

**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.

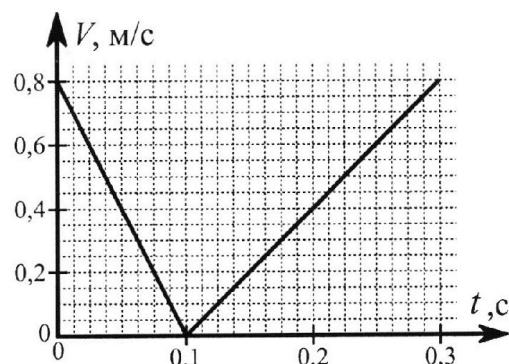
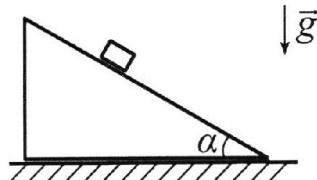
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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_{TP} 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?





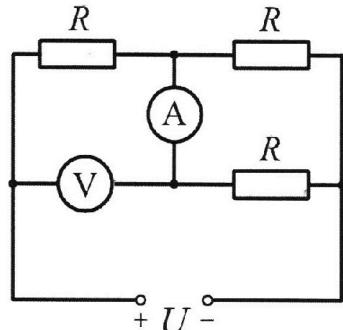
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 $c_L = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, 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

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!

$$S \sim S_{y_1} \quad (S_{y_1} - \text{путь под графиком})$$

на $t \in [0; 4T]$

$$S_{y_1} = \frac{1}{2} V_0 T + \frac{1}{2} (4T - T) |V_k|$$

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

$$S_{y_1} = \frac{1}{2} T^2 \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{2} \cdot g T^2 \operatorname{tg} \alpha = 5T^2 \operatorname{tg} \alpha = 5V_0 T$$

$$S_{y_1} = 5 \cdot 2 \cdot 4 = 40$$

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

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

$$\operatorname{tg} \alpha = |\alpha_x| = a$$

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

По 2 з-му Newtona для UCO $F = ma = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ (Н)}$

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

$$V_0 \downarrow \Rightarrow \vec{\alpha} \uparrow \downarrow \vec{V}_0 \Rightarrow \vec{F} \uparrow \downarrow \vec{V}_0 \Rightarrow \vec{F} \uparrow \downarrow \vec{\alpha_x} \Rightarrow \cos(\vec{F} \wedge \vec{\alpha_x}) = -1$$

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

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

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

Ответ: 40н; 0,4Н; -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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

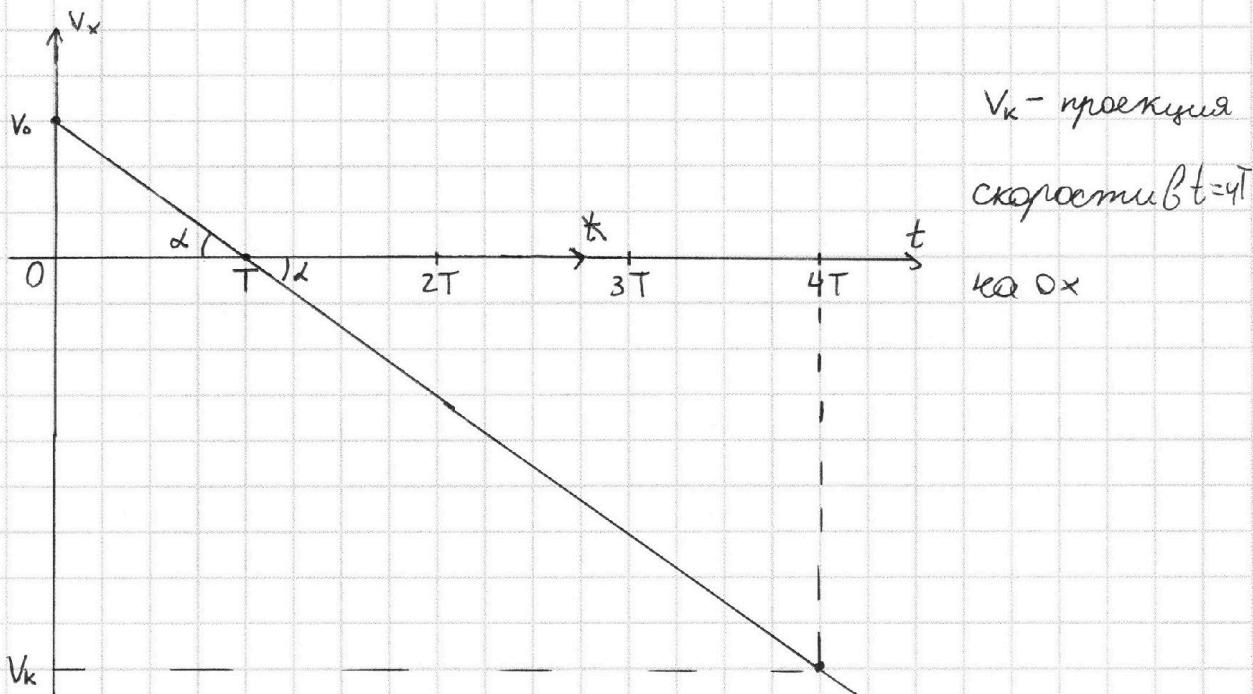
$$\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) \Rightarrow \vec{V} \parallel \vec{V}_0$$

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

Тогда представляемый 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, ур. прямая.



Задачи: угол между прямой $v_x(t)$ и осью Ox от α до β .

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

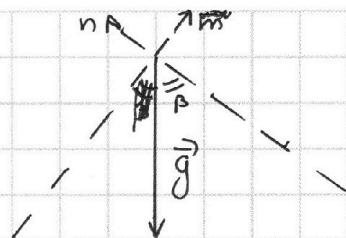
5

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. $\vec{g} \perp \vec{o_x}$; $\vec{n} \perp \vec{v_0}$ (умножение с 0)

$$g_n \cancel{g_{\alpha}} = -g \sin \beta$$

$$g_n \cancel{g_{\alpha}} = -g \cos \beta$$

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

$$\omega = \omega_0; a_n = -g_n = g \cos \beta = g \cos \alpha$$

$$R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{40^2}{(53)^2} \cdot \frac{1}{10 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{160 \cdot 2}{3} = \frac{320}{3} = 106 \frac{2}{3} \text{ м}$$

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

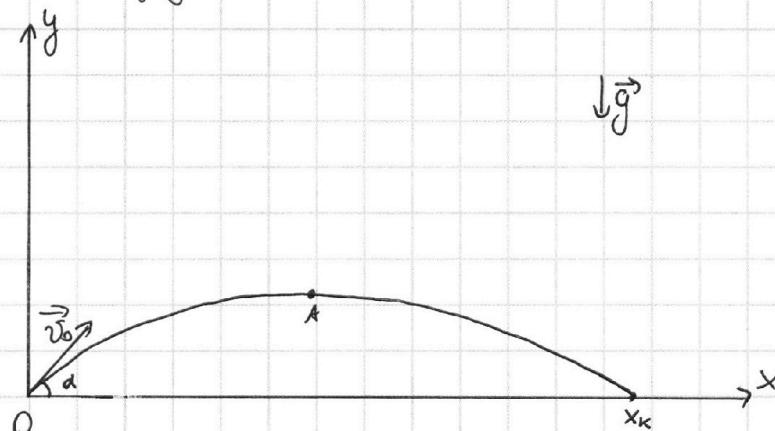


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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 \vec{Ox}



Уравнение движения мяча вдоль \vec{Ox} и \vec{Oy} имеет вид:

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

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

$$x_0 = y_0 = 0; a_x = 0; a_y = g; v_{0x} = v_0 \cos \alpha; v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

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

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

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

Заметим, что в произвольной точке траектории $v^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2$ 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 **экстремумах параболы (м.в.)**. ~~Б.т. А также на~~

1) **Максимум $y_A = H$ (м.в. 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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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. припало на $[0; T]$ принимаем буд

$$v_A = v_{oy} - gt$$

$v_A = 0; v_{oy} = v_0 \sin \alpha; t = \frac{T}{2}$ Всему симметричес траек-
тории полета

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

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

4) Запишем 2-е кин. ур. на $[0; H]$

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

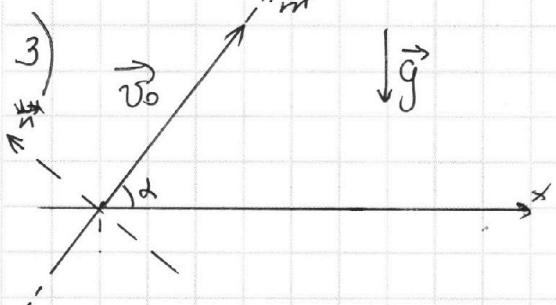
$$y = H; y_0 = 0; v_{oy} = v_0 \sin \alpha = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \left(\frac{m}{s} \right); a_y = -g; t = \frac{T}{2}$$

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

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

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

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



3) Введём ось от нуля \vec{v}_0 и $\vec{o_n} \perp \vec{o_m}$

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



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

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!

$$\text{Задача: } N_{k1} - 2mg = P \cos \alpha = 0$$

$$\text{Задача: } P \sin \alpha = F_{\text{трекла}} = 0 \Rightarrow P \sin \alpha = F_{\text{трекла}} = mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$F_{\text{трекла}} \leq F_{\text{трекл скольжения}} = \mu N_{k1}$$

$$F_{\text{трекла}} \leq \mu N_{k1}$$

($F_{\text{трекл скольжения}}$ — сила трения скольжения колеса с шайбой на ней по треку)

$$N_{k1} = 2mg + P \cos \alpha = 2mg + mg \cos^2 \alpha = mg(2 + \cos^2 \alpha)$$

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

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

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

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

$$\text{Ответ: } 0,6; 0,411; \mu \geq \frac{2}{11}.$$

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.

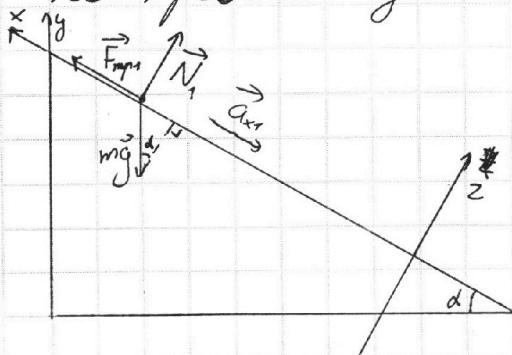


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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 ox и oz

$$ma_{x1} = F_{m1} - mgsin\alpha$$

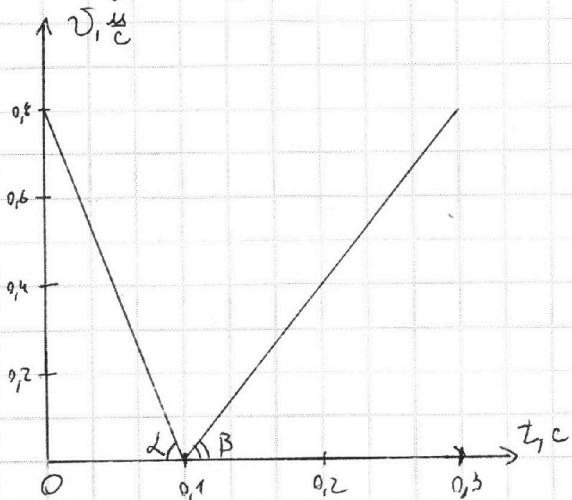
$$0 = N_1 - mg\cos\alpha \Rightarrow N_1 = mg\cos\alpha = N$$

$$F_{m1} = \mu_0 N_1 = \mu_0 mg\cos\alpha = F_{m10}$$

$$ma_{x1} = \mu_0 mg\cos\alpha - mgsin\alpha$$

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

Чтобы решить уравнек:



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

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

$$\tan \alpha = \frac{0.8}{0.1} = 8 \left(\frac{v}{c^2} \right)$$

$$\tan \beta = \frac{0.8}{0.3-0.1} = 4 \left(\frac{v}{c^2} \right)$$

$$\alpha_1 = |g(\mu_0\cos\alpha - \sin\alpha)| = g(\sin\alpha - \mu_0\cos\alpha) \quad (\text{м.к. } \vec{a}_{x1} \uparrow \vec{a}_x) \quad (1)$$

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

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 |
| <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 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!

Возьмем $\mu_0 \cos \alpha$ через a , g , $\sin \alpha$ из (2)

$$\mu_0 \cos \alpha = \frac{a}{g} - \sin \alpha \quad (3)$$

Представление б (1)

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

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

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

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

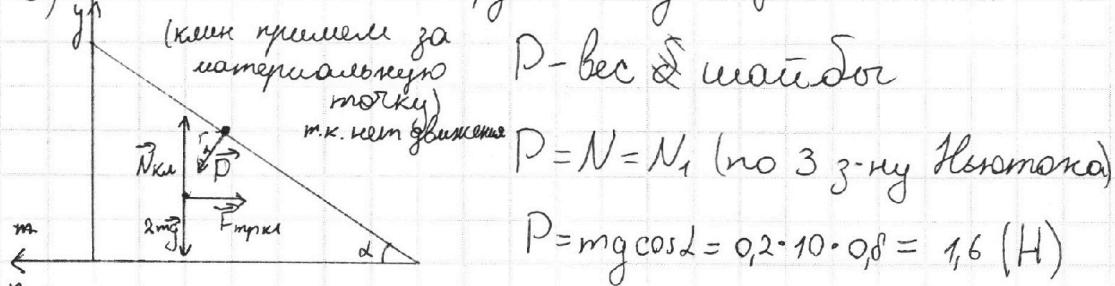
2) За всё время движения $|F_{\text{тр}}| = \text{const}$ m.k. $F_{\text{тр}0} = F_{\text{тр}1}$

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

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

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

3) Покажем силы, действующие на кин.



Задачи для кинка 2 з-н Ньютона (кинк 6 накое)

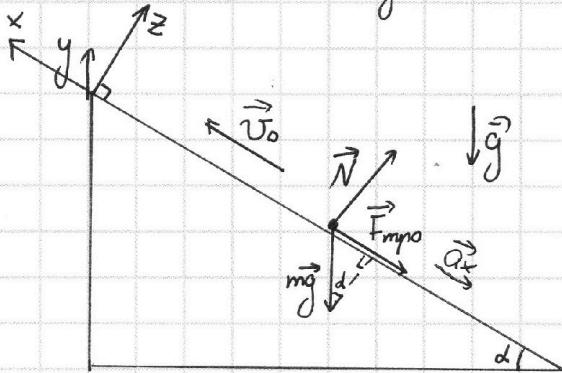
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

Принимая шайбу за материальную точку, и
показав действующие на неё силы.



Напишем 2-й Ньютона для
УСО. на ох:

$$ma_x = -mgs \sin \alpha - F_{fri} \quad (1)$$

$F_{fri} = \mu N$ (μ - коэффициент трения скольжения шайб о кип) - закон Кулона-Ампелона.

$$2-й Ньютона на оз: 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow mg \cos \alpha = N$$

$$F_{fri} = \mu mg \cos \alpha$$

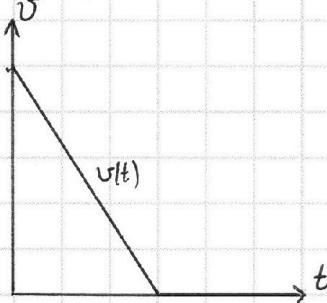
$$ma_x = -mgs \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_x = -g(s \sin \alpha + \mu \cos \alpha) \quad - \text{ускорение } \overset{\text{по}}{\text{на}} \text{ ох при } t \in (0, 0, 1)$$

Последнее из уравн.

Шайба начинает движение с v_0 , направленной под углом α к \vec{N} и \vec{g} , т.к. в противном случае скорость тела не убывает. Тогда а после этого изменяется.

Если ~~меняется~~ с v_0 под \vec{g} , то график имеет вид





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

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

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

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

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

$$P = I^2 R + \frac{I^2}{4} R + \frac{I^2}{4} R = I^2 R \cdot \frac{6}{4} = \frac{6}{4} \cdot 6,2^2 \cdot 100 = \frac{6}{4} \cdot 36 = 54 \text{ (Вт)}$$

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

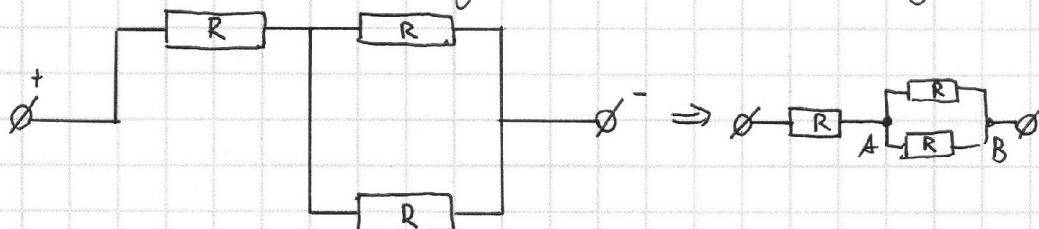
- 4 5 6 7

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!

$$R_A \ll R \ll R_V$$

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



R_0 - общее сопротивление цепи.

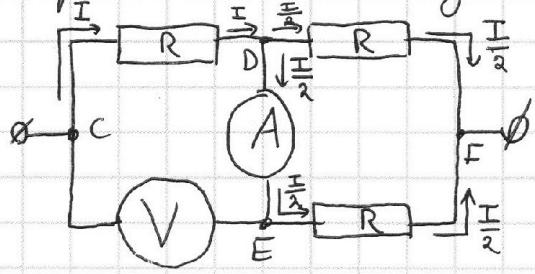
$$R_0 = R + R_{AB} \approx$$

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

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

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

Вернемся к исходной схеме; покажем ход тока.



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

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

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

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



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 температура равновесие, то есть и лёд, и вода, $t_0 = 0^\circ\text{C}$

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

$$t_2 = - \frac{C_8 t_1 + \frac{\lambda}{8}}{C_1} = - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10 + \frac{3,36 \cdot 10^5}{8}}{3,1 \cdot 10^3} \cancel{(20 + \frac{336}{16,8})} \approx$$

$$t_2 = - (20 + \frac{336}{16,8}) = - (20 + 20) = -40 (\text{°C})$$

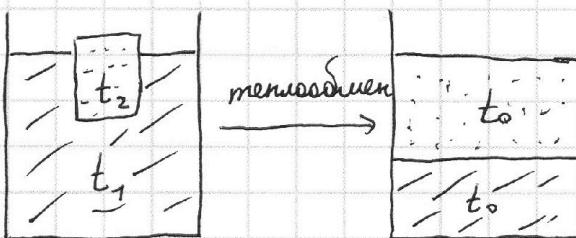
Ответ: $\frac{1}{8}$; -40°C

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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



Происходит теплообмен.

Пусть в кагале масса льда и масса водог - m_1 и m_2 соответственно

$$m_1 = m_2 = m$$

После теплообмена масса льда и водог 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

$$Q_{\text{онг}} + Q_{\text{воды}} = 0 \quad Q_{\text{онг}} = Q_{\text{воды}}$$

$$Q_{\text{онг}} = C_B m_B (t_{01} - t_0) + \lambda \Delta m \quad (\Delta m - \text{масса водог, перешедшей в лёд})$$

$$Q_{\text{воды}} = C_A m_A (t_0 - t_2)$$

1) Найдём Δm с помощью закона сохранения массы

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

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

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

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

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

Вернёмся к уравнению теплового баланса

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

$$C_A t_0 - C_A t_2 = C_B t_1 - C_B t_0 + \frac{1}{8} \lambda$$

$$t_2 = t_0 (C_A + C_B) - t_1 C_B - \frac{\lambda}{8}$$



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!