



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

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

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

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

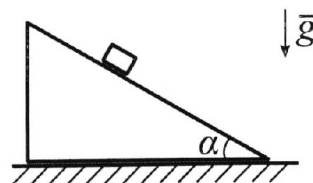
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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

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

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

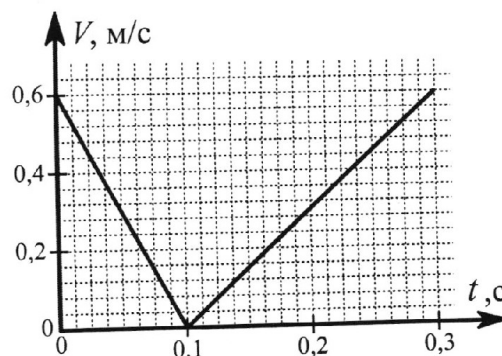
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до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



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

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

3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





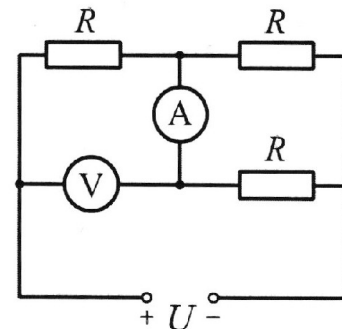
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

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

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

2. Найдите начальную температуру t_1 воды калориметре.

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



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!

н 1

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

При $t \leq T$ $\frac{t}{T} < 1 \Rightarrow \vec{v} < 0$ - т.е. шайба движется

в обратную сторону от $t=0$ до $t=T$

За это время из формулы $\vec{v}(t) = -\vec{v}_0 + \vec{v}_0 \frac{t}{T}$

можно понять, что $a = \frac{\vec{v}_0}{T}$ - постоянное ускорение шайбы

Найдём путь S_1 , равный которой прошла шайба до остано-

$$\text{вки. } S_1 = -v_0 t + \frac{a t^2}{2} \Big|_{-v_0 T + \frac{v_0}{2} \cdot \frac{T^2}{2}} = -v_0 T + \frac{v_0 T^2}{2} = -\frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2}$$

$= 4 \text{ м}$, поскольку начальная скорость равна v_0 ($v(0) = v_0$)

Найдём путь S_2 от остановки до времени $3T$, значит она

$$\text{шла } 3T - T = 2T. \quad S_2 = \frac{a t^2}{2} = \frac{v_0}{T} \cdot \frac{(2T)^2}{2} = \frac{v_0}{T} \cdot \frac{4T^2}{2} = 2 v_0 T = 16 \text{ м}$$

Тогда пройденный шайбой путь равен $S = S_1 + S_2 = 2,5 v_0 T = 20 \text{ м}$

Поскольку шайба движется в системе инерции, то по II закону Ньютона

$$F = ma = m \frac{v_0}{T} = 0,2 \text{ Н} - \text{на шайбу действует только сила } F$$

и она движется с ускорением a .

За время от $t=0$ до $t=T$ шайба замедляется, и как мы

выяснили, проходит $S_1 = 4 \text{ м}$. Но это расстояние S_1 - можно считать

перемещением поскольку движение было линейным.

Но сила F направлена против перемещения S_1 , значит



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



СТРАНИЦА
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!

$$A = -FS_1 = -m(v_0/\pi) \cdot \frac{v_0 \pi}{2} = -mv_0^2/2 = -0,82 \text{ Дж}$$

Ответ: $S = 20 \text{ м}$

$$F = 0,2 \text{ Н}$$

$$A = -0,82 \text{ Дж}$$



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.

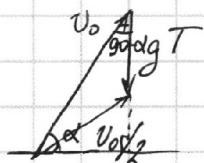
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Нарисуем треугольник скоростей. Пусть начальная скорость равна v_0



Затем теорему косинусов для получившегося

треугольника: $\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = v_0^2 + (gT)^2 - 2v_0gT \cos(90-\alpha) \Rightarrow$

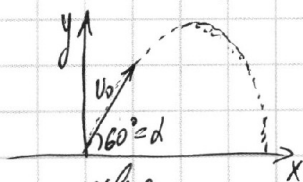
$$\Rightarrow 0,25v_0 = v_0^2 + (gT)^2 - 2v_0gT \sin \alpha$$

$$0,25v_0^2 - 2v_0gT \sin \alpha + (gT)^2 = 0$$

$$D = 4(gT)^2 \sin^2 \alpha - 4 \cdot 0,25 \cdot (gT)^2 = 4(gT)^2 \sin^2 \alpha - (gT)^2 =$$

$$= (gT)^2 (4 \sin^2 \alpha - 1) = (gT)^2 \left(4 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 - 1\right) = (gT)^2 \cdot 0 = 0$$

$$v_0 = \frac{2 \cdot 0,25 gT \sin \alpha}{1,5} = \frac{4}{3} gT \sin \alpha = \frac{4}{3} \cdot 10 \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$



Найдём проекцию скорости начальной v_0

$$\text{на ось } y: v_{0y} = v_0 \sin \alpha = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \text{ м/с}$$

За $T = 2 \text{ с}$ полёта $H = v_{0y}T - \frac{gT^2}{2} = 40 - 20 = 20 \text{ м}$

По оси OX камень имеет скорость $v_x = v_0 \cos \alpha = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$

за время T по OX сместится на $l = T \cdot v_x = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м}$

По теореме Пифагора модуль перемещения камня за первое

$T = 2 \text{ с}$ полёта равен $|\vec{r}(T)| = \sqrt{H^2 + l^2} = \sqrt{20^2 + \frac{1600}{3}} = \sqrt{400 + \frac{1600}{3}} =$

$$= \sqrt{\frac{1600}{3}} \cdot \sqrt{1 + \frac{40}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{2800}{3}} = 20\sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}$$

В момент времени $T = 2 \text{ с}$ полёта ускорение равно g , скорость равна v_x т.к. $v_{y2} = v_{y0} - gt = 0$



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
☐

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!

Тогда по условию $a_y = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_y}$ в нашем
случае $v = v_x$, $a_y = g$, значит $R = \frac{v_x^2}{g} = \frac{(20)^2}{10} =$
 $= \frac{400}{10} = \frac{40}{1} \approx 13,33 \text{ м} = 13 \frac{1}{3} \text{ м}$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$

$$|\vec{r}(t)| = 20\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ м}$$

$$R = \frac{40}{3} \text{ м}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

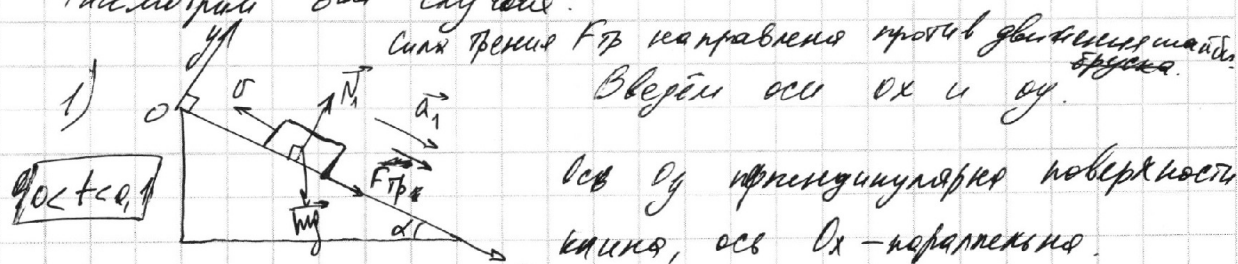
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!

№ 3

Из графика видно, что во время $0 < t < 0,1$ с скорость шайбы ~~уменьшалась~~ ^{уменьшалась} с постоянным ускорением, равным $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,6}{0,1} = 6 \text{ м/с}^2$, а во время $0,1 < t < 0,3$ с скорость увеличивалась с постоянным ускорением, равным $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ м/с}^2$. Видно, что если $a_1 > a_2$, то вначале ($0 < t < 0,1$ с) шайба ехала вверх по ^{клинку} брусу, а потом ($0,1 < t < 0,3$ с) шайба ехала вниз по клинку.

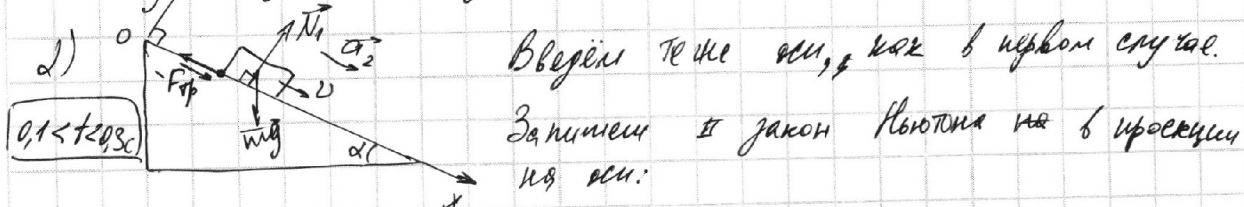
Рассмотрим оба случая:



Запишем II закон Ньютона в проекциях:

на ось Ox : (1) $F_{тр} + mg \sin \alpha = ma_1$

на ось Oy : (2) $N_1 = mg \cos \alpha$



на ось Ox : (3) $mg \sin \alpha - F_{тр} = ma_2$

на ось Oy : (4) $N_1 = mg \cos \alpha$



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 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!

Сложим ур-е ① и ур-е ③: $2mg \sin \alpha = m a_1 + m a_2$

$$2g \sin \alpha = a_1 + a_2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{9}{20} = 0,45$$

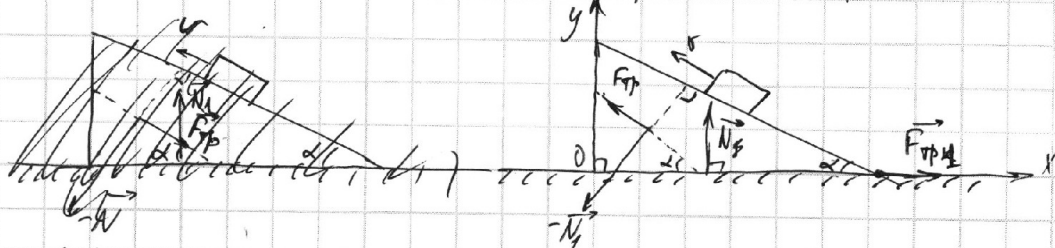
Из ур-е ② и ④ N в обоих случаях const.

Значит, найдём N . $N = mg \cos \alpha = mg \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$

$= mg \sqrt{1 - 0,45^2}$ В обоих случаях N равно. Тогда и $F_{\text{тр}}$ равно.

Найдём $F_{\text{тр}}$. $F_{\text{тр}} = m a_1 - mg \sin \alpha = m(a_1 - g \sin \alpha) = m(6 - 4,5) =$
 $= 0,4 \cdot 1,5 = \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{2} = 0,6 \text{ Н.}$

Рассставим сил на клин во время $0 < t < 0,1 \text{ с}$



Введём оси Ox и Oy . Запишем 2 закон Ньютона на ось Oy :

$$N_1 + F_{\text{тр}} \sin \alpha = N_2 \cos \alpha \Rightarrow N = N_1 \cos \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha = mg \cos^2 \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha =$$

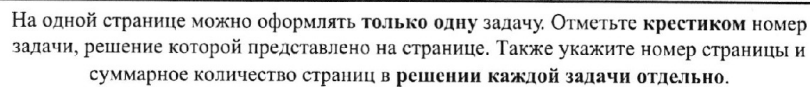
$$= mg(1 - \sin^2 \alpha) - F_{\text{тр}} \sin \alpha = 4(1 - \frac{81}{400}) - 0,6 \cdot 0,45 = 4 - 0,81 - 0,27 =$$

$$= 2,92 \text{ Н} = N$$

Найдём $F_{\text{тр}1}$. ~~Для~~ ~~когда~~ клин покоится;

$$F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha = 0,6 \cos \alpha + mg \sin \alpha \cos \alpha = \cos \alpha (0,6 + mg \sin \alpha) =$$

$$= \cos \alpha (0,6 + 4 \cdot \frac{9}{20}) = 2,4 \cos \alpha \text{ Н}$$

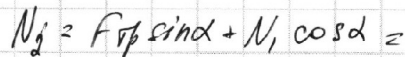


СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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!

$$\mu_1 = \frac{F_{T1}}{N} = \frac{2.4 \cos \alpha}{23.92} = \frac{60 \cos \alpha}{73}$$

Книгём №: из 3. Ньютона:



$$= m_p \cos^2 \alpha + F_{\text{sp}} \sin \alpha = 4 - 0,81 + 0,27 = 3,46 \text{ H}$$

$$F_{p2} = N_1 \sin \alpha - F_{fp} \cos \alpha = mg (\sin \alpha \cos \alpha) - F_{fp} \cos \alpha =$$

$$= \cos \alpha (mg \sin \alpha - F_{fp}) = \cos \alpha (1,8 - 0,6) = 1,2 \cos \alpha$$
$$N_2 = \frac{F \cos \alpha}{N_2} = \frac{41 \cos \alpha}{3.64} = \frac{30 \cos \alpha}{91}$$

$\mu_1 > \mu_2$. Значит, чтобы катушка при $0 < t < 93\text{с}$

$$\mu \geq \mu_1, \quad \mu_1 = \frac{60 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{23} = \frac{60 \cdot \sqrt{\frac{319}{400}}}{23}$$

$$= \frac{60 \cdot \sqrt{319}}{23 \cdot 20} = \frac{3\sqrt{319}}{23}$$

Also $\mu < 1 \Rightarrow \frac{3\sqrt{3}9}{93} < \mu < 1$

Also: $\sin \alpha = 0,45$

$$N = 2,92H$$

$$\frac{3\sqrt{319}}{72} < \mu < 1$$



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.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 из 2

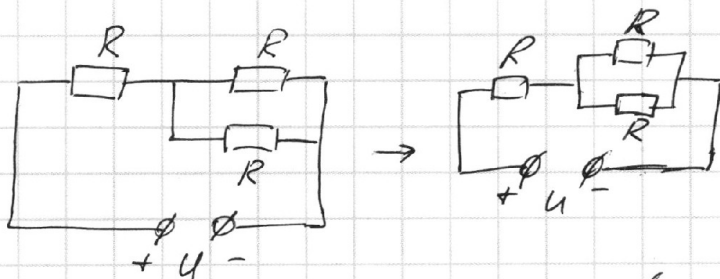
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~ 4

Поскольку сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , то будем рассматривать амперметр как идеальный проводник, не имеющий сопротивления.

Поскольку сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R , то его можно учитывать как разрыв цепи.

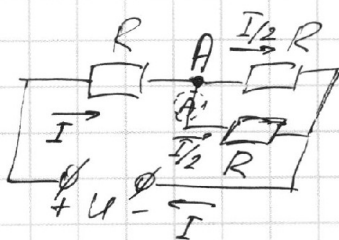
Нарисуем схему, пользуясь этими приближениями:



Введем ~~символ~~ эквивалентное сопротивление такой цепи —

$$R_0 = R + \frac{R^2}{2R} = 1,5R, \text{ тогда ток через источник равен}$$

$$I_A = \frac{U}{R_0} = \frac{120}{1,5 \cdot 100} = \frac{120 \cdot 2}{3 \cdot 100} = \frac{40}{100} = 0,4 \text{ A} = I$$



т.к. ~~напряжения~~ параллельно подключены резисторы одного сопротивления, то в узле А ток делится пополам,

$$\text{тогда ток через амперметр равен } I_A = \frac{I}{2} = 0,2 \text{ A}$$

Мощность, выделяемая на амперметре очень мала т.к. $P = UI = RI^2$ — у амперметра ~~ток~~ ток равен I_A , тогда $I_A^2 = 0,04 \text{ A}$, а R очень мало, следовательно мощность на нём тоже ~~и~~ пренебрежимо мала.



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
☐

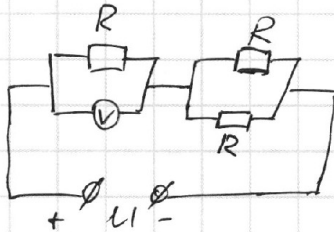
6
☐

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!

Еще раз перерисовал схему, но оставил в ней вольтметр
и убрал ~~из~~ амперметр:



Поскольку резистор и ~~В~~ вольтметр
подключены параллельно, то
их напряжение на них равно,
а вот ток через вольтметр очень малень-

кий, т.к. сопротивление вольтметра очень велико по сравнению
с R . Т.к. мощность равна $P = UI$, а I очень мал, то
 P очень мало и можно ≈ 0 не учитывать.

$$\text{Поэтому } P = I^2 R^2 + \left(\frac{I}{2}\right)^2 R \cdot 2 = 0,16 \cdot 200 + 0,04 \cdot 200 \cdot 2 = \\ = \frac{200^2}{100} \cdot 16 + \frac{200^2 \cdot 2}{100} \cdot 4 = 2 \cdot 16 + 2 \cdot 2 \cdot 4 = 32 + 16 = 48 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } I = 0,4 \text{ А}$$

$$I_A = 0,2 \text{ А}$$

$$P = 48 \text{ Вт}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

н 5

~~н 2/3~~ Пусть изначально масса льда и воды равна m , т.к. они равны по условию, а после теплового равновесия масса льда это $m_л$, масса воды это $m_в$.

Тогда по условию $n = \frac{m_в}{m_л} = \frac{11}{9} \Rightarrow m_в = n m_л$

Поскольку вода не выливалась за это время и не масса содержимого сосуда за это время не изменялась, то $m_в + m_л = 2m \Rightarrow m_л = 2m - m_в \Rightarrow$

$$\Rightarrow m_в = n(2m - m_в) \Rightarrow m_в = 2nm - n m_в \Rightarrow (1+n)m_в = 2nm \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_в = \frac{2nm}{1+n} = \frac{\frac{22}{9}m}{\frac{20}{9}} = \frac{22}{20}m = \frac{11}{10}m = 1,1m \Rightarrow m_л = 2m - m_в =$$

$$= 0,9m$$

Тогда в воду превратилось доля массы льда равная

$$\delta = \frac{m - m_л}{m_л} = \frac{0,1m}{m} = 0,1$$

Т.е. поскольку в калориметре оказалась и вода и лёд, то у каждого из них температура 0°C . Тепло, ушедшее на плавление $m_л = 0,1m$ льда и его нагревание на $-t_1^\circ\text{C}$ равно

$$c_в m_в (t_2 - 0^\circ\text{C}) = c_в m t_1 = 0,1m \lambda + t_2 c_л m_л = 0,1m \lambda + t_2 c_л m$$

$$c_в t_1 = 0,1\lambda + t_2 c_л \Rightarrow t_1 = \frac{0,1\lambda + t_2 c_л}{c_в} = \frac{33600 + 42000}{4200}$$

$$= \frac{336}{42} + 10 = 18^\circ\text{C}. \text{ Ответ: } \delta = 0,1; \quad t_1 = 18^\circ\text{C}$$

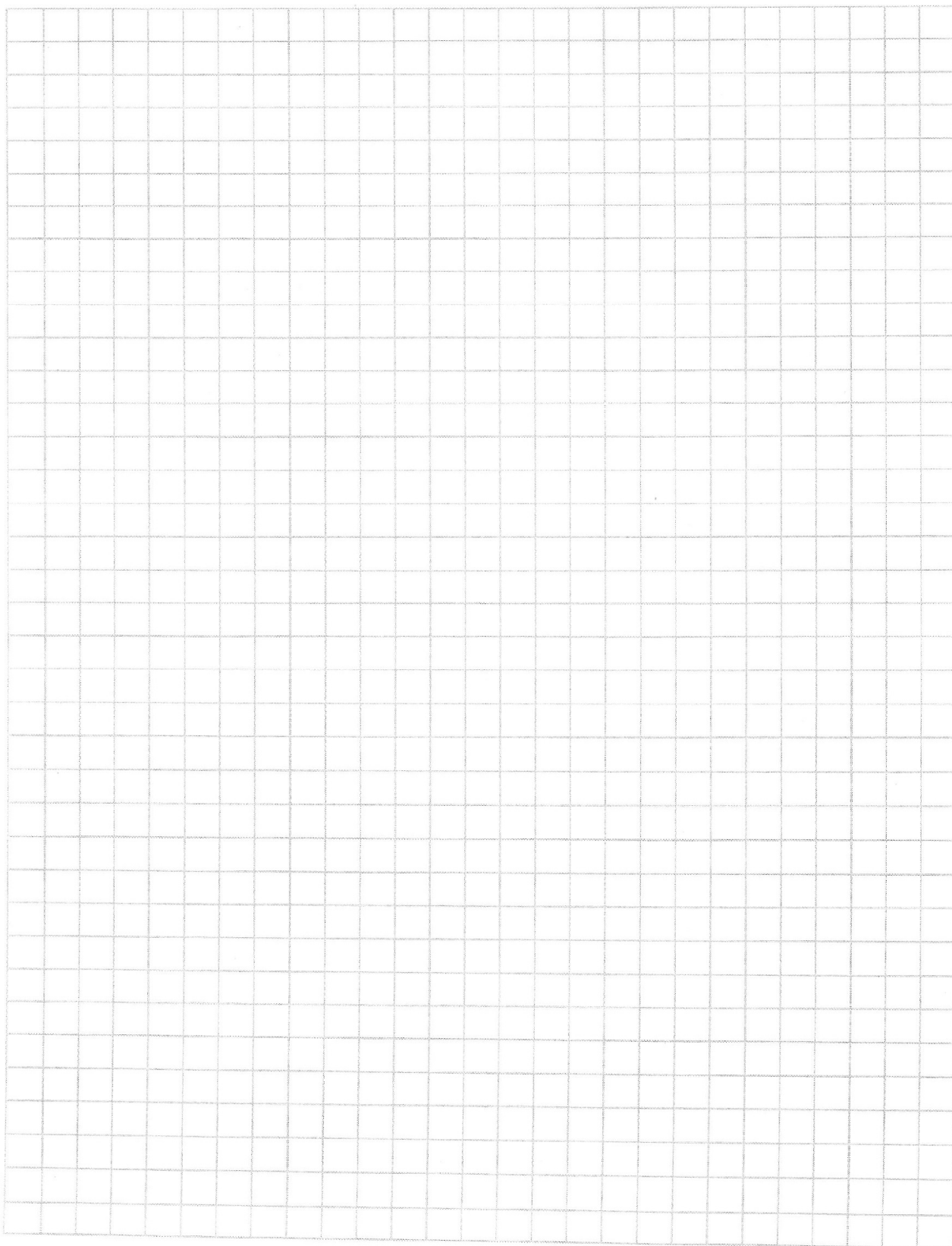


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

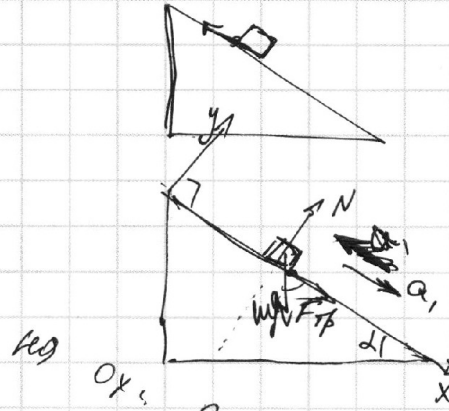
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$a_1 = \frac{0,6}{0,1} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ м/с}^2$$

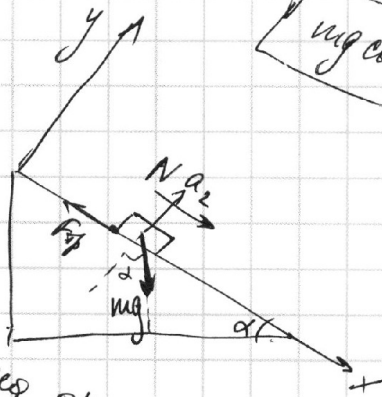
$$Oy: \mu N \sin \alpha + mg$$

$$1 - \frac{81}{400}$$



$$\begin{aligned} \text{по } O_x: & F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = ma_1 \quad (1) \\ \text{по } O_y: & N = mg \cos \alpha \quad (2) \end{aligned}$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma_1$$



$$\begin{aligned} \text{по } O_x: & mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma_2 \quad (3) \\ \text{по } O_y: & N = mg \cos \alpha \quad (4) \end{aligned}$$

$$(1) + (3) = 2mg \sin \alpha = m(a_1 + a_2)$$

$$2g \sin \alpha = 9 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = \frac{9}{20} \approx 0,45$$

$$\mu N - F_{\text{тр}} = ma_1 - mg \sin \alpha =$$

$$\begin{array}{r} 0,81 \\ - 0,27 \\ \hline 0,54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 292 \overline{) 4} \\ - 28 \overline{) 173} \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\mu = \frac{ma_1 - mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha}$$

$$\frac{9}{20} \cdot 4 = \frac{9}{5} = 1,8$$

$$\frac{24 \cdot 100}{10 \cdot 292} = \frac{60}{23}$$

$$\frac{12 \cdot 100}{10 \cdot 369} = \frac{30}{9}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{9}{20}} &= \frac{81}{400} \Rightarrow 1 - \frac{81}{400} = \frac{319}{400} = \frac{\sqrt{319}}{20} \end{aligned}$$

$$319$$



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!

$$v = 2 \cdot \left(\frac{t}{4} - 1 \right) = 2(0,25t - 1) = 0,5t - 2 \text{ - линейно}$$

$$a = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$v_1 = -2 \text{ м/с} \quad v_2 = 4 \text{ м/с}$$

$$v = -2 + 0,5t$$

$$a(t) = 0,5t$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad S = v_0 t + \frac{0,5t \cdot t^2}{2}$$

$$0,4 \cdot 4 \cdot 2 = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ м}$$

$$\frac{-2 + 4}{2} = 1 \text{ м/с} \cdot 3 \text{ с} = 3 \text{ м}$$

$$ma = F = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ Н}$$

до ост. шайбы едет время t тогда за это время она прошла

$$-2 \rightarrow 0 \text{ за } T \Rightarrow S_{\text{ср}} = \left| \frac{-2 + 0}{2} \right| \cdot T = 1 \cdot T = 4 \text{ м} = 4 \text{ м}$$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$S = -2 \cdot 4 + \frac{0,5 \cdot 4^2}{2} = -8 + \frac{8}{2} = -4 \text{ м}$$

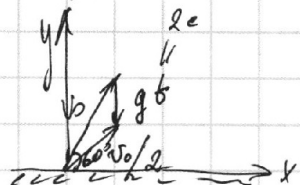
$$= \frac{0,5 \cdot 8^2}{2} = 16 \text{ м} \Rightarrow \text{шайба прошла } 16 \text{ м} \Rightarrow \text{шайба прошла } 16 \text{ м}$$

$$A = F \cdot S = 0,2 \cdot 12 = 0,24 \text{ Дж}$$

$$F = mg = 0,2 \text{ Н}$$

Алз За 0-3T шайба прошла расстояние 4 м $\Rightarrow A = -4 \cdot 0,2 = -0,8 \text{ Дж}$

$$v_y = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \sin 60 = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \text{ м/с} \Rightarrow \text{за } 2 \text{ с } v_y = 0 \Rightarrow t = v_0 \cdot \frac{gt}{2} = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} =$$



$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$10^2 = v^2 + \left(\frac{v}{2}\right)^2 - v \cdot \cos 2 = 40 - 200 = 10 \text{ м}$$

$$\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$0,75 v^2 + 200\sqrt{3} + 400 = 0$$

$$v^2 = 1200 - 4 \cdot 0,75 \cdot 400 =$$

$$= 1200 - 1200 = 0 \Rightarrow v = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-20 \pm \sqrt{400 - 4 \cdot 0,75 \cdot 400}}{1,5} = \frac{40\sqrt{3}}{3} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

$$\left(\frac{v}{2}\right)^2 = v^2 + 20^2 - 40v \cdot \cos 30$$

$$0,25v^2 = v^2 + 400 - 200\sqrt{3}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

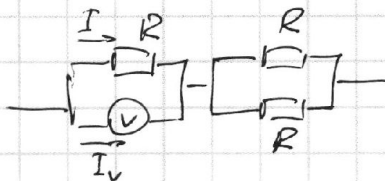
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

$$\frac{120}{20} = \frac{4}{10} = 0,4 A$$

$$I_A = 0,2 A$$

$$P =$$



$$RI = R_v I_v = U \quad UI = IRT = I^2 R$$

$$P = UI \Rightarrow \text{кратчайшим}$$

$$P = 0,4^2 \cdot 200 + 0,2^2 \cdot 200 \cdot 2 = 0,16 \cdot 200 + 0,04 \cdot 2 \cdot 200 = 32 + 4 \cdot 2 \cdot 2 = 32 + 16 = 48 B$$

$$m - t, ^\circ C - \text{всего}$$

$$m - \text{лед} - -20^\circ C$$

$$\frac{m_B}{m_A} = \frac{11}{9}$$

$$m_B = 1,1 m$$

$$m_A = 0,9 m$$

$$c_m t_1 = 0,1 m c_1 + c_m m_2 \cdot 20^\circ C$$

$$t_1 \cdot 4200 = 0,1 \cdot 336000 + 2100 \cdot 20$$

$$t_1 = \frac{33600 + 42000}{4200} = \frac{75600}{4200} = 18$$

$$\frac{336}{42} = \frac{168}{21} = \frac{56}{7} = 8$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{9}{20} = \frac{27}{100}$$

$$1,08$$

$$\frac{9}{5} + \frac{5}{5} = \frac{14}{5} = 2,8$$

$$0,8 - 2,8 = -2,0$$