



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



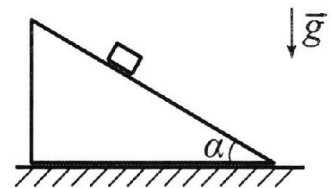
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t=T$.

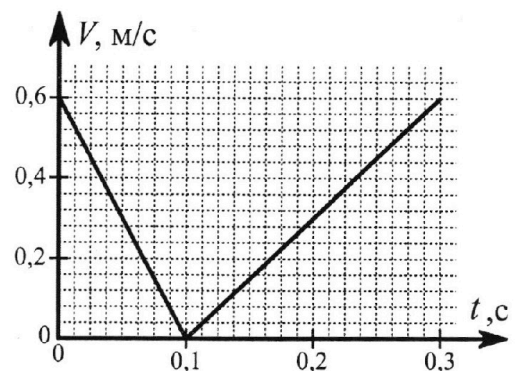
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





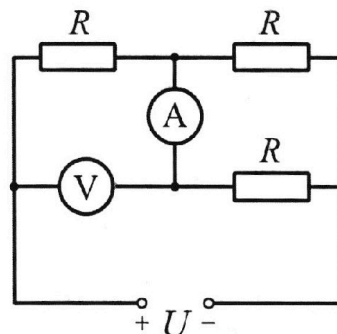
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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:

ч 1

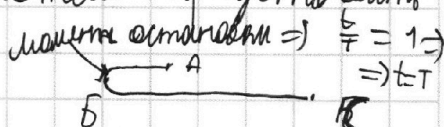
1) найдем скорость шайбы в начальном момент времени, $t = 0$

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

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 представить

пройденный путь:



2) найдем ускорение шайбы

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

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

3) найдем 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!

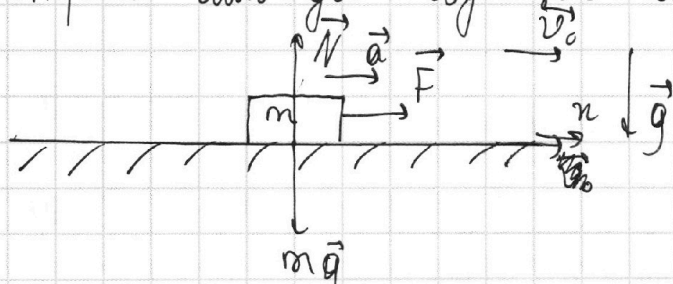
$$S_{AB} = v_0 T + \frac{aT^2}{2} = v_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right) T + \frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2} - v_0 T = -\frac{v_0 T}{2}$$

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 ОХ:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} \quad F = ma = \frac{mv_0}{T} = \frac{0,4 \cdot 2}{4} = 0,2 \text{ Н}$$

6) за промежуток времени от 0 до T шайба совершила отрицательную работу т.к. тело двигалось против направления силы, $|A| = |\vec{F} \cdot \vec{s}_{AB}| = 0,2 \cdot \left(-\frac{v_0 T}{2} \right) =$
 $= 0,1v_0 T = 0,1 \cdot 2 \cdot 4 = 0,8 \text{ Дж} \Rightarrow A = -0,8 \text{ Дж}$

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:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$T = 2 \text{ с}$$

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

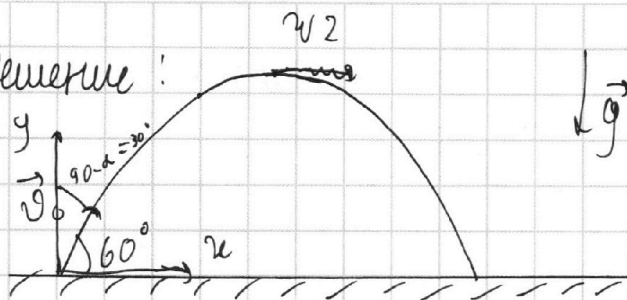
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

H - ?

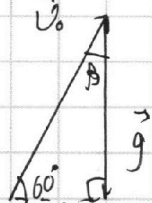
$|\vec{r}(T)|$ - ?

R - ?

Решение:



1) ~~рассмотрим~~ рассмотрим угол α между $\vec{v}_0$ и $\vec{g}$:



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

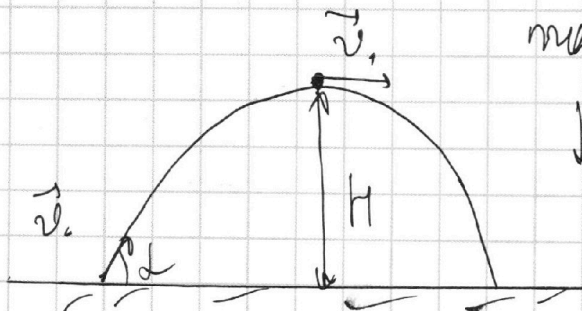
$$v_1 = \frac{v_0}{2}$$

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

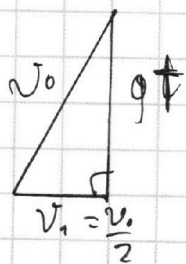
в ~~максим~~ вершине траект

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

2)



3) запишем векторный треугольник скоростей



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

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

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

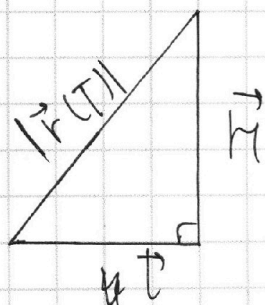
5) для нахождения $|\vec{r}(T)|$ найдем перемещение по Ox ,

для этого спроецируем скорость v_0 на Ox

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

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

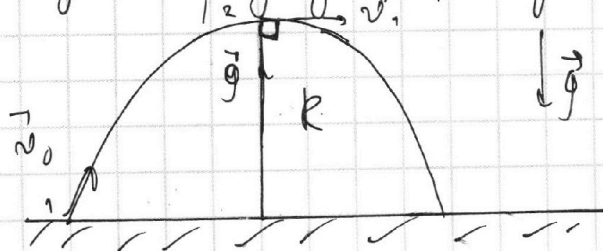
6) тогда



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 радиусов $a_{ц.с.} = g$



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!

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

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!

Дано:

$$m = 0,4 \text{ т}$$

$$M = 15 \text{ т} = 0,6 \text{ т}$$

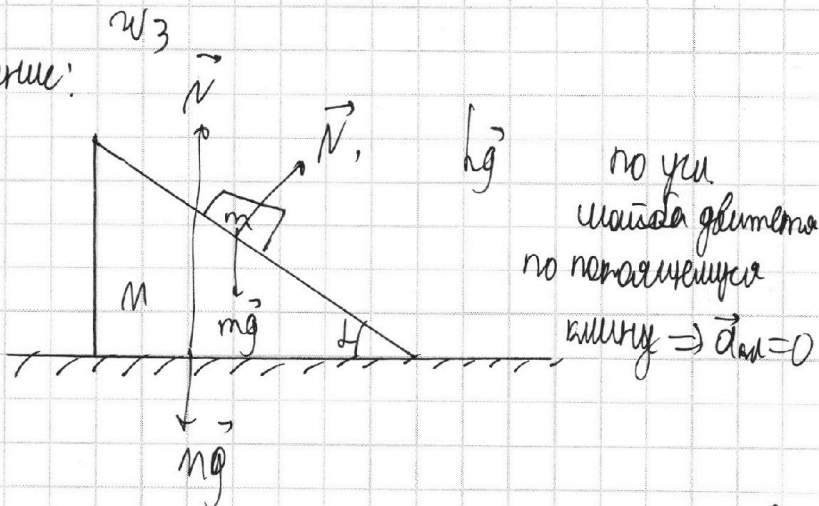
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = ?$$

$$N = ?$$

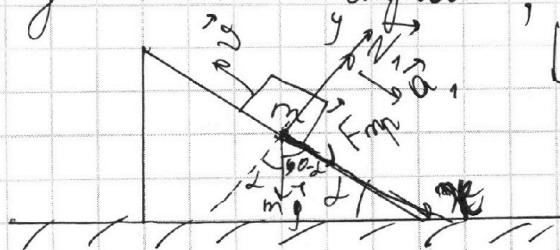
$$\mu = ?$$

Решение:



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

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



по закону сохранения механической энергии



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 Σ γ -н Ньютона по Oy :

$mg \cos \alpha = N_1 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu_1 mg \cos \alpha$, где μ_1 - коэффициент трения м/у шайбой и клином

запишем на шайбу II Σ γ -н Ньютона по Ox

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

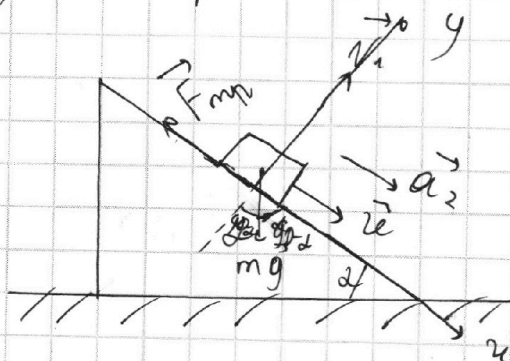
$$ma_1 = mg \sin \alpha + \mu_1 mg \cos \alpha \quad | : m$$

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

3) найдём a_2 - ускорение при движении вниз, из

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

рассмотрим силы действующие на шайбу в этот случай, a_2 направлено по касательной плоскости клина



запишем на шайбу II Σ γ -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 Oy:

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

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

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

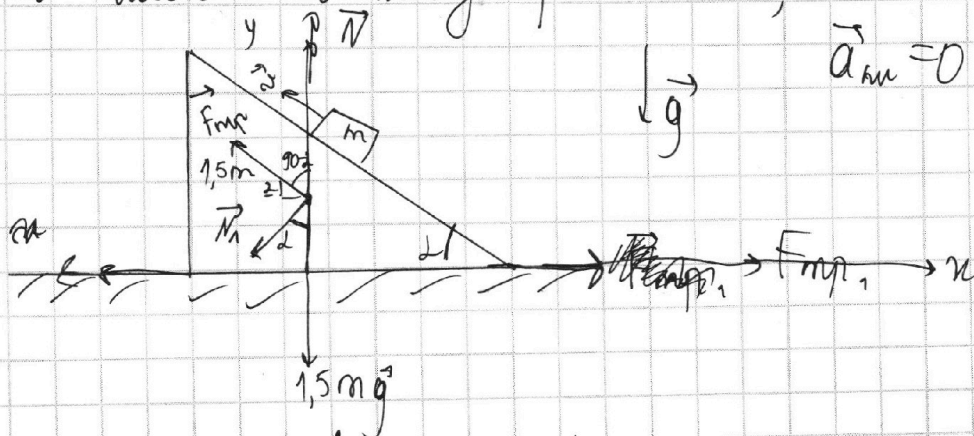
4) Из п.2 и п.3 следует, что

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

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

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

5) представим силы 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 блок 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 блок будет скользить в этом случае

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

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

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

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

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

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



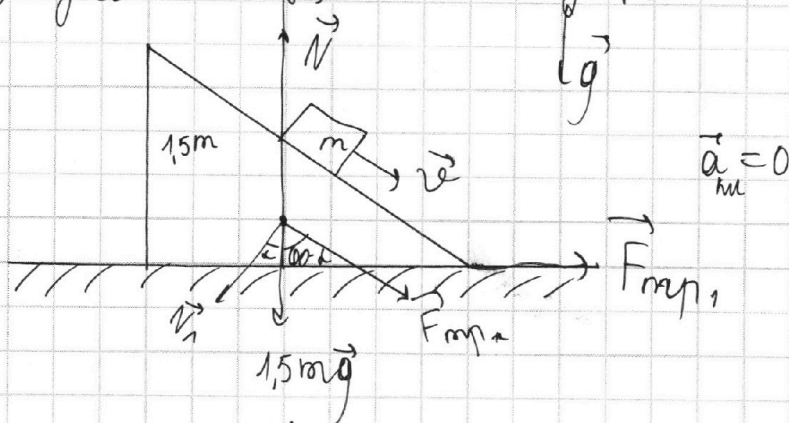
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 OY для маятника

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

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

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

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

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

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

8) рассмотрим при каком μ маятник будет двигаться вправо

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

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

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



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!

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

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

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



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:

$$R = 200 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$$I - ?$$

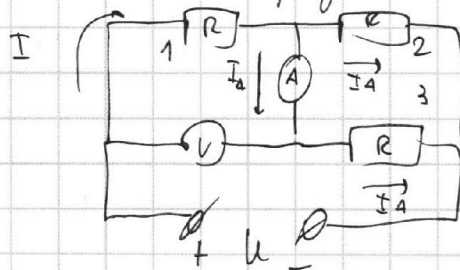
$$I_A - ?$$

$$P - ?$$

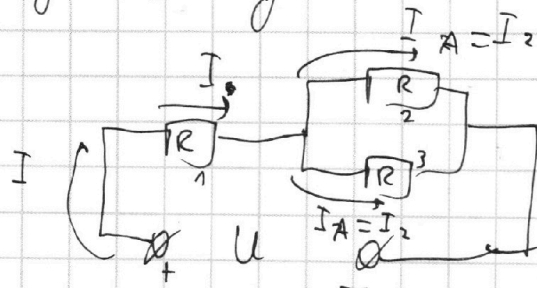
Решение:

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



примем $I_2 = I_A$

4) найдем $R_{\text{экв}}$ 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) найдем 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!

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

$$\text{Ответ: } I = 0,4 \text{ А}; I_A = 0,2 \text{ А}; P = 48 \text{ Вт}$$



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.



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:

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

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

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

$$c_b = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$$

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

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

$$\delta = ?$$

$$t_1 = ?$$

Решение:

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

2) пусть начальная масса воды и льда

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

масса льда Δm , тогда

массовая доля льда $\rightarrow \frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = \rho = \frac{11}{9}$

массовая доля воды $\rightarrow$

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

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

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

3) запишем уравнение теплового баланса

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

$$m(c_a|t_2| + 0,1m\lambda) = m c_b t_1 \Rightarrow m \cdot k \cdot t_0 = 0$$

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



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
☐

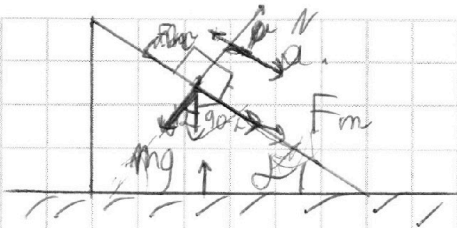
5
☐

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!



$$a_1 = 6$$

$$a_2 = 3$$

$$mg \cos \alpha = N$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\cos \alpha =$$

$$\frac{510}{223} = \frac{51}{223} =$$

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

$$\begin{array}{r} \times 0,85 \\ 0,85 \\ \hline + 425 \\ \hline 680 \\ \hline + 225 \\ \hline 905 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,45 \\ 0,15 \\ \hline + 225 \\ \hline 45 \\ \hline 675 \\ \hline 10000 \\ \hline - 02025 \\ \hline 07975 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,45 \\ 0,45 \\ \hline + 225 \\ \hline 180 \\ \hline 0,2025 \end{array}$$



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**.

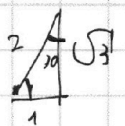
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

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

$$v_0 = -v_0$$



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

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

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

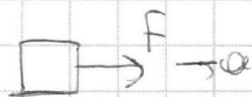
$$\begin{array}{r} 800 \sqrt{5} \\ 20 \\ \hline 1600 \end{array}$$

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

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

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

$$\begin{array}{r} 1600 \sqrt{5} \\ 15 \\ \hline 70 \end{array}$$



$$v(6) = -v_0$$

$$v(4) = 0$$

$$F = ma =$$

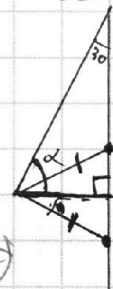
$$= 0,4 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ N}$$

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

$$\frac{12}{30} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5}$$

$$v(12) = 2v_0$$

$$s_1 = \frac{0(2T)^2}{2} = 2v_0 T \Rightarrow$$



$$A = 0,5 v_0 T \quad F = 0,8 \text{ N}$$

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

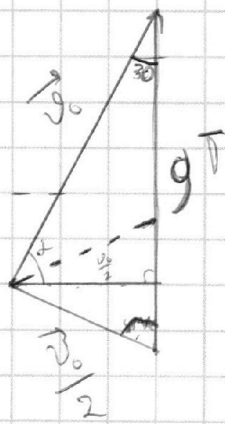
$$\frac{\frac{v_0}{2}}{\sin 30} = \frac{v_0}{\sin \beta}$$

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

$$\sin \beta = \sin 30$$

$$\sin \beta = 1$$

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

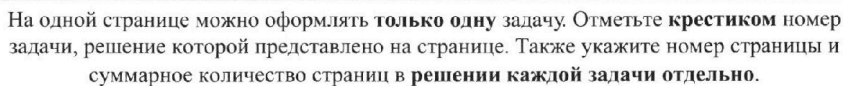


$$g^2 T^2 = v_0^2 + \frac{v_0^2}{4}$$

$$g^2 T^2 = \frac{5v_0^2}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = 94 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} v_0^2 &= \frac{4g^2 T^2}{5} \\ &= \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 2^2}{5} \\ &= 320 \end{aligned}$$



СТРАНИЦА
ИЗ

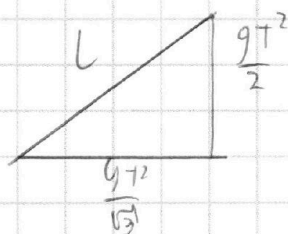
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!**

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

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

$$-\frac{gT^2}{2} = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \alpha T = \frac{97^2}{\sqrt{3}}$$



$$l = \sqrt{\left(\frac{9+2}{2}\right)^2 + \left(\frac{9+2}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

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

$$= \sqrt{g^2 T^4 \left(\frac{7}{12} \right)} = g T^2 \sqrt{\frac{7}{12}}$$

$$= \frac{9}{2} \sqrt{\frac{4}{3}} = 20\sqrt{\frac{7}{3}}$$

$$\frac{v^2}{R} = g \cos \alpha \quad 4g^2 T^2$$

$$R = \frac{u^2}{g \cos \alpha} = \frac{3}{9 \cos 60} =$$

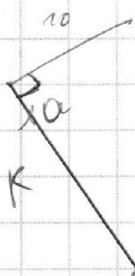
$$= \frac{29T^2}{3 \cos 60} = \frac{29T^2}{3} =$$

$$= \frac{320}{3} \text{ m}$$

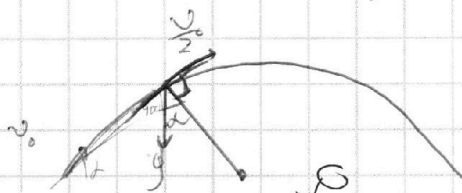
$$0,4^2 \cdot 300 + 0,4^2 \cdot 100 =$$

$$= 300(0,4^2 + 0,2^2) = 300 \cdot 0,2 = 72$$

$$\frac{v^2}{R} = a$$



$$\begin{array}{r} 4200 \\ + 3360 \\ \hline 7560 \end{array}$$



$$u \frac{u^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 75600 \\ - 42 \\ \hline 75600 \end{array}$$