

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

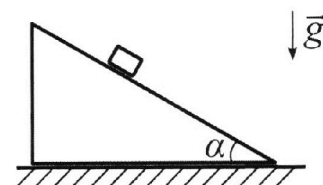
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

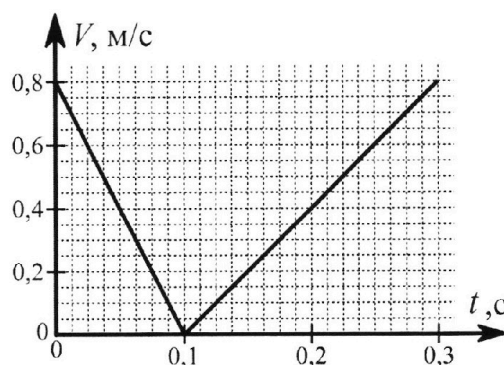
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





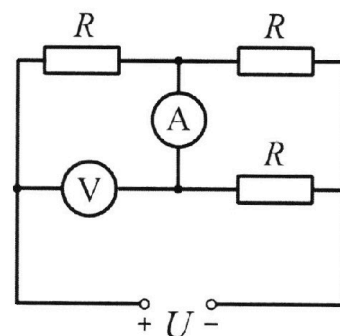
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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!

Дано:

$$m = 0,2 \text{ тн}$$

$$V(t) = V_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

V_0 - вектор нач. скорости

$$V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$1) S = ?$$

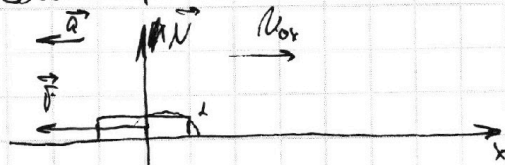
$$t = 0 \text{ до } t = 4T$$

$$2) F = ?$$

$$3) A = ?$$

$$t = 0 \text{ до } t = T$$

Решение:



$$V_{0x} = V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V(t) = V_{0x} \left(1 - \frac{t}{T}\right) = -3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow$$

Поскольку V направлена против $0x$ скорости изменяет своё направление.
Напишем в дифференциальной форме:
Найдём момент останова
 $V = 0; 0 = V_{0x} \left(1 - \frac{t^*}{T}\right)$
 $\frac{t^*}{T} = 1 \Rightarrow t^* = T = 2 \text{ с} \Rightarrow$

через 2 с после начала тело остано вится

$$0x: a_x = \frac{V - V_{0x}}{T} = -\frac{V_{0x}}{T} = -\frac{4}{2} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

- ускорение по оси x постоянна

$$0x: S_1 = V_{0x} \cdot T - \frac{a T^2}{2} = 4 \cdot 2 - \frac{2 \cdot 4}{2} = 4 \text{ м}$$

- путь до останова

$$0x: S_2 = -\frac{a (t^* - T)^2}{2} \Rightarrow S_2 = \frac{a (T - T)^2}{2} = \frac{a \cdot 0^2}{2} = \frac{2 \cdot 0^2}{2} =$$

$$= 36 \text{ м} - \text{путь после останова}$$

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

$$[S] = \frac{\text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{с}^2} = \text{м}$$

по II з. Ньютона в дифференциальной форме:

$$\vec{F} \cdot t' = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

$$0x: -F \cdot T = -p_1$$



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!

$$F = \frac{mV_0}{t'} = \frac{0,2 \cdot 4}{2} = 0,4 \text{ Н}$$

$$[F] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{с}} = \text{Н}$$

$$A = F \cdot S_1 \cos \alpha = F \cdot S_1 \cdot \cos 180^\circ = -F \cdot S_1 = -\frac{mV_0 \cdot S_1}{t'} = \frac{-0,2 \cdot 4 \cdot 4}{2} = -1,6 \text{ Дж}$$

$$[A] = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$$

Ответ: 4 Дж; 0,4 Н; -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 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!

Дано:

$$T = 4\text{с}$$

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

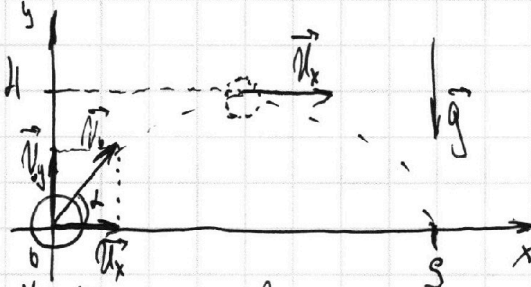
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$H = ?$$

$$S = ?$$

$$R = ?$$

Решение:



v_x и v_{0y} — составляющие начальной скорости

В момент наибольшего подъёма $v_y = 0 \Rightarrow$ остаётся

только v_x (v_x не меняется, т.к. нет сопротивления воздуха)

$$v_{\min} = v_x$$

самая наибольшая скорость

тогда в самом начале и в самом конце (при падении) $v_{\max} = v_0$

$$\frac{v_0}{v_x} = ? \Rightarrow v_0 = 2v_x$$

$$S_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y}$$

В момент наибольшего подъёма:

$$S_y = H, v_y = 0$$

$$H = -\frac{v_{0y}^2}{-2g} = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

$$v_y(t) = v_{0y} + a_y t$$

т.к. траектория симметрична, то t — это время в момент наибольшего подъёма — $t = \frac{T}{2}$

$$0 = v_{0y} - g \frac{T}{2} \Rightarrow v_{0y} = g \frac{T}{2} \Rightarrow H = \frac{g^2 T^2}{4 \cdot 2g} = \frac{g T^2}{8} = \frac{10 \cdot 4^2}{8} = 20 \text{ м}$$

$$[H] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2 = \text{м}$$

т.к. сопротивления воздуха нет и мяч начинает своё движение

и замедляется с земли (попадая), то траектория симметрична.

$$\text{значит } \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = 2$$

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.

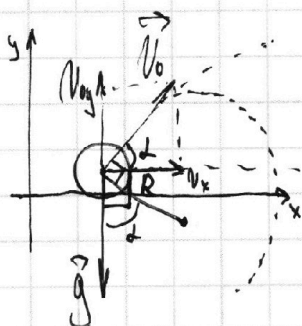
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!



$$\begin{aligned}
 v_x^2 + v_{oy}^2 &= v_0^2 \\
 v_x^2 + v_{oy}^2 &= 4v_x^2 \\
 3v_x^2 &= v_{oy}^2 \\
 v_x &= \frac{v_{oy}}{\sqrt{3}}
 \end{aligned}$$



$$S_x(t) = v_{ox} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2}$$

В момент падения на землю:

$$S_x = S = v_k \cdot T$$

$$S = \frac{v_{oy} \cdot T}{\sqrt{3}} = \frac{gT^2}{2\sqrt{3}} = \frac{10 \cdot 4^2}{2\sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

$$[S] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2 = \text{м}$$

$$a_{yc} = \frac{v_0^2}{R}$$

$$a_{yc} = g \cdot \cos \alpha$$

$$\rightarrow g \cdot \cos \alpha = \frac{v_0^2}{R}$$

$$R = \frac{v_0^2}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{4v_x^2}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{4v_{oy}^2}{3g \cos \alpha}$$

$$R = \frac{4gT^2}{4 \cdot 3 \cos \alpha} = \frac{gT^2}{3 \cos \alpha}$$

$$R = \frac{2gT^2}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 4^2}{\sqrt{3}} = \frac{320}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

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

$$\frac{v_k}{2v_x} = \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$[R] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2 = \text{м}$$

Ответ: $20 \text{ м}; \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}; \frac{320}{\sqrt{3}} \text{ м}$



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!

Дано:

$$m_m = m = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_k = 2m$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$1) \sin \alpha = ?$$

$$2) F_{\text{тр}} = ?$$

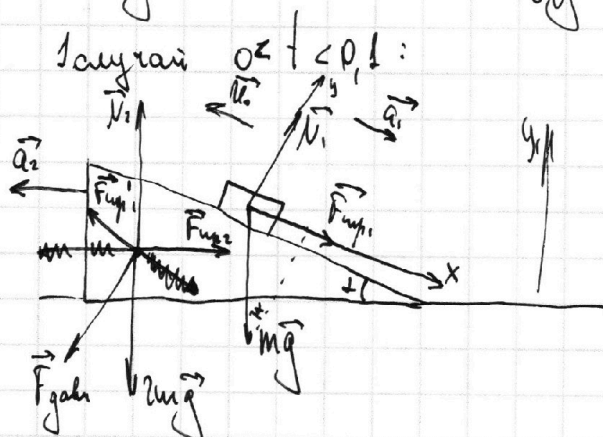
$$0 < t < 0,3 \text{ с}$$

$$3) \mu = ?$$

$$0 < t < 0,3 \text{ с}$$

Решение:

1. Судя по графику $v(t)$ скорость шайбы сначала уменьшается до нуля, а потом опять растет, следовательно шайбу $\vec{v}$ направил вверх



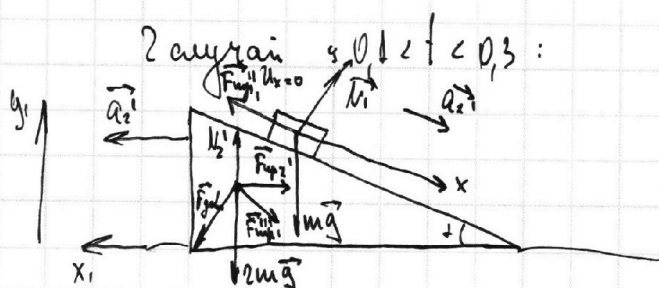
$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t$$

в момент остановки $v_x = 0$

$$t = 0,1 \text{ с}; v_0 = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_x: 0 = -v_0 + a_1 \cdot t \Rightarrow a_1 = \frac{v_0}{t}$$

$$g(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) = \frac{v_0}{t}$$



По II з. Ньютона для шайбы:

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

$$a_x: mg \sin \alpha + F_{\text{тр}1} = ma$$

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

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma$$

$$g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a$$

По II з. Ньютона для

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

$$a_x: mg \sin \alpha - F_{\text{тр}2} = ma$$

$$a_y: -mg \cos \alpha + N_2 = 0$$

$$N_2 = mg \cos \alpha$$



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
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!

$$F_{\text{уп1}} = \mu_1 N_1 = \mu_1 m g \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{уп1}}' = F_{\text{уп1}}$$

$$F_{\text{уп1}} = \mu_1 m g \cos \alpha$$

$$m g \sin \alpha - \mu_1 m g \cos \alpha = m a_1'$$

$$g (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = a_1'$$

$$g (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = \frac{v_0}{t'} \cdot \frac{v_0}{t}$$

$$g (\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha)$$

$$\frac{\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha} = \frac{t}{t'}$$

$$t' \sin \alpha - \mu_1 t' \cos \alpha = t \sin \alpha + \mu_1 t \cos \alpha$$

$$\mu_1 = \frac{t' \sin \alpha - t \sin \alpha}{t' \cos \alpha + t \cos \alpha} = \frac{(t' - t) \sin \alpha}{(t' + t) \cos \alpha}$$

$$g (\sin \alpha + \frac{(t' - t) \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(t' + t) \cos \alpha}) \cdot \frac{v_0}{t}$$

$$g \sin \alpha (t' + t + t' - t) = \frac{v_0 (t' + t)}{t}$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0 (t' + t)}{2 g t t'} = \frac{0,6 (0,2 + 0,1)}{2 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,1} = \frac{0,6 \cdot 0,3}{0,4} = 0,6$$

$F_{\text{уп}}$ наибольшая будет во втором случае и.н

По II з. Ньютона для массы в 1 случае: $N_2 + F_{\text{уп1}}' + F_{\text{уп2}} + F_{\text{грав}} + 2m\vec{g} = 2m\vec{g}$

$$Oy_1: N_2 + F_{\text{уп1}}' \cdot \sin \alpha - F_{\text{грав}} \cdot \cos \alpha - 2mg = 0 \Rightarrow N_2 = F_{\text{грав}} \cdot \cos \alpha + 2mg - F_{\text{уп1}}' \cdot \sin \alpha$$

$$F_{\text{уп2}} = \mu_2 N_2$$

$$F_{\text{уп2}} = \mu_2 (F_{\text{грав}} \cdot \cos \alpha + 2mg - F_{\text{уп1}}' \cdot \sin \alpha)$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

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!

По II з. Ньютона: $F_{\text{уп}1}' = F_{\text{уп}1}$; $F_{\text{грав}1} = N_1$; $F_{\text{уп}1}''' = F_{\text{уп}1}''$

$$F_{\text{уп}2} = \mu_2 (N_1 \cdot \cos \alpha + 2mg - \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha)$$

По II з. Ньютона для тела во 2-м случае:

$$\vec{N}_2' + 2mg + \vec{F}_{\text{уп}1}''' + \vec{F}_{\text{уп}2}' + \vec{F}_{\text{грав}2} = m\vec{a}_2'$$

$$Oy: N_2' = F_{\text{грав}2} + 2mg + F_{\text{уп}1}''' \cdot \sin \alpha$$

$$F_{\text{уп}2}' = \mu_2 N_2' = \mu_2 (N_1 \cos \alpha + 2mg + \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha)$$

$$F_{\text{уп}2} = \mu_2 (N_1 \cos \alpha + 2mg + \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha)$$

$$F_{\text{уп}} = F_{\text{уп}2}' = \mu_2 (mg \cos^2 \alpha + 2mg + \frac{\mu_1 mg \sin 2\alpha}{2})$$

$$Ox: F_{\text{грав}1} \cdot \sin \alpha - F_{\text{уп}1}'' \cdot \cos \alpha - F_{\text{уп}2}' = 0$$

- или будем находим $F_{\text{уп}1}''$ или $F_{\text{уп}2}'$ будем не гравитация

$$Oy: N_2' = mg \cos^2 \alpha + 2mg + \frac{\mu_1 mg \sin 2\alpha}{2}$$

$$F_{\text{уп}}' = \mu N_2' = \mu (mg \cos^2 \alpha + 2mg + \frac{\mu_1 mg \sin 2\alpha}{2})$$

$$F_{\text{уп}}' = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha$$

$$\mu (g \cos^2 \alpha + 2g + \frac{\mu_1 g \sin 2\alpha}{2}) = \frac{g \sin 2\alpha}{2} - \mu_1 g \cos^2 \alpha$$

$$\mu = \frac{g \sin 2\alpha - 2\mu_1 g \cos^2 \alpha}{2g \cos^2 \alpha + 4g + \mu_1 g \sin 2\alpha} = \frac{\sin 2\alpha - 2\mu_1 \cos^2 \alpha}{2\cos^2 \alpha + 4 + \mu_1 \sin 2\alpha} = \frac{\sin 2\alpha - 2 \frac{(1-t)}{(1+t)} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2\cos^2 \alpha + 4 + \frac{(1-t)}{(1+t)} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

$$\mu = \frac{\sin 2\alpha - \frac{(1-t)}{(1+t)} \sin 2\alpha}{(1+t)} = \frac{\sin 2\alpha (1 - \frac{1-t}{1+t})}{(1+t)}$$

$$\mu = \frac{2t \sin 2\alpha}{(1+t)(6 - 2\sin^2 \alpha) + (1-t)tg \cdot \sin^2 \alpha}$$

Ответ: 0,6



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!

Дано:

$$R = 100 \text{ Ом}$$

$$U = 30 \text{ В}$$

$$R_A \ll R$$

$$R_V \gg R$$

$$I = ?$$

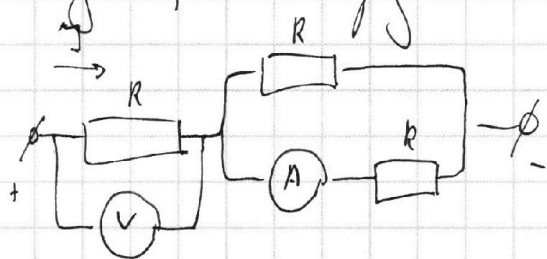
$$P_V = ?$$

$$N = ?$$

Решение:

П.к. сопротивление амперметра очень мало по сравнению с резисторами, то его можно ~~не учитывать~~ ~~не учитывать~~ не учитывать.

П.к. сопротивление вольтметра намного больше чем сопротивление резисторов, то можно считать, что через него ток не пойдёт.



По з. Ома:

$$I = \frac{U}{R_0}$$

$$R_0 = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

$$I = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 30}{3 \cdot 100} = 0,2 \text{ А} \quad [I] = \frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \text{А}$$

$$P_V = I \cdot R = \frac{2U}{3R} \cdot R = \frac{2U}{3} = \frac{2 \cdot 30}{3} = 20 \text{ В} \quad [P] = \text{А} \cdot \text{Ом} = \text{В}$$

$$N = \frac{U^2}{R_0} = \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot 30^2}{3 \cdot 100} = \frac{2 \cdot 900}{3 \cdot 100} = 6 \text{ Вт} \quad [N] = \frac{\text{В}^2}{\text{Ом}} = \text{Вт}$$

Ответ: 0,2 А; 20 В; 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!

Дано:

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

$$m_u = m_6$$

$$\frac{m_u}{m_6} = n = \frac{9}{7}$$

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

$$c_6 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

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

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

$$\delta = ?$$

$$t_2 = ?$$

Решение:

П.п. в конце ~~охлаждения~~ масса воды меньше
массы льда $\Rightarrow$ часть воды кристаллизовалась

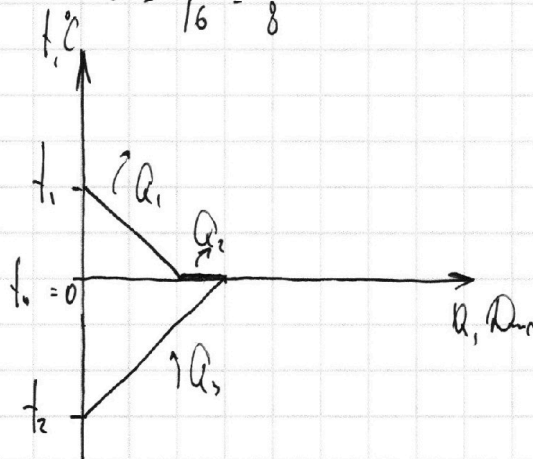
$$\frac{m_u}{m_6} = \frac{9}{7} \Leftrightarrow 7m_u = 9m_6$$

$$\left. \begin{aligned} m_u &= m_u + \delta m_6 \\ m_6 &= m_6 - \delta m_6 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 7(m_u + \delta m_6) = 9(m_6 - \delta m_6)$$

$$7m_u + 7\delta m_6 = 9m_6 - 9\delta m_6$$

$$16\delta = 2$$

$$\delta = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$$



П.п. в конце в калори-
метре находится и
вода и лёд, но $t_k = t_0 = 0^\circ\text{C}$

У-ие теплового
баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$Q_1 = c_6 m_6 (t_0 - t_1)$$

$$Q_2 = -\delta m_6 \lambda$$

$$Q_3 = c_u m_u (t_0 - t_2)$$



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
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!

$$-c_6 m_6 (t_1 - t_6) - 15 m_6 + c_4 m_4 (t_6 - t_2) = 0$$

$$-c_4 t_2 = c_6 t_1 + \Delta J$$

$$t_2 = - \frac{c_6 t_1 + \Delta J}{\frac{1}{2} c_4} = - \frac{4200 \cdot 10 + \frac{336000}{8}}{2100} = - \frac{84000}{2100} = -40^\circ \text{C}$$

Ответ: $\frac{1}{8}$; -40°C

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

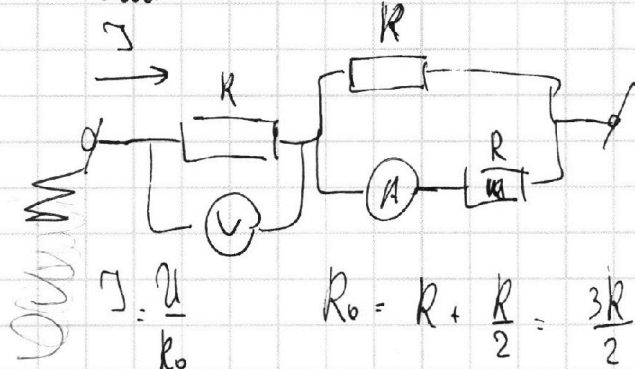
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



N4

Дано:
 $R = 100 \Omega$
 $U = 30 \text{ В}$
 $I = ?$
 $U_B = ?$
 $P = ?$

Решение:



$$I = \frac{U}{R_0}$$

$$R_0 = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

$$I = \frac{U}{\frac{3R}{2}} = \frac{2 \cdot 30}{3 \cdot 100} = 0,2 \text{ А}$$

$$U_B = I \cdot R = \frac{2 \cdot 30 \cdot R}{3R} = \frac{2 \cdot 30}{3} = 20 \text{ В}$$

$$P = I^2 \cdot R_0 = 0,2^2 \cdot 150 = 6 \text{ Вт}$$

Ответ: 0,2 А; 20 В; 6 Вт

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R^2}$$

$$C_0 \frac{dU}{dt} (t_0 - t_1) + \delta Q_{16} = C_0 \frac{dU}{dt} (t_0 - t_2) + \delta Q_{16}$$

$$C_0 t_1 + \delta Q = -C_0 t_2$$

$$t_2 = \frac{C_0 t_1 + \delta Q}{C_0} = \frac{4200 \cdot 10 + 336000}{4200} = 100$$

$$t_2 = \frac{42000 + 42000}{2100} = 40^\circ \text{C}$$

N5

Дано:
 $t_1 = 10^\circ \text{C}$

$m_m = m_e$

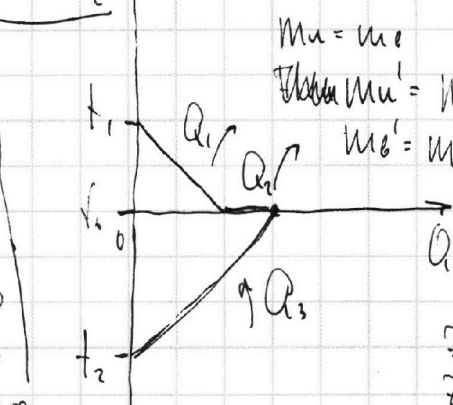
$$\frac{m_m}{m_e} = \mu = \frac{9}{7}$$

$$C_u = 31 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

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

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

Решение:
 $t_2 = ?$



$$m_m' = g m_e'$$

$$m_m = m_e$$

$$m_m' = m_m + \delta m_e$$

$$m_e' = m_e - \delta m_e$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$Q_1 = C_0 m_e (t_0 - t_1)$$

$$Q_2 = -\delta m_e$$

$$Q_3 = C_u m_m (t_0 - t_2)$$

$$g(m_m + \delta m_e) = g(m_e - \delta m_e)$$

$$g m_m + g \delta m_e = g m_e - g \delta m_e$$

$$g m_m + 2 g \delta m_e = g m_e$$

$$m_m + 2 \delta m_e = m_e$$



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!

N3

4 пробник

Дано:

$$m_1 = m_2 = 0,2 \text{ кг}$$

$$M_A = 2M$$

$$v_0 = 0,5 \text{ м/с (г.ч.)}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = ?$$

$$0 < t < 0,5 \text{ с}$$

$$F_{\text{уп}} = ?$$

$$\mu = ?$$

$$s_{\text{уд}} = \frac{v_0(t_1 + t_2)}{2}$$

$$s_{\text{уд}} = \frac{v_0(t_1 + t_2)}{2}$$

$$2g t_1 t_2$$

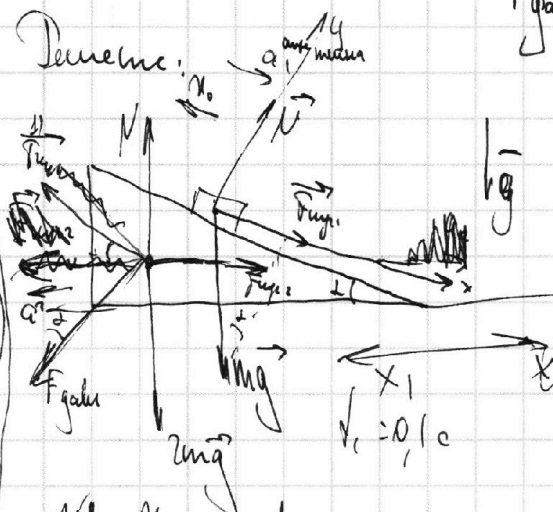
$$\frac{v_0 \cdot c}{R \cdot \frac{v_0}{c} \cdot c^2}$$

$$\frac{v_0 \cdot c}{R \cdot \frac{v_0}{c} \cdot c^2}$$

$$t_1 \sin \alpha + \mu t_1 \cos \alpha = t_2 \sin \alpha - \mu t_2 \cos \alpha$$

$$\mu (t_1 \cos \alpha + t_2 \cos \alpha) = t_2 \sin \alpha - t_1 \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{(t_2 - t_1) \sin \alpha}{(t_1 + t_2) \cos \alpha} = \frac{(t_2 - t_1) \tan \alpha}{(t_1 + t_2)}$$



$$v = v_0 - a_1 \cdot t_1$$

$$v_0 = a_1 \cdot t_1$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2$$

$$a_1 = 2a_2$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{v_0}{t_1} = 2 \cdot \frac{v_0}{t_2}$$

$$F_{\text{пруж}} \cdot \sin \alpha - F_{\text{уп},2} - F_{\text{уп},1} = 0$$

Ноты Норманна гуи
майданна:

$$x: mg \cdot \sin \alpha + F_{\text{уп},1} = ma_1$$

$$y: mg \cdot \cos \alpha - N = 0$$

$$mg \cos \alpha = N$$

$$F_{\text{уп},1} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha + \mu \cdot mg \cos \alpha = ma_1$$

$$g \sin \alpha + \mu \cdot g \cos \alpha = a_1$$

$$g (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) = \frac{v_0}{t_1}$$

Ноты Норманна гуи
майданна:

$$x: mg \cdot \sin \alpha - F_{\text{уп},1} = ma_1'$$

$$y: mg \cdot \cos \alpha - N = 0$$

$$mg \cdot \sin \alpha - \mu \cdot mg \cos \alpha = ma_1'$$

$$g (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) = a_1'$$

$$g (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) = \frac{v_0}{t_2}$$

$$\frac{g (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)}{g (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)} = \frac{t_2}{t_1}$$

