

**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 $\vec{V}(t)=\vec{V}_0\left(1-\frac{t}{T}\right)$, где \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

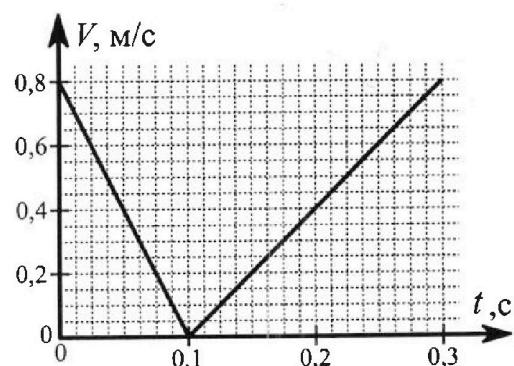
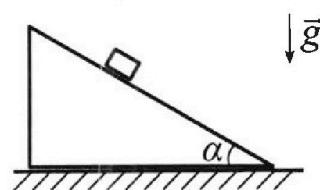
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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.

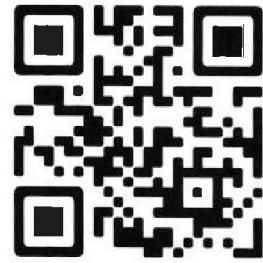
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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 $\sin \alpha$, где α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль F_{tr} 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

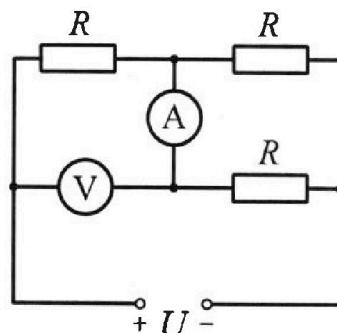
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?



5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 $c_l = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot {^{\circ}\text{C}})$, удельная теплоёмкость воды $c_w = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot {^{\circ}\text{C}})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, температура плавления льда $t_0 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

№1

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

$$m=0,2\text{ кг}, v_0=4\text{ м/с}, T=2\text{ с}$$

1. Т.к. машина движется по одной оси (ничего не меняет направление её движения), залишем $\vec{v}(t)$ в скалярной форме (взьмём проекции на ось, сократившую \vec{v}_0) — ось x :

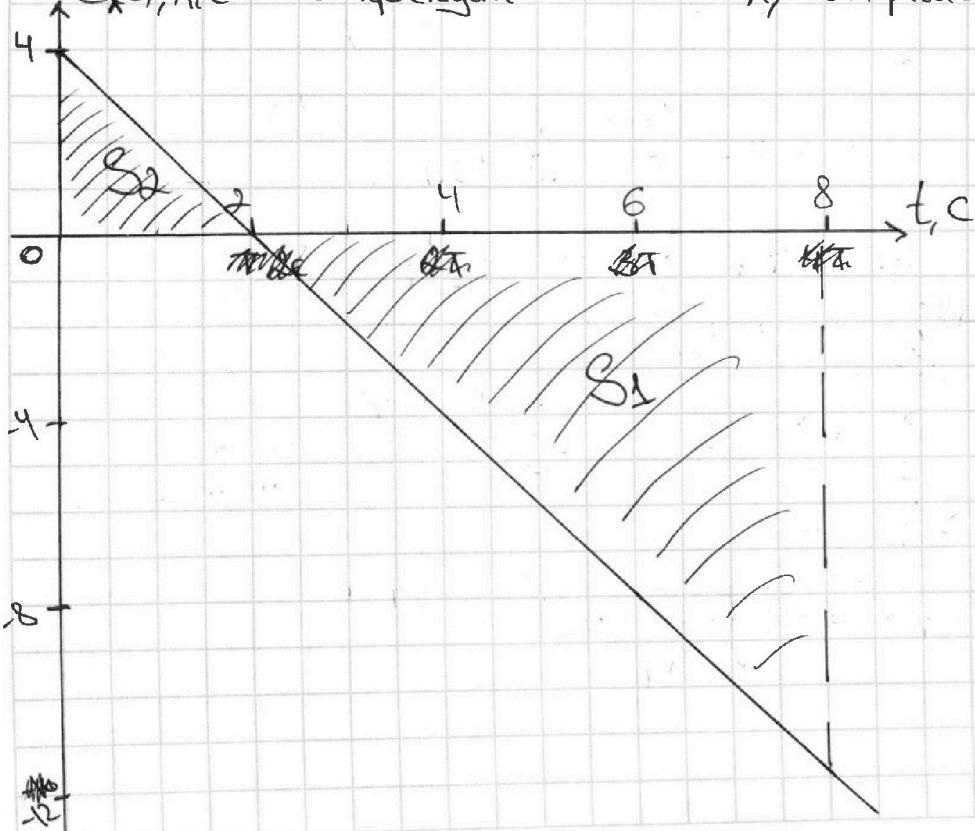
$$v_x(t) = v_0 - \frac{v_0 t}{T} = -\frac{v_0}{T} \cdot t + v_0$$

Заметим, что график зависимости $v_x(t)$ — линейный, с коэф. наклона

$$k = -\frac{v_0}{T} = -\frac{4\text{ м/с}}{2\text{ с}} = -2\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Построим график зависимости $v_x(t)$:

$v_x(t)$, м/с — в проекции на ось x , сократившую \vec{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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$4T = 4 \cdot 2c = 8c \Rightarrow$ нужно пройти путь, проходимый шайбой за $8c$.

Очевидно, что путь, проходимый телом за $8c$ — площадь под графиком $S(t)$ к моменту времени $t = 8c$.

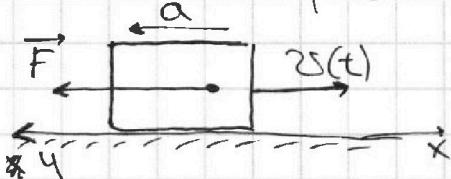
Тогда $S = S_1 + S_2$

$$S_1 = \frac{12 \text{ Н/с} \cdot 8c}{2} = 36 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{4 \text{ Н/с} \cdot 2c}{2} = 4 \text{ м} \quad \left| \Rightarrow S = 36 \text{ м} + 4 \text{ м} = 40 \text{ м} \right.$$

2. Найдём модуль силы F , ктр. действует на шайбу.

Для этого рассмотрим её движение:



т.к. поверхность гладкая, силой трения можно пренебречь

По определению:

$$\vec{a}_y = \frac{d\vec{S}_y}{dt} \Rightarrow$$

Запишем 2-й з-H закона на оy:

$$F = m \cdot a_y \Rightarrow$$
 для того, чтобы найти силу нужно знать ускорение

$\Rightarrow a_y$ козвр. наклона

графика $S_x(t)$, но

взятое с обратным знаком
(т.к. $y \uparrow \downarrow x$)

$$\text{Тогда } a_y = -k = 2 \frac{N}{c^2}$$

$$F = 0,2 \text{ кг} \cdot 2 \frac{N}{c^2} = 0,4 \text{ Н}$$



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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. Для того, чтобы найти работу силы F за промежуток времени от $t=0$ до $t=T=\Delta t$ нужно:

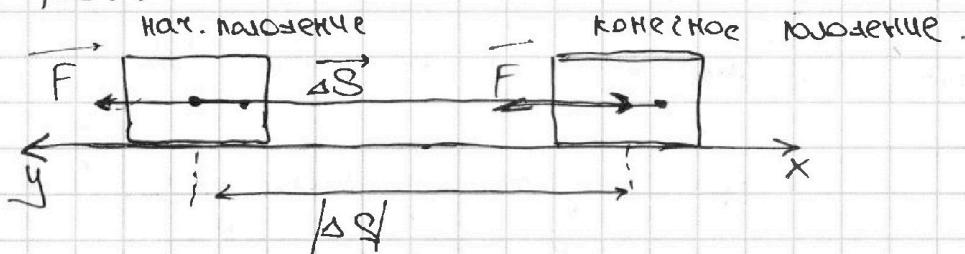
- знать силу
- знать перемещение тела за данный промежуток времени

Рассмотрим график $S_x(t)$, заметим, что путь за первые Δt равен перемещению, тогда

$$\Delta S = S_2 - S_1 = 4 \text{ м}.$$

А сила F проекции на ось y $F = 0,4 \text{ Н}$

т.е.:



$$A = F \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha; \quad \alpha = 180^\circ$$

\uparrow
угол между F и ΔS

$$A = 0,4 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} \cdot \cos(180^\circ) = 1,6 \text{Дж} \cdot (-1) = -1,6 \text{Дж}$$

Ответ: 1. $S = 4 \text{ м}$

2. $F = 0,4 \text{ Н}$

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

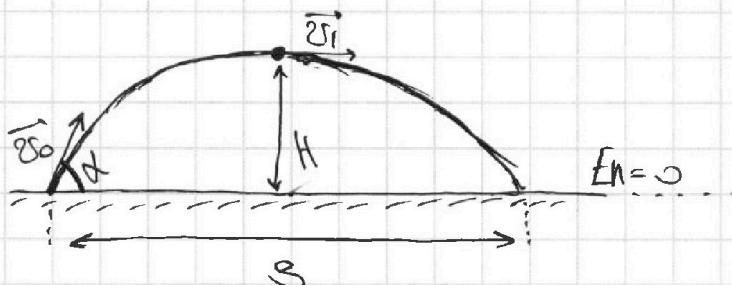
6

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!

$$\underline{22} \quad T = 4c; \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = 2; g = 10 \text{ м/с}^2$$



Запишем закон сохранения энергии, для мяча в произвольное время:

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{m v^2}{2}$$

$$v_0^2 = 2gh + v^2(t) \rightarrow v^2 = 2gh(t) + v^2(t)$$

$$\text{Тогда } v(t)_{\max} = v_0$$

$v(t)_{\min}$ достигается при максимальной высоте $h(t) \rightarrow v(t)_{\min}$ при $h(t) = H$

$$v(t)_{\min} = v_1 = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$\text{Тогда: } \frac{v_0}{v_0 \cdot \cos \alpha} = 2 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\text{Заметим, что } S = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot T$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v_0 = \frac{gT}{2 \cdot \sin \alpha} \Rightarrow S = \frac{gT^2}{2 \cdot \sin \alpha} \cdot \cos \alpha$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$S = \frac{10\text{Н}/\text{с}^2 \cdot (4\text{с})^2}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{160\text{Н}}{2\sqrt{3}\text{с}} = \frac{80\text{Н}}{\sqrt{3}} =$$

$$= \boxed{\frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м} = S}$$

т.к. из-за симметричности параболы Тподвёма = $T_{\text{слуска}} = \frac{T}{2}$

$$H = 20 \cdot \sin \frac{\pi}{2} - \frac{g \cdot \left(\frac{T}{2}\right)^2}{2} =$$

$$= \frac{gT}{2} \cdot \frac{T}{2} - \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{4} - \frac{gT^2}{8} =$$

$$= \frac{gT^2}{8}$$

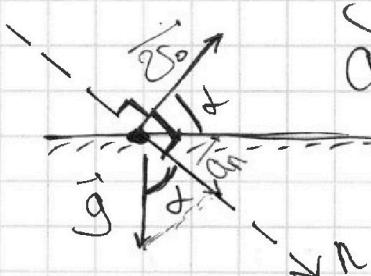
$$H = \frac{10\text{Н}/\text{с}^2 \cdot (4\text{с})^2}{8} = \frac{160\text{Н}}{8} = 20\text{м}.$$

$$\boxed{H = 20\text{м}}$$

В начальный момент времени:

$g = \text{одинаков}$

$a_n = g \cdot \cos \alpha$



$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow \frac{25\text{с}^2}{R} = R$$

$$R = \frac{(gT)^2}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{g^2 T^2}{4 \sin^2 \alpha \cdot g \cdot \cos \alpha} =$$

$$= \frac{g T^2}{4 \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha} ; R = \frac{10\text{Н}/\text{с}^2 \cdot (4\text{с})^2}{4 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{160\text{Н}}{\frac{3}{2}} = \frac{320\text{м}}{3} =$$

$$\boxed{106 \frac{2}{3} \text{ м} = R}$$

Ответ: 1. $H = 20\text{м}$; 2. $S = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$; 3. $R = 106 \frac{2}{3} \text{ м}$.



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.

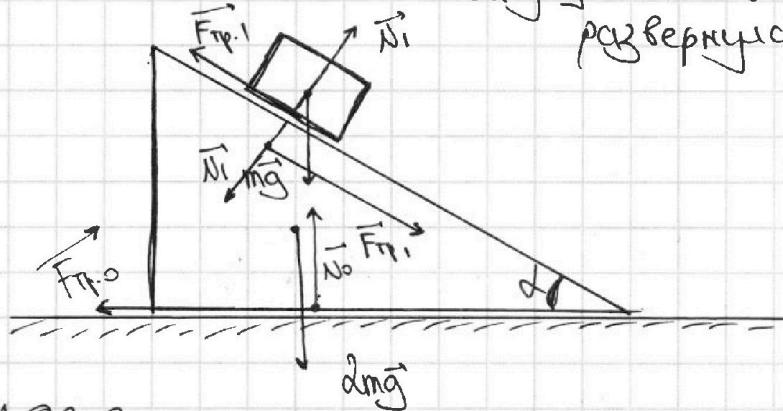
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 6

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!

23

Кий покончте на протяжении всего движения
шайба .
ситуацию после того, как шайба
развернулась



Дано:

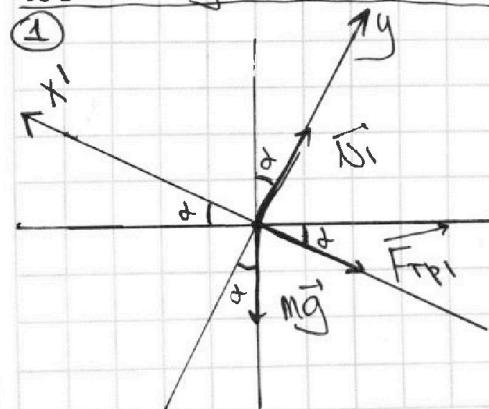
$$Ox: mg \sin \alpha - F_{Fr1} = ma_x$$

$$oy: mg \cos \alpha = a_y$$

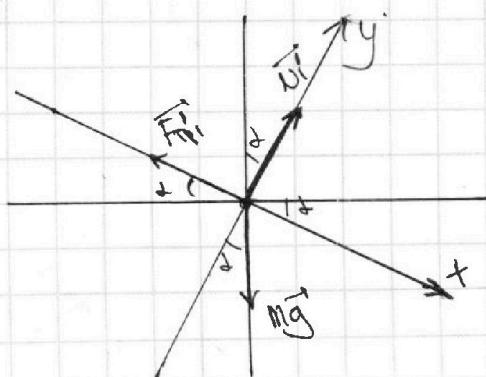
1)

Заметим, что остановка при движении по неподвижной
кигу возможна только в том случае, если
шайба в начале едет вверх.

шайба до ~~его~~ остановки:



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
2 из 6

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!

$$\textcircled{1}: \text{OK}': -mg \cdot \sin\alpha - F_{Tp1} = m \cdot a_x'$$

$$\text{Oy: } N_1 - mg \cdot \cos\alpha = 0$$

~~$F_{Tp1} = \mu_1 \cdot N_1$~~

$$a_x' = \frac{d\varphi}{dt} \quad (\text{до остановки}) - \text{коэф. наклона 1-й прямой}$$

$$a_x' = -\frac{0,8 \text{ м/с}}{0,1 \text{ с}} = -8 \text{ м/с}^2 \quad \text{на графике}$$

$$-mg \cdot \sin\alpha - \mu_1 \cdot mg \cdot \cos\alpha = m \cdot a_x'$$

$$-g \cdot \sin\alpha - \mu_1 g \cdot \cos\alpha = a_x' \quad \text{1)}$$

$$\textcircled{2}: \text{OK: } mg \cdot \sin\alpha - F_{Tp1}' = m \cdot a_x$$

$$\text{Oy: } N_1' - mg \cdot \cos\alpha = 0$$

~~$F_{Tp1}' = \mu_1 \cdot N_1'$~~

a_x - коэф. наклона 2-й прямой на графике:

$$a_x = \frac{0,8 \text{ м/с}}{0,2 \text{ с}} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$mg \cdot \sin\alpha - \mu_1 \cdot mg \cdot \cos\alpha = m \cdot a_x$$

$$g \cdot \sin\alpha - \mu_1 \cdot g \cdot \cos\alpha = a_x \quad \text{2)}$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} -g \cdot \sin\alpha - \mu_1 g \cdot \cos\alpha = a_x' \\ g \cdot \sin\alpha - \mu_1 g \cdot \cos\alpha = a_x \end{cases}$$

$$a_x - a_x' = \alpha g \cdot \sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{a_x - a_x'}{\alpha g};$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
3 из 6

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!

$$\sin \alpha = \frac{4 \text{Н/с}^2 - (-8 \text{Н/с}^2)}{20 \text{Н/с}^2} = \frac{12 \text{Н/с}^2}{20 \text{Н/с}^2} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$[\sin \alpha = 0,6] \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

2) ~~Две второй лунки~~ ~~шайба~~ ~~затягивает~~

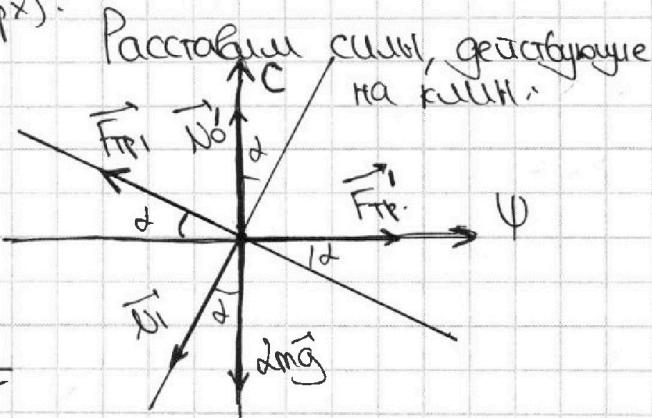
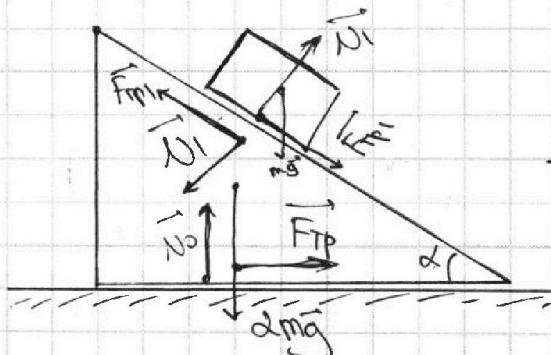
Две второй лунки рассмотрим 2 случая.
(шайба движется вверх и шайба движ. вниз)

НО для начала найдём M_1 (коэф. трения шайбы о поверхность клина):

$$\alpha_x + \alpha_x' = -\alpha M_1 g \cos \alpha \Rightarrow M_1 = \frac{\alpha_x + \alpha_x'}{-\alpha g \cos \alpha}$$

$$M_1 = \frac{4 \text{Н/с}^2 - 8 \text{Н/с}^2}{-2 \cdot 10 \text{Н/с}^2 \cdot 0,8} = \frac{4^2}{-16} = 0,25 = \frac{1}{4}$$

1 случай (шайба движ. вверх):



при этом на прошлой странице было получено:

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$F_{1p} = M_1 \cdot N_1 = M_1 \cdot mg \cos \alpha$$

$$\text{O}^\psi: F_{1p} = (F_{1p} \cdot \cos \alpha + N_1 \cdot \sin \alpha) = 0$$

$$F_{1p}' = F_{1p} \cdot \cos \alpha + N_1 \cdot \sin \alpha$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
Ч ИЗ 6

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!

$$F_{Tp}^I = \mu_1 \cdot mg \cdot \cos^2 \alpha + mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = mg \cos \alpha (\mu_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

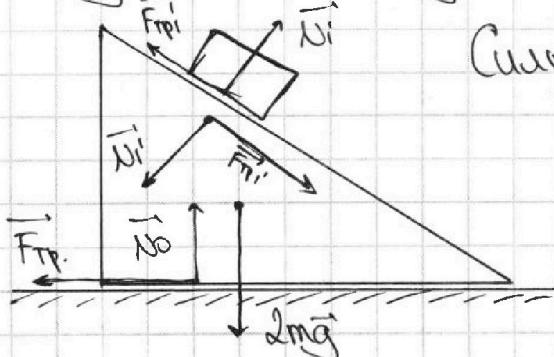
$$= mg \cdot \cos \alpha \cdot (\mu_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$F_{Tp}^I = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{8}{10} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{8}{10} + \frac{6}{10} \right) =$$

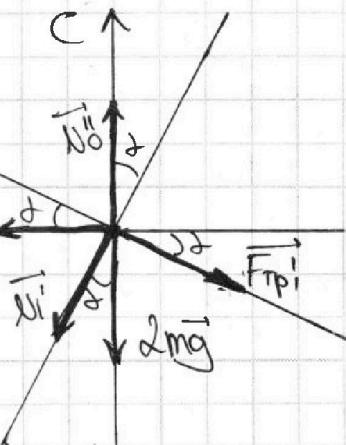
$$= \left(\frac{2}{10} \cdot 10 \cdot \frac{8}{10} \cdot \left(\frac{2}{10} + \frac{6}{10} \right) \right) \text{Н} = \left(\frac{2 \cdot 8}{10} \cdot \frac{8}{10} \right) \text{Н} =$$

$$= \frac{64 \cdot 2}{100} \text{ Н} = \frac{128}{100} \text{ Н} = 1,28 \text{ Н} \rightarrow \text{в первом случае.}$$

2 случай (шайба вблизи вершины):



Силы, действующие на клин:



$$\text{OZ: } F_{Tp}'' + N_i \cdot \sin \alpha - F_{Tp}' \cdot \cos \alpha = 0$$

$$F_{Tp}'' = F_{Tp}' \cdot \cos \alpha - N_i \cdot \sin \alpha$$

$$F_{Tp}'' = \mu_1 \cdot mg \cdot \cos^2 \alpha - mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha =$$

$$= mg \cdot \cos \alpha (\mu_1 \cdot \cos \alpha - \sin \alpha);$$

$$N_i = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{Tp}' = \mu_1 \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{Tp}'' = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{8}{10} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{8}{10} - \frac{6}{10} \right) = \left(\frac{16}{10} \cdot \left(-\frac{4}{10} \right) \right) \text{Н} =$$

$$= -\frac{64}{100} \text{ Н} = -0,64 \text{ Н} \Rightarrow |F_{Tp}''| = 0,64 \text{ Н}$$

$$\text{Тогда } |F_{Tp, \max}| = 1,28 \text{ Н}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
5 ИЗ 6

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) В 1-м и 2-м случаях коэффициенты трения могут быть разные

$$\text{В 1-м: } F_{Tp}^1 = 1,28 \text{ H; } \mu^1; F_{Tp}^1 = \mu^1 \cdot N_0^1$$

$$\text{В 2-м: } |F_{Tp}^2| = 0,64 \text{ H; } \mu^2; F_{Tp}^2 = \mu^2 \cdot N_0^2$$

Вспомним расстояние син в 1-м и втором случаях:

$$1: \text{OC: } N_0^1 + F_{Tp1} \cdot \sin \alpha - N_1 \cdot \cos \alpha - \alpha mg = 0$$

$$N_0^1 = \alpha mg + N_1 \cdot \cos \alpha - F_{Tp1} \cdot \sin \alpha =$$

$$= \alpha mg + mg \cdot \cos^2 \alpha - \mu_1 mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha =$$

$$= mg (\alpha + \cos^2 \alpha - \mu_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha)$$

$$N_0^1 = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{H}}{\text{кг}} \cdot \left(\alpha + \frac{64}{100} - \frac{1}{4} \cdot \frac{12}{10} \cdot \frac{6}{10} \right) =$$

$$= 2 \text{ H} \cdot \left(\alpha + \frac{64}{100} - \frac{12}{100} \right) = 2 \text{ H} \cdot 2,52 = 5,04 \text{ H.}$$

$$\mu_1 = \frac{1,28 \text{ H}}{5,04 \text{ H}} = \frac{128}{504} = \frac{64}{252} = \frac{32}{126} = \boxed{\frac{16}{63}} = \mu_1$$

$$\mu_2 = \frac{F_{Tp2}}{N_0^2};$$

$$2: \text{OC: } N_0^2 - N_1 \cdot \cos \alpha - F_{Tp2} \cdot \sin \alpha - \alpha mg = 0$$

$$N_0^2 = \alpha mg + mg \cdot \cos^2 \alpha + \mu_1 mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha =$$

$$= mg (\alpha + \cos^2 \alpha + \mu_1 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha)$$



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
6 ИЗ 6

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!

$$\text{No}'' = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \left(2 + \frac{0,64}{100} + \frac{1}{4} \cdot \frac{8^2}{10} \cdot \frac{6}{10} \right) = \\ = 2 \text{ Н} \cdot (2 + 0,64 + 0,12) = 2 \text{ Н} \cdot 2,76 = 5,52 \text{ Н}$$

$$\mu'' = \frac{F_{\text{тр}}''}{\text{No}''} = \frac{0,64 \text{ Н}}{5,52 \text{ Н}} = \frac{64}{552} = \frac{32}{276} = \frac{16}{138}$$

$\mu'' < \mu'$ \Rightarrow если в обоих случаях

$\mu \geq \mu'$ то килин будет оставаться в покое, тогда

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

Ответ: 1. $\sin t = 0,6$

$$2. |F_{\text{тр. max}}| = 1,28 \text{ Н}$$

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



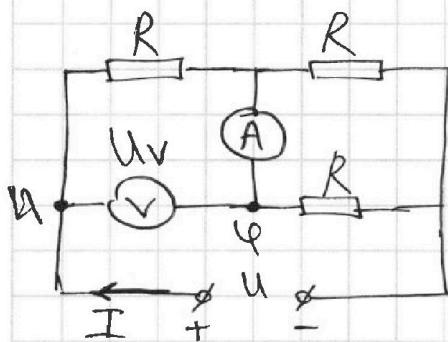
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

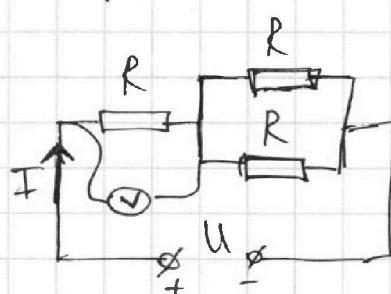
№4



$$R = 100\Omega; U = 30V \\ R_A \ll R, R_V \gg R$$

$$P_0 - ? \quad I - ? \quad U_V - ?$$

Заметим, что т.к. $R_A \ll R$, а $R_V \gg R$, мы можем перерисовать схему след. образом:



Заменим цепь резисторов на один, сопротивление которого $R_{\text{ЭКВ}}$, вычислите по формуле:

$$R_{\text{ЭКВ}} = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = R + \frac{1}{\frac{R+R}{R^2}} = R + \frac{R^2}{2R} = \\ = R + \frac{R}{2} = 1,5R$$



$$\text{Тогда } U = I \cdot R_{\text{ЭКВ}} = I \cdot 1,5R$$

$$I = \frac{U}{1,5R}$$

$$I = \frac{30V}{1,5 \cdot 100\Omega} = \frac{30V}{150\Omega} = 0,2A$$

$$U_V = U - I \cdot R$$

Заметим, что т.к. $R_A \ll R$ то вольтметр фактически подключен параллельно первому резистору, \rightarrow он показывает напряжение на этом первом резисторе, тогда

$$U_V = I \cdot R = \frac{U}{1,5R} \cdot R = \frac{U}{1,5} = \frac{U}{\frac{3}{2}} = \frac{2U}{3}$$

$$U_V = \frac{2 \cdot 30V}{3} = 20V$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 2

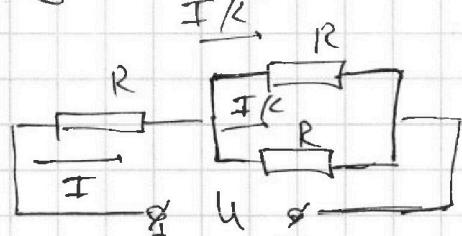
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Для того чтобы найти P_0 (всю мощность к.г.),
рассеиваемую (6 цепи), нужно сложить все мощности,
выделяющиеся на элементах.

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = U \cdot I$$

$$\text{т.к. } I_V \approx 0, \text{ а } U_A \approx 0 \Rightarrow R_V \approx 0; P_A \approx 0$$

Тогда мощности выделяются только на резисторах



$$P_0 = I^2 R + \frac{I^2}{4} \cdot R + \frac{I^2}{4} \cdot R = \\ = I^2 \cdot \left(R + \frac{1}{2} R \right) = I^2 \cdot 1,5R$$

$$P_0 = (0,2A)^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot 100\Omega =$$

$$= \left(\frac{2}{10} A\right)^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot 100 \Omega = \frac{24}{100} \cdot \frac{3}{2} \cdot 100 \text{ Вт} = \\ = \boxed{6 \text{ Вт}}$$

$$\text{Ответ: 1. } I = 0,2A$$

$$2. \quad U_V = 20 \text{ В}$$

$$3. \quad P_0 = 6 \text{ Вт.}$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

205

Дано:

$$t_1 = 10^\circ \text{C}$$

$$m_{\lambda_0} = m_{B_0} = m_0$$

$$\frac{m_{\lambda_1}}{m_{B_1}} = \frac{9}{7}$$

$$c_\lambda = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг}\cdot\text{C}}$$

$$c_B = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг}\cdot\text{C}}$$

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

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

$$\delta - ?$$

$$t_2 - ?$$

Запишем уравнение теплового баланса
 $c_B \cdot m_0 (t_1 - t_0) + \lambda \cdot \Delta m_B = c_\lambda \cdot m_0 (t_0 - t_2)$

& По закону сохранения массы:

$$2m_0 = m_{\lambda_1} + m_{B_1}$$

По условию:

$$\delta = \frac{\Delta m_B}{m_B} = \frac{\Delta m_B}{m_0}$$

$$\lambda \Delta m_B = m_0 (c_\lambda (t_0 - t_2) - c_B (t_1 - t_0))$$

$$\frac{m_{\lambda_1}}{m_{B_1}} = \frac{9}{7}; \text{ т.к.} \text{ наше} \Rightarrow \Delta m_B \Rightarrow m_{\lambda_1} = m_0 + \Delta m_B$$

$$2m_0 = m_0 + \Delta m_B + m_{B_1} \Rightarrow m_{B_1} = m_0 - \Delta m_B$$

Тогда:

$$\frac{m_0 + \Delta m_B}{m_0 - \Delta m_B} = \frac{9}{7} \Rightarrow 7m_0 + 7\Delta m_B = 9m_0 - 9\Delta m_B$$

$$\frac{16\Delta m_B}{\Delta m_B} = 2m_0$$

$$\boxed{\delta = \frac{\Delta m_B}{m_0} = \frac{1}{8}}$$

$$\lambda \cdot \frac{\Delta m_B}{m_0} = c_\lambda (t_0 - t_2) - c_B (t_1 - t_0)$$

$$\delta \cdot \lambda + c_B (t_1 - t_0) = c_\lambda t_0 - c_\lambda t_2$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\delta \cdot \lambda + c_v (t_2 - t_0) = c_u t_0 - c_u t_1$$

$$c_u t_2 = c_u t_0 - \delta \lambda - c_v (t_1 - t_0)$$

$$t_2 = t_0 - \frac{\delta \lambda}{c_u} - \frac{c_v}{c_u} \cdot (t_1 - t_0)$$

$$t_2 = 0^\circ C - \frac{\frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{D\cdot t}{K}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{D\cdot t}{K \cdot ^\circ C}} - \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{D\cdot t}{K \cdot ^\circ C}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{D\cdot t}{K \cdot ^\circ C}} \cdot 10^\circ C =$$

$$= 0^\circ C - \frac{3,36 \cdot 10^2}{8 \cdot 2,1} ^\circ C - 20^\circ C =$$

$$= -20^\circ C - \frac{3,36 \cdot 10^2}{16,8} ^\circ C = -20^\circ C - \frac{336}{168} ^\circ C =$$

$$= -20^\circ C - \frac{336 \cdot 10}{168} ^\circ C = \boxed{-40^\circ C}$$

Ответ: 1. $\delta = \frac{1}{8}$

2. $t_2 = -40^\circ C$



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!