

**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.

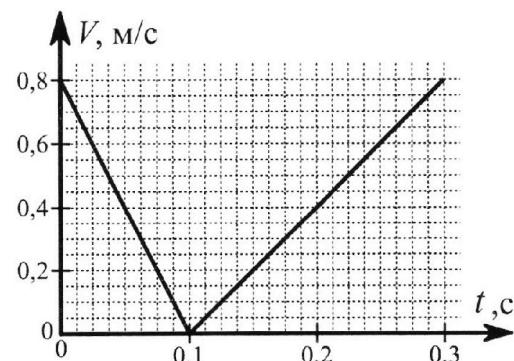
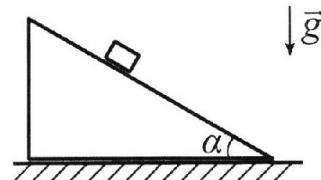
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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_{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



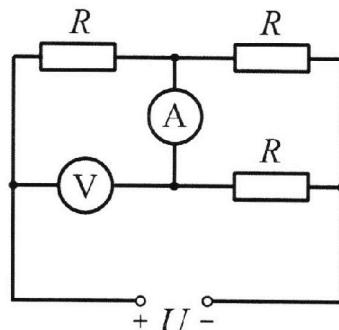
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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.



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

СТРАНИЦА
1 из 1

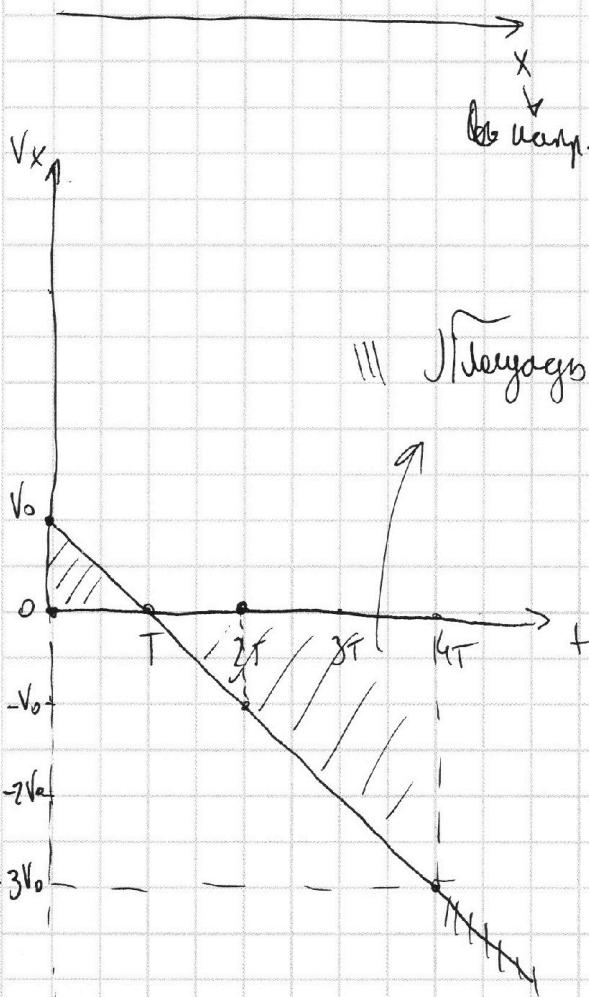
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

No 1

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



Построим график зв. скорости
меньше от времени. Он линей



III) Проверить по графику радиус пройденному
путь, т.е.

$$S = \frac{V_0 T}{2} + \frac{g V_0 T}{2} = S V_0 T = 40 \text{ м}$$

Перевести найденое ускорение во
определение как
 $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = -\frac{V_0}{T}$, это несильно.

по 2.3.н.

$$F = m \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow |F| = m \cdot \frac{V_0}{T} = \\ = \frac{4}{2} \cdot 0,2 \text{ Н} = 0,4 \text{ Н}$$

$$A = F \cdot S = F(S - V_0 T) = 4 V_0 T F =$$

перемножаем все

$$= 4 V_0 T \cdot m \frac{V_0}{T} = 4 V_0^2 m = 64 \cdot 0,2 \text{ Вт} = 12,8 \text{ Вт}$$

$$A = S_T \cdot F = \frac{V_0 T}{2} \cdot m \frac{V_0}{T} = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$A = \frac{m V_0^2}{2} = 1,6 \text{ Вт}$$

Однако: $S = S V_0 T = 40 \text{ м}$; $a = F = \frac{m V_0}{T} = 0,4 \text{ Н}$; ~~$A = S_T \cdot F = 12,8 \text{ Вт}$~~

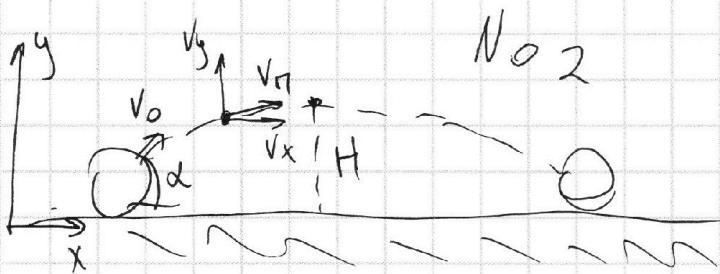
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



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



$$V_{\text{так}} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$V_x^2 = \text{const}$$

$$\begin{aligned} V_y(t) &= V_0 \sin(\alpha) - gt \\ &\text{const} \end{aligned}$$

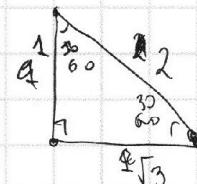
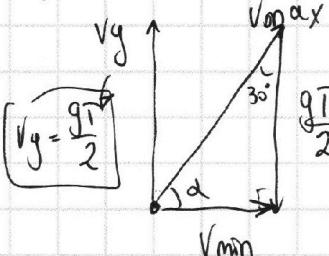
Max скор. при V_y max
min скор. при V_y min
 \downarrow в момент $t = \min$ или падения

Максимальная скорость бояла при ударе, а макс. скорость должна быть мин.

того когда мяч находился на высоте H .

$$V_{\min} = V_x$$

$$V_{\max} = \sqrt{V_{\min}^2 + V_0 \sin(\alpha)^2}$$



Чер. векторный \downarrow -и

скорости, учитывая что
в нач-кт аналог скорости

брешь бояла $\frac{1}{2}$

Из ур-я V_y следим что V_y
достигнула 0 в момент когда $t = \frac{T}{2}$

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

брешь мячила под углом 60°

$$y(t) = 0 + V_0 \sin(\alpha) t - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$t^* = \frac{T}{2} \text{ т.к. в момент analog}$$

$$V_{\max} \sin(60) = \frac{gT}{2} = \cancel{\frac{gt}{2}}$$

$$V_{\max} = \frac{gT}{\sqrt{3}}$$

$$V_{\min} = V_x = \frac{gT}{2\sqrt{3}} \Rightarrow S = \frac{gT^2}{2\sqrt{3}}$$

$$H = \frac{gT^2}{2} \cdot \frac{1}{2} - g \cdot \frac{T^2}{8} = \frac{gT^2}{16} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) = \frac{1}{8} gT^2$$

$$H = \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot 4^2 = 20 \text{ м}$$

$$S = \frac{160}{2\sqrt{3}} \text{ м}$$



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**.

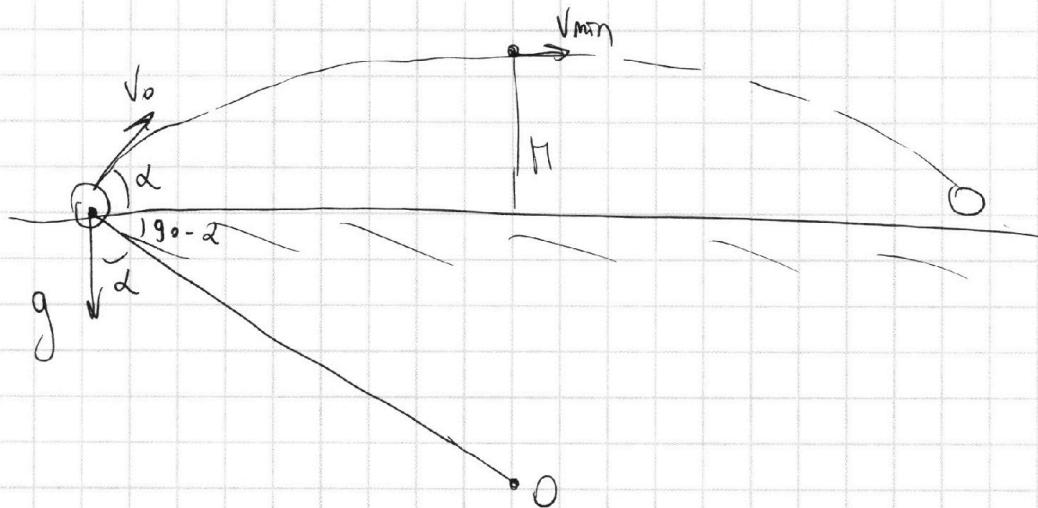
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

№ 2. Продолжение

Найдем радиус траектории тела в нач. мом. вр



$$a = g \cos(\alpha)$$

$$V = V_0 = V_{\max} = \frac{gT}{\sqrt{3}} \Rightarrow R = g \cdot a = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{a} = \frac{g^2 T^2}{3 g \cos(\alpha)} =$$

$$= \frac{g T^2}{3 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{2}{3} g T^2 = \frac{2}{3} \cdot 160 \text{ м} = \frac{320}{3} \text{ м}$$

Ответ: $R = \frac{2}{3} g T^2 = \frac{320}{3} \text{ м} ; S = \frac{g T^2}{2 \sqrt{3}} = \frac{160}{2 \sqrt{3}} \text{ м} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м} ; H =$

$$H = \frac{1}{2} g T^2 = 20 \text{ м}$$

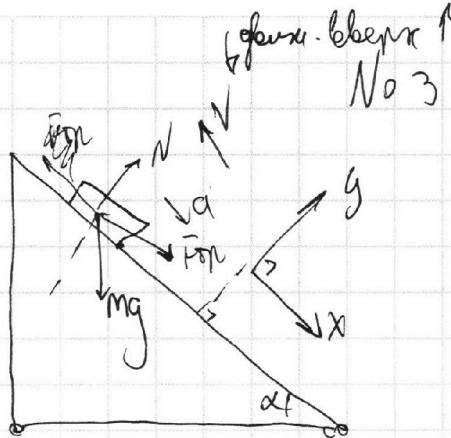


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

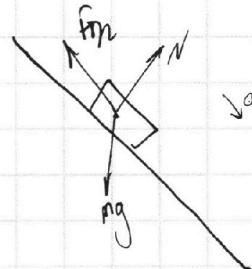
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



Физич.верхн↑
№ 3

Майдан
галькоут вверх
со ско. v₀ .
При движении



— 2 Задачи

$$f_r = \mu_m g + N = Ma$$

на OX? при физич.вверх

$$\mu_m f_r + m g \sin(\alpha) = ma_x$$

$$\text{На OY: } N = mg \cos(\alpha)$$

↓ по зем. Ам. Кулон

$$f_r = \mu_m N \cos(\alpha)$$

$$\mu_m N \cos(\alpha) + \mu_m g \sin(\alpha) = M \cdot a_1$$

$$\sin(\alpha) + \mu_m \cos(\alpha) = 0.8$$

μ = коэф. трения
и - у другим ч
клином

$$a_1 = \frac{8\mu}{c}$$

$$\sin(\alpha) = 0.6$$

Аналогично для текущими когда катят вниз

$$\sin(\alpha) \cdot Mg - \mu_m N \cos(\alpha) = M \cdot a_2$$

$$\sin(\alpha) - \mu_m \cos(\alpha) = \frac{a_2}{g}$$

$$\begin{cases} \sin(\alpha) - \mu_m \cos(\alpha) = 0.8 \\ \sin(\alpha) + \mu_m \cos(\alpha) = 0.6 \end{cases}$$

0.4

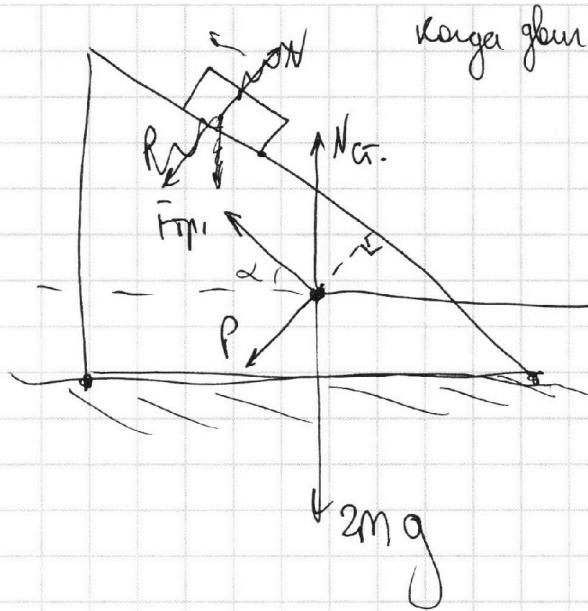


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Когда звук, шедший вверх:

звук вниз остановился, но

F_tr. ощущен направл.

D-линей, с ней звук
зрел не остановил

$$P = N = mg \cos(\alpha)$$

F_tr_B - сила трения лежит вдоль склона.

23. Н. дно 2м:

$$2mg + N_{cr} + F_{tr_B} + F_{tr_P} + P = 0$$

на OX:

$$P \sin(\alpha) + F_{tr_P} = F_{tr_B}$$

$$mg \cos(\alpha) \sin(\alpha) + \mu_0 mg \cos^2(\alpha) = F_{tr_B}$$

$$\mu_0 = \frac{0.4 + \sin(\alpha) - 0.4}{\sqrt{1 - \sin^2(\alpha)}} = \frac{0.2}{0.8} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{4^2}{5^2} = \frac{4}{25} = \frac{16}{100}$$

$$\cos(\alpha) = 0.8$$

противоположную
направлению движения
массы от 0

стала.

$$F_{tr_B} = mg(0.8 \cdot 0.6 + 0.16 \cdot 0.8^2) = mg(0.48 + 0.16) =$$

$$= mg(0.64) = 0.64 mg$$

Всего будет в линии есть действующая сила
трения будет равна сила трения скольжения, т. е.

$$\mu N_{cr} = 0.64 mg; \text{ Из 23. н. на OY: } N_{cr} = mg(2 + \cos(\alpha)) + F_{tr_P} \sin(\alpha)$$

88
69
52



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
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!

$$N_{ct} = mg(2 + 0.8) + \mu_m g \cos(\alpha) \sin(\alpha) = mg(2 + 0.8 + 0.6 \cdot 0.8 \cdot 0.6)$$

$$N_{ct} = mg(3,01) - mg(2,92)$$

 \downarrow

$$mg \cdot 3,01 \cdot \mu = mg \cdot 2,92$$

$$\mu = \frac{1,52}{3,01} = \frac{152}{301}$$

$$mg \cdot 2,92 \cdot \mu = mg \cdot 0,64$$

$$\mu = \frac{0,64}{2,92} = \frac{64}{292} = \frac{16}{73}$$

$$\begin{array}{r} \cdot \\ 62 \\ \hline 5 \\ \hline 210 \\ \hline 24 \end{array} = 0,12$$

при ~~беск~~ меньших
μ он будет бояз

$$\begin{array}{r} 292 \\ | 2 \\ 148 \\ | 2 \\ 73 \\ | 73 \end{array}$$

Ответ: $\sin(\alpha) = 0,6 \quad F_{max} = 0,64mg = 3,21N$ ~~1,28 N~~ 1,28 N

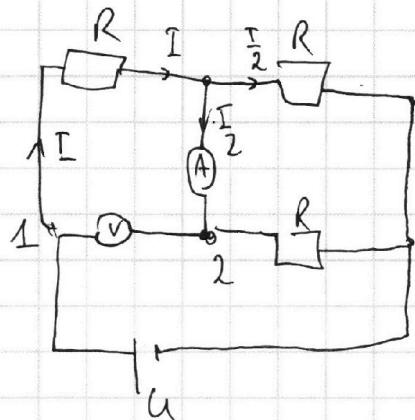
при ~~беск~~ $\mu \leq \frac{16}{73}$ не будем ~~кини~~ ехать

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

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!

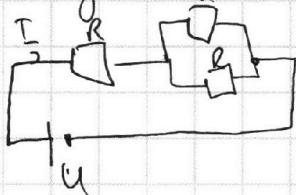


№4

(1) - разрыв в цепи

(2) - превыс

T-k. №4 (1) схема.
Схема, изображенная, отличается, перенесли



$$I \cdot (R + \frac{R}{2}) = U$$

$$I = \frac{U}{\frac{3}{2}R} = \frac{1}{3}A$$

аналогичные параллельные

(1) по кирхгофу то падение напр. на резисторах T. 1 2 , это по закону равна $I \cdot R = \frac{2}{3}U = 20V$. По закону Ома получаем:

$$P = I^2 R + 2 \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2 \cdot R = I^2 \left(R + \frac{R}{2}\right) = \frac{1}{25}A^2 (150 \Omega) = 6 W$$

Ответ: $I = \frac{2U}{3R} = 0.2A$; $V_B = \frac{2}{3}U = 20V$; $P = \frac{2U^2}{3R} = 6W$

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 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!



№ 5

Так как в конце остались лед и вода, то

конечная температура ~~всегда~~ равна 0, а
лед замерзнет воду. Запишем для льда:

$$c_{lm} \cdot (0 - t_2) = cbm \cdot t_1 + \lambda \cdot \Delta m$$

~~130~~ ΔM - масса воды, которая перешла в лед. Она равна $\frac{1}{8} m$

Будем:

Где

$$t_2 = - \frac{cbt_1 + \lambda \cdot \frac{1}{8}}{cm}$$

(M) (n) (m+n) (m-n)
лед вода лед вода

$$\frac{m+\Delta m}{m-\Delta m} = n \Rightarrow \Delta m \in m+\Delta m = nm - n\Delta m \Rightarrow \Delta m = \frac{m(n-1)}{1+n} = \frac{7}{8} m$$

$$t_2 = - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^1 + 3,36 \cdot 10^5}{2,1 \cdot 10^3} = -20 + \frac{3,36}{8 \cdot 2,1} \cdot 10^2$$

$$\begin{array}{r} 336 \\ 168 \\ 81 \\ \hline 2 \\ 2 \\ 3^4 \\ 210 \\ 105 \\ 35 \\ \hline 1680 \\ 840 \\ 420 \\ 210 \\ 105 \\ 35 \\ \hline 280 \\ 270 \\ \hline 550 \end{array} \quad \Rightarrow \quad \frac{336}{1680} = \frac{2^4 \cdot 3^3}{2^{12} \cdot 8 \cdot 7 \cdot 5} = \frac{27}{70 \cdot 140} \quad \begin{array}{r} 3,36 \\ 16,8 \\ \hline 1680 \\ 840 \\ 420 \\ 210 \\ 105 \\ 35 \\ \hline 280 \\ 270 \\ \hline 550 \end{array}$$

$$-20 + \frac{27}{70} \cdot 10^2 = -20 - \frac{27}{14} \cdot 10 \approx -16,0^{\circ}\text{C}$$

Задача:
 $\Delta m = \frac{m(n-1)}{n+1}$

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

$$t_2 = - \frac{cbt_1 + \lambda \cdot \frac{m}{n+1}}{cm}$$

$$t_2 = - \frac{550}{14}^{\circ}\text{C}$$



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
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!



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!