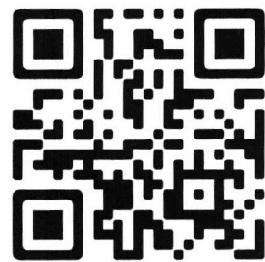




Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2025

Вариант 09-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 3T$.

2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.

3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

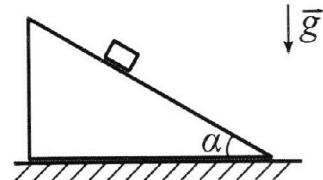
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите вертикальное перемещение H камня за первые $T = 2$ с полета.

2. Найдите модуль $|\vec{r}(T)|$ перемещения камня за первые $T = 2$ с полета.

3. Найдите радиус R кривизны траектории камня в момент времени $T = 2$ с.

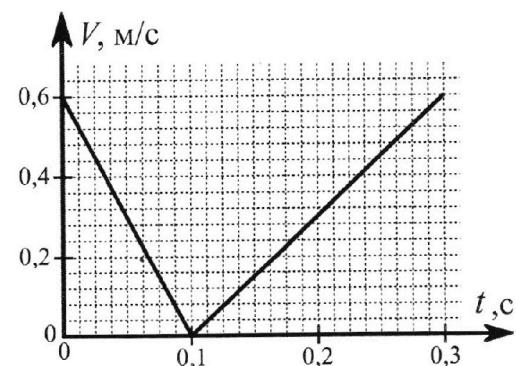
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,4$ кг, масса клина $1,5m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.

2. Найдите модуль N силы нормальной реакции, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,1$ 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 09-02



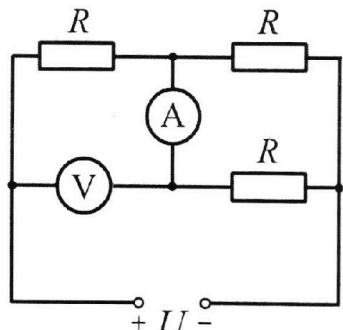
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120$ 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 I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?



5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре t_1 °С, помещают лед, температура которого $t_2 = -20$ °С. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

1. Найдите долю δ массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру t_1 воды калориметре.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °С.

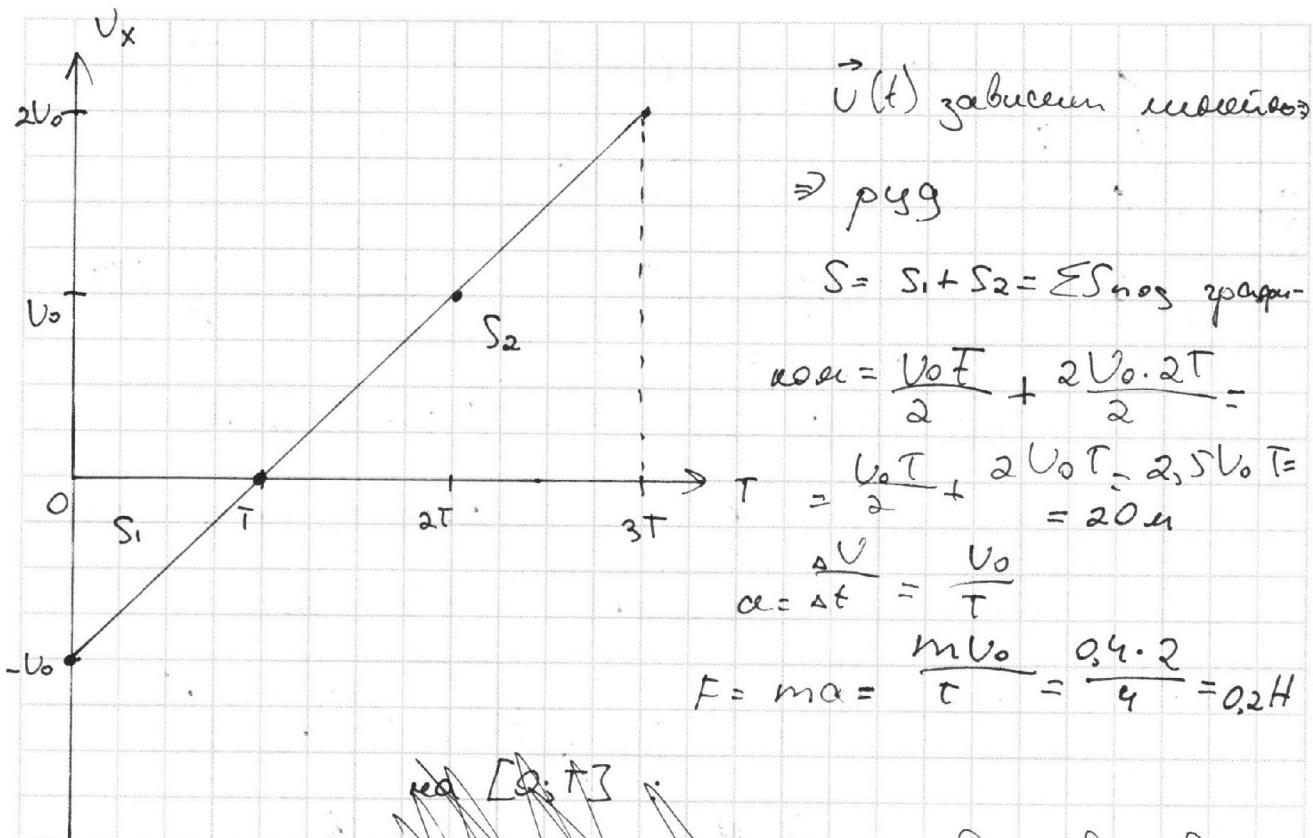


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



~~коэф [0; T]~~

~~$\alpha < 0$~~ ~~всегда~~ ~~перемещение~~
 ~~$\alpha > 0$~~ ~~и всегда~~ ~~своим~~ ~~движением~~
~~изменяется~~ ~~направление~~

~~⇒ всегда~~ ~~одинаково~~

~~A = Fx~~
$$A = Fx \cdot S_x = \frac{m U_0}{T} \cdot \left(-\frac{U_0 T}{2} \right) =$$

$$= 0,2 \cdot (-4) = -0,8 \text{ Дн}$$

Ответ: $S = 2,5 U_0 T = 20 \text{ м}$

$$F = \frac{m U_0}{T} = 0,2 \text{ Н}$$

$$A = -\frac{m U_0^2}{2} = -0,8 \text{ Дн}$$

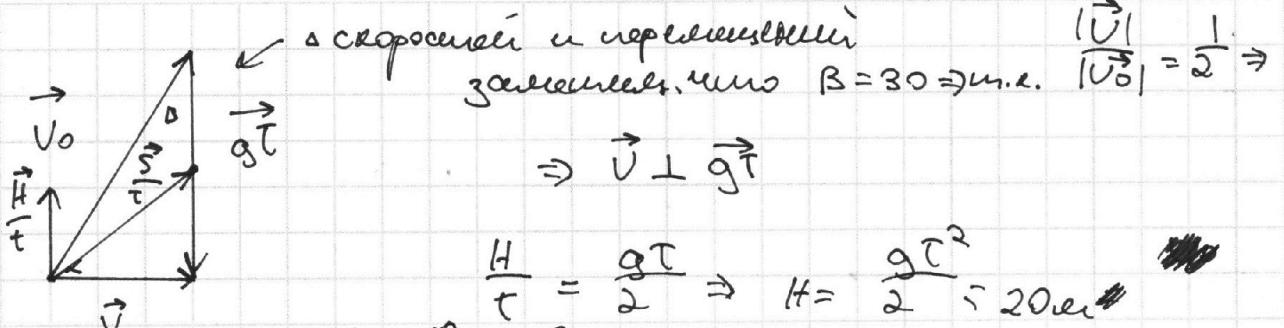
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



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

СТРАНИЦА
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!



~~Ход решения~~ $\vec{V} \perp \vec{gT} \Rightarrow$ в т. верхняя точка

траектории \Rightarrow только гориз. компонент
на скорости $V = V_0 \cos \alpha$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 20 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 4}{3}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1600}{3}} \text{ м/с} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с} \Rightarrow V = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

и. Пифагора в т.:

$$\left(\frac{s}{t}\right)^2 = V^2 + \left(\frac{gT}{2}\right)^2 = \frac{400}{3} + 100 = \frac{700}{3} = \frac{5^2}{4}$$

$$S = \sqrt{\frac{2800}{3}} = 10\sqrt{\frac{28}{3}} \text{ м}$$

~~решение~~ $\therefore \ddot{\downarrow} g$ \therefore верхняя точка $\Rightarrow a_n = g$

$$a_n = \frac{V^2}{R} = g \Rightarrow R = \frac{V^2}{g} =$$

$$= \frac{400}{30} = \frac{40}{3} \text{ м}$$

Ответ: $H = \frac{gT^2}{2} = 20 \text{ м}$

$$S = 10\sqrt{\frac{28}{3}} \text{ м}$$

$$R = \frac{40}{3} \text{ м}$$

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 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!

$$\begin{aligned}
 &= mg \left(\frac{5}{2} - \frac{81}{400} - \frac{9}{20} \cdot \frac{15}{100} \right) = \left(\frac{5}{2} - \frac{81}{400} - \frac{27}{400} \right) mg = \\
 &= \left(\frac{5}{2} - \frac{108}{400} \right) mg = \left(\frac{5}{2} - \frac{54}{200} \right) mg = \left(\frac{5}{2} - \frac{27}{100} \right) mg = \\
 &= \frac{250-27}{100} \cdot 4 = \frac{223}{25} H = \cancel{\cancel{8}} \cdot 8 \frac{23}{25} H
 \end{aligned}$$

если подходит $\Rightarrow F_{mp} < \mu_1 N_0$

при $0 < t < 0,1$ 234 1,5m:

$$N_0 = \frac{223}{25} H$$

$$x: F_{mp} - mg \cos \alpha \sin \alpha - \mu_1 N_0 \cos \alpha = 0$$

~~$$\begin{aligned}
 \cos \alpha &= \sqrt{1 - \frac{61}{400}} = \\
 \cos \alpha &= \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = \\
 &= \sqrt{\frac{319}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}
 \end{aligned}$$~~

$$\begin{aligned}
 F_{mp} &= mg (\cos \alpha \sin \alpha + \mu_1 \cos^2 \alpha) = \\
 &= mg \cos \alpha \left(\frac{9}{20} + \frac{3}{20} \right) = mg \cos \alpha \cdot 0,6 \\
 &= \frac{6}{10} \cdot \frac{\sqrt{319}}{20} \cdot 4 = \frac{6\sqrt{319}}{50} < \frac{11 \cdot 223}{25}
 \end{aligned}$$

при $0,1 < t < 0,3$ 234 1,5m

$$3\sqrt{319} < 446 \text{ H } 223 \text{ H}$$

$$\mu_1 > \frac{3\sqrt{319}}{223} \text{ нчв, } \cancel{\cancel{446 > 3\sqrt{319}}} \text{ нчв}$$

$$\begin{aligned}
 y: h_0 &= 1,5mg + mg \cos^2 \alpha + \mu_1 N_0 \sin \alpha = \\
 &= mg \left(1,5 + 1 - \frac{81}{400} + \frac{9}{20} \cdot \frac{15}{100} \right) = \\
 &= mg \left(\frac{5}{2} - \frac{54}{400} \right) = mg \cdot \left(\frac{5}{2} - \frac{27}{200} \right) = \\
 &= mg \cdot \frac{500-27}{200} = \frac{500-27}{50} = \frac{473}{50} H
 \end{aligned}$$

$$x: F_{mp} + \mu_1 N_0 \cos \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha = 0$$

$$F_{mp} = mg \cos \alpha (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = mg \cos \alpha \cdot 0,3$$

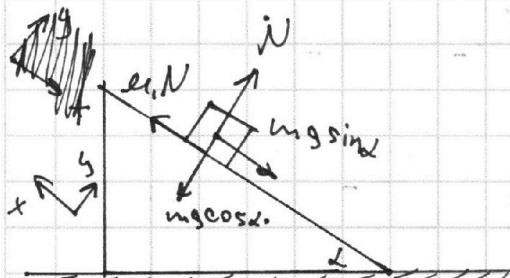


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

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



23H gear m: gear $0,1 \leq t \leq 0,3$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x: -mg \sin \alpha + \mu_1 N = ma_{x_2}$$

$$-mg \sin \alpha + \mu_1 \cdot mg \cos \alpha = ma_{x_2}$$

~~0 < t < 0,1:~~
шайба поднимается
по склону \Rightarrow

\Rightarrow Fup вверх по склону
 $0,1 \leq t \leq 0,3$:

шайба опускается
по склону \Rightarrow Fup вверх
по склону

23H gear m gear $0 \leq t < 0,1$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x: -mg \sin \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha = ma_{x_1}$$

$$\alpha_{x_1} = -g \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha$$

$$g \sin \alpha + \mu_1 g \cos \alpha = 6 \text{ m/s}^2$$

$$+g \sin \alpha + \mu_1 g \cos \alpha$$

$$g \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha = 3 \text{ m/s}^2$$

$$2g \sin \alpha = 9 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{9 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 10 \text{ m/s}^2} = \frac{9}{20} = 0,45$$

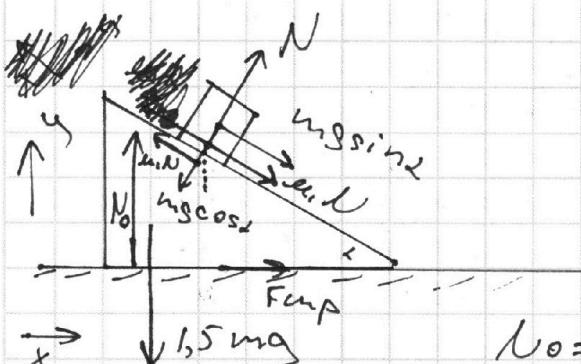
23H gear 1,5m:

$$y: N_0 - 1,5mg - mg \cos^2 \alpha +$$

$$+\mu_1 N_0 \sin \alpha = 0$$

$$N_0 = mg (1,5 + \cos^2 \alpha - \mu_1 \cos \alpha \sin \alpha) =$$

$$= mg \left(1,5 + 1 - \frac{81}{400} - \frac{9}{20} \cdot \frac{6-10 \cdot 0,45}{9} \right)$$





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 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!

$$F_{mp} = m g \cdot \frac{3\sqrt{319}}{10 \cdot 20} = \frac{3\sqrt{319}}{50} < \frac{\mu \cdot 463}{50}$$

$$\frac{3\sqrt{319}}{50} < \frac{\mu \cdot 463}{50}$$

~~463~~ $\frac{3\sqrt{319}}{463}$

Ответ: $\sin \alpha = \frac{9}{20}$

$$\nu = \frac{223}{25} \mu$$

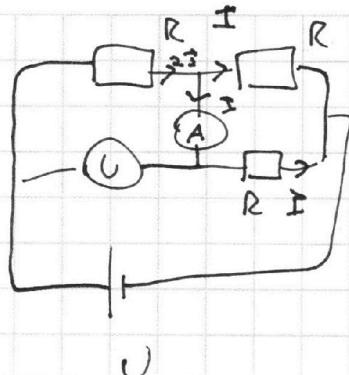
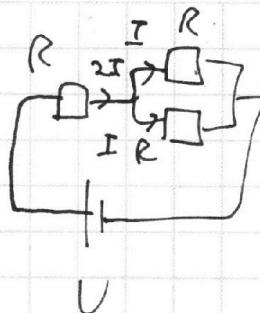
$$\mu > \frac{3\sqrt{319}}{223}$$



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
_ 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!

 \Leftrightarrow 

$$U = 3IR \Rightarrow I = \frac{U}{3R}$$

$$I_{\text{исч}} = 2I = \frac{2U}{3R} = \frac{240}{600} = \frac{24}{60} = \frac{12}{30} = \frac{6}{15} A = \frac{2}{5} A = 0,4 A$$

$$I_a = I = \frac{3}{15} A = 0,2 A$$

$$P = U I_{\text{исч}} = 120 \cdot \frac{6}{15} = \frac{120 \cdot 2}{5} = 48 W$$

~~10.ру (Ia + Ia)R (Ia + Ia - Ia)~~

Ответ: $I_{\text{исч}} = 0,4 A$

$$I_a = 0,2 A$$

$$P = 48 W$$

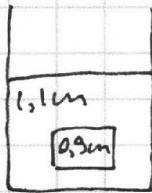
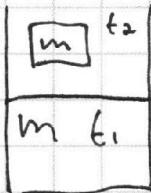


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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



mc. В конце лед и вода,

$$mc \cdot t_2 = 0$$

$$\begin{aligned} m_e = m_b &= m \\ mc_1 + mc_2 &= 2mc \\ m_b t_2 &= \frac{11}{9} m c_2 \\ 2mc &= \frac{20}{9} m c_2 = 2mc \\ \frac{mc_2}{mc} &= 0,5 \Rightarrow \sigma = 0,1 = 10\% \end{aligned}$$

YT6:

$$c_{\text{возд}}(0-t_1) + c_{\text{воды}}(0-t_2) + 0,1d \cdot m = 0$$

~~$$-cbt_1 - c_{\text{воды}}t_2 + 0,1d = 0$$~~

$$t_1 = \frac{0,1d - c_{\text{воды}}t_2}{cb} = \frac{3,3 \cdot 6 \cdot 10^4 + 20 \cdot 2,1 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{3,3 \cdot 6 \cdot 10^4 + 4,2 \cdot 10^4}{4,2 \cdot 10^3} = \frac{33,6 + 42}{4,2} =$$

$$= \frac{33,6 + 420}{42} = \frac{456}{42} = \frac{348}{21} = \frac{126}{7} = 18^\circ \text{C}$$

Ответ: $\sigma = 10\%$

$$t_1 = \frac{\sigma d - c_{\text{воды}}t_2}{cb} = 18^\circ \text{C}$$

~~$$\begin{aligned} 6200 \cdot 18 &= 2100 \cdot 20 + 333600 \\ 114000 &= 42000 + 333600 \\ 114000 &= 375600 \end{aligned}$$~~



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!



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!