



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



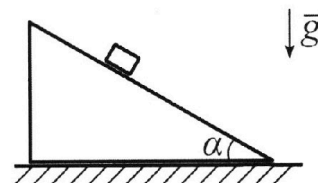
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

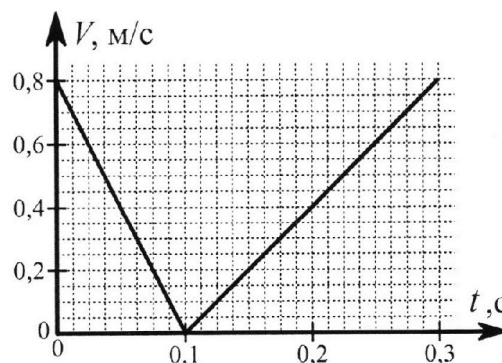
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





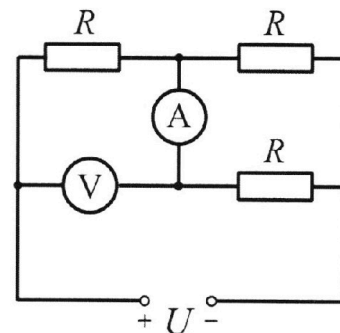
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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!



~ 1

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

S - ?

F - ?

A - ?

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = v_0 - \frac{v_0 t}{T}$$

это функция движения.

чтобы найти перемещение
надо или проинтегрировать,
и построить график.

Если присмотреться, то функция
линейная, поэтому соберу график

$$v(t) = 4 \left(1 - \frac{t}{2}\right) = 4 - 2t$$

это это -

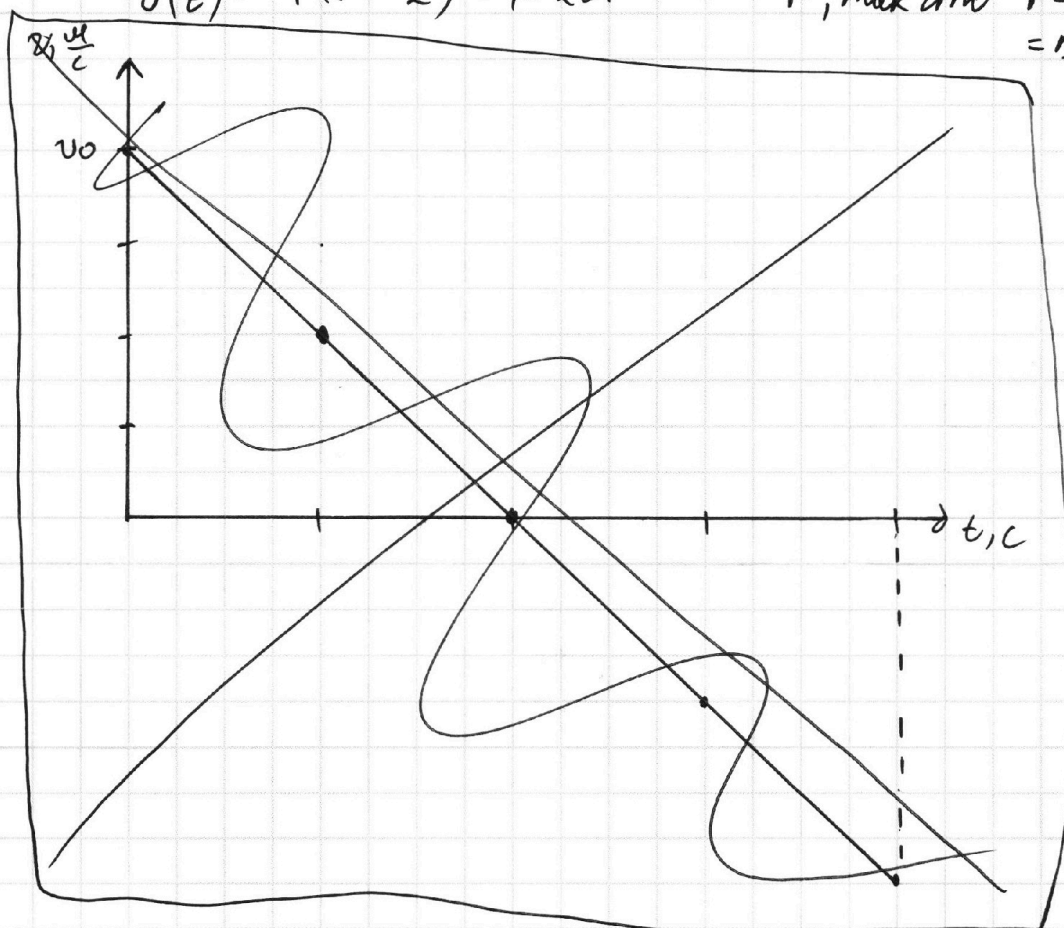
это ускорение,
создаваемое внешней
силой

в горизонт, так как
у нас есть только сила

F, так что $F = ma =$

$$= m \frac{v_0}{T} = \frac{0,2 \cdot 4}{2} =$$

$$= 0,4 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$



т.к. мы умножаем вектор $\vec{v}_0$ на скаляр, то $\vec{v}$ не
меняет своего направления в процессе движения



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.

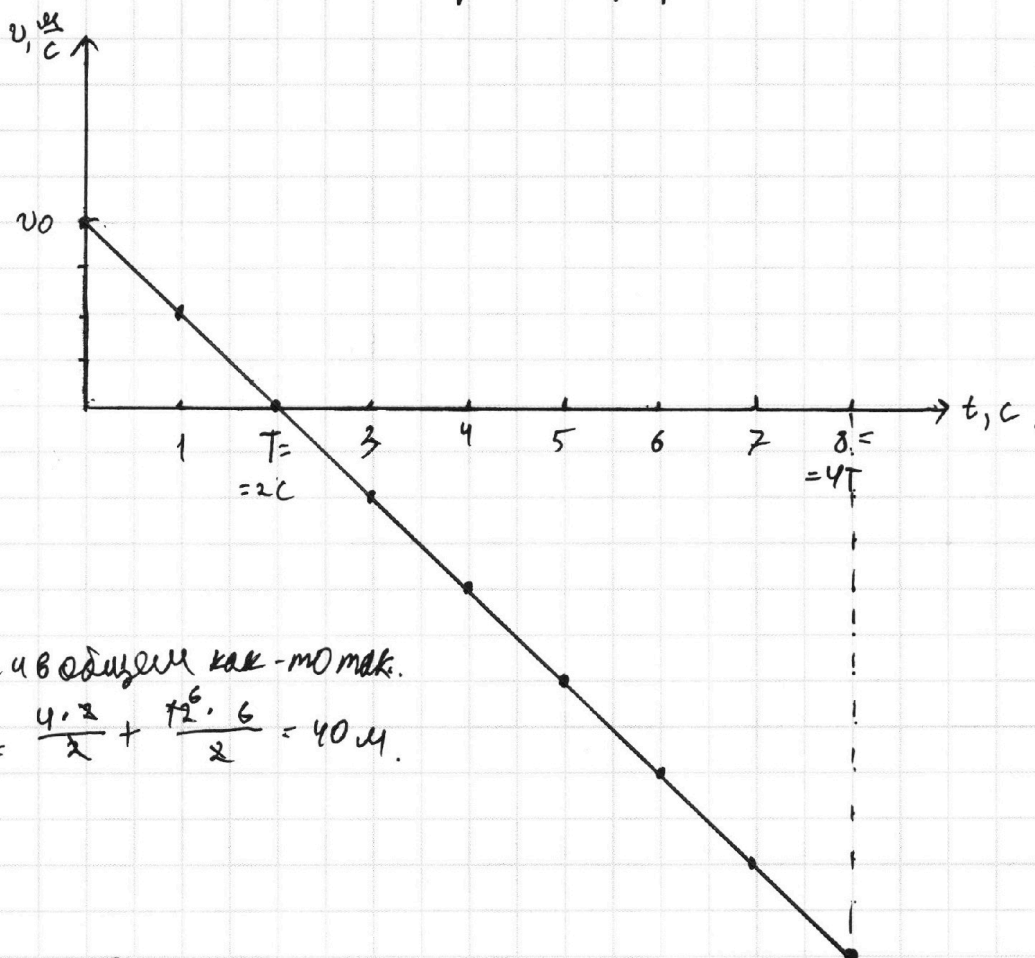
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

~ 1 (продолжение)

Попытка построить график №3.



Ну вводим как-то так.

$$S = \frac{4 \cdot 2}{2} + \frac{12 \cdot 6}{2} = 40 \text{ м.}$$

Ответ: $S = 40 \text{ м.}$
 $F = 0,4 \text{ Н.}$
 $A = 24 \text{ Дж.}$ $1,2 \text{ Дж.}$

Найдем работу:

$$A = F \cdot S; \text{ где } S = \frac{(v_0 + v_2)}{2} \cdot t = \frac{3}{2} v_0 \cdot 1 \text{ с} = 6 \text{ м.}$$
$$A = 8 \cdot 0,4 = 24 \text{ Дж.}$$
$$= 1,2 \text{ Дж.}, \text{ где } S = 1 \text{ с} \cdot \left(\frac{2+4}{2} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}} = 3 \text{ м}$$



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 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

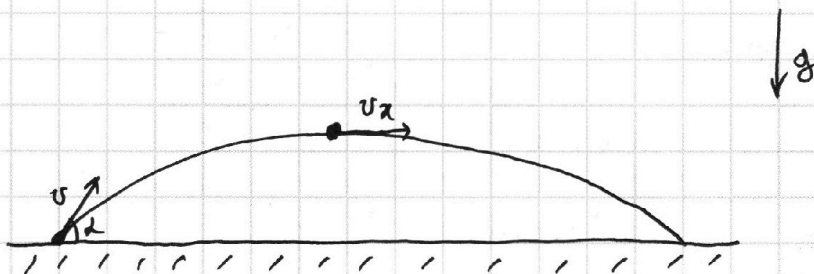
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~2 - "Дороги меня добрый курьер (bite version)"

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

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

$$T = 4 \text{ с.}$$



H-?

S-?

R-?

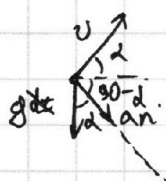
Разложим v на вертикальную и горизонтальную проекции, увидим, что g направлена против v_y , а значит $v_{\max} = v$; $v_{\min} = v_x = v \cos \alpha$.

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v}{v \cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha} = n = 2 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

П.к. все это происходит на горизонтальной плоскости, то $v_y = 0$ в момент $\frac{T}{2} = 2 \text{ с.}$, а значит действительно такое равенство:

$$\frac{v_y}{g} = \frac{T}{2} \Rightarrow \frac{v \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{T}{2} \Rightarrow v = \frac{Tg}{2 \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 2}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

H	S
$\frac{T}{2} \cdot v_y = H$	$T \cdot v_x = S$
$2 \cdot \frac{20\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{2} =$	$T \cdot v \cos \alpha =$
$\frac{T}{2} \cdot v \cdot \sin \alpha =$	$= 4 \cdot \frac{20\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{2} =$
$= 2 \cdot \frac{20\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$	$= \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ м.}$
$= 20 \text{ м}$	



R.

$$a_n = g \cdot \cos \alpha = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_n = \omega^2 R = \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{60400 \cdot 2}{3 \cdot 5} = \frac{80}{3} \text{ м}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$

$$S = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ м.}$$

$$R = \frac{80}{3} \text{ м.}$$



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.

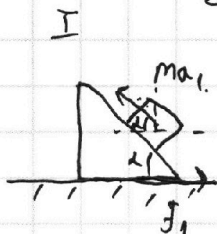
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
25 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!

нз (продолжение)

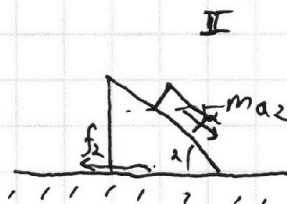
2 случая нахождения шайбы на клине.



$$|\vec{f}_1| = |m\vec{a}_1 \cdot \cos \alpha| = m a_1 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= 0,2 \cdot 8 \cdot \sqrt{1 - 0,6^2} = 1,6 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = f_1 = 1,28 \text{ Н.}$$



$$|\vec{f}_2| = |m\vec{a}_2 \cos \alpha| =$$

$$= 0,2 m a_2 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= 0,2 \cdot 4 \cdot \sqrt{1 - 0,6^2} =$$

$$= 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ Н.}$$

А теперь время найти μ .

$$f_1 = \mu_1 N_1.$$

$$\mu_1 = \frac{f_1}{N_1} = \frac{1,28}{2mg - m a_1 \sin \alpha} =$$

$$= \frac{1,28}{2 \cdot 2 - 0,2 \cdot 8 \cdot 0,6} = \frac{1,28}{4 - 0,96} = \frac{128}{304} =$$

$$= \frac{64}{152} = \frac{32}{76} =$$

$$= \frac{16}{38} = \frac{8}{19}$$

$$f_2 = \mu_2 N_2.$$

$$\mu_2 = \frac{f_2}{N_2} = \frac{0,64}{2mg + m a_2 \sin \alpha} =$$

$$= \frac{0,64}{2 \cdot 2 + 4 \cdot 0,2 \cdot 0,6} = \frac{0,64}{4 + 0,48} = \frac{64}{448} = \frac{1}{7}$$

от этого
очевидно
меньше чем

это, а значит.

$$\mu \in \left(\frac{64}{448}, +\infty \right).$$

и т.е.

$$\frac{64}{448} < \mu \quad \mu \geq \frac{1}{7}.$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,6$; $F_{\text{тр}} = 1,28 \text{ Н}$; $\mu \geq \frac{1}{7}$.



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
14 ИЗ 22

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

~3.

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

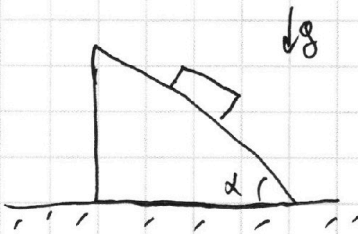
$$M = 2m = 0,4 \text{ кг.}$$

$$m = m = 0,2 \text{ кг}$$

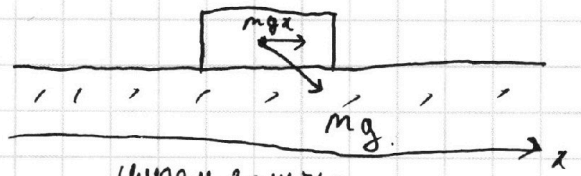
$$\sin \alpha = ?$$

$$F_{\text{тр}} = ?$$

$$\mu = ?$$



=>



Ищем 2 угла

Выпишем для обоих углов

2 зак. Ньютона:

$$\begin{cases} m a_1 = f + m g \sin \alpha \\ m a_2 = m g \sin \alpha - f \end{cases}$$

$$m(a_1 + a_2) = 2m g \sin \alpha$$

$$a_1 + a_2 = 2 g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}, \text{ где}$$

a_1 и a_2 можно найти из графика как модуль углов косф прямой.

$$a_1 = \frac{0,8}{0,11} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; a_2 = \frac{0,8}{0,2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{8 + \frac{4}{2}}{20} = \frac{8 + 2}{20} = \frac{10}{20} = 0,5$$

$$\sin \alpha = \frac{8 + 4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = 0,6$$

Но, тогда ошибка, нарисов.



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
18 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 - „Живой электрик - проверенный электрик“

$$R = 100 \text{ Ом}$$

$$U = 30 \text{ В}$$

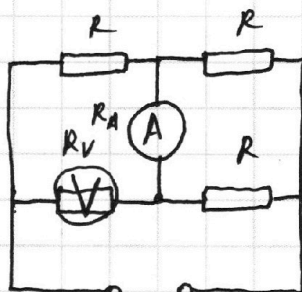
$$R_V \gg R$$

$$R_A \ll R$$

$$I - ?$$

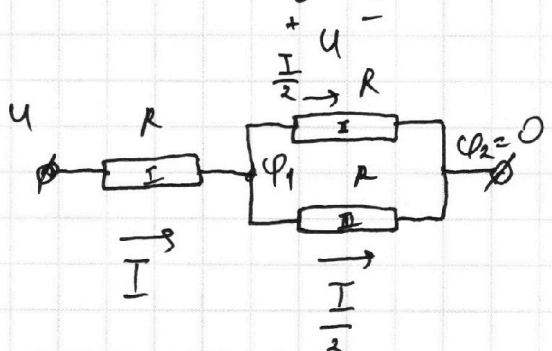
$$U_B - ?$$

$$P - ?$$



Приборы идеальные!

А значит перерисуем схему с учетом этого:
вольтметр - разрыв
амперметр - проводник.



Из этой схемы получаем, что
 $U_B = U - \varphi_1 = U_1$
(падение напряжения на I резисторе)

$$I = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{U}{1,5R} = \frac{30}{150} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ А}$$

$$U_B = R \cdot I = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ В}$$

$$P = \sum_{n=1}^N U_n I_n = \sum_{n=1}^N I_n^2 R_n = I^2 R + 2 \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2 R = I^2 R + 2 \cdot \frac{I^2}{4} R = \frac{3 I^2 R}{2} = \frac{3 \cdot 0,04 \cdot 100}{2} = \frac{3 \cdot 4}{2} = 6 \text{ Вт}$$

Ответ: $I = 0,2 \text{ А}$
 $U_B = 20 \text{ В}$
 $P = 6 \text{ Вт}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ~~7~~ ИЗ ~~71~~

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 - "лед и вода, тоска и треска"

$$t_0 \approx t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$m_{B0} = m_{A0}$$

$$n = \frac{m_A}{m_B} = \frac{9}{7}$$

8 5 - ?

$$t_2 = ?$$

Заметим что льда по итогу стало больше, значит вода замерзла, значит $t_A < 0$ (скорее всего много меньше), а

Запишем уравнение теплового равновесия:

$$\sum Q = 0.$$

$$Q_B + Q_{B \rightarrow A} + Q_A = 0.$$

т.к. в равновесии в системе есть лед, то $t = 0^\circ\text{C}$

$$\begin{cases} Q_B = c_B m_{B0} \cdot (t_1 - t) \\ Q_{B \rightarrow A} = \lambda m_{\text{лед}} \delta m_{B0} \\ Q_A = c_A m_{A0} (t_2 - t) \end{cases}$$

Пока все хорошо, найдем δ :

$$n = \frac{m_A}{m_B} = \frac{m_{A0} + \delta m_{B0}}{m_{B0} - \delta m_{B0}}$$

$$\frac{9}{7} = \frac{m_{A0} + \delta m_{B0}}{m_{B0} - \delta m_{B0}} = \frac{1 + \delta}{1 - \delta}$$

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

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

Вобщем прекрасно.

$$\frac{c_B m_{B0} (t_1 - t) + \lambda \delta m_{B0} + c_A m_{A0} (t_2 - t)}{c_A m_{A0}} = -t_2 + t$$

$$t_2 = \frac{c_B m_{B0} (t - t_1) - \lambda \delta m_{B0} + c_A m_{A0} t}{c_A m_{A0}}$$

$$t_2 = \frac{c_B (t - t_1) - \lambda \delta + c_A t}{c_A}$$

, ао всё, подставим числа

$$t_2 = \frac{4,2 \cdot 10^5 (0 - 10) - \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \cdot 10 + 0}{2,1 \cdot 10^5} = \frac{-42 - 336 \cdot \frac{1}{8}}{2,1} = \frac{-42 - 42}{2,1} = \frac{-84}{2,1} = \frac{-840}{21} = -40.$$

Ответ: $\delta = \frac{1}{8}$

$$t_2 = -40$$



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
☒

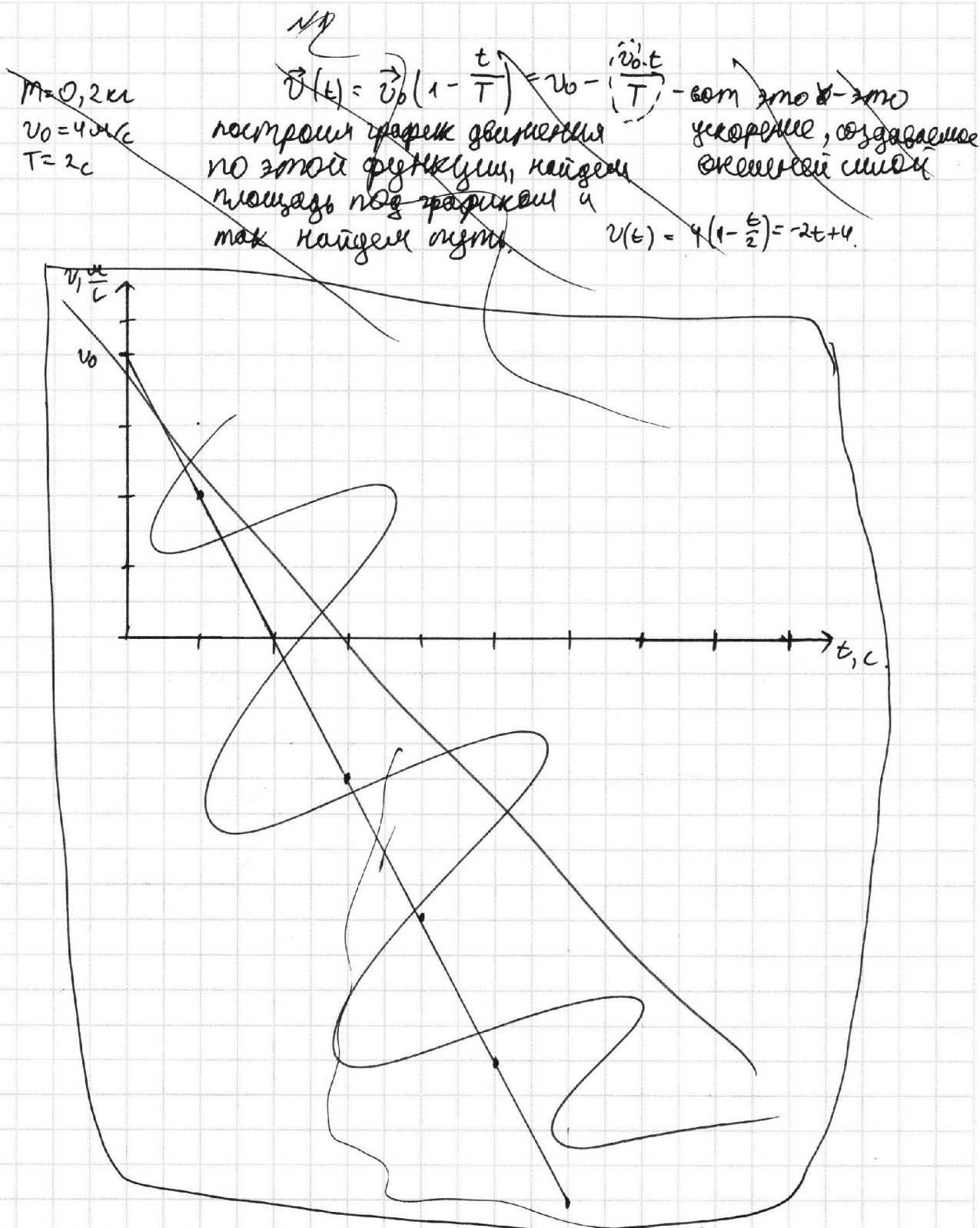
5
☒

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!





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
☐

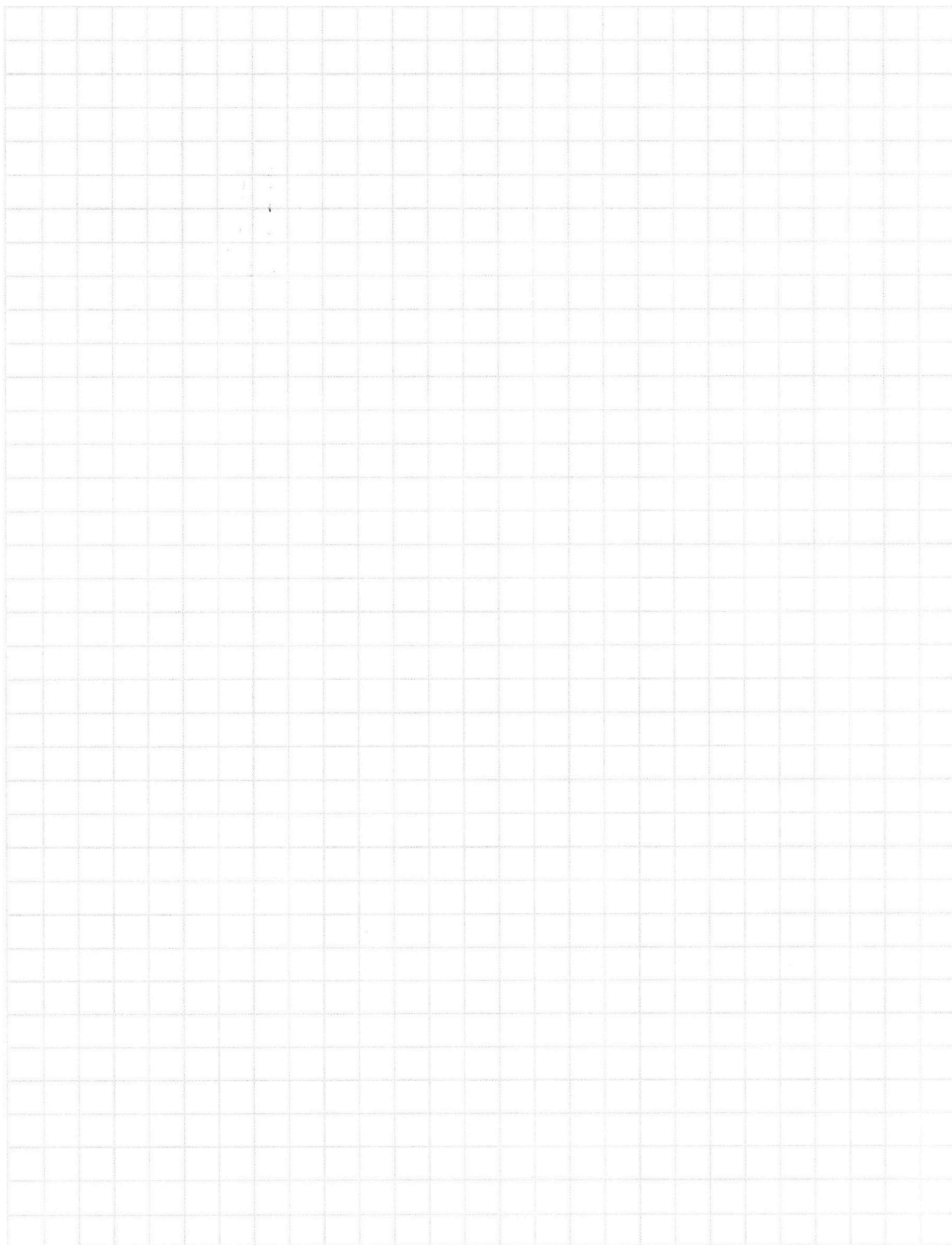
5
☐

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!





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.

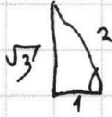
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐

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!

Черновик.

12

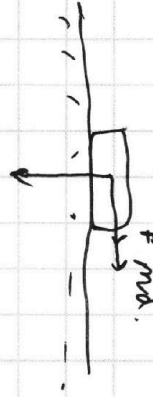


$$\sqrt{2^2 - 1^2} = \sqrt{3}$$

задача не решена

$$8 - 0,8 + 1,8$$

$$S = 0,4 \cdot x - 4,2 - \frac{0,9 \cdot 4^2}{2} + \frac{36 \cdot 0,4}{2} \cdot 1$$



$$\begin{aligned} y(x) &= R(1 - 0,5x) \\ &= 0,5R(-x + 2) = 2(-x + 2) = -2x + 4 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 1,6 \\ \times 0,6 \\ \hline 9,6 \end{array}$$

$$4 - 0,90$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ - 96 \\ \hline 304 \end{array}$$

$$\frac{64}{448} = \frac{8}{56} \cdot \frac{1}{7}$$