



**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.

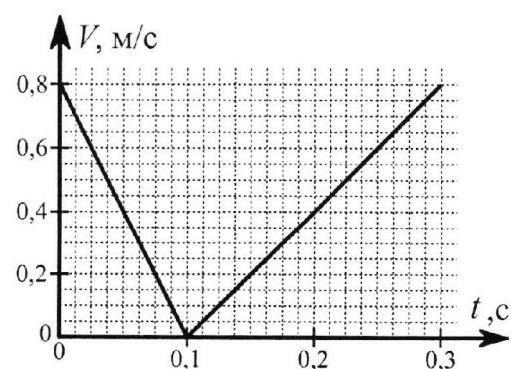
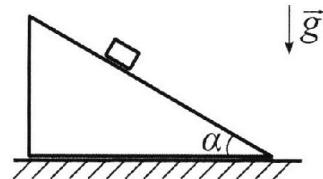
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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



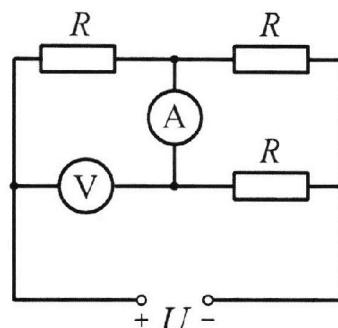
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100$ 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_B 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**.



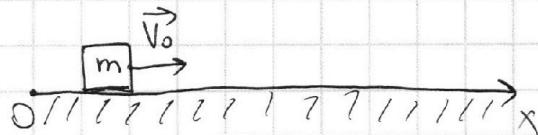
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

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!

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

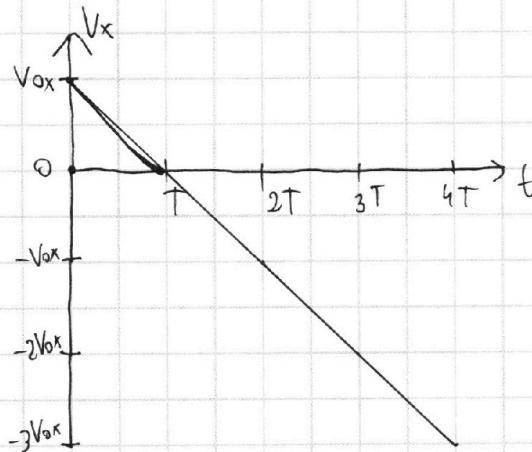
$$\vec{V}(t) = \vec{V}_0 - \vec{V}_0 \cdot \frac{t}{T} \quad - \text{мгн.зак-снв}$$



$$V_{0x} = V_0$$

$$V_x(t) = V_{0x} - V_{0x} \cdot \frac{t}{T}$$

8



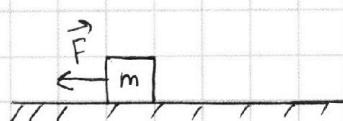
Следует пог удачникам

|V_x|(t). Поскольку Удачник

может решить на мк. участке:

$$S = \frac{1}{2} V_{0x} \cdot T + \frac{9}{2} V_{0x} \cdot T = S V_{0x} T =$$

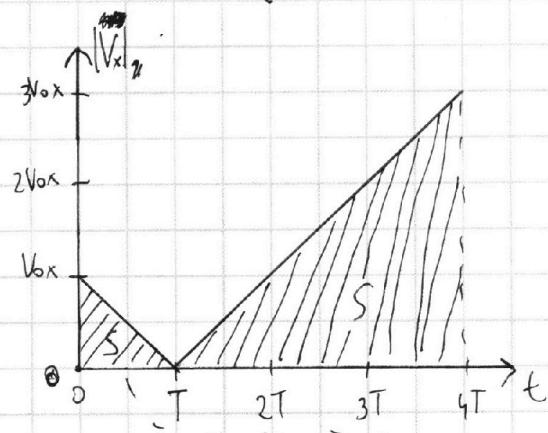
$$= 40 \text{ M}$$



$$a_x^{(t)} (V_x(t))' = -\frac{V_{0x}}{T} = -2 \frac{\text{M}}{\text{c}^2} = \text{const}$$

$$|\vec{a}| = 2 \frac{\text{M}}{\text{c}^2} \Rightarrow |\vec{F}| = m |\vec{a}| = 0,4 \text{ H} \quad \boxed{A_x = F_x \cdot S_{xT} \Rightarrow A = F_x \cdot S_{x(T)} = -0,4 \text{ H} \cdot 4 \text{ M} = -1,6 \text{ Дж}}$$

$$\text{Ответ: 1) } S = 40 \text{ M} \quad 2) |\vec{F}| = 0,4 \text{ H} \\ 3) A = -1,6 \text{ Дж}$$



II з-и Удачника: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$|\vec{F}| = m |\vec{a}|$$

$$S_{xT} = 0,5 V_{0x} T$$

$$A_x = A, \text{м.к. работы} \\ \text{составляла } m \text{ по } OX$$

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

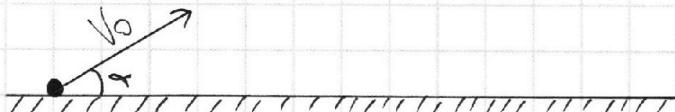
5

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!



$$T = 4 \text{ с}$$

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

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

Заметим, что $V_{\max} = V_0$, м.к. ~~Минимальное движение во время~~
движения по ЗСЕ: $E_{\text{одн.н}} = E_n + E_k \Rightarrow E_{\text{одн.н}} = \text{const}$, м.к. система
закрученая $\Rightarrow E_k \rightarrow \max$ при $V \rightarrow \max$ при $E_n \rightarrow \min \Rightarrow h \rightarrow \min \Rightarrow$
 $V_{\max} = V_0$, м.к. $V_x = \text{const}$.

$$V_{\min} = V_x, \text{ м.к. } V = \sqrt{V_y^2 + V_x^2}, V_x^2 = \text{const} \Rightarrow V \rightarrow \min, \text{ когда } V_y^2 \rightarrow \min$$

$$V_y^2 \min = 0 \Rightarrow V_{\min} = V_x$$

$$\frac{V_0}{V_x} = 2 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{V_x}{V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$T = 2 \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \text{ с} \Rightarrow V_y = \frac{T g}{2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow V_0 = \frac{V_y}{\sin \alpha} = \frac{40}{\sqrt{3}}$$

$$H(t) = V_y t - \frac{g t^2}{2}, H(t) \rightarrow \max \Rightarrow t_{\max} = \frac{-V_y}{2 \cdot \frac{g}{2}} = \frac{V_y}{g} = 2 \text{ с}$$

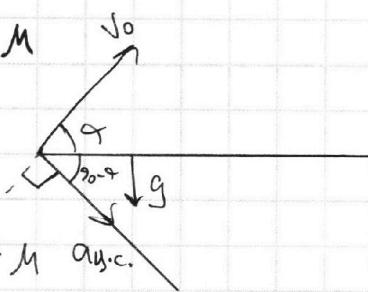
$$H_{\max} = V_y \cdot t_{\max} - \frac{g t_{\max}^2}{2} = 40 \text{ м} - 20 \text{ м} = 20 \text{ м}$$

$$S = T \cdot V_x = T \cdot V_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$\frac{V_0^2}{R_{\text{kp}}} = g \cdot \cos \alpha$$

$$R_{\text{kp}} = \frac{V_0^2}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{1600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{320}{3} \text{ м}$$

$$a_{y.c} = g \cdot \cos \alpha = \frac{V^2}{R}$$

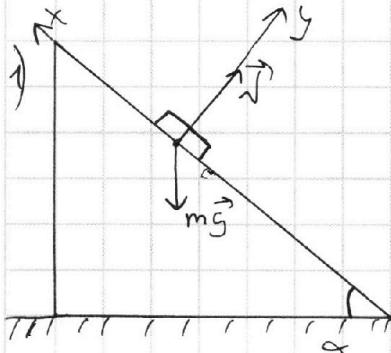


$$\text{Ответ: 1) } H_{\max} = 20 \text{ м} \quad 2) S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м} \quad 3) R_{\text{kp}} = \frac{320}{3} \text{ м}$$

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.

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!



Из графика видно,
что шайбы толкнут
 $m=0,2 \text{ кг}$
 $mk=2 \text{ Н}$
 $g=10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Вдоль ОX в противоположном направлении,
норма $2m$ $|a_{\text{норм}}| > |a_{\text{грав}}$

По II 3-й Ньютона на ОX грав. шайбы:

$0-0,1c = \text{примежуток}:$

$$-mg \cdot \sin \tau - F_{\text{нр}} = a_{\text{грав}} \cdot m$$

$0,1c - 0,3c = \text{примежуток}:$

$$F_{\text{нр}} - mg \cdot \sin \tau = 0,1c - 0,3c = a_2 \cdot m$$

$$\frac{-mg \cdot \sin \tau - F_{\text{нр}}}{m} = \frac{0-0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,1c - 0c} = -8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{F_{\text{нр}} - mg \cdot \sin \tau}{m} = \frac{-0,98 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,3c - 0,1c} = -4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{-mg \cdot \sin \tau - F_{\text{нр}} + F_{\text{нр}} - mg \cdot \sin \tau}{m} = -12 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{-2mg \cdot \sin \tau}{m} = -12 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

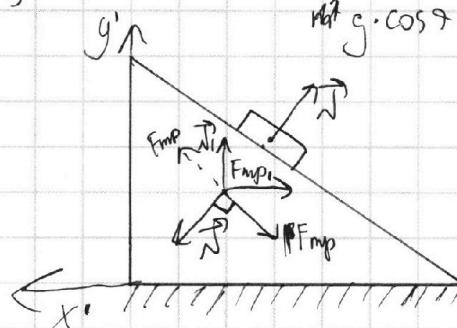
$$g \cdot \sin \tau = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\sin \tau = 0,6 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \tau = \frac{4}{5}$$

$$|F_{\text{нр}}| = mg \cdot \cos \tau \cdot \mu = 4 \frac{\text{Н}}{\text{с}^2} \cdot m$$

$$\mu = \frac{4 \frac{\text{Н}}{\text{с}^2}}{mg \cdot \cos \tau} = 0,5$$



$F_{\text{нр}}$ может быть разная
в зависимости от конкретных
условий

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

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!

1-ая) машина едет в перпендикуляр Ox :

$$\text{II закон Ньютона на } Oy \text{ (рисунок): } -g \cdot \cos^2\alpha - 2mg + F_{mp} \cdot \sin\alpha + N_1 = 0$$

$$N_1 = 2mg + m \cdot g \cdot \cos^2\alpha - 4 \frac{m}{c^2} \cdot \sin\alpha = 4 \frac{m}{c^2} \cdot 1,28 + 1,28 \frac{m}{c^2} \cdot 1,28 - 4 \frac{m}{c^2} \cdot 1,28 = \\ = 4,72m \text{ Н, } 4,72 \text{ Н}$$

На Ox' :

$$F_{mp} \cdot \cos\alpha + N \cdot \sin\alpha - F_{mp} = 0, \text{ если } F_{mp} \geq F_{mp, \max}$$

$$\text{или } 4 \frac{m}{c^2} \cdot 0,28 \cdot 0,7 + m \cdot g \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha - N = F_{mp},$$

$$0,64m + 0,96m = F_{mp},$$

$$1,76m \leq 4,72m \cdot 0,5 \Rightarrow F_{mp, \max} = 1,76m \text{ на 1 участке}$$

2-ая) машина едет в горизонтальном направлении Ox :

Oy' :

$$N_1 = N \cdot \cos\alpha + F_{mp} \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha + 2mg = 4m + 0,96m + 1,28m = 5,92m$$

$$Ox': -F_{mp} - F_{mp} \cdot \cos\alpha + N \cdot \sin\alpha = 0$$

$$4,72m - 0,64m = F_{mp}, \text{ , } F_{mp, \max} < F_{mp, \max} \text{ на 1 участке}$$

$$\Rightarrow F_{mp, \max} = 1,76m$$

$$Oy': N_1 = mg \cdot \cos^2\alpha + 2mg + mg \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha = 1,828m + 4m - 0,96m$$

$$Ox': F_{mp} = mg \cdot \cos^2\alpha + mg \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha = N_1 \cdot \mu$$

$$1,828m + 1,12 = (5,28m - 0,96m)\mu$$

Максимум



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!

$$-5,96M^2 + 4M - 1,12 = 0$$

$$D = 16 - 4 \cdot 5,96 \cdot 1,12 = 11,6992$$

$$M_{1,2} = \frac{-4 \pm \sqrt{11,6992}}{-1,92}$$

$$M \geq \frac{-4 + \sqrt{11,6992}}{-1,92}$$

$$\begin{array}{r} \times 1 \quad 1 \quad 2 \\ 9 \quad 6 \\ \hline 6 \quad 7 \quad 2 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 8 \\ \hline 1,0 \quad 7 \quad 5 \quad 2 \\ 4,3 \quad 0 \quad 0 \quad 8 \end{array}$$

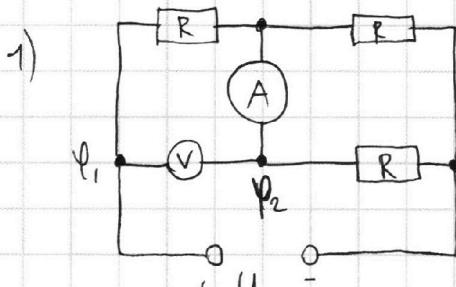
$$\text{Решение: 1) } \sin \varphi = 0,6 \quad 2) F_{\text{пр max}} = 1,76 \text{ Н} \quad 3) M \geq \frac{-4 + \sqrt{11,6992}}{-1,92}$$

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 checked="" type="checkbox"/> 4 | <input 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!

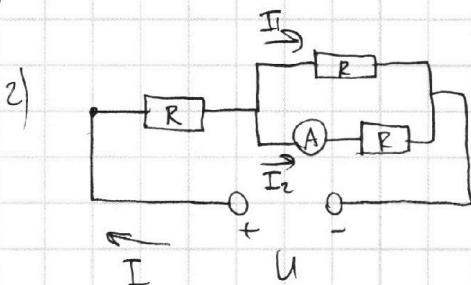


$$R = 100 \Omega$$

$$U = 30 \text{ В}$$

$$R_V \gg R \gg R_A$$

Заметим, что через вольтметр ток не пойдет, т.к. по условию с $R_V \gg R \gg R_A \Rightarrow$ через токометр ~~не~~ токометр схему



Заметим, что $R + R_A \approx R$, т.к.

$$R_A \ll R \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I_{\text{один}}}{2}$$

$$R_{\text{экв}} = R + \frac{R}{2} = 1,5R$$

$$I_{\text{один}} = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{30 \text{ В}}{1,5 \cdot 100 \Omega} = \frac{1}{5} \text{ А}$$

Вернемся к 1 схеме:

Вольтметр измеряет напряжение между концами, тогда

$$U_V = \varphi_1 - \varphi_2, \varphi_2 = \varphi_1 - I_{\text{один}} \cdot R - \frac{I_{\text{один}}}{2} R_A. \quad \frac{I_{\text{один}}}{2} R_A \cancel{\text{принедр.}}$$

$$\text{тогда } \Rightarrow U_V = \varphi_1 - \varphi_1 + I_{\text{один}} \cdot R \approx = \frac{U}{1,5R} \cdot R = \frac{U}{1,5} = 20 \text{ В}$$

$$P = \frac{I_{\text{один}}^2 \cdot R}{1,5R} + \frac{(0,5 I_{\text{один}})^2 \cdot R}{1,5R} + \frac{(0,5 I_{\text{один}})^2 \cdot R}{1,5R} + (0,5 I_{\text{один}})^2 \cdot R_A \approx (0,5 I_{\text{один}})^2 \cdot R_A$$

~~из 2 схемы.~~

Принедрежимо мало по сравнению с другими величинами \Rightarrow пренебрежим

$$\therefore P = 1,5 I_{\text{один}}^2 \cdot R = 1,5 \cdot \frac{1}{25} \text{ А} \cdot 100 \Omega = 6 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $I_{\text{один}} = 0,2 \text{ А}$ 2) $U_B = 20 \text{ В}$ 3) $P = 6 \text{ Вт}$

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 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!

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

$$m_{A_1} = m_{B_1}$$

$$t_K - ?$$

$$\frac{m_{A_1}}{m_{B_1}} = \frac{9}{7}$$

$$m_{A_1} + m_{B_1} = m_{A_K} + m_{B_K} \quad 2c_{A_1} = c_B$$

$$2m_{B_1} = \frac{16}{7} m_{B_K} \quad \text{но заморозка сохр. массы}$$

$$m_{B_K} = \frac{7}{8} m_{B_1} \Rightarrow \frac{1}{8} m_{B_1} = m_{B_1} - \frac{7}{8} m_{B_1} \Rightarrow \delta = \frac{1}{8}$$

При этом заморозка, что если в Калориметре и вода, и лёд, то $t_K = 0^\circ\text{C}$.

Рассмотрим равновесие температура льда

$$m_{B_1} \cdot c_B \cdot (t_1 - t_K) + \frac{1}{8} m_{B_1} \cdot \lambda + m_{A_1} \cdot c_{A_1} \cdot (t_{A_H} - t_K) = 0, \quad t_K = 0^\circ\text{C} \Rightarrow \text{удар}$$

$$m_{B_1} \cdot (c_B \cdot t_1 + \frac{1}{8} m_{B_1} \cdot \lambda + m_{A_1} \cdot c_{A_1} \cdot t_{A_H}) = 0 \quad | /m_{B_1}$$

$$c_B \cdot t_1 + \frac{1}{8} \lambda + c_{A_1} \cdot t_{A_H} = 0$$

$$-t_{A_H} = \frac{c_B \cdot t_1 + \frac{1}{8} \lambda}{c_{A_1}} = 20^\circ\text{C} + \frac{3936 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} {8 \cdot 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{C}}} = \frac{336}{16,8}^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C} =$$

$$= 40^\circ\text{C}$$

$$t_{A_H} = -40^\circ\text{C}$$

Ответ: 1) $\delta = \frac{1}{8}$ 2) $t_{A_H} = -40^\circ\text{C}$



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
_ 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

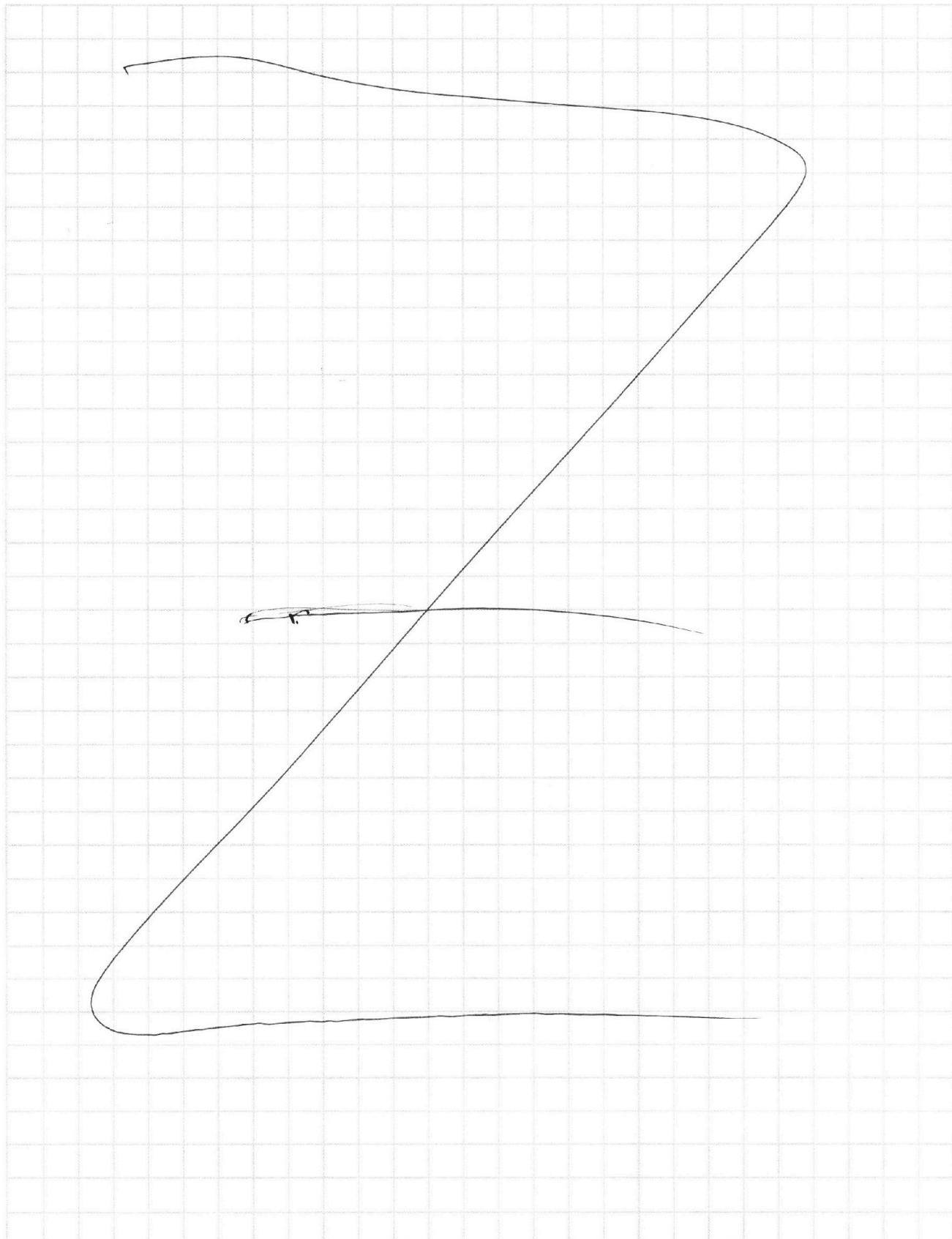
5

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

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!

