



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 09-01



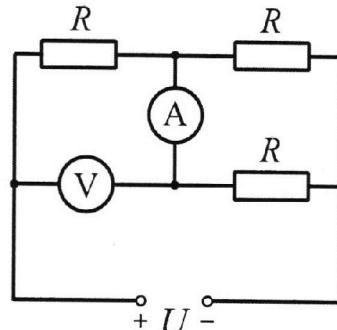
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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.



**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.

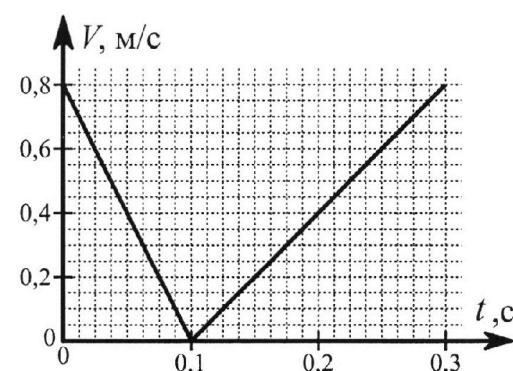
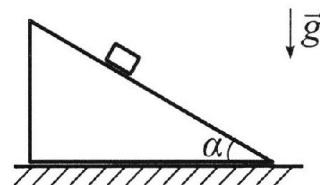
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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?



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 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!

$N1$

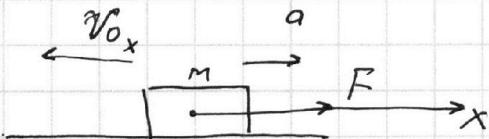
Т.н. зависимость $\vec{V}(t) = -\frac{\vec{v}_0}{T} \cdot t + \vec{v}_0$ линейная
ускорение постоянное

$$v_1 = v_0 \left(1 - \frac{0}{T}\right) = v_0$$

v_1 - скорость при $t=0$, т.е. начальная скорость

$$v_2 = v_0 \left(1 - \frac{4T}{T}\right) = -3v_0$$

v_2 - скорость при $t=4T$



$Q_x: v_x = v_{0x} + a_x t$ - ур. скорости от времени
 a - ускорение тела

$$v_a = v_1 - (4T - 0)a$$

$$-3v_0 = v_0 - 4Ta$$

$$a = \frac{v_0}{T}$$

Найдем время t , когда $v_x = 0$

$$0 = v_0 - t, a$$

$$t_1 = \frac{v_0}{a} = T$$

значит время до остановки $-T$, время от остановки и до $t = 4T - 3T$

Найдем путь проходимый до остановки

$$Q_x: s_1 = -v_0 T + \frac{a T^2}{2}$$

$$s_1 = v_0 T - \frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2}$$

Найдем путь проходимый от остановки и до $t = 4T$

$$Q_x: s_2 = \frac{a(3T)^2}{2}$$

$$s_2 = \frac{v_0 T g}{2} = \frac{9v_0 T}{2}$$

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

- ур. перемещения от времени



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!

Путь S это сумма $\vec{S}_1 + \vec{S}_2$ S_1 и S_2

$$S = \frac{\vec{S}_1 + \vec{S}_2}{2} = \frac{16T}{2}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{V_0 T}{2} + \frac{g V_0 T}{2} = 5 V_0 T$$

Подставим значение

$$S = 5 \cdot 4 \frac{m}{c} \cdot 2 c = 40 m$$

№ 11 з-ку Ньютона

$$O_x \quad F = m a$$

$$F = \frac{m V_0}{T}$$

$$F = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 4 \frac{m}{c}}{2 c} = 0,4 H$$

расстояние пройденное телом \rightarrow то же $f = T$ это S ,

$$\text{так: } A_E = -S_1 \cdot F \cdot \cos 180^\circ = FS,$$

$$A_E = \frac{F V_0 T}{2} = \frac{m V_0^2 T}{2 T} = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\text{так: } A_E = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 4 \frac{m^2}{c^2}}{2} = 1,6 D_J$$

Ответ: 1. $S = 40 m$ 2. $F = 0,4 H$ 3. $A = 1,6 D_J$



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

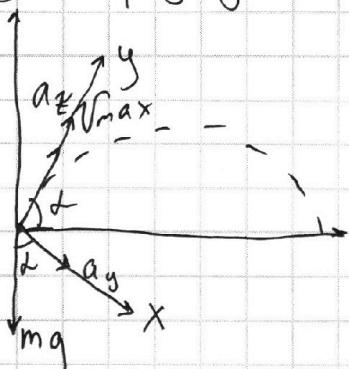
6

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!

Найдем радиус кривизны начального участка траектории



m - масса тела мяча

a_x - тангенциальное ускорение

a_y - центробежное ускорение

По II з-ку Ньютона

$$O_x: mg \cos \alpha = ma_y$$

$$R = \frac{g^2 T^2}{4(1 - \cos^2 \alpha) g \cos \alpha}$$

$$g \cos \alpha = \frac{V_{max}^2}{R}$$

$$R = \frac{g T^2}{4(1 - \cos^2 \alpha) \cos \alpha} = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 4c^2}{4(1 - \cancel{\frac{1}{4}}) \cdot \frac{1}{2}} = \frac{320}{3} m$$

$$\text{Дано: } H = 20 \text{ м; } S = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м; } R = \frac{320}{3} \text{ м}$$



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**.

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

$$V_y = V_{0y} + a_y t - \text{ур. скорости от времени}$$

$$O_y: -V_{y\max} = V_{y\max} - gT \quad \text{т.е. шаг упад через время } T$$

$$\cancel{V_{y\max}} =$$

$$2V_{\max} \sin \alpha = gT$$

$$V_{\max} = \frac{gT}{2 \sin \alpha} = \frac{gT}{2 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$H = \frac{g^2 T^2}{8g} = \frac{gT^2}{8} = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 4c^2}{8} = 20m$$

$$O_x: x = V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} - \text{ур. перемещение от времени}$$

$$S = \frac{V_{0x} s \alpha \sin \alpha}{2} \quad , \text{ т.е. шаг упад через время } T \text{ и по оси } x \text{ нет ускорения.}$$

$$S = \frac{gT^2 \cos \alpha}{2 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 4c^2 \cdot \frac{1}{2}}{2 \sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^2}} = \frac{80\sqrt{3}}{3} m$$



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
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!

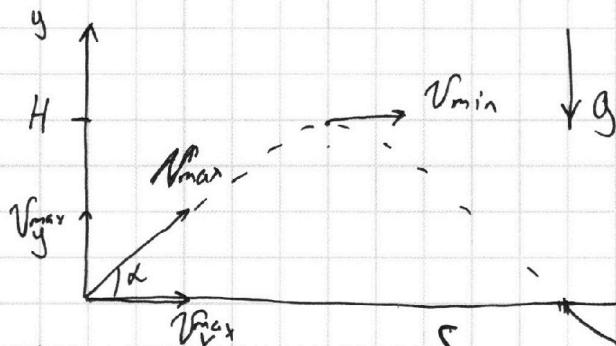
N2

Т.к. траектория движения мяча - парабола, то

минимальная скорость будет в вершине, а

максимальная в момент отрыва от земли и

в момент ~~касания земли~~.



Чт. Т.к. на максимальной высоте H скорость по оси y равна 0, то $V_{min} = V_{x_{max}}$, где $V_{x_{max}}$ - проекция скорости V_{max} по оси x .
 $V_{x_{max}} = V_{max} \cdot \frac{\sin d}{\cos d}$, где d - угол под которым ~~получил мяч~~

$$V_{min} = V_{max} \cdot \frac{\sin d}{\cos d}$$

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_{max}}{\frac{V_{max} \cdot \sin d}{\cos d}} = \frac{1}{\frac{\sin d}{\cos d}} = 2 \quad \frac{\sin d}{\cos d} = \frac{1}{2}$$

$$O_y: \quad y = \frac{V_y^2 - V_{0y}^2}{2g_y}$$

$$H = \frac{0 - V_{y_{max}}^2}{-2g}$$

$$H = \frac{V_{max}^2 \sin^2 d}{2g}$$

проекция
, где $V_{y_{max}}$ - скорость V_{max} по оси y
 $\underline{V_{y_{max}} = V_{y_{min}}}$
 $\underline{V_{y_{max}} = V_{max} \sin d}$

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
1 ИЗ 3

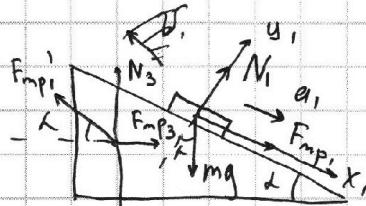
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N3

Из графика модуля скорости видно что сначала машина двигалась вверх вдоль клина, а затем вниз вдоль клина.

μ_1 - коэффициент трения между машиной и клином

I ситуация машина движется вверх



По II З-ку Ньютона

$$Oy: N_1 - mg \cos \alpha = 0$$

$$Ox: F_{mp1} + mg \sin \alpha = ma_1$$

$$F_{mp1} = \mu_1 N_1$$

$$\mu_1 g \cos \alpha + g \sin \alpha = a_1$$

$$Oy_2: N_2 - mg \cos \alpha = 0$$

$$Ox_2: mg \sin \alpha - F_{mp2} = ma_2$$

$$F_{mp2} = \mu_1 N_2$$

$$g \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha = a_2$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} \mu_1 g \cos \alpha + g \sin \alpha = a_1 \\ g \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha = a_2 \end{array} \right.$$

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

$$V_x = V_{0x} + a_x t - \text{ур. скорость из графика} \quad V_{0x} = 0,8 \frac{m}{s}, \quad V_1 = 0, \quad t_1 = 0,1 \text{с}$$

$$Ox_1: 0 = V_{01} + a_1 t \quad a_1 = \frac{V_{01}}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{V_{01}}{t_1}$$



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!

43 графика

$$V_{02} = 0$$

$$V_2 = 0,8 \frac{m}{c} \quad t_2 = 0,2c \rightarrow 0,3c - 0,1c = 0,2c$$

~~$$a_2 = \frac{V_2}{t_2}$$~~

$$0_{x_2} : V_2 = 0 + a_2 t_2$$

$$a_2 = \frac{V_2}{t_2}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2g} \left(\frac{V_{01}}{t_1} + \frac{V_2}{t_2} \right) = \frac{1}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} \left(\frac{0,8 \frac{m}{c}}{0,1c} + \frac{0,8 \frac{m}{c}}{0,2c} \right) = 0,6$$

По 3 з-ку Ньютона

$$F_{mp1} = F_{mp1}' = ma_1 - mg \sin \alpha$$

$$F_{mp2} = F_{mp2}' = mg \sin \alpha - ma_2$$

т.к.

$$F_{tp1} = \mu_1 mg \cos \alpha$$

$$F_{mp1} = F_{tp1} \rightarrow F_{mp1} = \mu_1 mg \cos \alpha$$

По II з-ку Ньютона

$$0_x: \begin{cases} F_{mp3} - F_{mp1}' \cos \alpha = 0 \\ F_{mp2}' \cos \alpha - F_{mp4} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{mp3} - F_{mp1} \cos \alpha = 0 \\ F_{mp2} \cos \alpha - F_{mp4} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{mp3} = F_{mp1} \cos \alpha \\ F_{mp2} \cos \alpha = F_{mp4} \end{cases}$$

$$F_{mp} = F_{mp3} = F_{mp4} = F_{mp1} \cos \alpha = (ma_1 - mg \sin \alpha) \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= m \left(\frac{V_{01}}{t_1} - g \sin \alpha \right) \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,2c \cdot \left(\frac{0,8 \frac{m}{c}}{0,1c} - 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,6 \right) \sqrt{1 - 0,6^2} =$$

$$= 0,32 H, \text{ т.к. других сил трения между клином и плоскостью нет}$$

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
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!

O.y.: № 11 3-ку Ньютона

$$\begin{cases} N_3 - F_{mp_1} \sin \alpha - 2mg = 0 \\ N_4 + F_{mp_2} \sin \alpha - 2mg = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_3 = 2mg - F_{mp_1} \sin \alpha \\ N_4 = 2mg + F_{mp_2} \sin \alpha \\ F_{mp_1} = F_{mp_2} \end{cases}$$

$$N_3 = 2mg - F_{mp_1} \sin \alpha$$

$$N_4 = 2mg + F_{mp_2} \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} F_{mp_3} &= \mu_3 N_3 & \mu_3 &= \frac{F_{mp_3}}{N_3} = \frac{F_{mp_3}}{2mg - F_{mp_1} \sin \alpha} \\ F_{mp_4} &= \mu_4 N_4 & \mu_4 &= \frac{F_{mp_4}}{N_4} = \frac{F_{mp_3}}{2mg + F_{mp_2} \sin \alpha} \end{aligned} \quad \Rightarrow \mu_4 < \mu_3$$

Клин будет находиться в положении при $\mu \geq \mu_3$

$$\begin{aligned} \mu_3 &= \frac{F_{mp}}{2mg - F_{mp_1} \cdot m \left(\frac{v_0}{t_1} - mg \sin \alpha \right) \sin \alpha} = \frac{0,32 H}{2 \cdot 0,2 \pi \cdot 10 \frac{m}{c^2} - 0,2 \sqrt{\frac{0,8 \frac{m}{c}}{0,1} - 0,2 \pi \cdot 10 \frac{m}{c^2}}} \\ &= \frac{0,32}{4 - 0,12 \cdot 7,2} = \frac{0,32}{3,136} = \frac{10}{98} = \frac{5}{49} \end{aligned}$$

$$\mu \geq \frac{5}{49}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,6$; $F_{mp} = 0,32 H$; $\mu \geq \frac{5}{49}$



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

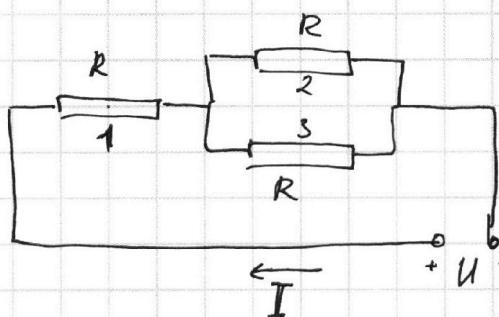
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

№4

т.п. сопротивление Амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , то можно считать Амперметр за перемычку. т.к. сопротивление Вольтметра очень велико по сравнению с R , то через Вольтметр ток не идет.

Значит схема выглядит так:



Найдем общее сопротивление

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{3R}{2}$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 30}{3 \cdot 100} = 0,2 \text{ A}$$

Вольтметр показывает напряжение на резисторе 1, т.к. через резистор 1 идет ток I , т.п. соединение последовательное

$$U_B = R \cdot I = \frac{R \cdot 2U}{3R} = \frac{2}{3}U = \frac{2 \cdot 30}{3} = 20 \text{ В}$$

$$P = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}} = \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot 30^2}{3 \cdot 100} = 6 \text{ Вт}$$

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

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**.



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

~~№5.~~

№5

Q_1 - кол-во теплоты ^{выделенной} при остывании водол $\leftarrow t_1 \rightarrow t_0$

Q_2 - кол-во теплоты ^{выделенной} при кристаллизации некоторой части водол

Q_3 - кол-во теплоты затраченное на нагревание льда $\leftarrow t_0 \rightarrow t_2$

M_n - масса льда, M_b - масса водол. после установления теплового равновесия

m_b - масса водол изначальная, m_b' - масса добавленного льда

$$m_b + m_b' = m$$

$$M_n = m_n + \delta m_b = m(1 + \delta)$$

$$M_b = m_b - \delta m_b = m(1 - \delta)$$

$$\frac{M_n}{M_b} = \frac{m(1 + \delta)}{m(1 - \delta)} = \frac{1 + \delta}{1 - \delta} = h$$

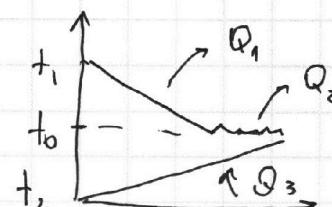
$$1 + \delta = m - n\delta$$

$$\delta(1 + \delta) = +n - 1$$

$$\delta = \frac{1-n}{1+n} = \frac{h-1}{1+n} = \frac{\frac{9}{7}-1}{1+\frac{9}{7}} = \frac{1}{8}$$

Уравнение теплого баланса.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$



$$c_b m_b (t_0 - t_1) - \delta m_b \Delta t + c_n m_n (t_0 - t_2) = 0$$

$$t_2 = \frac{m(c_b(t_0 - t_1) - \delta \Delta t)}{c_n m} - t_0 = \frac{c_b(t_0 - t_1) - \delta \Delta t}{c_n} - t_0$$



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

$$t_2 = \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} (0 - 10^\circ\text{C}) + \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}} - 0 = \\ = -10^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = -30^\circ\text{C}$$

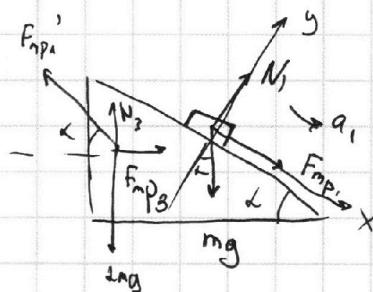
Очевидно: $\Delta = \frac{1}{8}$; $t_2 = -30^\circ\text{C}$

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 type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input 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!



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

$$0_x: \mu_1 mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = m a_1, \quad 0_y: mg \sin \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha = m a_2$$

$$g(\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha) = a_1$$

$$g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = a_2$$

$$0 = V_1 - a_1 t_1 \quad V_1 = 0,8 \frac{m}{s} \quad t_1 = 0,1 \text{ с}$$

$$a_1 = \frac{V_1}{t_1}$$

$$-V_1 = 0 = a_2 t_2 \quad V_2 = 0,8 \frac{m}{s} \quad t_2 = 0,2 \text{ с}$$

$$a_2 = \frac{V_2}{t_2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha = \frac{V_1}{t_1 g} \\ \sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha = \frac{V_2}{t_2 g} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha = \frac{V_1}{t_1 g} \\ \sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha = \frac{V_2}{t_2 g} \end{array} \right.$$

$$1. \sin \alpha = \frac{1}{2g} \left(\frac{V_2}{t_2} + \frac{V_1}{t_1} \right) = \frac{1}{2 \cdot 10} \left(\frac{0,8}{0,2} + \frac{0,8}{0,1} \right) = \frac{12}{2 \cdot 10} = 0,6$$

$$F_{mp3} - F_{mp1} \cos \alpha = 0$$

$$F_{mp1} = F_{mp1}' = m a_1 - mg \sin \alpha$$

$$F_{mp2} - F_{mp2}' \cos \alpha = 0$$

$$F_{mp2} = F_{mp2}' = mg \sin \alpha - m a_2$$

$$2. F_{mp3} = \frac{m V'}{t_1} \frac{\cos \alpha - mg \sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = 0,8 \left(\frac{0,2 \cdot 0,8}{0,1} - 0,2 \cdot 10 \cdot 0,6 \right) = 0,32 \text{ H}$$

$$F_{mp4} = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \left(mg \sin \alpha - \frac{m V_2}{t_2} \right) = 0,8 \left(0,2 \cdot 10 \cdot 0,6 - \frac{0,2 \cdot 0,8}{0,2} \right) = 0,32 \text{ H}$$

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 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!

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

$$V_a = V_0 \left(1 - \frac{4T}{T}\right) = -3V_0$$

$$-3V_0 = V_0 - (4T - 0) \cdot a$$

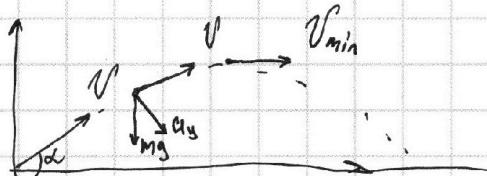
$$a = \frac{V_0}{T}$$

$$S = V_0 T - \frac{a(4T)^2}{2} = 4V_0 T - 8V_0 T = -4V_0 T = \dots$$

№ 11 3-ий вариант.
2 $F = ma$

$$F = \frac{m V_0}{T}$$

$$3 A = F \cdot S, = \frac{F V_0 T}{2} = \frac{m V_0^2}{2}$$



$$mg = m a_y \quad -V_{\sin \alpha} = V_{\sin \alpha} - gT$$

$$g = \frac{V_{\cos \alpha}^2}{T} - V_{\sin \alpha} = V_{\sin \alpha} - gT$$

$$3 R = \frac{g T^2 \cos^2 \alpha}{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{160}{3} \text{ м}$$

$$S = V_{\cos \alpha} T$$

$$2 S = \frac{g T^2 \cos \alpha}{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{10 \frac{M}{c^2} \cdot 16 c^2 \cdot \frac{1}{2}}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}}} = \frac{160}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$\frac{V}{V_{\cos \alpha}} = 2$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\frac{V}{g} = 1$$

$$H = \frac{V^2 - (V_{\sin \alpha})^2}{-2g}$$

$$H = \frac{V^2 (1 - \cos^2 \alpha)}{-2g}$$

$$H = \frac{g^2 T^2}{8g}$$

$$H = \frac{g T^2}{8} = \frac{10 \frac{M}{c^2} / 16 c^2}{8} = 20 \text{ м}$$

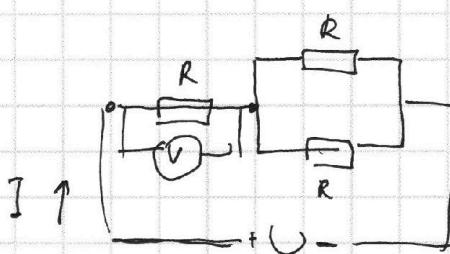


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input 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!



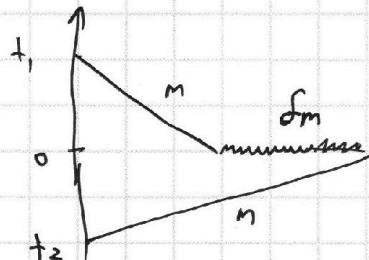
$$U = \sqrt{R_{\text{eq}} \delta}$$

$$R_{\text{eq}} = R + \frac{\frac{r}{R} + \frac{1}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{3R}{2}$$

$$1. I = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 30V}{3 \cdot 100 \Omega} = \frac{1}{5} A = 0,2A$$

$$2. U_B = IR = 0,2A \cdot 100 \Omega = 20V$$

$$3. P = \frac{U^2}{R_{\text{eq}}} = \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot 30V^2}{3 \cdot 100 \Omega} = 8W$$



$$\begin{array}{r} \times 72 \\ 144 \\ \hline 72 \\ 864 \\ \hline 3136 \end{array}$$

$$18 \cdot 8 : 4 = 47$$

$$\begin{array}{r} \times 21 \\ 16 \\ \hline 12 \\ 336 \end{array}$$

$$\frac{1}{2} \cdot c_p m (t_1 - t_0) + \Delta m \mathcal{H} = c_n m (t_0 - t_2)$$

$$\begin{array}{r} 3136 \\ 288 \\ \hline 256 \\ 256 \\ \hline 098 \end{array}$$

$$\frac{\Delta m + m}{m - \delta m} = n \quad t_0 - \frac{c_n (t_1 - t_0) + \Delta \mathcal{H}}{c_n} = t_2$$

49

$$\Delta m_{\text{ж}} + m_{\text{ж}} = m_n - \delta m_n$$

$$t_2 = 0 - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10 + \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^3}{2,1 \cdot 10^3} =$$

$$1. S = \frac{n-1}{1+n} \delta m (1+n) = m(n-1) \quad \frac{1}{8} =$$

$$= 0 - (10 + 20) = -30^\circ C$$