



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 $t = T$.

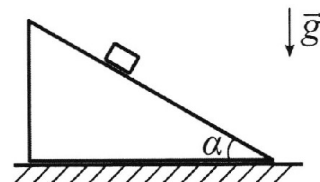
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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

1. Найдите максимальную высоту H полета.

2. Найдите горизонтальную дальность S полета.

3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

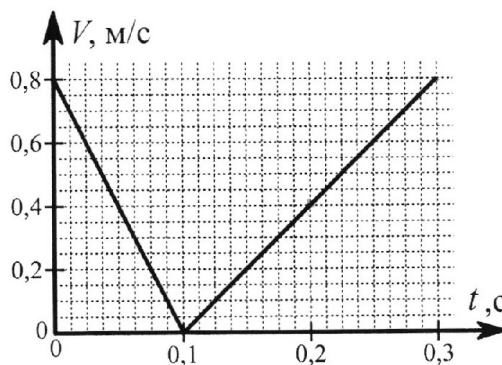
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до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





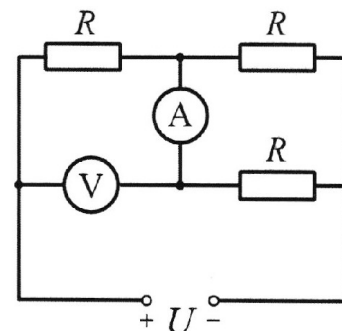
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

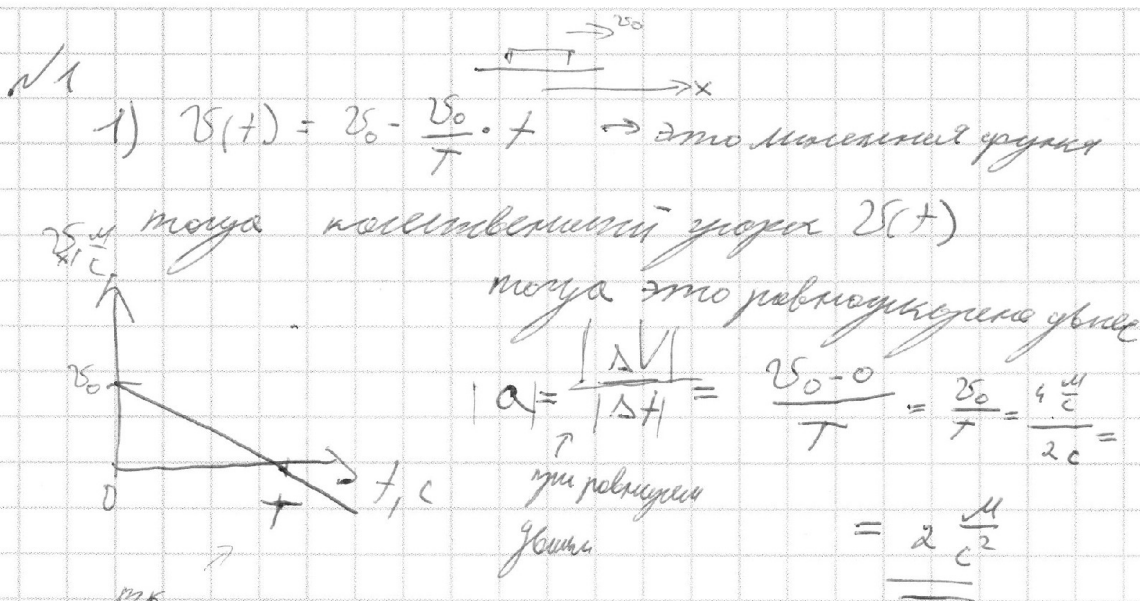
В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °С.



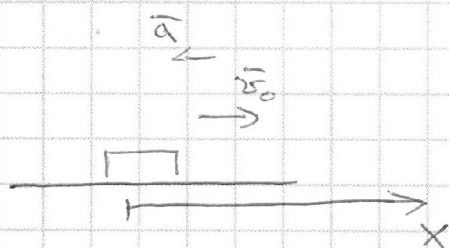
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$v = 0$ при $1 - \frac{t}{T} = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow t = T$



пусть увеличим скорость на 2 единицы
до и после остановки

S_1 - увеличение s_0 $S_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16 \frac{м^2}{с^2}}{2 \cdot 2 \frac{м}{с^2}} = 4 \text{ м}$

S_2 - после

увеличение скорости до 0 по линейному графику

$S_2 = \frac{a \cdot (3T)^2}{2} = \frac{2 \frac{м}{с^2} \cdot 9 \cdot 4 \text{ с}^2}{2} = 36 \text{ м}$

$S = S_1 + S_2 = 36 \text{ м} + 4 \text{ м} = 40 \text{ м}$

Ответ: 1) 40 м



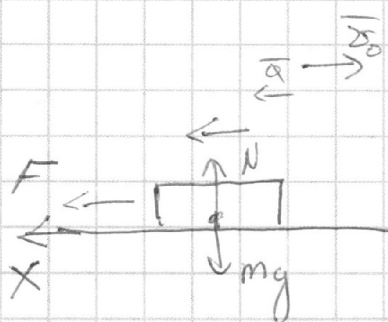
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

№1
2)



II закон Н:
 $\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$
"X" $F = ma =$

$$= 0.2 \text{ кг} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0.4 \text{ Н}$$

Ответ: 2) 0.4 Н

3) $\vec{a} = \text{const} \Rightarrow \vec{F} = \text{const}$
 $\vec{F} \uparrow \uparrow \vec{a}$ $\Rightarrow A = F \cdot S_{\text{т}} =$

$$= 0.4 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} = 1.6 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) 40 м

2) 0.4 Н

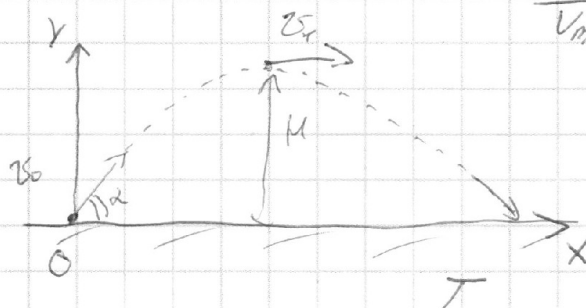
3) 1.6 Дж



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!

 $\sqrt{2}$ 

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = n = 2$$

$$F = 4 \text{ c}$$

1) H - ?2) S - ?3) R - ?3 (-) *по закону сохранения энергии*

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 - 2gh} \quad \text{тогда } v_{\min} = v_1 \text{ (скорость в начале и в конце пути)}$$

а $v_{\max}$ это максимальная / конечная скорость (v_0)

$$n = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} =$$

$$\frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 - 2gh}} = \frac{v_0}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{1}{\cos \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$v = v_0 + g t$$

$$v_0 \sin \alpha - g F \Rightarrow T = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$



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!

3) *R- радиус кривизны*

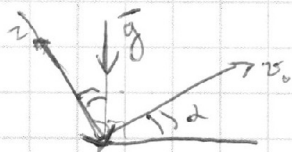
$$R = \frac{v_0^2}{a_n}$$

$\downarrow g$

$\angle \alpha$

$$a_n = g_z = g \cos \alpha = g \cdot \frac{1}{n}$$

$$R = \frac{v_0^2}{g \cdot \frac{1}{n}} = \frac{v_0^2 n}{g}$$



$$= \frac{T^2 g^2 \cdot n}{4 \sin^2 \alpha \cdot g} = \frac{T^2 g}{4} \cdot \frac{n}{\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)}$$

$$= \frac{4 \cdot 4 \cdot c^2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4} \cdot \frac{2}{1 - \frac{1}{4}} =$$

$$= \frac{40 \text{ м} \cdot 2}{\frac{3}{4}} = \frac{320}{3} \text{ м}$$

Ответы:

1) 20 м

2) $\frac{80}{3} \sqrt{3}$ м

3) $\frac{320}{3}$ 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 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!

$$* \Rightarrow \sin \alpha v_0 = \frac{Tg}{2 \sin \alpha}$$

~~$$v_0 = \frac{Tg}{2 \sin \alpha}$$~~

по у равноускоренное ускор. масса

$$H = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{T^2 g^2}{4 \cdot 2g} =$$

$$= \frac{T^2 g}{8} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^2 \cdot 10 \frac{H}{C^2}}{8 \cdot 2} = \underline{\underline{20 H}}$$

2) S-?

~~$$v = v_0 + \frac{g t^2}{2}$$~~

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

$$= \frac{T^2 g}{2} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^2 \cdot 10 \frac{H}{C^2}}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 4 \cdot 10}{\sqrt{3}} H = \frac{80}{3} \sqrt{3} H$$



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!

$$* \Rightarrow a_1 - 2g \sin \alpha = a_2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 - a_2}{2g}$$

$$a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0.1 \text{с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{(0.3 - 0.1) \text{с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0.2$$

2)

Все эти процессы являются или
или являются. Это так,
тогда что

$$\frac{|\Delta V|}{\Delta t} = \text{const}$$

или $\frac{|\Delta V|}{\Delta t} = \text{const}$

$$\overline{v_{\text{пер}}} + \overline{v_{\text{отн}}} = \overline{v_{\text{абс}}}$$

$$\overline{a_{\text{пер}}} + \overline{a_{\text{отн}}} = \overline{a_{\text{абс}}}$$

или или не или, то

или или не или



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!

go *составим*

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

a_1 - движение по оси
 a_2 - движение по оси

"x" $mg \sin \alpha + \mu N = ma_1$

"y" $N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$(1) mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_1$

$$g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a_1 \Rightarrow \mu = \frac{a_1}{g \cos \alpha} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

по оси

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

"x" $mg \sin \alpha - \mu N = -ma_2$

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

$$(1) m \mu \cos \alpha g - mg \sin \alpha = ma_2$$

$$(1); (2) \rightarrow (3): g \left(\frac{a_1}{g} - \sin \alpha \right) - g \sin \alpha = a_2 \quad \times$$



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 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!

для первого случая

$$mg \sin \alpha + F_{\text{тр}1} = ma_1 \Rightarrow F_{\text{тр}1} = ma_1 - mg \sin \alpha =$$

для второго

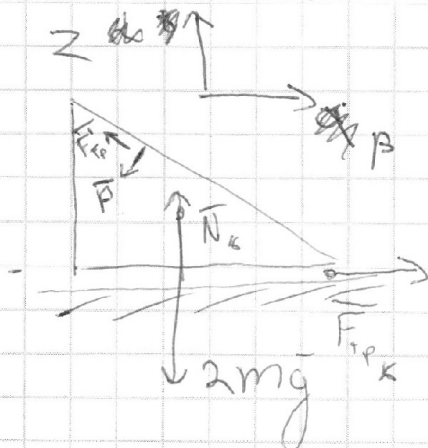
$$= 0.2 \text{ кг} (8 - 10 \cdot 0.2) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1.2 \text{ Н}$$

~~$mg \sin \alpha$~~

$$F_{\text{тр}2} - mg \sin \alpha = ma_2$$

$$F_{\text{тр}2} = ma_2 + mg \sin \alpha = 0.2 \text{ кг} (4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 10 \cdot 0.2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}) = 1.2 \text{ Н}$$

3) $\neq$ сила на клин



$$\vec{F}_{\text{тр}1} = -\vec{F}_{\text{тр}}$$
$$\vec{P} = -\vec{N} \text{ по } \mu = 0.2 \text{ Н}$$

(Нужна былина)

~~$\vec{F}_{\text{тр}1}$~~

условия:

$$\sum \vec{F} = 0 \text{ и } F_{\text{тр}k} \leq \mu N_k$$

$$\Rightarrow F_{\text{тр}k} \leq 2 \mu mg$$
$$2mg - N_k = 0 \Rightarrow N_k = 2mg \Rightarrow$$



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

5 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!

$$\mu \geq \frac{\sqrt{0.96 \cdot 0.8}}{6.16}$$

Unknown:

1) $\sin \alpha = 0.2$

2) $F_{\text{тр max}} = 1.2$

3) $\mu \geq \frac{\sqrt{0.96 \cdot 0.8}}{6.16}$



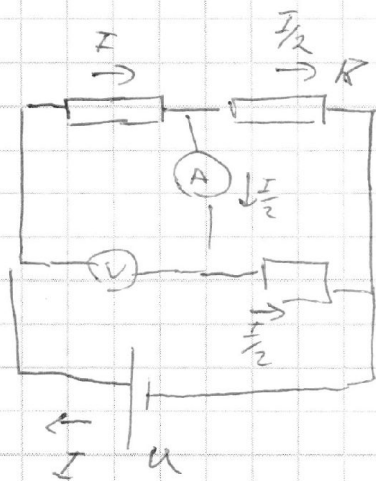
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



ровная мощность с чертеном

Исходя из условия 4, у нас есть уравнение

так $R_V \gg R$ можно считать,

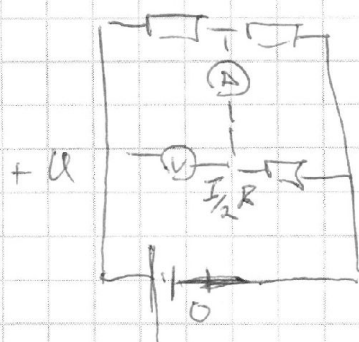
что через клеммы у нас

р-во течет

$$U = IR + \frac{I}{2}R = 1.5IR \Rightarrow I = \frac{30\text{ В}}{\frac{3 \cdot 100\text{ Ом}}{2}} = 0.2\text{ А}$$

ровная мощность: условно у нас 30 В, а сопротивление

маленькое, поэтому это можно считать как потерю



$$U_B = U - \frac{IR}{2} =$$

$$= 30\text{ В} - 10\text{ В} = 20\text{ В}$$

мощность

$$3) P = UI = 30\text{ В} \cdot 0.2\text{ А} = 6\text{ Вт}$$

Ответ: 1) 0.2 А

2) 20 В

3) 6 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
☐

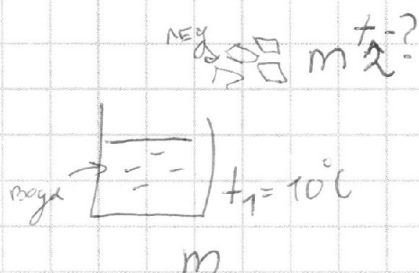
5
☒

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!



$$n = \frac{M_n}{M_B} = \frac{9}{7}$$

Δm - масса воды изверши

в лед

M_n - масса льда

M_B - масса воды

$$\delta = \frac{\Delta m}{m} = ?$$

$$n = \frac{m + \Delta m}{m - \Delta m}$$

$$\Rightarrow n \cdot m - \Delta m n = m + \Delta m \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n - \frac{\Delta m}{m} n = 1 + \frac{\Delta m}{m} \Leftrightarrow$$

$$n - \delta n = 1 + \delta \Rightarrow \frac{n-1}{n+1} = \delta = \frac{\frac{9}{7}-1}{\frac{9}{7}+1} =$$

$$= \frac{\frac{2}{7}}{\frac{16}{7}}$$

$$= \frac{1}{8} \Rightarrow \Delta m = \delta m$$



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

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!

конечная температура $t_0 = 0^\circ \text{C}$ т.к.

только при этой температуре системы $\text{Ag} + \text{Bo}$ в равновесии

~~масса~~ ~~масса~~

У+Б:

$$m_{\text{Ag}} \cdot c_{\text{Ag}} (t_1 - t_0) = \lambda \delta m + m_{\text{Bo}} c_{\text{Bo}} (t_0 - t_2)$$

$$m c_{\text{B}} (t_1 - t_0) = \lambda \delta m + m c_{\text{A}} (t_2 + t_0)$$

$$t_2 = - \left(\frac{c_{\text{B}} t_1 - t_0 c_{\text{B}} + \lambda \delta + t_0 c_{\text{A}}}{c_{\text{A}}} \right) =$$

$$= - \left(\frac{c_{\text{B}}}{c_{\text{A}}} t_1 + \frac{\lambda}{c_{\text{A}}} \delta - t_0 \frac{c_{\text{B}} + c_{\text{A}}}{c_{\text{A}}} \right) =$$

$$= - \left(\frac{4.2 \cdot 10^3}{2.1 \cdot 10^3} \cdot 10^\circ \text{C} + \frac{3.36 \cdot 10^5}{2.1 \cdot 10^3 \cdot 8} \right) = -40^\circ \text{C}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{8} = 8$

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

5 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!

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\text{"}\beta\text{"} - P \sin \alpha + F_{TPK} = 0 \Rightarrow F_{TPK} = P \sin \alpha = N \sin \alpha =$$

Нужно найти

$$= (mg \cos \alpha) \sin \alpha$$

$$F_{TPK} \leq 2 \mu mg$$

$$mg \cos \alpha \sin \alpha \leq 2 \mu mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{\cos \alpha \sin \alpha}{2} = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \sin \alpha}{2} =$$

$$= \frac{\sqrt{1 - 0.2^2} \cdot 0.2}{2}$$

$$F_{TPK} \leq \mu N$$

Answer: 1) $\sin \alpha = 0.2$

2) $F_{TPK} = 1.02 \text{ N}$

$$0.2 \cdot 10 = 2$$
$$2 \cdot 0.2 = 0.4$$

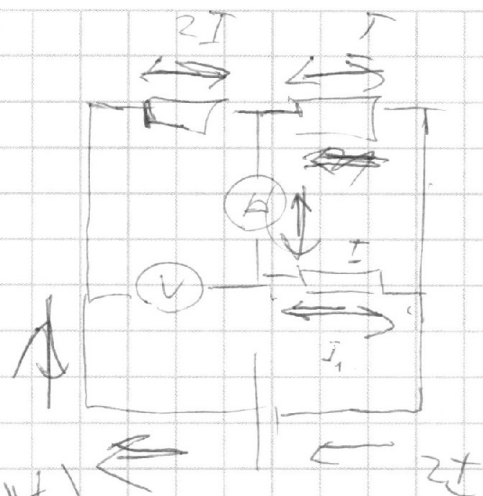


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$- \Delta f_B + \Delta f_n$$
$$m c_B t_1 - \lambda m - m c_n t_2 = 0$$

$$0.8$$
$$20^\circ$$

$$\frac{3.36 \cdot 10^2}{2.1 \cdot 18} =$$

$$150 + 15 + 3$$

$$168$$

$$80$$

$$\frac{m^2}{g} \cdot 10$$

$$\cos \alpha = \frac{a_1}{g} - \frac{\sin \alpha}{g}$$

$$7.5 = 35$$

$$7.6$$