

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

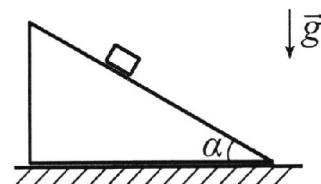
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

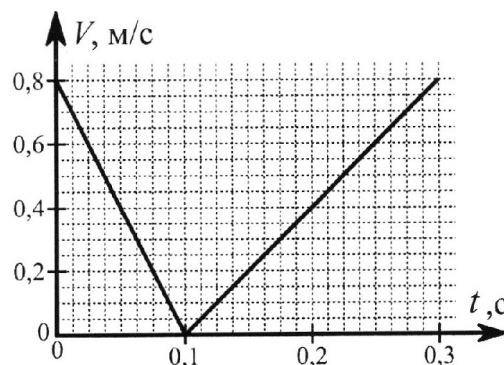
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





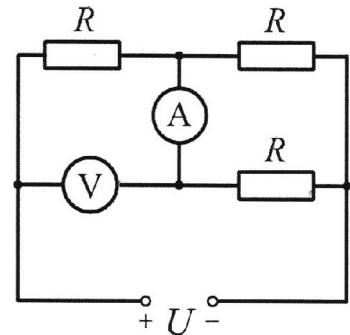
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 $c_L = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3$ 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
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!

$S \sim S_{гр}$ ($S_{гр}$ - площадь под графиком) ^{на $t \in [0; T]$}

$$S_{гр}^{max} = \frac{1}{2} V_0 T + \frac{1}{2} (4T - T) |V_k|$$

$$\operatorname{tg} \alpha \stackrel{max}{=} \frac{V_0}{T} = \frac{|V_k|}{4T - T} = \frac{|V_k|}{3T}$$

$$S_{гр}^{max} = \frac{1}{2} T^2 \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{2} \cdot 9T^2 \operatorname{tg} \alpha = 5T^2 \operatorname{tg} \alpha = 5V_0 T$$

$$S_{гр} = 5 \cdot 2 \cdot 4 = 40$$

$$[S] = \mu; [5V_0 T] = \frac{\mu}{c} \cdot c = \mu \Rightarrow S = 5V_0 T = 40 (\mu)$$

Заметим, что $\operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{V_k - V_0}{T} \right|$ при $V = 0$. Значит,

$$\operatorname{tg} \alpha \stackrel{max}{=} |a_x| = a$$

$$a = \frac{V_0}{T} = \frac{4}{2} = 2 \left(\frac{\mu}{c^2} \right) \text{ направлена на горизонтальную ось } OX.$$

По 2-й закону Ньютона для УСО $F = ma = 0,2 \cdot 2 = 0,4 (\text{H})$

$$A = F \cdot \Delta \tau \cdot \cos(\vec{F} \wedge \vec{\Delta \tau})$$

$$V_k \downarrow \Rightarrow \vec{a} \parallel \vec{V}_0 \Rightarrow \vec{F} \parallel \vec{V}_0 \Rightarrow \vec{F} \parallel \vec{\Delta \tau} \Rightarrow \cos(\vec{F} \wedge \vec{\Delta \tau}) = -1$$

$$\Delta \tau = S_1 = \frac{1}{2} V_0 T = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2 = 4 (\mu)$$

(S_1 - путь, пройденный за $t \in (0; T)$)

$$A = -1 \cdot 0,4 \cdot 4 = -1,6 (\text{Дж})$$

Ответ: 40μ ; $0,4 \text{ H}$; $-1,6 \text{ Дж}$



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.



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!

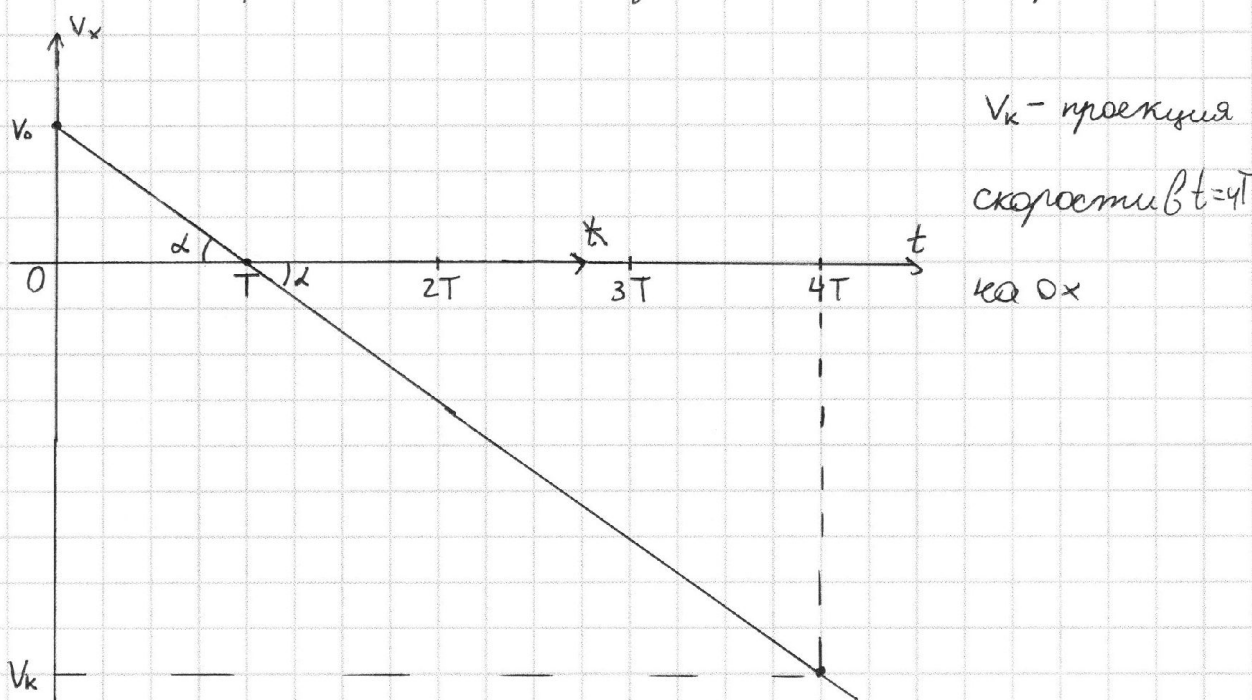
$$\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) \Rightarrow \vec{V} \parallel \vec{V}_0$$

✖ Введем ось Ox так, чтобы $Ox \parallel \vec{V}_0$ и в $t=0$ тело находится в $x=0$

Тогда представленный закон в проекции на Ox имеет вид $V_x(t) = V_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = V_0 - \frac{V_0}{T} \cdot t$

Построим график данной зависимости

$V_x = V_0 - \frac{V_0}{T} \cdot t$ - линейная зависимость, гр. прямая.



Обозначим угол между прямой $V_x(t)$ и осью ot за α .

Путь, пройденный телом за $t=4T$, пропорционален площади под графиком $V_x(t)$



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
☐

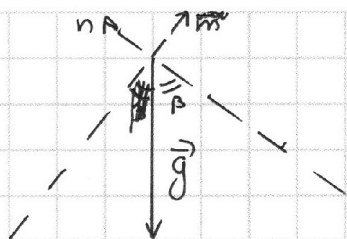
5
☐

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!



$\beta = \alpha$ т.к. $\vec{g} \perp \vec{ox}$; $\vec{n} \perp \vec{v}$ (умнож со взаимно $\perp$ сторонами)

$$g_n g_m = -g \sin \beta$$

$$g_n g_m = -g \cos \beta$$

Для движения по окружности верна формула $\frac{v^2}{a_n} = R$ $\vec{v} \perp \vec{a_n}$, где $\vec{a_n}$ направлен к центру кривизны.

$$v = v_0; a_n = -g_n = g \cos \beta = g \cos \alpha$$

$$R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{40^2}{(\sqrt{3})^2} \cdot \frac{1}{10 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{160 \cdot 2}{3} = \frac{320}{3} = 106 \frac{2}{3} \text{ (м)}$$

Ответ: 20 м; $\frac{80\sqrt{3}}{3}$ м; $106 \frac{2}{3}$ м.



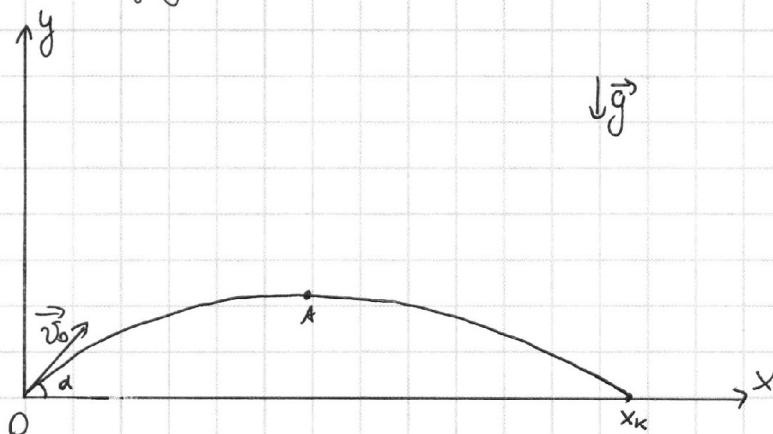
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Пусть $\vec{v}_0$ - начальная скорость мяча, α - угол между $\vec{v}_0$ и Ox



Уравнение движения мяча вдоль Ox и Oy имеют вид:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$x_0 = y_0 = 0; a_x = 0; a_y = -g; v_{0x} = v \cos \alpha; v_{0y} = v \sin \alpha$$

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow y(x) - \text{парабола, ветви вниз.}$$

Заметим, что в произвольной точке траектории $v^2 = v_x^2 + v_y^2$ по теореме Пифагора

$$0 \leq v_y^2 \leq v_{0y}^2; v_x^2 = v_{0x}^2 - \text{const}$$

$$v_{\max}^2 = v_{0y}^2 + v_{0x}^2 = v_0^2 \Rightarrow v_{\max} = v_0$$

$v_{\min}^2 = v_{0x}^2 \Rightarrow v_{\min} = v_{0x}$, что достигается в экстремуме параболы (т.А). ~~В т.А также код~~

1) Также $y_A = H$ (т.к. ветви параболы вниз, $y_{\max} \Rightarrow y_A = H$)

$$\frac{v_{\min}}{v_{\max}} = \frac{v_{0x}}{v_0} = \frac{v_0 \cos \alpha}{v_0} = \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ; \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



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

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!

Тогда 1-е к. ур. принятое на $[0; H]$ принимает вид

$$v_A = v_{0y} - gt$$

$v_A = 0$; $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$; $t = \frac{T}{2}$ в силу симметрии траектории полета

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

$$v_0 = 10 \cdot \frac{4}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{40}{\sqrt{3}} \left(\frac{m}{c} \right)$$

Запишем 2-е кик. ур. на $[0; H]$

$$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$$

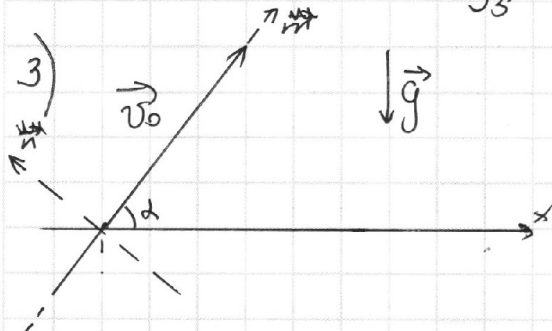
$$y = H; y_0 = 0; v_{0y} = v_0 \sin \alpha = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \left(\frac{m}{c} \right); a_y = -g; t = \frac{T}{2}$$

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha T}{2} - \frac{g T^2}{8} = \frac{20 \cdot 4}{2} - \frac{10 \cdot 4^2}{8} = 40 - 20 = 20 (m)$$

2) $S = x_k$ (см. пояснительный рисунок траектории)

$$x_k = x_0 + v_{0x} t_k + \frac{a_x t_k^2}{2}; x_0 = 0; v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{20}{\sqrt{3}} \left(\frac{m}{c} \right); a_x = 0; t_k = T$$

$$S = v_0 \cos \alpha T = 4 \cdot \frac{20}{\sqrt{3}} = \frac{80\sqrt{3}}{3} (m)$$



Введём ось on по $\vec{v}_0$ и $ot \perp on$

$$\vec{g} = \vec{g}_m + \vec{g}_n$$



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!

$$\text{По } ay: N_{kl} - 2mg = 0 \quad N_{kl} - 2mg - P \cos \alpha = 0$$

$$\text{По } ox: \cancel{P \sin \alpha} \quad P \sin \alpha - F_{\text{тр } kl} = 0 \Rightarrow P \sin \alpha = F_{\text{тр } kl} = mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр } kl} \leq F_{\text{тр } kl \text{ скольжения}} = \mu N_{kl}$$

($F_{\text{тр } kl \text{ скольжения}}$ — сила трения скольжения кинематическая — бой на нём по плоскости)

$$F_{\text{тр } kl} \leq \mu N_{kl}$$

$$N_{kl} = 2mg + P \cos \alpha = 2mg + mg \cos^2 \alpha = mg(2 + \cos^2 \alpha)$$

$$F_{\text{тр } kl} \leq \mu mg(2 + \cos^2 \alpha)$$

$$\mu \geq \frac{F_{\text{тр } kl}}{mg(2 + \cos^2 \alpha)} = \frac{P \sin \alpha}{mg(2 + \cos^2 \alpha)} = \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{mg(2 + \cos^2 \alpha)} = \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{2 + \cos^2 \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{0,6 \cdot 0,8}{2 + 0,8^2} = \frac{0,48}{2,64} = \frac{12}{66} = \frac{2}{11}$$

$$\mu \geq \frac{2}{11}$$

$$\text{Ответ: } 0,6; 0,4 \text{ Н}; \mu \geq \frac{2}{11}.$$



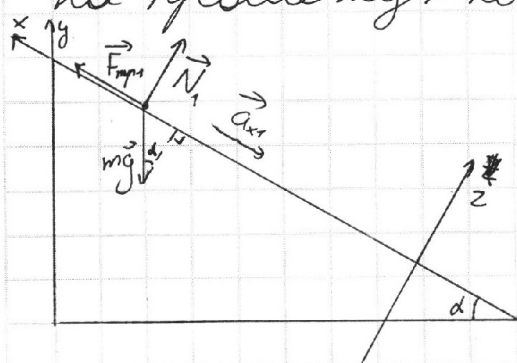
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Теперь рассмотрим движение тела вниз на промежутке $t \in (0,1; 0,3)$



2 з-н Ньютона на $0x$ и $0z$

$$m a_{x1} = F_{\text{тр}1} - mg \sin \alpha$$

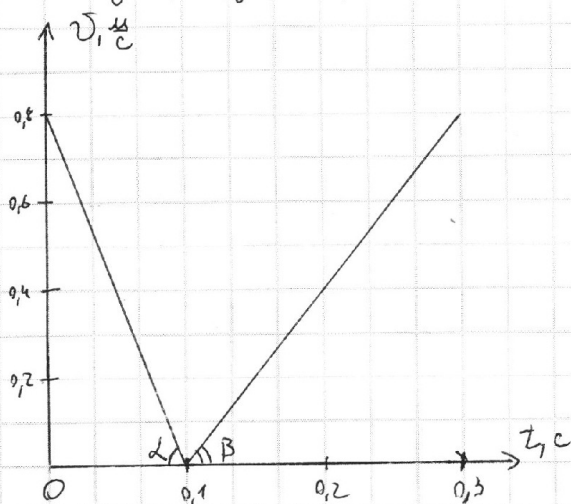
$$0 = N_1 - mg \cos \alpha \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha = N$$

$$F_{\text{тр}1} = \mu_0 N_1 = \mu_0 mg \cos \alpha = F_{\text{тр}0}$$

$$m a_{x1} = \mu_0 mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a_{x1} = g (\mu_0 \cos \alpha - \sin \alpha)$$

Изобразим график:



* α - угол наклона прямой на $t \in (0; 0,1)$

β - угол наклона прямой $v(t)$ на $t \in (0,1; 0,3)$

$$\operatorname{tg} \alpha \stackrel{\text{см. рис.}}{=} a = \frac{0,8}{0,1} = 8 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$\operatorname{tg} \beta \stackrel{\text{см. рис.}}{=} a_1 = \frac{0,8}{0,3-0,1} = 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$a_1 = |g (\mu_0 \cos \alpha - \sin \alpha)| = g (\sin \alpha - \mu_0 \cos \alpha) \quad (\text{м.к. } \vec{a}_{x1} \parallel \vec{0x}) \quad (1)$$

$$a = g (\sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha) \quad (2)$$



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
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!

Выразим $\mu \cos \alpha$ через $a, g, \sin \alpha$ из (2)

$$\mu \cos \alpha = \frac{a}{g} - \sin \alpha \quad (3)$$

Подставим в (1)

$$a_1 = g \left(\sin \alpha - \left(\frac{a}{g} - \sin \alpha \right) \right) = -a + 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a}{2g} = \frac{8 + 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \quad \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad (\text{основное триг. тожд.})$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

2) За всё время движения $|\vec{F}_{\text{тр}}| = \text{const}$ т.к. $F_{\text{тр}0} = F_{\text{тр}1}$

$$F_{\text{тр}0} = F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр} \max}$$

$$F_{\text{тр} \max} = \mu_0 mg \cos \alpha = \left(\frac{a}{g} - \sin \alpha \right) mg = (a - g \sin \alpha) m \quad (\text{подставим (3)})$$

$$F_{\text{тр}} = (8 - 10 \cdot 0,6) \cdot 0,2 = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ (Н)}$$

3) Покажем силы, действующие на клин.



(клин примем за материальную точку)
т.к. клин движется

P - вес $\vec{P}$ иайбор

$P = N = N_1$ (по 3-му Ньютону)

$$P = mg \cos \alpha = 0,2 \cdot 10 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ (Н)}$$

Запишем для клина 2-й Ньютон (клин #6 покоя)



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.

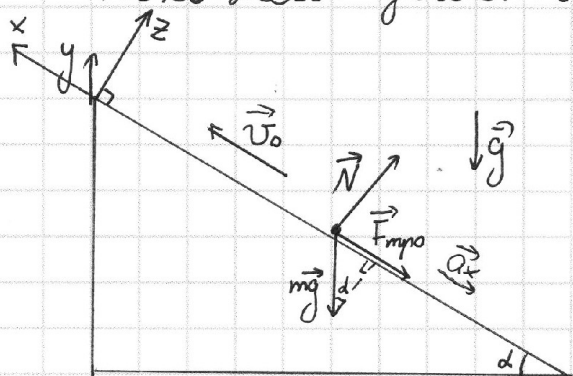
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Примем шайбу за материальную точку, ^{т.к. дви- поступатель-но} и покажем действующие на нее силы.



Напишем 2-н Ньютона для УСО. на ox :

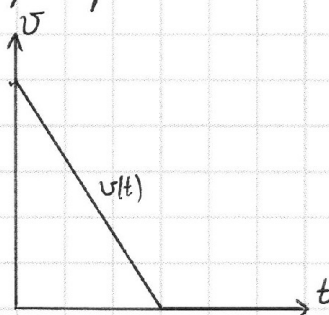
$$ma_x = -mgsin\alpha - F_{tpr0}$$

$F_{tpr} = \mu_0 N$ (μ_0 - коэффициент трения скольжения шайбы о клин) - закон Кулона-Амонта.

Шайба начинает движение с v_0 , направленной ~~иде~~ $\vec{v}_0 \uparrow \vec{g}$, т.к. в противном случае скорость тела не оборачивается в 0, ~~т.к. а~~ после этого ~~из-~~ [↓] ~~меняется~~.

т.к.

Если ~~тело~~ $\vec{v}_0 \uparrow \vec{g}$, то график имеет вид



2-н Ньютона на OZ : $0 = N - mg\cos\alpha \Rightarrow mg\cos\alpha = N$

$$F_{tpr0} = \mu_0 mg\cos\alpha$$

$$ma_x = -mgsin\alpha - \mu_0 mg\cos\alpha$$

$$a_x = -g(\sin\alpha + \mu_0 \cos\alpha) - \text{ускорение на } ox \text{ при } t \in (0; t_1)$$

~~Ускода из граф~~



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!

$$P = P_{CD} + P_{DF} + P_{DE} + P_{CE} + P_{EF}$$

закон Джоуля-Ленца

На ветке CE - вольтметр. $P = \frac{U^2}{R}$, $R_B \gg R \Rightarrow P_{CE} \rightarrow 0$

На ветке DE - амперметр. $P = I^2 R$; $R_A \ll R \Rightarrow P_{DE} \rightarrow 0$

$$P = P_{CD} + P_{DF} + P_{EF}$$

$$P_{CD} = I^2 \cdot R$$

$$P_{DF} = \frac{I^2}{4} R$$

$$P_{EF} = \frac{I^2}{4} R$$

$$P = I^2 R + \frac{I^2}{4} R + \frac{I^2}{4} R = I^2 R \cdot \frac{6}{4} = \frac{6}{4} \cdot 0,2^2 \cdot 100 = \frac{6}{4} \cdot 4 = 6 \text{ (Вт)}$$

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.

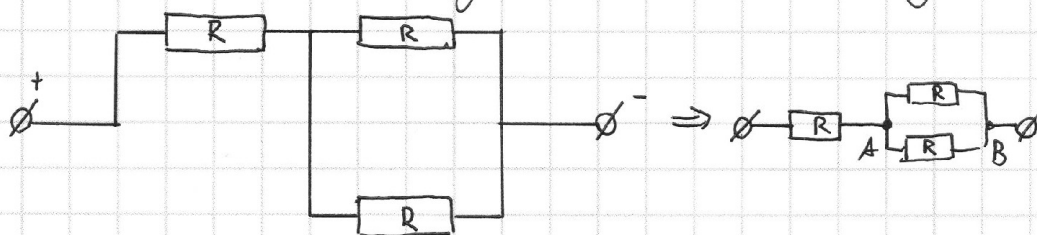
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$R_A \ll R \ll R_V$$

Заменяем ветки с амперметрами на пустое провода, а ветки с вольтметрами - на разрывы цепи. Тогда цепь имеет вид



R_0 - общее сопротивление цепи.

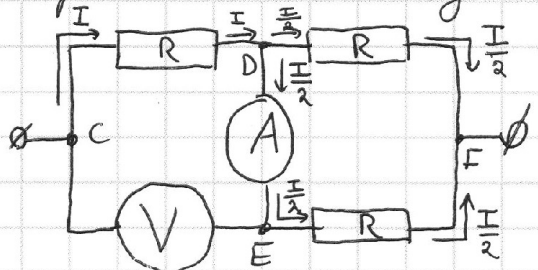
$$R_0 = R + R_{AB} =$$

$$\left\{ \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R}{2} \right.$$

$$R_0 = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2} = \frac{3 \cdot 100}{2} = 150 \text{ (Ом)}$$

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{30}{150} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ (А)}$$

Вернёмся к исходной схеме; покажем ход тока.



$$U_{CDF} = U_{CEF} \text{ (по правилу Кирхгофа)}$$

$$U_{CDF} = U_{CD} + U_{DF} = IR + \frac{I}{2}R = \frac{3}{2}IR$$

$$U_{CEF} = U_B + \frac{I}{2}R$$

$$\frac{3}{2}IR = U_B + \frac{I}{2}R \Rightarrow U_B = IR = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ (В)}$$



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!

Так как при $t = t_0$ в сосуде тепловое равновесие, но есть и лёд, и вода, $t_0 = 0^\circ\text{C}$

$$-C_1 t_2 = C_8 t_1 + \frac{\lambda}{8}$$

$$t_2 = - \frac{C_8 t_1 + \frac{\lambda}{8}}{C_1} = - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10 + \frac{336 \cdot 10^5}{8}}{2,1 \cdot 10^3} \quad \cancel{= (20 + \frac{336}{16,8}) =}$$

$$t_2 = - \left(20 + \frac{336}{16,8} \right) = - (20 + 20) = -40^\circ\text{C}$$

Ответ: $\frac{1}{8}$; -40°C



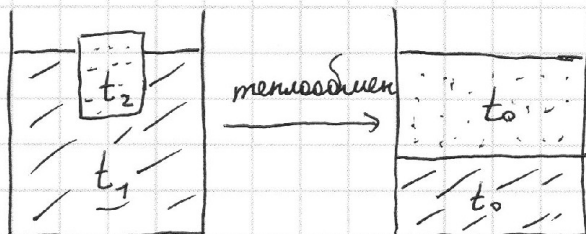
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!



Происходит теплообмен.

Пусть в начале масса льда и масса воды — m_1 и m_2 соответственно

$$m_1 = m_2 = m$$

После теплообмена масса льда и воды m_{11} и m_{21}

$$\frac{m_{11}}{m_{21}} = n = \frac{9}{7}$$

Вода отдает тепло, лёд получает. Справедлив ЗСЭ т.к. система замкнута

$$Q_{\text{отд}} + Q_{\text{пол}} = 0 \quad Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}}$$

$$Q_{\text{отд}} = C_2 m_2 (t_{21} - t_0) + \lambda \Delta m$$

(Δm — масса воды, переходящей в лёд)

$$Q_{\text{пол}} = C_1 m_1 (t_0 - t_2)$$

1) Найдём Δm с помощью закона сохранения массы

$$m_{11} = m_1 + \Delta m = m + \Delta m$$

$$m_{21} = m_2 - \Delta m = m - \Delta m$$

$$\frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = \frac{9}{7}$$

$$7m + 7\Delta m = 9m - 9\Delta m \Rightarrow 16\Delta m = 2m \Rightarrow \Delta m = \frac{m}{8}$$

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

Вернёмся к уравнению теплового баланса

$$2) C_1 m (t_0 - t_2) = C_2 m (t_1 - t_0) + \frac{m}{8} \lambda$$

$$C_1 t_0 - C_1 t_2 = C_2 t_1 - C_2 t_0 + \frac{\lambda}{8}$$

$$t_2 = \frac{t_0 (C_1 + C_2) - t_1 C_2 - \frac{\lambda}{8}}{C_1}$$



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
__ 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!

