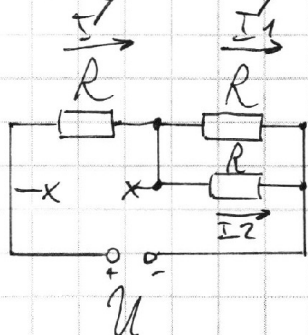
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Поскольку $R_A \ll R$ и $R_V \gg R$, где R_A, R_V - сопротивление амперметра и вольтметра соответственно, можно сказать, что вольтметр - разрыв цепи, а амперметр - перемычка. Получим схему:



$$R_{\text{общ}} = R + \frac{R \cdot R}{R + R} = 1,5R$$

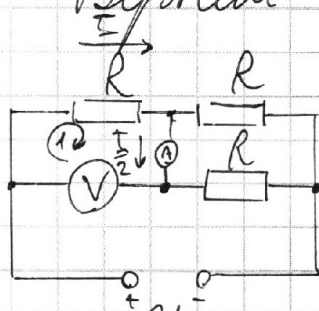
$$I_{\text{общ}} = I = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{1,5R} = \frac{30\text{В}}{1,5 \cdot 100\Omega} = \frac{1}{5} \text{ А}$$

$$\frac{I_1 R}{I_2 R} = \frac{I_1}{I_2} = 1$$

$$I_1 + I_2 = I$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2}$$

Вернем измерительные приборы.



Правило Кирхгофа 1 контура:

$$I R - U_V = 0$$

$$U_V = I R = \frac{1}{5} \text{ А} \cdot 100\Omega = 20\text{В}$$

$$P = I_{\text{общ}}^2 R_{\text{общ}} = 1,5 I^2 R = 1,5 \cdot \left(\frac{1}{5}\right)^2 \cdot 100\Omega = 6\text{Вт}$$

Ответ: 1) $I = \frac{1}{5} \text{ А}$
2) $U_V = 20\text{В}$
3) $P = 6\text{Вт}$



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!

Поскольку лед растаял не полностью и в калориметре есть вода, температура, которая установилась в калориметре $\theta = t_0 = 0^\circ\text{C}$.

m_1 - масса льда изначально

m_2 - начальная масса воды

По условию $m_1 = m_2$.

m_1, m_2 - конечные массы льда и воды соответственно.

$$\frac{m_1}{m_2} = n \quad m_1 = n m_2$$

Далее масса воды, превратившаяся в лёд:

$$\delta = \frac{m_2 - m_2'}{m_2}$$

$m_{\text{общ}}$ - общая масса содержимого в калориметре

$$m_{\text{общ}} = m_2 + m_1 = m_2' + m_1 = n m_2' + m_2' = m_2' (n + 1)$$

$$\begin{aligned} m_1 &= n m_2 \\ m_1 &= m_2 \end{aligned}$$

$$2 m_2 = m_2' (n + 1)$$

$$m_2' = m_2 \frac{2}{n + 1}$$

$$\delta = \frac{m_2 - m_2'}{m_2} = \frac{m_2 - m_2 \frac{2}{n + 1}}{m_2} = 1 - \frac{2}{n + 1} = 1 - \frac{2}{1 + \frac{9}{7}} =$$

$$= 1 - \frac{2}{\frac{16}{7}} = 1 - \frac{14}{16} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$$

Δm - масса растаявшей воды



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
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!

$$\Delta m = \delta m_b = \frac{m_b}{8}$$

Запишем уравнение теплового баланса.

~~Найдем до~~

$$Q_b + Q_{р.в.} + Q_{л.} = 0$$

Q_b - кал-во отданной водой теплоты

$Q_{р.в.}$ - кал-во теплоты, которая ^{забрала} ~~отдала~~ вода в процессе ~~такого~~ кристаллизации

$Q_{л.}$ - кал-во теплоты, отданной льдом.

$$c_b m_b (\theta - t_1) + \lambda \Delta m + c_{л.} m_{л.} (\theta - t_2) = 0$$

$$\Delta m = \frac{m_b}{8}$$

$$m_b = m_{л.}$$

$$c_b m_b (\theta - t_1) + \lambda \frac{m_b}{8} + c_{л.} m_b (\theta - t_2) = 0 \quad | : m_b$$

$$c_b (\theta - t_1) + \lambda \frac{1}{8} + c_{л.} (\theta - t_2) = 0$$

$$c_b (\theta - t_1) + \frac{\lambda}{8} = c_{л.} (t_2 - \theta)$$

$$t_2 = \frac{c_b (\theta - t_1) + \frac{\lambda}{8}}{c_{л.}} + \theta = \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (0^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) + \frac{3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{8}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} + 0^\circ\text{C}$$

$$= -40^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: 1) } \delta = \frac{1}{8}$$

$$2) t_2 = -40^\circ\text{C}$$



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!

$$-20 + \frac{33,6 \cdot 10^4}{2,18 \cdot 10^3} = \frac{336}{21,8} = \frac{2 \cdot 336}{10,8338} = 20$$

$$\text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$\frac{8}{25} \cdot \frac{24}{25}$$

$$\frac{1}{7} \quad \frac{1}{9}$$

$$\frac{336}{8} = \text{М.м}$$

$$100 \cdot 32$$

$$-4,2 \cdot 10^4 \quad 4,2 \cdot 10^4 \quad \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{12}{50} = \frac{6}{25}$$

$$\frac{\text{М}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{4}{16} = \frac{8}{25}$$

$$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$\frac{16}{25} \cdot 2$$

$$\frac{8}{25} + \frac{24}{25} = \frac{32}{25}$$

$$\frac{32}{25} \quad \frac{16}{50} = \frac{8}{25}$$

$$4 + \frac{16 \cdot 16}{25} = \frac{160}{25}$$

$$4 \cdot \frac{3}{50} = \frac{12}{50}$$

$$4 + \frac{32}{25} = \frac{126}{25}$$

$$= \frac{100 + 32 \cdot 6}{25} = \frac{254}{25}$$

$$= \frac{32}{254} = \frac{16}{127} = \frac{32}{126} = \frac{16}{63}$$



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!

