

**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.

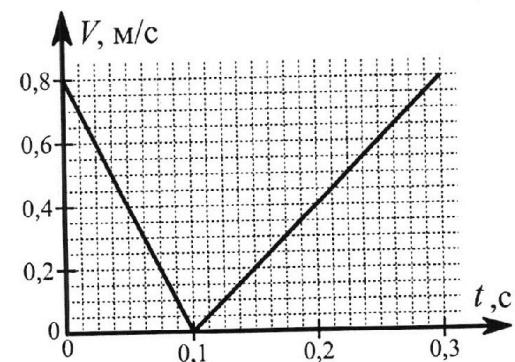
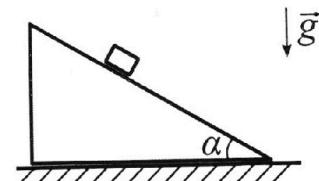
1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t=0$  до  $t=4T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t=0$  до  $t=T$ .

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/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>.

1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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  $\mu$  трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при  $0 < t < 0,3$  с?





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 09-01



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

**4.** В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны  $R = 100 \text{ Ом}$ . Цепь подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 30 \text{ В}$ . Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с  $R$ , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с  $R$ .

1 Найдите силу  $I$  тока, текущего через источник.

2 Найдите показание  $U_B$  вольтметра.

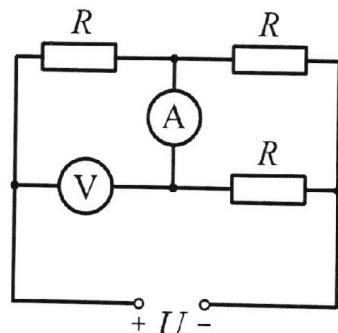
3 Какая мощность  $P$  рассеивается в цепи?

**5.** В калориметр, содержащий воду при температуре  $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды  $n = 9/7$ .

1. Найдите долю  $\delta$  массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру  $t_2$  льда.

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





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

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

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

$\vec{a}$  - ускорение шайбы

$$\vec{a} = \text{const} \cdot t \Leftrightarrow \vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

$$\vec{a} = -\frac{\vec{v}_0}{T}$$

М. к.  $\vec{a}$

$\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}_0 \Rightarrow$  Через некоторое время  $t_0$ , шайба станет двигаться в направлении против  $\vec{v}_0$ .

$$\vec{v}(t_0) = 0$$

$$\vec{v}_0 - \frac{\vec{v}_0}{T} t_0 = 0 \quad \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t_0}{T}\right) = 0$$

$$1 - \frac{t_0}{T} = 0$$

$$1 = \frac{t_0}{T}$$

$$t_0 = T$$

За время  $t_0$  путь  $S_1$  равен модулю перемещения, т. к. шайба двигалась в одном направлении.

$$|v_0 t_0 + \frac{\frac{a t_0^2}{2}}{2}| = \frac{-\frac{v_0}{T} t_0^2}{2} = v_0 t_0 - \frac{v_0 t_0^2}{2T} = v_0 t_0 \left(1 - \frac{t_0}{2T}\right)$$

В момент  $t = t_0$  скорость шайбы  $v_1 = 0$ .

За время  $4T - t_0$  после разворота путь  $S_2$  равен модулю перемещения, т. к. шайба двигалась в одном направлении:

$$S_2 = \left| v_1 \frac{(4T - t_0)^2}{2} \right| = \frac{v_0 (4T - t_0)^2}{2} = \frac{v_0 (4T - T)^2}{2} = \frac{v_0 (3T)^2}{2} = \frac{v_0 \cdot 9T^2}{2T} = \frac{9}{2} v_0 T$$

$$S_1 = v_0 t_0 \left(1 - \frac{t_0}{2T}\right) = v_0 T \left(1 - \frac{T}{2T}\right) = v_0 T \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} v_0 T$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{9}{2} v_0 T + \frac{1}{2} v_0 T = \frac{10}{2} v_0 T = 5 v_0 T = 5 \cdot 4 \frac{m}{c} \cdot 2 c =$$

$$= 40 \text{ м}$$

$$\vec{F} = m \vec{a} = -\frac{m \vec{v}_0}{T}$$

$$F = \frac{m v_0}{T} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \text{ с}} = 0,4 \text{ Н}$$



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!

$\vec{s}_1$  — перемещение шайбы от  $t=0$  до  $t=T$

$$\vec{s}_1 = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$\vec{s}_1 = \vec{v}_0 T + \frac{\vec{a} T^2}{2} = \vec{v}_0 T - \frac{\frac{\vec{v}_0}{T} T^2}{2} = \vec{v}_0 T - \frac{1}{2} \vec{v}_0 T =$$

$$= \frac{1}{2} \vec{v}_0 T$$

~~$$\vec{A} = \vec{s}_1 \cdot \vec{F} = \frac{1}{2} \vec{v}_0 t \cdot -\frac{m \vec{v}_0}{t} = -\frac{1}{2}$$~~

$$\vec{A} = \vec{s}_1 \cdot \vec{F} = \frac{1}{2} \vec{v}_0 T \cdot -\frac{m \vec{v}_0}{T} = -\frac{1}{2} \vec{v}_0 T \frac{m \vec{v}_0}{T} = -\frac{1}{2} m \vec{v}_0^2 =$$

$$= -\frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 = -1,6 \text{ дм/с}$$

Ответ: 1. 40 м;

2. 0,4 л;

3. -1,6 дм/с.

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

Пусть брумбасист соединил мячу ударом начальную скорость  $\vec{V}_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту.

Пусть  $V_x$  - гор. сост. скорости мяча,  $V_y$  - верт.,  $\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$  - общая скорость мяча,  $t$  - время полета мяча.

$$\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$$

$V_{0x}$ ,  $V_{0y}$  гор. и верт. сост. нач. скорости мяча.

$$\begin{aligned} V_{0x} &= V_0 \cdot \cos \alpha \\ V_{0y} &= V_0 \cdot \sin \alpha \\ \vec{V}(t) &= \vec{V}_x + \vec{g} t \end{aligned}$$

Мяч летит по параболической траектории.  $V_{\max} = V_0$ ,  $V_{\min}$  - скорость мяча в верхней точке траектории, в момент

$t = \frac{T}{2}$  (скорость уменьшается до вершины траектории, т.к.

$V_{\max} > V_{\min} \Rightarrow$  гор. сост. скор. неизм., при этом  $V_{\min} = \text{до верхней точки скор. верт. скор. увел.}, \text{а после - увел.}, \text{т.к. ускорение } g \text{ направлено вниз}, \text{ поэтому скорость в верхней точке минимальна, а в началие и в конце } \text{среди скоростей равны (из симметрии) и максимальны.}$

$$\vec{V}_{\min} = \vec{V}_{0x} + \vec{V}_{0y} - \vec{g} \frac{T}{2}$$

$$\vec{V}_{\min} = \vec{V}\left(\frac{T}{2}\right) = \vec{V}_x\left(\frac{T}{2}\right) + \vec{V}_y\left(\frac{T}{2}\right)$$

$$\begin{aligned} \vec{V}_x\left(\frac{T}{2}\right) &= \vec{V}_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha \\ \vec{V}_y\left(\frac{T}{2}\right) &= \vec{V}_{0y} - g \frac{T}{2} = V_0 \cdot \sin \alpha - g \frac{T}{2} \\ \vec{V}_x \perp \vec{V}_y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\min} &= \sqrt{(V_0 \cdot \cos \alpha)^2 + (V_0 \cdot \sin \alpha - g \frac{T}{2})^2} \\ &= \sqrt{V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha + V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2V_0 \sin \alpha g T + g^2 \frac{T^2}{4}} = \sqrt{V_0^2 - V_0 \sin \alpha g T + \frac{g^2 T^2}{4}} \end{aligned}$$

$V_{\max}$

$$V_{\min} = 2$$

$$\frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 - V_0 \sin \alpha g T + \frac{g^2 T^2}}}=2$$

$$\frac{V_0^2}{V_0^2 - V_0 \sin \alpha g T + \frac{g^2 T^2}}=4$$

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



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

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

$$V_0^2 = 4V_0^2 - 4V_0 \sin \alpha g T + g^2 T^2$$

$$3V_0^2 + g^2 T^2 = 4V_0 \sin \alpha g T$$

$$\frac{3V_0^2 + g^2 T^2}{\sin \alpha} = 4V_0 g T$$

По  $S_y$  — врем. сост. нач. места

$$\vec{S}_y(t) = \vec{V}_{0y} t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$\vec{S}_y(T) = 0$$

$$\vec{V}_{0y} T + \frac{\vec{g} T^2}{2} = 0$$

$$\vec{V}_{0y} + \frac{\vec{g} T}{2} = 0$$

$$2\vec{V}_{0y} = -\vec{g} T$$

$$2V_0 \cdot \sin \alpha = g T$$

$$\frac{3V_0^2 + g^2 T^2}{\sin \alpha}$$

$$2V_0 \cdot \frac{4V_0 g T}{\sin \alpha} = g T$$

$$6V_0^3 + 2V_0 g^2 T^2 = 4V_0 g^2 T^2$$

$$3V_0^2 + g^2 T^2 = 2g^2 T^2$$

$$3V_0^2 = g^2 T^2$$

$$\sqrt{3} V_0 = g T$$

~~$$V_0 = \frac{\sqrt{3}}{3} g T$$~~

$$H = S_y\left(\frac{T}{2}\right) = V_{0y} \frac{T}{2} - \frac{g\left(\frac{T}{2}\right)^2}{2} = \frac{1}{2} V_0^2 \sin \alpha$$

$$-\frac{1}{8} g T^2 = \frac{1}{2} V_0 T \frac{3V_0^2 + g^2 T^2}{4V_0 g T} - \frac{1}{8} g T^2 = \frac{3V_0^2 + g^2 T^2}{8g} -$$

$$\approx -\frac{1}{8} g T^2 = \frac{3V_0^2 + g^2 T^2 - g^2 T^2}{8g} = \frac{3}{8} \frac{V_0^2}{g} = \frac{3}{8} \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{3} g T\right)^2}{g} =$$

$$= \frac{3}{8} \frac{g^2 T^2}{3g} = \frac{1}{8} g T^2 = \frac{1}{8} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot (4s)^2 = \frac{1}{8} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 16 s^2 =$$

$$= 20 m$$

~~$$S = V_x T = V_0 \cos \alpha T = V_0 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} T =$$~~

~~$$= V_0 T \sqrt{1 - \left(\frac{3V_0^2 + g^2 T^2}{4V_0 g T}\right)^2} = V_0 T \sqrt{16V_0^2 g^2 T^2 - g^2 V_0^2}$$~~

$$\sin \alpha = \frac{3V_0^2 + g^2 T^2}{4V_0 g T} = \frac{3 \cdot \frac{1}{3} g^2 T^2 + g^2 T^2}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} g^2 T^2} = \frac{2\sqrt{3} g^2 T^2}{4 g^2 T^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{3}{4}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$$

$$S = V_x T = V_0 \cdot \cos \alpha T = \frac{1}{2} V_0 T = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} g T T = \frac{\sqrt{3}}{6} g T^2 =$$

$$= \frac{1}{6} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot (4s)^2 = 2,9 \frac{m}{s^2} \cdot 16 s^2 = 46,4 m$$

Ответ: 1. 20 м;  
2. 46,4 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"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 3

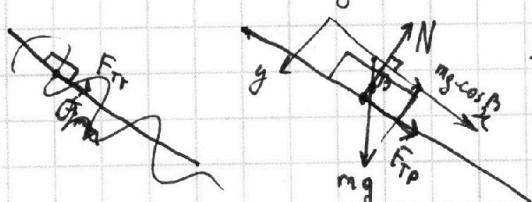
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой** из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Шайбу, очевидно, можно толкнуть либо вверх, либо вниз. Если бы её толкнули вниз, то она никак бы не могла после остановки сидя ~~остановиться~~ снова.

А если шайбу толкнули вверх, то такую ситуацию легко представить: шайба едет вверх, останавливается и ~~скот~~ скользит вниз.

Шайбу толкнули вверх.

До остановки на шайбу действуют две силы:



$$\beta - \text{угол между } ox \text{ и } mg, \alpha_1 - \text{угол между } ox \text{ и } ma_1 = \text{ускорение шайбы до остановки}$$

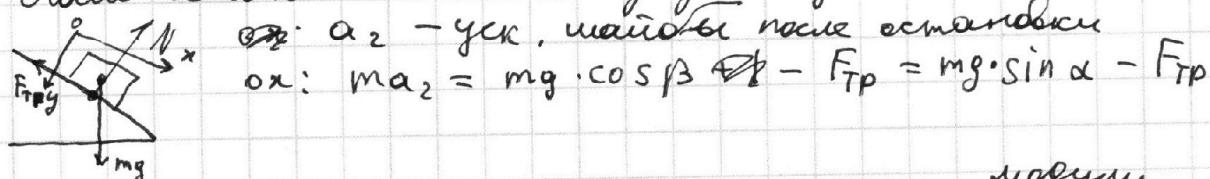
$$ox: ma_1 = F_{Tp} + mg \cdot \cos \beta$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\cos \beta = \cos (90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$

$$ma_1 = F_{Tp} + mg \cdot \sin \alpha$$

После остановки на шайбу действуют силы:



$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  можно определить как ~~такие~~ <sup>модули</sup> касательных коэффициентов двух участков графика соответственно.

$$\alpha_1 = \frac{0,8}{0,1c} = 8 \frac{m}{c^2}$$

$$0,8 \frac{m}{c^2}$$

$$\alpha_2 = 0,3c - 0,1c = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$ma_1 = F_{Tp} + mg \cdot \sin \alpha$$

$$ma_2 = mg \cdot \sin \alpha - F_{Tp}$$

$$ma_1 + ma_2 = F_{Tp} + mg \cdot \sin \alpha + mg \cdot \sin \alpha - F_{Tp} = 2mg \cdot \sin \alpha$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 2g \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2g} = \frac{8 \frac{m}{c^2} + 4 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = \frac{12 \frac{m}{c^2}}{20 \frac{m}{c^2}} = 0,6$$

Найденная сила трения — сила трения скольжения, воспринимаемая при движении шайбы.

$$ma_1 - ma_2 = F_{Tp} + mg \cdot \sin \alpha - mg \cdot \sin \alpha + F_{Tp} = 2F_{Tp}$$

$$ma_1 - ma_2 = \frac{mg(\alpha_1 - \alpha_2)}{2} = \frac{mg(8 - 4)}{2} = 2mg$$

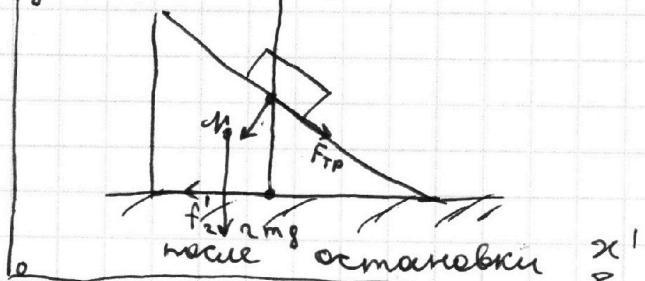
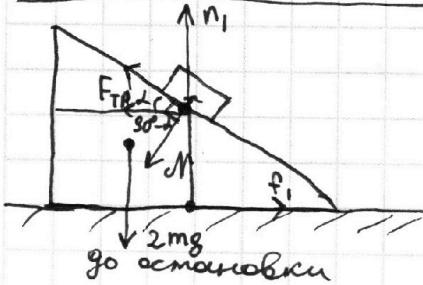
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------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

СТРАНИЦА  
2 из 3

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

$$F_{TP} = \frac{m(a_x - a_z)}{2} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot (8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})}{2} = 0,1 \text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,4 \text{ Н}$$

Рассмотрим силы, действующие на клин:



Сила трения между клином и плоскостью  $f_1 \leq \mu n_1$ .   
 Нормальная сила реакции опоры на клин от плоскости  $n_1 \geq 2mg$ .   
 Если клин неподвижен, то  $f_1 \leq \mu n_1$ ,  $f_2 \leq \mu n_2$  будут.

1.3. Известна:  $\sum F = 0$

до остановки:

$$\text{о } x': F_{TP} \cos \alpha - F_{TP} \cdot \cos \alpha + f_1 z \alpha - N \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\text{о } y': -N \cdot \cos \alpha - 2mg + n_1 z \alpha + F_{TP} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - (0,6)^2} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$f_1 = F_{TP} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha$$

$$n_1 = 2mg + N \cdot \cos \alpha - F_{TP} \cdot \sin \alpha$$

$$F_{TP} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha \leq \mu (2mg + N \cdot \cos \alpha - F_{TP} \cdot \sin \alpha)$$

$$\underline{F_{TP} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha}$$

$$\mu \geq 2mg + N \cdot \cos \alpha - F_{TP} \cdot \sin \alpha$$

После остановки:

~~о~~  $x'$ :  ~~$F_{TP} \cdot \cos \alpha$  допустим,  $f_2$  направлено влево. Если~~  
~~то  $f_2$  не так, то в новых вычислениях просто~~  
~~здесь направление  $f_2$  — допущение, поэтому  $f_2$  —~~  
~~не модуль силы трения, а проекция на ось, противоположную оси,~~

$$\text{о } x': F_{TP} \cdot \cos \alpha - f_2' - N \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\text{о } y': -N \cdot \cos \alpha - 2mg + n_2 - F_{TP} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$f_2' = |f_2| = \sqrt{F_{TP} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha}$$

$$n_2 = N \cdot \cos \alpha + 2mg + F_{TP} \cdot \sin \alpha$$

$$|F_{TP} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha| \leq \mu (N \cdot \cos \alpha + 2mg + F_{TP} \cdot \sin \alpha)$$

$$\underline{|F_{TP} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha|}$$

$$\mu \geq N \cdot \cos \alpha + 2mg + F_{TP} \cdot \sin \alpha$$

Вернемся к выше, чтобы рассчитать  $N$ .

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!

ОУ: И  $\varphi = 80^\circ$  а после остановки:  
ОУ: Масса не отрывается от скамьи!

$$mg \cdot \sin \beta - N = 0$$

$$\sin \beta = \sin (80^\circ - \alpha) = \cos \alpha$$

$$mg \cdot \cos \alpha - N = 0$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 = 1,6 \text{ Н}$$

У нас есть 2 условия на  $M$ :

$$M \geq \frac{F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha}{2mg + N \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha} = \frac{0,4 \text{ Н} \cdot 0,8 + 1,6 \cdot 0,6}{2 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 1,6 \text{ Н} \cdot 0,8 - 0,4 \text{ Н} \cdot 0,6} =$$

$$= \frac{0,32 \text{ Н} + 0,96 \text{ Н}}{4 \text{ Н} + 1,28 \text{ Н} - 0,24 \text{ Н}} = \frac{1,28 \text{ Н}}{5,04 \text{ Н}} = \underline{\underline{0,25 \frac{16}{63}}} =$$

$$M \geq \frac{|F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha - N \cdot \sin \alpha|}{N \cdot \cos \alpha + 2mg + F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha} = \frac{|0,4 \text{ Н} \cdot 0,8 - 1,6 \text{ Н} \cdot 0,6|}{1,6 \text{ Н} \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 0,7 \text{ Н} \cdot 0,6} =$$

$$= \frac{|0,32 \text{ Н} - 0,96 \text{ Н}|}{1,28 \text{ Н} + 4 \text{ Н} + 0,24 \text{ Н}} = \frac{0,64 \text{ Н}}{5,52 \text{ Н}} < \underline{\underline{5,04 \text{ Н}}} =$$

Ответ: 1. 0,6;

2. 0,4 Н;

3. ~~0,7~~  $M \geq 0,25 \cdot \frac{16}{63}$ .

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**.

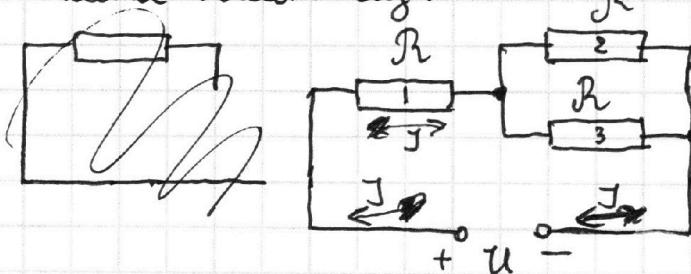


- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------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

Был изобретен раз симметрическое соединение и волтметр для измерения близких к идеальным, можно считать, что схема имеет вид:



Эквивалентное сопротивление такой схемы легко понять,

$$R_{\text{eq}} = \frac{R}{2}$$

$$J = \frac{U}{R_{\text{eq}}} = \frac{30 \text{ В}}{\frac{3}{2} \cdot 100 \Omega} =$$

$$= \frac{1 \text{ А}}{\frac{1}{2} \cdot 100 \Omega} = \frac{1 \text{ А}}{50 \Omega} = 0,2 \text{ А}$$

Нетрудно видеть, что учитывая, что амперметр идеальный, волтметр будет показывать напряжение, симметричное с левым резистором, т.е. измеряет сопротивление на нём.

Через левый резистор, т.к. в цепи он ~~не соединён~~ с постоянными резисторами последовательно, течёт ток  $J$ .

$$U_B = JR = 0,2 \text{ А} \cdot 100 \Omega = 20 \text{ В}$$

Резисторы пронумерованы на рис.

$P_x$  — мощность, рассеиваемая на  $x$  резисторе  $X$ ,  $U_x$  и  $I_x$  — напряжение и сила тока через него.

$$P_x = U_x I_x = I_x R I_x = I_x^2 R$$

$$P_1 = U_B J = 20 \text{ В} \cdot 0,2 \text{ А} = 4 \text{ Вт}$$

$$J_2 = J_3 - \text{из симметрии}$$

$$J_2 + J_3 = J$$

$$J_2 = J_3 = \frac{1}{2} J$$

$$P_2 = P_3 = J_2^2 R = J_3^2 R = \left(\frac{1}{2} J\right)^2 R = \frac{1}{4} J^2 R$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 4 \text{ Вт} + 2 \cdot \frac{1}{4} J^2 R = \frac{3}{2} J^2 R = \frac{3}{2} \cdot (0,2 \text{ А})^2 \cdot 100 \Omega =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 0,04 \text{ А}^2 \cdot 100 \Omega = 0,06 \text{ А}^2 \cdot 100 \Omega = 6 \text{ Вт}$$

Ответ: 1. 0,2 А;  
2. 20 В;  
3. 6 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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

2. Пусть всего льда и воды  $M$ .

Пусть изначально массы воды и льда были по  $m$ . Тогда всего в саморегуляторе  $2m$  воды и льда. После установления теплового равновесия в саморегуляторе стало отношение массы льда к массе воды равно  $9/7$ , т. е. встало  $\frac{9}{7+9} = \frac{9}{16}$  льда и  $\frac{7}{7+9} = \frac{7}{16}$  воды. Тогда масса льда в саморегуляторе стала  $\frac{9}{16} \cdot 2m = \frac{9}{8}m$ , т. е. в лёд обратилось  $\frac{9}{8}m - m = \frac{1}{8}m$  воды.

$$\delta = \frac{\frac{1}{8}m}{M} = \frac{1}{8}$$

На нагревание льда до температуры плавления ему передано  $Q_1 = M_{\text{сн}}(t_0 - t_2) = M_{\text{сн}}(0^\circ\text{C} - t_2) = -M_{\text{сн}}t_2$ .

На остывание воды до температуры  $t_1$  ей передано  $Q_2 = M_{\text{св}}(t_0 - t_1) = M_{\text{св}}(0^\circ\text{C} - t_1) = -M_{\text{св}}t_1$ .

На замерзание ~~воды~~  $\frac{1}{8}m$  воды ей передано  $Q_3 = -\frac{1}{8}m \lambda$

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$-M_{\text{сн}}t_2 - M_{\text{св}}t_1 - \frac{1}{8}m \lambda = 0$$

$$c_{\text{сн}}t_2 + c_{\text{св}}t_1 + \frac{1}{8}\lambda = 0$$

$$c_{\text{сн}}t_2 + \frac{1}{8}\lambda = -c_{\text{св}}t_1$$

$$t_2 = \frac{-c_{\text{сн}}t_1 - \frac{1}{8}\lambda}{c_{\text{сн}}} = \frac{-4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}} \cdot 10^\circ\text{C} - \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} {4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}} + 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} =$$

$$= -\frac{2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}}}{2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}}} = -1^\circ\text{C}$$

$$= -\frac{8,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}}} = -40^\circ\text{C}$$

Ответ: 1.  $\frac{1}{8}$ .  
2.  $-40^\circ\text{C}$ .

**I-**

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!

**I-****I-**

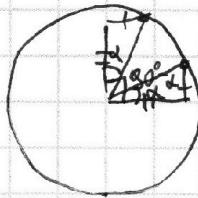


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

- 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!



$$\begin{array}{r} \times 1,6 \\ 0,6 \\ \hline 0,96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,6 \\ 0,8 \\ \hline 1,28 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 0,96 \\ 0,32 \\ \hline 1,28 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,28 \\ \hline 5,04 \\ = \frac{1,28}{5,04} = \frac{64}{252} = \frac{32}{126} = \frac{16}{63} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 1,28 \\ 4,00 \\ \hline 5,28 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 5,28 \\ 0,24 \\ \hline 5,04 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 0,96 \\ 0,32 \\ \hline 0,64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \underline{- 128} \quad | 504 \\ \underline{200} \quad | 0253 \\ \underline{- 272} \quad | 0 \\ \underline{\underline{252}} \quad | 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 504 \\ 2 \\ \hline 1008 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 1,28 \\ 0,24 \\ \hline 1,52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 200 \\ - 151 \\ \hline 49 \end{array}$$
  
$$\begin{array}{r} + 1,52 \\ 4 \\ \hline 5,52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 504 \\ 5 \\ \hline 2520 \end{array}$$
  
$$\begin{array}{r} \times 504 \\ 3 \\ \hline 1512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 150 \end{array}$$

Ч 2

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$-\ddot{S} = V_0 \dot{T} - \frac{\frac{V_0}{T} (4T)^2}{2} = 4V_0 T - \frac{16V_0 T^2}{2T} = 4V_0 T - 8V_0 T =$$

$$= -4V_0 T = -4 \cdot 4 \frac{m}{c} \cdot 2c = 32 m$$

~~9988181~~  
~~9 18~~

$$\frac{9}{2} - \frac{1}{2} = \frac{8}{2} = 4$$

$$V_0 \sin \alpha = V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{V_0 \sqrt{3}}{2}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,61 \\ 1,61 \\ \hline 161 \\ 966 \\ \hline 25921 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,81 \\ 1,81 \\ \hline 181 \\ 9448 \\ \hline 481 \end{array}$$

~~9988181~~  
~~9 18~~

$$V_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$V_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$\sqrt{3} V_0 - gT = 0$$

$$\sqrt{3} V_0 = gT$$

$$V_0 = \frac{3}{\sqrt{3}} gT$$

$$\begin{array}{r} \times 1,74 \\ 1,74 \\ \hline 1448 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,71 \\ 1,71 \\ \hline 171 \\ 1197 \\ \hline 29241 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,81 \\ 1,81 \\ \hline 181 \\ 14481 \\ \hline 32461 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \overline{173} \mid 6 \\ \underline{-53} \\ \overline{-48} \\ \underline{-5} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,73 \\ 1,73 \\ \hline 173 \\ 1211 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,72 \\ 1,72 \\ \hline 172 \\ 1204 \\ \hline 28584 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,9 \\ 2,9 \\ \hline 179 \\ 29 \\ \hline 964 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,9 \\ 2,9 \\ \hline 172 \\ 1204 \\ \hline 28584 \end{array}$$

$$V_0 = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10 \frac{m}{c} \cdot 4c =$$

$$= \frac{1,73}{3} \cdot 40 \frac{m}{c} = 22,8 \frac{m}{c}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{173} \mid 60^\circ \\ \cancel{173} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,57 \\ 0,57 \\ \hline 171 \end{array}$$

$$22,8 \frac{m}{c}$$

$$11,2 \frac{m}{c} \cdot 4c = 44,8 \text{ м}$$

2 c

$$\begin{array}{r} \times 5,7 \\ 5,7 \\ \hline 228 \end{array}$$

$$\cancel{2} \cdot 40 \frac{m}{c} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 40 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = 20 \frac{m}{c}$$

$$20 \frac{m}{c} \cdot \begin{array}{r} \cancel{33} \mid 8 \\ \cancel{32} \mid 42 \\ \hline 16 \\ \hline 0 \end{array}$$