

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



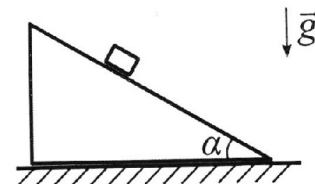
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $v_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t=T$.

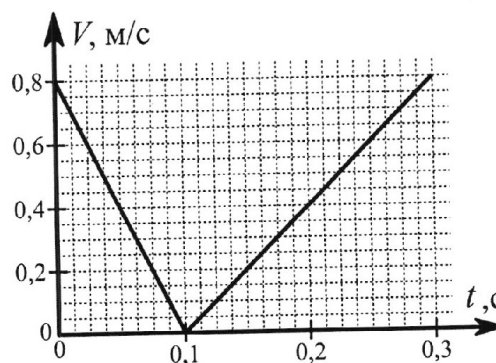
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха 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 $F_{\text{тр}}$ наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ с.
3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





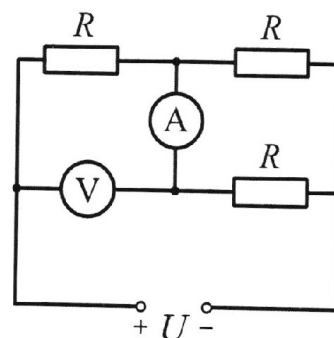
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание U_V вольтметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10$ °С, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

1. Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

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



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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

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

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

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

М.к. $\vec{a}$

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

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

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

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

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

$$t_0 = T$$

До t_0 время t_0 разворота шайбы S_1 равно модулю перемещения, т.к. тело двигалось в одном направлении.

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

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

За время $4T - t_0$ после разворота шайбы S_2 равен модулю перемещения, т.к. тело вновь двигалось в одном направлении:

$$S_2 = \left| v_1 (4T - t_0) + \frac{a (4T - t_0)^2}{2} \right| = \frac{v_0 (4T - t_0)^2}{2} - 0 = \frac{v_0 (4T - T)^2}{2} = \frac{v_0 (3T)^2}{2} = \frac{v_0 \cdot 9T^2}{2} = \frac{9}{2} v_0 T$$

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

$$S = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} v_0 T + \frac{9}{2} v_0 T = \frac{10}{2} v_0 T = 5 v_0 T = 5 \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{с} =$$

$$= 40 \text{ м}$$

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

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

$$\vec{A} = \vec{B}$$



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 $t=T$

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

$$\vec{S}_1 = \vec{v}_0 T + \frac{\vec{a} T^2}{2} = \vec{v}_0 T - \frac{\frac{v_0}{T} T^2}{2} = \vec{v}_0 T - \frac{1}{2} \vec{v}_0 T = \frac{1}{2} \vec{v}_0 T$$

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

$$A = \vec{S}_1 \cdot \vec{F} = \frac{1}{2} \vec{v}_0 T \cdot -\frac{m \vec{v}_0}{T} = -\frac{1}{2} v_0 T \frac{m v_0}{T} = -\frac{1}{2} m v_0^2 =$$
$$= -\frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot \left(4 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 = -1,6 \text{ Дж}$$

Ответ: 1. 40 м;
2. 0,4 Н;
3. -1,6 Дж.



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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

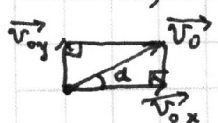
Пусть футболист сообщает мячу ударом начальную скорость V_0 под углом α к горизонту.

Пусть V_x - гор. сост. скорости мяча, V_y - верт.,

$V = V_x + V_y$ - общая скорость мяча, t - время ^{полета} с удара.

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

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



$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$$

$$V_y(t) = V_{0y}$$

$$V_y(t) = V_{0y} + g t$$

Мяч летит по баллистической траекто-



рии. $V_{max} = V_0$, V_{min} - скорость мяча

в верней 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~~

$V_{min} \Rightarrow$ ~~до вершины~~ ^{верней точки} ~~гор. сост. скор. неизм., при этом~~ ^{верт. скор. ~~уменьш.~~ ~~увел.~~} а после -

увел., т.к. ускорение g направлено вниз, поэтому

скорость в верней точке минимальна, а в нача-

ле и в конце ее модуль скоростей равен (из

симметрии) и ~~максимальны~~

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

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

$$V_x(\frac{T}{2}) = V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$V_y(\frac{T}{2}) = V_{0y} - g \frac{T}{2} = V_0 \cdot \sin \alpha - g \frac{T}{2}$$

$$V_x \perp V_y$$

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

$$V_{max}$$

$$V_{min} = 2$$

$$V_0$$

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

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



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**.

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!

$$v_0^2 = 4v_0^2 - 4v_0 \sin \alpha gT + g^2 T^2$$

$$3v_0^2 + g^2 T^2 = 4v_0 \sin \alpha gT$$

$$\sin \alpha = \frac{3v_0^2 + g^2 T^2}{4v_0 gT}$$

Путь S_y — верт. сост. перем. мяча

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

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

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

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

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

$$2v_0 \sin \alpha = gT$$

$$\frac{3v_0^2 + g^2 T^2}{4v_0 gT} = gT$$

$$2v_0 \cdot \frac{3v_0^2 + g^2 T^2}{4v_0 gT} = gT$$

$$6v_0^3 + 2v_0 g^2 T^2 = 4v_0 g^2 T^2$$

$$3v_0^3 + 2v_0 g^2 T^2 = 4v_0 g^2 T^2$$

$$3v_0^3 = 2v_0 g^2 T^2$$

$$\sqrt{3} v_0 = gT$$

$$v_0 = \frac{gT}{\sqrt{3}} \quad H = S_y\left(\frac{T}{2}\right) = v_{0y} \frac{T}{2} - \frac{g\left(\frac{T}{2}\right)^2}{2} = \frac{1}{2} v_0 \sin \alpha \frac{T}{2} - \frac{g\left(\frac{T}{2}\right)^2}{2}$$

$$-\frac{1}{8} g T^2 = \frac{1}{2} v_0 T \frac{3v_0^2 + g^2 T^2}{4v_0 gT} - \frac{1}{8} g T^2 = \frac{3v_0^2 + g^2 T^2}{8g} - \frac{1}{8} g T^2$$

$$-\frac{1}{8} g T^2 = \frac{3v_0^2 + g^2 T^2 - g^2 T^2}{8g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g} = \frac{3}{8} \frac{\left(\frac{gT}{\sqrt{3}}\right)^2}{g} =$$

$$= \frac{3}{8} \frac{g^2 T^2}{3g} = \frac{1}{8} g T^2 = \frac{1}{8} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (4\text{с})^2 = \frac{1}{8} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 16\text{с}^2 =$$

$$= 20 \text{ м}$$

$$S = v_x T = v_0 \cos \alpha T = v_0 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} T =$$

$$= v_0 T \sqrt{1 - \left(\frac{3v_0^2 + g^2 T^2}{4v_0 gT}\right)^2} = v_0 T \sqrt{\frac{16v_0^2 g^2 T^2 - (3v_0^2 + g^2 T^2)^2}{16v_0^2 g^2 T^2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{3v_0^2 + g^2 T^2}{4v_0 gT} = \frac{3 \cdot \frac{1}{3} g^2 T^2 + g^2 T^2}{4 \cdot \frac{gT}{\sqrt{3}} gT} = \frac{2\sqrt{3} g^2 T^2}{4gT^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$$S = v_x T = v_0 \cos \alpha T = \frac{1}{2} v_0 T = \frac{1}{2} \cdot \frac{gT}{\sqrt{3}} T = \frac{\sqrt{3}}{6} g T^2 =$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (4\text{с})^2 = 2,9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 16\text{с}^2 = 46,4 \text{ м}$$

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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

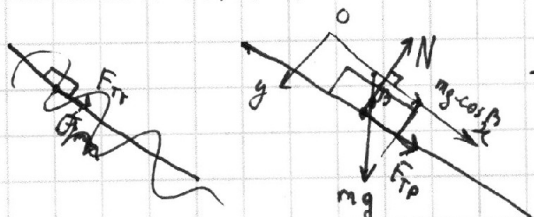
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Шайбу, очевидно, можно толкнуть либо вверх, либо вниз. Если бы её толкнули вниз, то она никак бы не могла после остановки сама ~~повернуть~~ ^{повернуть снова}. А если шайбу толкнули вверх, то такую ситуацию легко представить: шайба едет вверх, останавливается и ~~ска~~ скатывается вниз.

Шайбу толкнули вверх.

До остановки на шайбу действуют ~~по~~ силы:



β — угол между ox и mg , a_1 —
 ox : $ma_1 = F_{тр} + mg \cdot \cos \beta$
до остановки

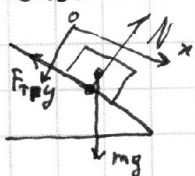


$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

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

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

После остановки на шайбу действуют силы:



a_2 — уск. шайбы после остановки

$$ox: ma_2 = mg \cdot \cos \beta - F_{тр} = mg \cdot \sin \alpha - F_{тр}$$

a_1 и a_2 ~~можно~~ ^{можно} найти как ~~тавто~~ ^{модуль} тангенса угловых коэффициентов двух участков графика соответственно.

$$a_1 = \frac{0,8 \frac{m}{c^2}}{0,1 c} = 8 \frac{m}{c^2}$$

$$a_2 = 0,3 c - 0,1 c = 0,2 c = 4 \frac{m}{c^2}$$

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

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

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

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

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{8 \frac{m}{c^2} + 4 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = \frac{12 \frac{m}{c^2}}{20 \frac{m}{c^2}} = 0,6$$

Наибольшая сила трения — сила трения скольжения, постоянная при движении шайбы.

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

$$m \frac{a_1 - a_2}{2} = F_{тр}$$



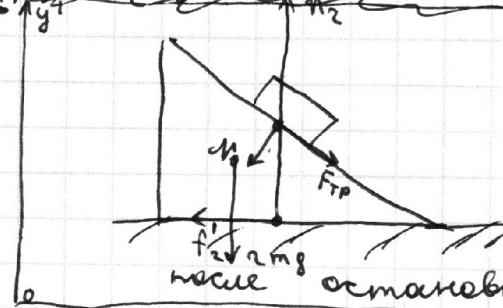
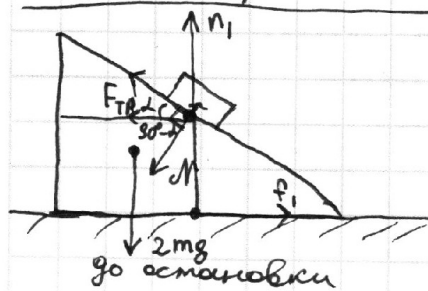
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$F_{TP} = \frac{m(a_1 - a_2)}{2} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot (8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})}{2} = 0,1 \text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,4 \text{ Н}$$

Рассмотрим силы, действующие на клин:



f_1, f_2 — сила трения между клином и плоскостью. n_1, n_2 — нормальная сила реакции опоры на клин от плоскости. Если клин неподвижен, то $f_1 \leq \mu n_1$, $f_2 \leq \mu n_2$ (знаки).
3. Ньютона: $\sum \vec{F} = 0$

До остановки:

$$Ox': F_{TP} \cos \alpha - F_{TP} \cdot \cos \alpha + f_1 - N \cdot \sin \alpha = 0$$

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

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

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

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

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

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

После остановки:

Ox' : $F_{TP} \cdot \cos \alpha$ — допустим, f_2 направлено влево. Если это не так, то в наших вычислениях просто

Здесь направление f_2 — допущение, поэтому f_2' — не модуль силы трения, а проекция на ось, противоположную Ox' .

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

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

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

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

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

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

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

Вернемся к началу, 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
☐

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!

ог: U по x после остановки:

ог: Шайба не отрывается от камня!

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

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

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

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

У нас есть 2 условия на M :

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

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

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

$$= \frac{1,28 \text{ Н} - 0,96 \text{ Н}}{1,28 \text{ Н} + 4 \text{ Н} + 0,24 \text{ Н}} = \frac{0,32 \text{ Н}}{5,52 \text{ Н}} < 0,25 \frac{16}{63}$$

Ответ: 1. 0,6;

2. 0,4 Н;

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



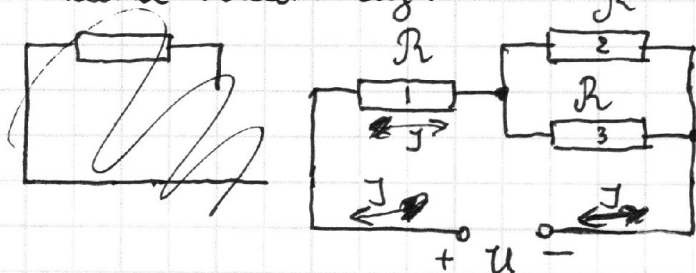
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Если сопротивление амперметра и вольтметра близки к идеальным, можно считать, что схема имеет вид:



Эквивалентное сопротивление такой схемы, легко понять,

$$R + \frac{R^2}{2} = \frac{3}{2} R$$

$$I = \frac{U}{\frac{3}{2} R} = \frac{30 \text{ В}}{\frac{3}{2} \cdot 100 \text{ Ом}} =$$

$$= \frac{1 \text{ В}}{\frac{1}{2} \cdot 100 \text{ Ом}} = \frac{1 \text{ В}}{50 \text{ Ом}} = 0,02 \text{ А}$$

Нетрудно видеть, что учитывая, что амперметр идеальный, вольтметр двумя концами напрямую соединён с левым резистором, т.е. измеряет сопротивление на нём.

Через левый резистор, т.к. в цепи он не соединён с остальными резисторами последовательно, течёт ток I .

$$U_B = IR = 0,02 \text{ А} \cdot 100 \text{ Ом} = 20 \text{ В}$$

Резисторы пронумерованы на рис.

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

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

$$P_1 = U_B I = U_B I = I^2 R$$

$$I_2 = I_3 = \frac{1}{2} I \quad \text{из симметрии}$$

$$I_2 = I_3 = \frac{1}{2} I$$

$$P_2 = P_3 = I_2^2 R = I_3^2 R = \left(\frac{1}{2} I\right)^2 R = \frac{1}{4} I^2 R$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = I^2 R + 2 \cdot \frac{1}{4} I^2 R = \frac{3}{2} I^2 R = \frac{3}{2} \cdot (0,02 \text{ А})^2 \cdot 100 \text{ Ом} =$$

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

Ответ: 1. 0,02 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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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 .
~~После изнач.~~ Пусть изначальные массы воды и льда были по M . Тогда всего в калориметре $2M$ воды и льда. После установления теплового равновесия в калориметре стало отношение массы льда к массе воды стало $9/7$, т.е. стало $\frac{9}{7+9} = \frac{9}{16}$ льда и $\frac{7}{7+9} = \frac{7}{16}$ воды. Тогда масса льда в калориметре стала $\frac{9}{16} \cdot 2M = \frac{9}{8}M$, т.е. в лёд собралось $\frac{9}{8}M - M = \frac{1}{8}M$ воды.

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

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

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

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

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$-Mc_L t_2 - Mc_W t_1 - \frac{1}{8}M \lambda = 0$$

$$c_L t_2 + c_W t_1 + \frac{1}{8} \lambda = 0$$

$$t_2 = - \frac{c_W t_1 + \frac{1}{8} \lambda}{c_L} = - \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C} + \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + \frac{1}{8} \cdot 336 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = - \frac{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} + 42 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} =$$

$$= - \frac{84 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = -40^\circ\text{C}$$

Ответ: 1. $\frac{1}{8}$;
2. -40°C .

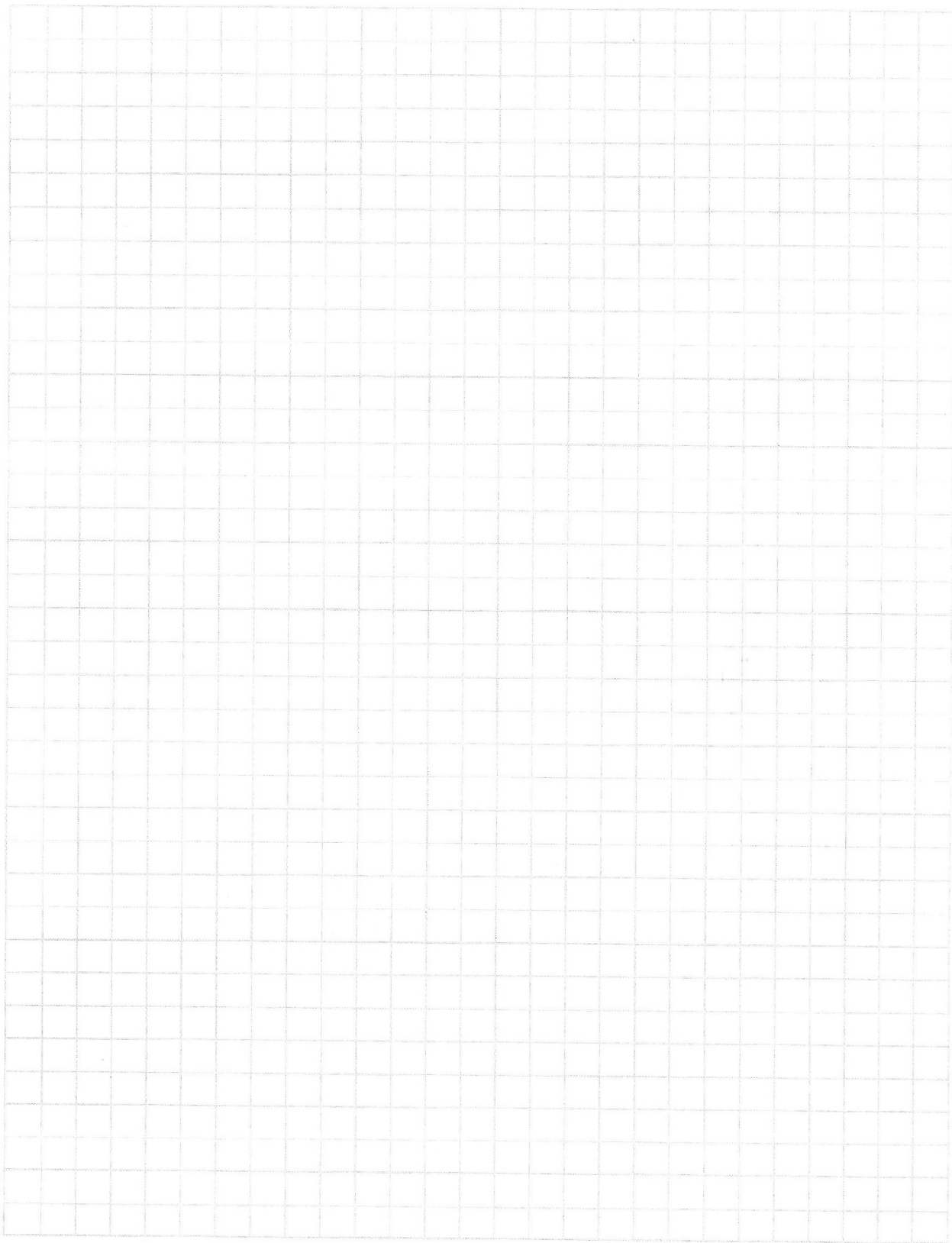


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



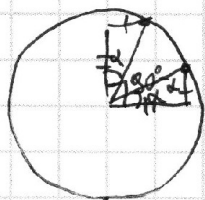


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



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

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

$$\begin{array}{r} + 0,36 \\ 0,32 \\ \hline 1,28 \end{array}$$

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

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

$$\frac{1,28}{5,04} = \frac{128}{504} = \frac{64}{252} = \frac{32}{126} = \frac{16}{63}$$

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

$$\begin{array}{r} 1280 \overline{) 504} \\ 1008 \\ \hline 2720 \\ 2520 \\ \hline 2000 \\ 1512 \\ \hline 488 \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} + 1,52 \\ 4 \\ \hline 5,52 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 504 \\ 3 \\ \hline 512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ \hline 150 \end{array}$$

42



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!

$$-S = v_0 \cdot 4T - \frac{v_0^2 (4T)^2}{2} = 4v_0 T - \frac{16v_0^2 T^2}{2} = 4v_0 T - 8v_0^2 T =$$
$$= -4v_0 T = -4 \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 32 \text{ м}$$

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

$$v_0 \sin \alpha = gT$$
$$v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} = gT$$

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

$$\begin{array}{r} \times 1,81 \\ 1,81 \\ 181 \\ 9448 \\ 181 \\ \hline 32761 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,81 \\ 1,81 \\ 181 \\ 9448 \\ 181 \\ \hline 32761 \end{array}$$

$$v_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} = 0$$
$$v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} T - \frac{gT^2}{2} = 0$$
$$\sqrt{3} v_0 - gT = 0$$
$$\sqrt{3} v_0 = gT$$
$$v_0 = \frac{gT}{\sqrt{3}}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,81 \\ 1,81 \\ 181 \\ 9448 \\ 181 \\ \hline 32761 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 1,81 \\ 1,81 \\ 181 \\ 17481 \\ 181 \\ \hline 32761 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1736 \\ 12 \overline{) 128} \\ \underline{53} \\ 48 \\ \underline{5} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,74 \\ 1,74 \\ 174 \\ 696 \\ 1218 \\ 174 \\ \hline 30276 \end{array}$$

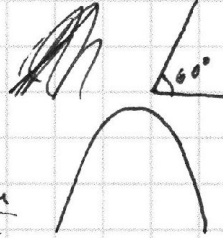
$$\begin{array}{r} \times 2,9 \\ 16 \\ 174 \\ 29 \\ \hline 464 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,73 \\ 1,73 \\ 173 \\ 519 \\ 1211 \\ 173 \\ \hline 29929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,72 \\ 1,72 \\ 172 \\ 344 \\ 1204 \\ 172 \\ \hline 29584 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,9 \\ 17,4 \\ 174 \end{array}$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{ с} =$$
$$= \frac{1,73}{3} \cdot 40 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 22,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$\begin{array}{r} \times 9,57 \\ 3 \\ 171 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 5,7 \\ 4 \\ 22,8 \end{array}$$

$$22,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$11,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 44,8 \text{ м}$$

$$40 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{1}{2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 3368 \\ 32 \overline{) 42} \\ \underline{16} \\ 16 \\ \hline 0 \end{array}$$