



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



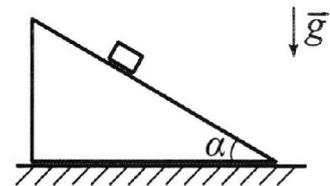
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t=T$.

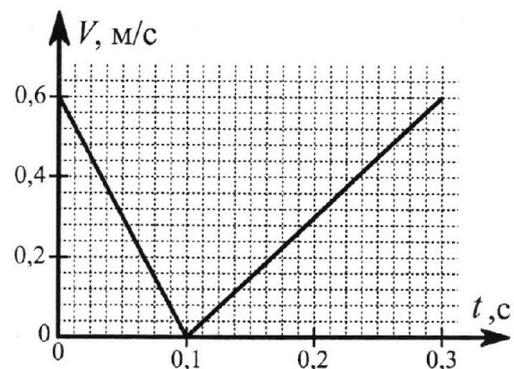
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





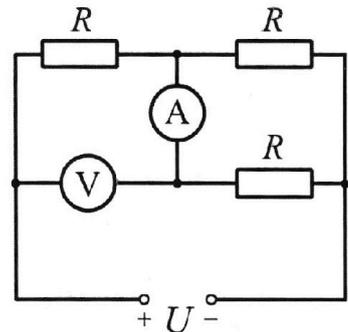
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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!

Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

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

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

$$t = 0, t = 3T$$

s - ?

F - ?

A - ?

Решение:

ш 1

1) пройдем скорость шайбы в начальное время движения, $t = 0$

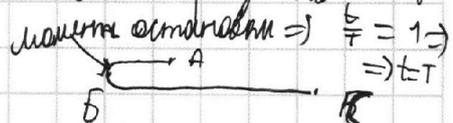
$$\vec{v}(0) = \vec{v}_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right) = -\vec{v}_0 \Rightarrow \text{назад}$$

2) 1) рассмотрим функцию $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$
при $\frac{t}{T} < 1$ \vec{v} - направлена против
определенно направленно \vec{v}_0 , t - уве-
личивается $\Rightarrow \frac{t}{T}$ - увеличивается \Rightarrow

$\Rightarrow \vec{v}$ увеличивается $\Rightarrow \vec{F}$ направлена

по \vec{v}_0 , так же можем предположить

пройденный путь:



2) пройдем ускорение шайбы \vec{v}_0

$$a = \frac{|v(3T) - v(0)|}{3T} = \frac{|2v_0 \left(\frac{3T}{T} - 1 \right) - 2v_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right)|}{3T} = \frac{|4v_0 - (-2v_0)|}{3T} = \frac{6v_0}{3T} = \frac{2v_0}{T}$$

$$a = \frac{|v(3T) - v(0)|}{3T} = \frac{|2v_0 \left(\frac{3T}{T} - 1 \right) - 2v_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right)|}{3T} = \frac{6v_0}{3T} = \frac{2v_0}{T}$$

3) пройдем S_{AB}



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!

$$S_{AB} = v_0 T + \frac{aT^2}{2} = v_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right) T + \frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2} - v_0 T = -\frac{v_0 T}{2}$$

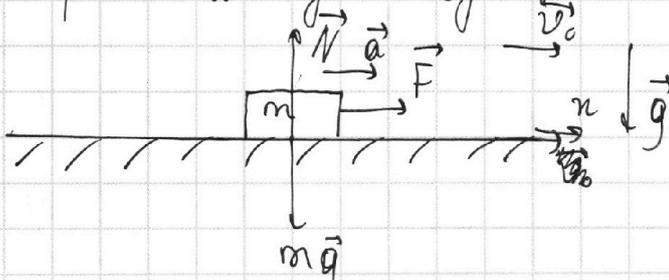
4) найдём S_{BC}

$$S_{BC} = v(T) \cdot 2T + \frac{a(2T)^2}{2} = v_0 \left(\frac{T}{T} - 1 \right) \cdot 2T + \frac{4aT^2}{2} =$$

$$= 2aT^2 = 2v_0 T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = |S_{AB}| + |S_{BC}| = 2,5v_0 T = 2,5 \cdot 2 \cdot 4 = 20 \text{ м}$$

5) рассмотрим силы действующие на шайбу:



поверхность гладкая \Rightarrow силы трения нет

запишем II закон Ньютона по оси:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} \Rightarrow F = ma = \frac{m v_0}{T} = \frac{0,4 \cdot 2}{4} = 0,2 \text{ Н}$$

6) за промежуток времени от 0 до T шайба совершила отрицательную работу т.к. тело двигалось против направления силы,

$$|A| = |\vec{F} \cdot \vec{s}_{AB}| = 0,2 \cdot \left(-\frac{v_0 T}{2} \right) =$$

$$= 0,1 v_0 T = 0,1 \cdot 2 \cdot 4 = 0,8 \text{ Дж} \Rightarrow A = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ: $S = 20 \text{ м}$; $F = 0,2 \text{ Н}$; $A = -0,8 \text{ Дж}$.



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 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!

Дано:
 $\alpha = 60^\circ$

$T = 2\text{ с}$

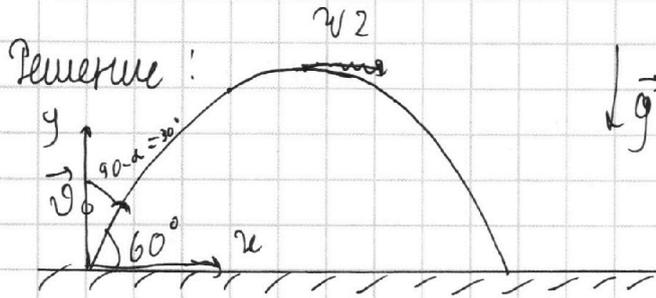
$v_1 = \frac{v_0}{2}$

$g = 10\text{ м/с}^2$

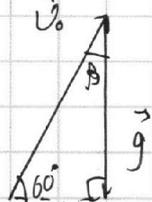
$H = ?$

$|\vec{v}(T)| = ?$

$R = ?$



1) ~~грав~~ рассмотрим угол α / g \vec{v}_0 и \vec{g} :



$$\beta = 90 - \alpha = 90 - 60 = 30^\circ$$

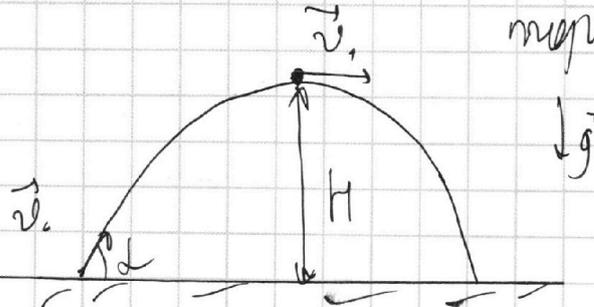
$$v_1 = \frac{v_0}{2}$$

т.к. $v_0 \sin 30 = v_0 \cos 60 = \frac{v_0}{2} \Rightarrow \vec{v}_1 \perp \vec{g} \Rightarrow v_1$ — скорость

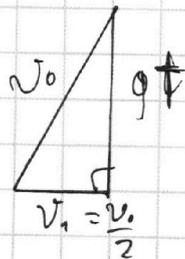
в ~~маж~~ вершине траект

смотрим т.к. $v_1 = v_x = \frac{v_0}{2}$

2)



3) запишем векторный треугольник скорости



по т. Пифагора:

$$v_0^2 = g^2 t^2 + \frac{v_0^2}{4}$$

$$\frac{3v_0^2}{4} = g^2 t^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{2gt}{\sqrt{3}}$$



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
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!

4) найдем H , для этого спроецируем скорость v_0 на Oy

$$v_y = v_0 \sin \alpha = \frac{2gT \sin 60}{\sqrt{3}} = gT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = v_y T - \frac{gT^2}{2} = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} = 20 \text{ м}$$

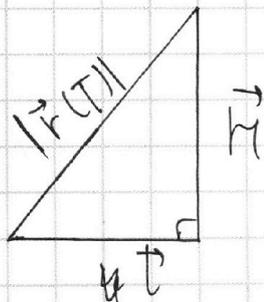
5) для нахождения $|\vec{r}(T)|$ найдем перемещение по Ox ,

для этого спроецируем скорость v_0 на Ox

$$v_x = v_0 \cos \alpha = \frac{2gT \cos 60}{\sqrt{3}} = \frac{gT}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = v_x T = \frac{gT^2}{\sqrt{3}} = \frac{40}{\sqrt{3}}$$

6) тогда

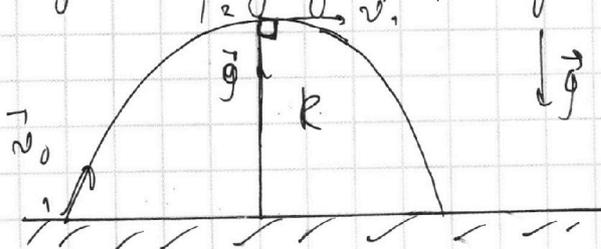


запишем т. Пифагора

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{H^2 + L^2} = \sqrt{20^2 + \frac{40^2}{3}} =$$

$$= 20 \sqrt{1 + \frac{4}{3}} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}$$

7) найдем радиус кривизны:



для 2 полетных выстрелов $a_{ц.с.} = g$



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!

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow g = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{g} = \frac{v_0^2}{4g} = \frac{4g^2 T^2}{3} = \frac{9T^2}{3} =$$
$$= \frac{40}{3} \text{ м}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$; $|r(T)| = 20\sqrt{\frac{4}{3}} \text{ м}$; $R = \frac{40}{3} \text{ м}$



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 6

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!

Даны:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$M = 1,5m = 0,6 \text{ кг}$$

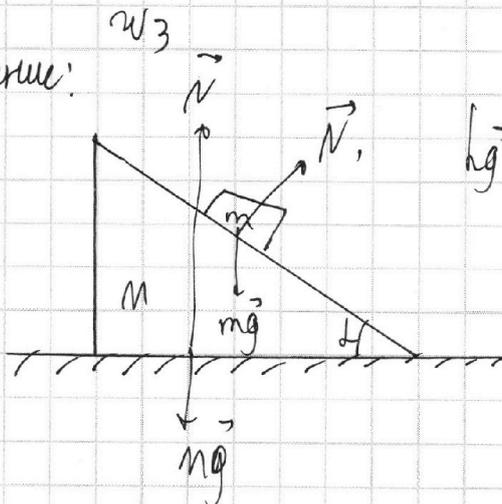
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = ?$$

$$N = ?$$

$$\mu = ?$$

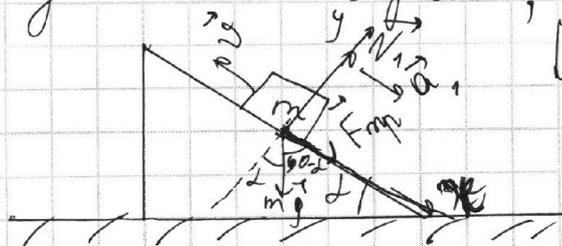
Решение:



по условию
шайба движется
по наклонной
плоскости $\Rightarrow \vec{a}_{\text{шайба}} = 0$

1) т.к. после остановки шайба вновь начала приобретать скорость motion сначала вверх, то сначала она ехала вверх, затем остановилась и поехала вниз

2) найдем a_1 - ускорение при движении вверх из графика $\left| \frac{0 - 0,6}{0,1 - 0} \right| = 6 \text{ м/с}^2$
разставим силы действующие на шайбу в этот случай, a_1 направлено



по условию
наклонной
плоскости
книзу



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 6

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!

запишем на шайбу II z -н Ньютона по Oy :

$$mg \cos \alpha = N_1 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu_1 mg \cos \alpha, \text{ где } \mu_1 - \text{коэф-}$$

фициент трения м/у шайбой и клином

запишем на шайбу II z -н Ньютона по Ox

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

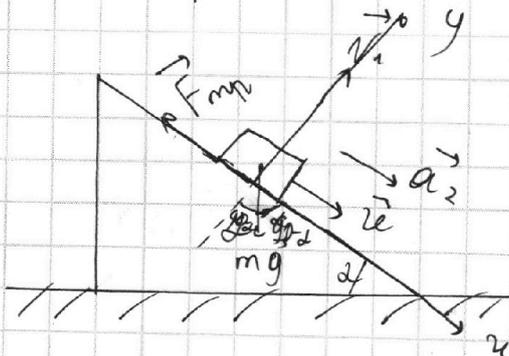
$$ma_1 = mg \sin \alpha + \mu_1 mg \cos \alpha \quad | : m$$

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

3) найдём a_2 - ускорение при движении вниз, из

уравнения $|\vec{a}_2| = \left| \begin{pmatrix} 0,6 & -0 \\ 0,3 & -0,1 \end{pmatrix} \right| = 3 \text{ м/с}^2$

рассмотрим силы действующие на шайбу в этом случае, a_2 направлено по касательной направлению клина



запишем на шайбу II z -н Ньютона по Oy :



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 6

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!

$$mg \cos \alpha = N_1 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu_1 mg \cos \alpha$$

запишем II з-н Ньютона на шайбу по Ox:

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

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha \quad | : m$$

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

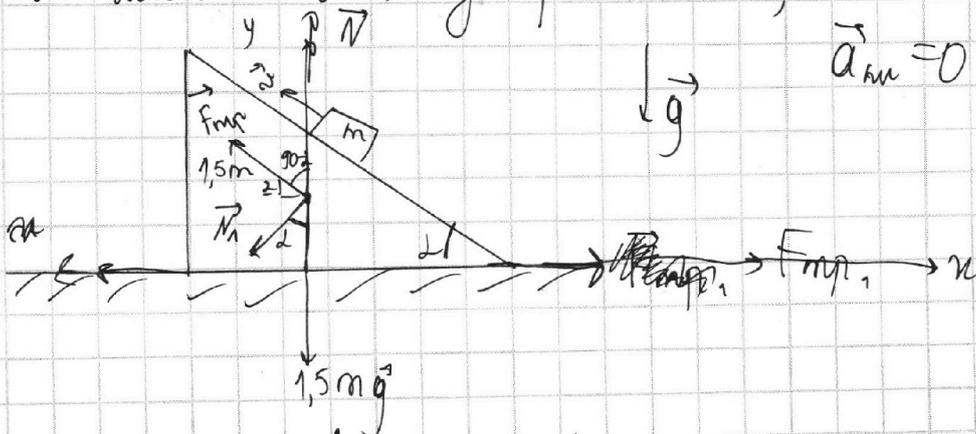
4) Из п.2 и п.3 следует, что

$$\mu_1 g \cos \alpha = g \sin \alpha - a_2 = a_1 - g \sin \alpha$$

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

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{6+3}{2 \cdot 10} = 0,45 \Rightarrow \mu_1 \cos \alpha = \sin \alpha - \frac{a_2}{g} = 0,15$$

5) составим сил действующие на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,1 \text{ c}$



запишем II з-н Ньютона на клин по Oy



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
4 из 6

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!

$$N + F_{\text{тр}} \sin \alpha = N_1 \cos \alpha + 1,5mg$$

$$N = mg \cos^2 \alpha - \mu mg \cos \alpha \sin \alpha + 1,5mg$$

~~запишем II з-н Ньютона на тело по оси~~

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha = F_{\text{тр}_1}$$

$$\mu mg \cos^2 \alpha$$

$$N = m(g \cos^2 \alpha - \mu \cos \alpha \sin \alpha g + 1,5g) =$$

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

$$= mg(1 - 0,45^2 - 0,15 \cdot 0,45 + 1,5) = mg(2,5 - 0,45(0,15 + 0,45)) =$$

$$= 2,23mg \Rightarrow F_{\text{тр}_1} = \mu N = 2,23 \mu mg$$

б) рассмотрим при каком μ шип будет соскочить в этом случае

запишем II з-н Ньютона на шип по оси

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha \leq F_{\text{тр}_1}$$

$$\mu_1 mg \cos^2 \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha \leq 2,23 \mu mg \quad | :mg$$

$$\mu \geq \frac{\mu_1 \cos^2 \alpha + \cos \alpha \sin \alpha}{2,23}$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha (\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)}{2,23}$$

$$\mu \geq \frac{0,6 \sqrt{1 - 0,45^2}}{2,23} \Rightarrow \mu \geq \frac{0,6 \sqrt{0,7975}}{2,23}$$



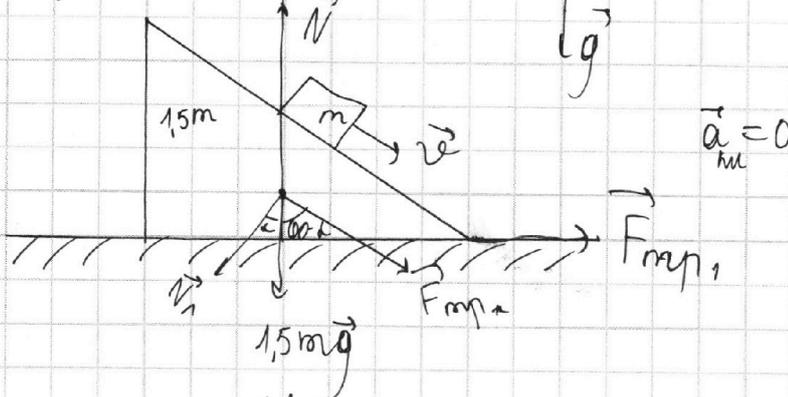
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 из 6

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!

7) рассмотрим теперь движение маятника вниз и найдем μ для этой ситуации



запишем II закон Ньютона на ось Oy для маятника

$$N = 1,5mg + N_1 \cos \alpha + F_{mp1} \sin \alpha$$

$$N = 1,5mg + mg \cos^2 \alpha + \mu mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$N = mg(1,5 + \cos^2 \alpha + \mu \cos \alpha \cdot \sin \alpha) =$$

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

$$= 2,365 mg (2,5 + \sin \alpha (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)) = 2,365 mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{mp1} = 2,365 \mu mg$$

8) рассмотрим при каком μ маятник вообще не выйдет

$$N_1 = N \sin \alpha - F_{mp1} \cos \alpha \leq F_{mp2}$$

$$2,365 \mu mg \geq mg \cos \alpha \sin \alpha - \mu mg \cos^2 \alpha \quad | : mg$$

$$\mu \geq \frac{0,6 \sqrt{0,7975}}{2,365}$$



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

6 ИЗ 6

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!

$$0,6 \frac{\sqrt{0,7975}}{2,23} > 0,6 \frac{\sqrt{0,7975}}{2,365} \Rightarrow \text{еще } \mu \text{ удовлетворяет}$$

условию неподвижности клина, когда шайба движется вверх, то это и гарантировано будет удовлетворять условию неподвижности клина, когда шайба движется вниз $\Rightarrow \mu \geq \frac{0,6 \sqrt{0,7975}}{2,23}$

Ответ: $\sin \alpha = 0,45$; ~~1,21~~ $N = 2,23 \text{ mg}$; $\mu \geq \frac{0,6 \sqrt{0,7975}}{2,23}$



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!

Дано:

$R = 200 \text{ Ом}$

$U = 120 \text{ В}$

$I = ?$

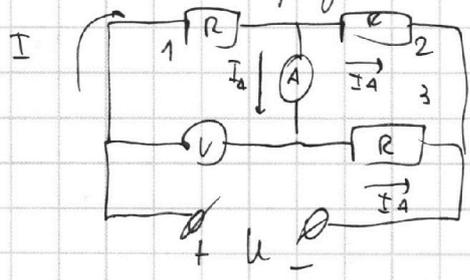
$I_A = ?$

$P = ?$

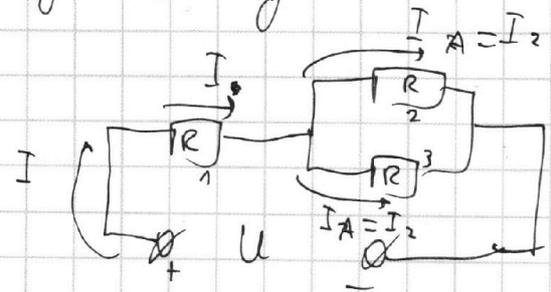
Решение:

УЧ

- 1) сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с $R \Rightarrow$ можем считать амперметр идеальным
- 2) сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с $R \Rightarrow$ можем считать вольтметр идеальным \Rightarrow ток через него не течёт



- 3) из соображений в пункте 1 и 2 можем преобразовать схему



притём $I_2 = I_A$

- 4) найдём эквивалентное сопротивление цепи

$$R_{\text{экв}} = R + \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{3R}{2} = 300 \text{ Ом} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{120}{300} = 0,4 \text{ А}$$

$$5) I = 2 I_A \Rightarrow I_A = \frac{I}{2} = 0,2 \text{ А}$$

- 6) найдём R_P



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!

$$P = U^2 R_{\text{экв}} = 120^2 \cdot \frac{1}{300} = 48 \text{ Вт}$$

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 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!

Дано:

$$t_2 = -20^\circ\text{C}$$

$$n = \frac{11}{9}$$

$$c_a = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$$

$$c_b = 9,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$\delta = ?$$

$$t_1 = ?$$

Решение:

1) если после теплового равновесия в воде осталась лёд, можно сделать вывод, что температура воды и льда $t_0 = 0^\circ\text{C}$

2) пусть начальная масса льда и воды

$$m_b = m_a = m, \text{ пусть расстояние}$$

масса льда Δm , тогда

$$\frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = n = \frac{11}{9}$$

массы воды
массы льда

$$9m + 9\Delta m = 11m - 11\Delta m$$

$$20\Delta m = 2m \Rightarrow \Delta m = 0,1m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \delta = 0,1$$

3) запишем уравнение теплового баланса

$$m c_a (t_0 - t_2) + \Delta m \lambda = m c_b (t_1 - t_0)$$

$$m c_a |t_2| + 0,1m \lambda = m c_b t_1 \Rightarrow \text{м.к. } t_0 = 0$$

$$\Rightarrow t_1 = c_a \frac{c_a |t_2| + 0,1 \lambda}{c_b} \Rightarrow$$



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!

$$\Rightarrow t_1 = \frac{2100 \cdot 20 + 0,1 \cdot 336000}{4200} = \frac{42000 + 33600}{4200} = 18^\circ\text{C}$$

Ответ: $\delta = 0,1$; $t_1 = 18^\circ\text{C}$

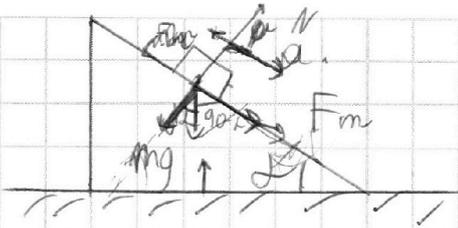


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$a_1 = 6$$

$$a_2 = 3$$

$$mg \cos \alpha = N$$

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

$$a_1 = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}$$

$$2 \sin \alpha - 2 \mu \cos \alpha = \mu \cos \alpha - \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha$$

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

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

$$9 = 20 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 0,45 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos \alpha =$$

$$\frac{510}{446} \frac{229}{640}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,85 \\ 0,6 \\ \hline 0,510 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,45 \\ 0,45 \\ \hline + 2,25 \\ \hline 1,80 \\ \hline 0,2025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,45 \\ 0,15 \\ \hline + 2,25 \\ \hline 4,5 \\ \hline 6,75 \\ \hline 1,0000 \\ \hline - 0,2025 \\ \hline 0,7975 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,85 \\ 0,85 \\ \hline + 4,25 \\ \hline 6,80 \\ \hline 0,7225 \end{array}$$



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**.

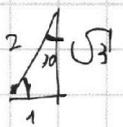
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$v(t) = v_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

$$v_0 = -v_0$$



$$2^2 - 1^2 = \sqrt{3}$$

$$\frac{t}{T} = 1 \Rightarrow$$

$$\begin{array}{r} 0,45 \\ 0,6 \\ \hline 0,27 \end{array}$$

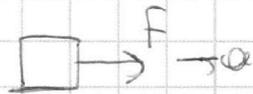
$$\frac{800 \cdot 10^5}{20} = 40000000$$

$$\sin 60 = \frac{H}{r}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{H}{r}$$

$$r = \frac{2H}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{1600 \cdot 15}{15} = 320$$



$$v(6) = -v_0$$

$$v(4) = 0$$

$$F = ma =$$

$$= 0,4 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ Н}$$

$$a_1 = \frac{v_0}{T} \Rightarrow s_1 = -v_0 T + \frac{a_1 T^2}{2} = -0,5 v_0 T$$

$$\frac{6}{15} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{12}{30} = \frac{2}{5}$$

$$v(12) = 2v_0$$

$$s_1 = \frac{a(2T)^2}{2} = 2v_0 T \Rightarrow$$



$$\Rightarrow s = 2,5 v_0 T = 20 \text{ м}$$

$$A = 0,5 v_0 T \quad F = 0,2 \text{ Н}$$

$$\frac{v_0}{2} = \frac{v_0}{\sin \beta}$$

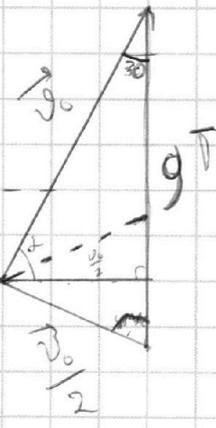
$$\frac{1}{2 \sin 30} = \frac{1}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = 2 \sin 30 = 1$$

$$\frac{3IR}{2} = U$$

$$\sin \beta = 2 \sin 30 = 1$$

$$I = \frac{2U}{3R}$$



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

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

$$\Rightarrow v_0 = \frac{2g}{3}$$

$$v_0^2 = \frac{4g^2 T^2}{9}$$

$$= \frac{4 \cdot 10^2 \cdot 2^2}{9}$$

$$= 320$$

