



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 $t = T$.

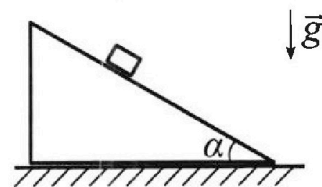
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.

2. Найдите горизонтальную дальность S полета.

3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

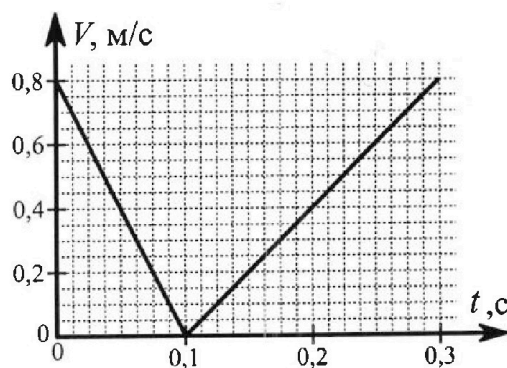
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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 $F_{тр}$ 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?





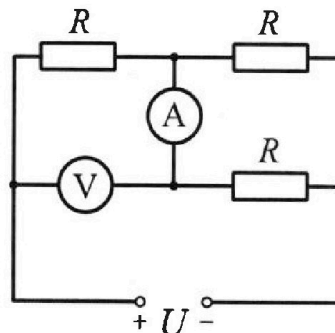
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



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!

201

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

$$m = 0,2 \text{ кг}, v_0 = 4 \text{ м/с}; T = 2 \text{ с}$$

1.

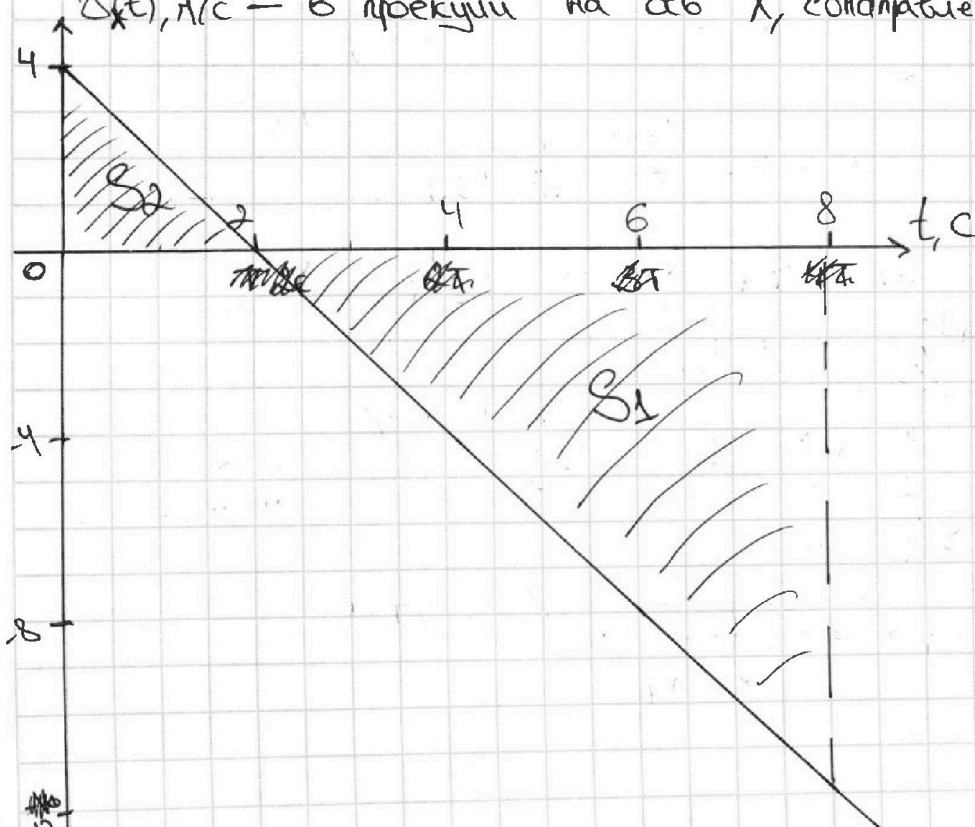
Т.к. шайба движется по одной оси (ничего не меняет направление её движения), запишем $\vec{v}(t)$ в скалярной форме (возьмём проекции на ось, сонаправленную $\vec{v_0}$) — ось x :

$$v_x(t) = v_0 - \frac{v_0 t}{T} = -\frac{v_0}{T} \cdot t + v_0$$

Заметим, что график зависимости $v_x(t)$ — линейный, с коэф. наклона

$$k = -\frac{v_0}{T} = -\frac{4 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Построим график зависимости $v_x(t)$:
 $v_x(t)$, м/с — в проекции на ось x , сонаправленную $\vec{v_0}$





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 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!

$4T = 4 \cdot 2c = 8c \Rightarrow$ нужно пройти путь, пройденный шайбой за $8c$.

Очевидно, что путь, пройденный телом за $8c$ — площадь под графиком $S(t)$ к моменту времени $t = 8c$.

Тогда $S = S_1 + S_2$

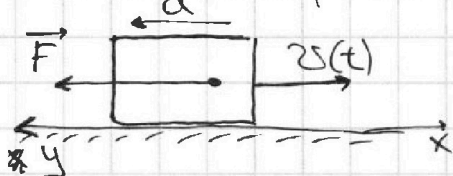
$$S_1 = \frac{12 \text{ м/с} \cdot 8c}{2} = 36 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{4 \text{ м/с} \cdot 2c}{2} = 4 \text{ м}$$

$$\Rightarrow S = 36 \text{ м} + 4 \text{ м} = 40 \text{ м}$$

2. Найдём модуль силы F , ктр. действует на шайбу.

Для этого рассмотрим её движение:



Т.к. поверхность гладкая, силой трения можно пренебречь

По определению:

$$\vec{a}_y = \frac{d\vec{v}_y}{dt} \Rightarrow$$

Запишем 2-й 3-й Ньютона на Oy :

$$F = m \cdot a_y \Rightarrow \text{для того, чтобы найти силу нужно знать ускорение}$$

$\Rightarrow a_y$ — коэф. наклона графика $S(x(t))$, но

взятая с обратным знаком (т.к. $y \uparrow / x$)

$$\text{Тогда } a_y = -k = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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



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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

3. Для того, чтобы найти работу силы F за промежуток времени от $t=0$ до $t=T=\Delta t$ нужно:

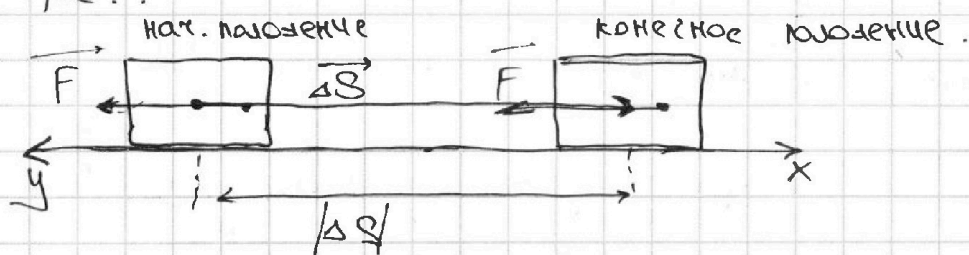
- знать силу
- знать перемещение тела за данный промежуток времени

Рассмотрим график $\Delta x(t)$, заметим, что путь за первые Δt равен перемещению, тогда

$$\Delta S = S_2 = 4 \text{ м.}$$

А сила в проекции на ось y $F = 0,4 \text{ Н}$

Т.е.:



$$A = F \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha; \quad \alpha = 180^\circ$$

↑
угол между $\vec{F}$ и $\Delta \vec{S}$

$$A = 0,4 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} \cdot \cos(180^\circ) = 1,6 \text{ Дж} \cdot (-1) = -1,6 \text{ Дж}$$

Ответ: 1. $S = 40 \text{ м}$

2. $F = 0,4 \text{ Н}$

3. $A = -1,6 \text{ Дж}$



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
☐

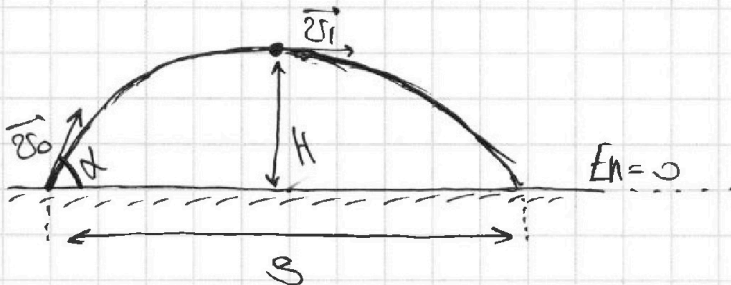
6
☐

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!

22 $T = 4c$; $\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = 2$; $g = 10 \text{ м/с}^2$



Запишем закон сохранения энергии, для мяча в произвольн. момент времени:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

$$v_0^2 = 2gh(t) + v^2(t) \rightarrow v_0^2 = 2gh(t) + v^2(t)$$

Тогда $v(t)_{\max} = v_0$

$v(t)_{\min}$ достигается при максимальной высоте $h(t) \rightarrow v(t)_{\min}$ при $h(t) = H$

$$v(t)_{\min} = v_1 = v_0 \cdot \cos \alpha$$

Тогда: $\frac{v_0}{v_0 \cdot \cos \alpha} = 2 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2}$

Заметим, что $S = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot T$
 $T = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$

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

$$v_0 = \frac{gT}{2 \cdot \sin \alpha} \Rightarrow S = \frac{gT^2}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha$$

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 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!

$$S = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (4 \text{ с})^2}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{160 \text{ м}}{2\sqrt{3}} = \frac{80 \text{ м}}{\sqrt{3}} =$$

$$= \boxed{\frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м} = S}$$

т.к. из-за симметрии
параболы $T_{подъёма} =$
 $= T_{спуска} = \frac{T}{2}$

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{T}{2}\right) - \frac{g \cdot \left(\frac{T}{2}\right)^2}{2} =$$

$$= \frac{gT}{2} \cdot \frac{T}{2} - \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{4} - \frac{gT^2}{8} =$$

$$= \frac{gT^2}{8}$$

$$H = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (4 \text{ с})^2}{8} = \frac{160 \text{ м}}{8} = 20 \text{ м.}$$

$$\boxed{H = 20 \text{ м}}$$

В начальный момент времени:

$g = \text{полное}$

$a_n = g \cdot \cos \alpha$

$$a_n = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow \frac{v_0^2}{a_n} = R$$

$$R = \frac{\left(\frac{gT}{2 \sin \alpha}\right)^2}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{g^2 T^2}{4 \sin^2 \alpha \cdot g \cdot \cos \alpha} =$$

$$= \frac{g T^2}{4 \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha} ; R = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (4 \text{ с})^2}{4 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{160 \text{ м}}{\frac{3}{2}} = \frac{320 \text{ м}}{3} =$$

$$= \boxed{106 \frac{2}{3} \text{ м} = R}$$

Ответ: 1. $H = 20 \text{ м}$; 2. $S = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$; 3. $R = 106 \frac{2}{3} \text{ м}$.



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.

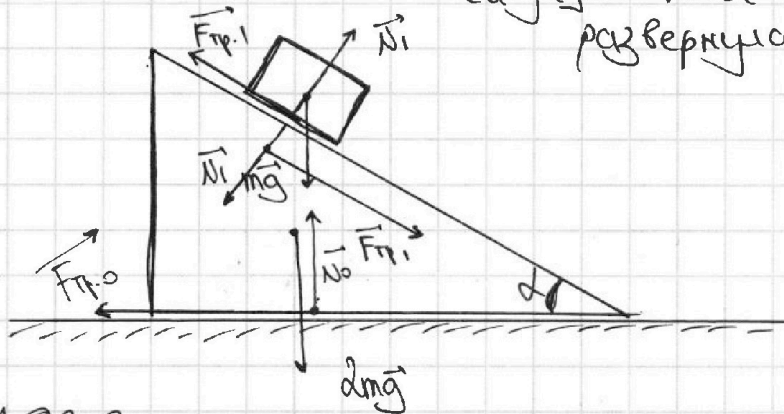
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 6

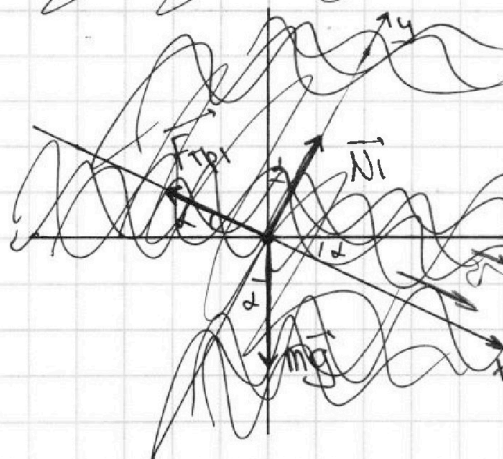
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

23

Клин покажется на протяжении всего движения шайбы.
ситуация после того, как шайба развернется



~~шайба~~



$$Ox: mg \sin \alpha - F_{тр1} = m a_{\text{max}}$$

$$Oy: N1 - mg \cos \alpha = 0$$

$$F_{тр1} = \mu N1$$

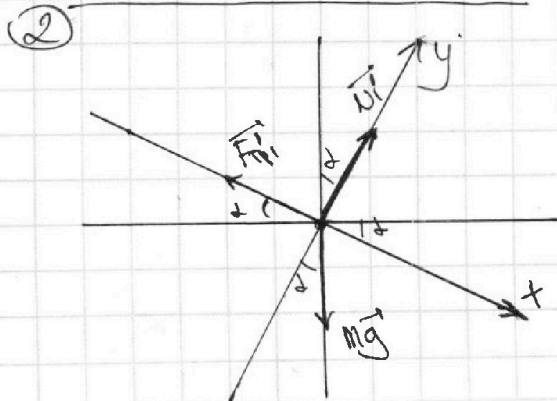
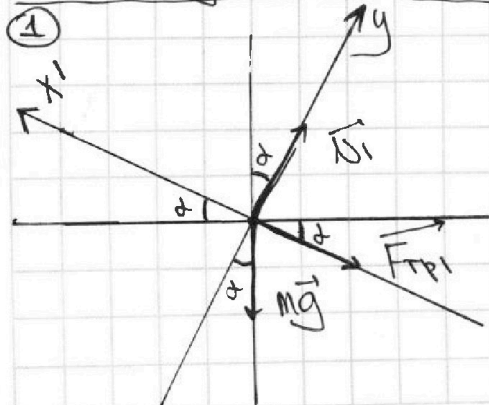
получим что

1)

Заметим, что остановка при движении по неподв. клину возможна только в том случае, если шайба в начале едет вверх.

шайба до остановки:

шайба после остановки:





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!

$$①: OX': -mg \cdot \sin \alpha - F_{тр.1} = m \cdot a_{x'}$$

$$Oy: N_1 - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

~~$$F_{тр.1} = \mu \cdot N_1$$~~

$$a_{x'} = \frac{d^2 s}{dt^2} \text{ (по постановке)} - \text{коэф. наклона 1-й прямой на графике}$$

$$a_{x'} = \frac{-0,8 \text{ м/с}^2}{0,1 \text{ с}} = -8 \text{ м/с}^2$$

$$-mg \cdot \sin \alpha - \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha = m \cdot a_{x'}$$

$$-g \cdot \sin \alpha - \mu g \cdot \cos \alpha = a_{x'} \quad 1)$$

$$②: OX: mg \cdot \sin \alpha - F_{тр.1}' = m \cdot a_x$$

$$Oy: N_1' - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

~~$$F_{тр.1}' = \mu \cdot N_1'$$~~

a_x - коэф. наклона 2-й прямой на графике:

$$a_x = \frac{0,8 \text{ м/с}^2}{0,2 \text{ с}} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$mg \cdot \sin \alpha - \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha = m \cdot a_x$$

$$g \cdot \sin \alpha - \mu g \cdot \cos \alpha = a_x \quad 2)$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} -g \cdot \sin \alpha - \mu g \cdot \cos \alpha = a_{x'} \\ g \cdot \sin \alpha - \mu g \cdot \cos \alpha = a_x \end{cases}$$

$$a_x - a_{x'} = 2g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_x - a_{x'}}{2g};$$



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!

$$\sin \alpha = \frac{4 \text{ м/с}^2 - (-8 \text{ м/с}^2)}{20 \text{ м/с}^2} = \frac{12 \text{ м/с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$[\sin \alpha = 0,6] \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

2) ~~Для второго пункта расчета~~

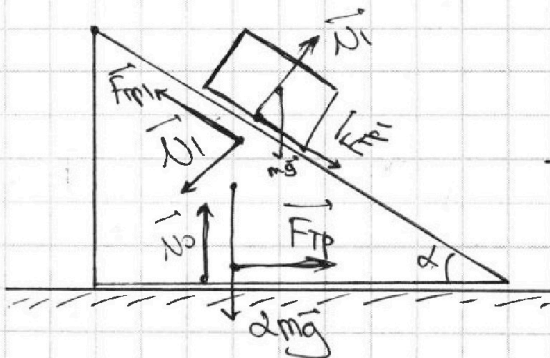
Для второго пункта рассмотрим 2 случая.
(шайба движется вверх и шайба движ. вниз).

НО для начала найдём μ_1 (коэф. трение шайбы о поверхность клина):

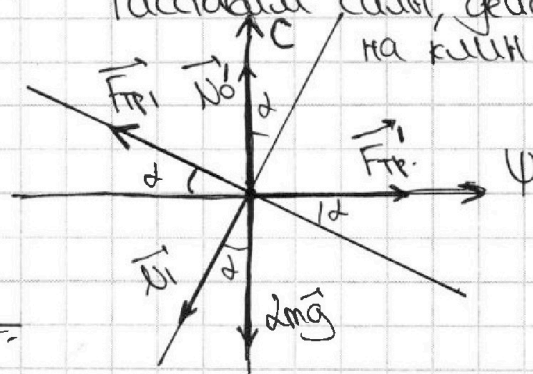
$$ax + ax' = -2\mu_1 g \cos \alpha \Rightarrow \mu_1 = \frac{ax + ax'}{-2g \cos \alpha}$$

$$\mu_1 = \frac{4 \text{ м/с}^2 - 8 \text{ м/с}^2}{-2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,8} = \frac{4^2}{2 \cdot 8} = 0,25 = \frac{1}{4}$$

1 случай (шайба движ. вверх):



Рассмотрим силы, действующие на клин:



при этом на прошлой странице было получено:

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр1} = \mu_1 \cdot N_1 = \mu_1 \cdot mg \cos \alpha$$

$$\sum \psi: F_{тр}' = (F_{тр1} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha) = 0$$

$$F_{тр}' = F_{тр1} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha$$



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 ☐

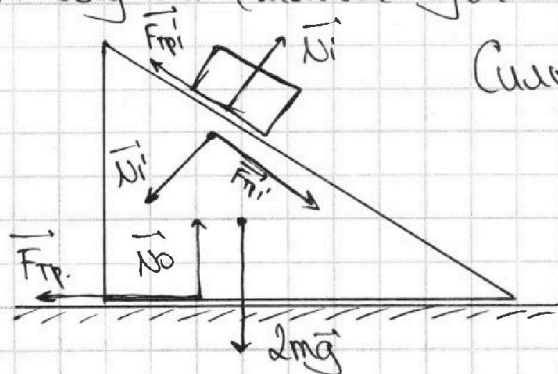
СТРАНИЦА
4 из 6

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!

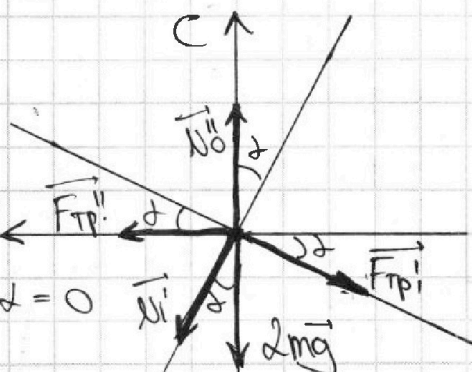
$$F_{\text{тр}}^I = M_1 \cdot mg \cdot \cos^2 \alpha + mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = mg \cos \alpha (M_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \\ = mg \cdot \cos \alpha \cdot (M_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$F_{\text{тр}}^I = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{8}{10} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{8}{10} + \frac{6}{10} \right) = \\ = \left(\frac{2}{10} \cdot 10 \cdot \frac{8}{10} \cdot \left(\frac{2}{10} + \frac{6}{10} \right) \right) \text{Н} = \left(\frac{2 \cdot 8}{10} \cdot \frac{8}{10} \right) \text{Н} = \\ = \frac{64 \cdot 2}{100} \text{Н} = \frac{128}{100} \text{Н} = 1,28 \text{Н} \rightarrow \text{в первом случае.}$$

2 случай (шайба движ. вниз):



Силы, действующие на клин:



$$OZ: F_{\text{тр}}'' + N_1' \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}1}' \cdot \cos \alpha = 0$$

$$F_{\text{тр}}'' = F_{\text{тр}1}' \cdot \cos \alpha - N_1' \cdot \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}}'' = M_1 \cdot mg \cdot \cos^2 \alpha - mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \\ = mg \cdot \cos \alpha (M_1 \cdot \cos \alpha - \sin \alpha);$$

$$N_1' = mg \cdot \cos \alpha \\ F_{\text{тр}1}' = M_1 \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}}'' = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{8}{10} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{8}{10} - \frac{6}{10} \right) = \left(\frac{16}{10} \cdot \left(-\frac{4}{10} \right) \right) \text{Н} = \\ = -\frac{64}{100} \text{Н} = -0,64 \text{Н} \Rightarrow |F_{\text{тр}}''| = 0,64 \text{Н}$$

Тогда $|F_{\text{тр. max}}| = 1,28 \text{Н}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

3) В 1-м и 2-м случаях коэффициенты трения могут быть разные

В 1-м: $F_{\text{тр}}' = 1,28 \text{ Н}$; μ' ; $F_{\text{тр}}' = \mu' \cdot N_0'$

Во 2-м: $|F_{\text{тр}}''| = 0,64 \text{ Н}$; μ'' ; $F_{\text{тр}}'' = \mu'' \cdot N_0''$

Вспомним расставление сил в 1-м и втором случаях:

$$1: \text{ос: } N_0' + F_{\text{тр}1} \cdot \sin \alpha - N_1 \cdot \cos \alpha - 2mg = 0$$

$$\begin{aligned} N_0' &= 2mg + N_1 \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}1} \cdot \sin \alpha = \\ &= 2mg + mg \cdot \cos^2 \alpha - \mu_1 mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \\ &= mg(2 + \cos^2 \alpha - \mu_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_0' &= 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \left(2 + \frac{64}{100} - \frac{1}{4} \cdot \frac{64}{100} \cdot \frac{6}{10} \right) = \\ &= 2 \text{ Н} \cdot \left(2 + \frac{64}{100} - \frac{12}{100} \right) = 2 \text{ Н} \cdot 2,52 = 5,04 \text{ Н}. \end{aligned}$$

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

$$\mu' = \frac{F_{\text{тр}}'}{N_0'};$$

$$2: \text{ос: } N_0'' - N_1' \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}1}' \cdot \sin \alpha - 2mg = 0$$

$$\begin{aligned} N_0'' &= 2mg + mg \cdot \cos^2 \alpha + \mu_1 mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \\ &= mg(2 + \cos^2 \alpha + \mu_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha) \end{aligned}$$



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!

$$N_0'' = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \left(2 + \frac{64}{100} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2^2}{10} \cdot \frac{6}{10} \right) =$$
$$= 2 \text{ Н} \cdot (2 + 0,64 + 0,12) = 2 \text{ Н} \cdot 2,76 = 5,52 \text{ Н}$$

$$\mu'' = \frac{F_{\text{тр}}''}{N_0''} = \frac{0,64 \text{ Н}}{5,52 \text{ Н}} = \frac{64}{552} = \frac{32}{276} = \frac{16}{138}$$

$\mu'' < \mu' \Rightarrow$ если в обоих случаях
 $\mu \geq \mu'$ то клин
будет оставаться
в покое, тогда

$$\boxed{\mu \geq \frac{16}{63}}$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = 0,6$

2. $|F_{\text{тр. max}}| = 1,28 \text{ Н}$

3. $\mu \geq \frac{16}{63}$

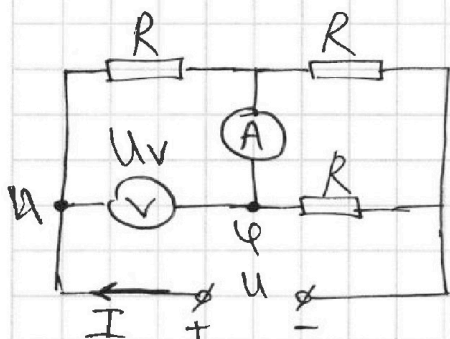


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☒5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 из 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!

204

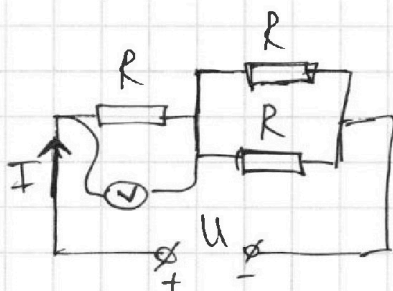


$$R = 100 \Omega; U = 30 \text{ В}$$

$$R_A \ll R \quad R_V \gg R$$

$P_0 - ?$ $I - ?$ $U_V - ?$

Заметим, что т.к. $R_A \ll R$, а $R_V \gg R$, мы можем перерисовать схему след. образом:



Заменим цепь резисторов на один, сопротивление которого $R_{\text{экв}}$, вычисляется по формуле:

$$R_{\text{экв}} = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = R + \frac{1}{\frac{2}{R}} = R + \frac{R^2}{2R} =$$

$$= R + \frac{R}{2} = 1,5R$$



Тогда $U = I \cdot R_{\text{экв}} = I \cdot 1,5R$

$$I = \frac{U}{1,5R}$$

$$I = \frac{30 \text{ В}}{1,5 \cdot 100 \Omega} = \frac{30 \text{ В}}{150 \Omega} = \boxed{0,2 \text{ А}}$$

$$U_V = U - U$$

Заметим, что т.к. $R_A \ll R$ то вольтметр фактически подключён параллельно первому резистору $\Rightarrow$ он показывает напряжение на этом первом резисторе, тогда

$$U_V = I \cdot R = \frac{U}{1,5R} \cdot R = \frac{U}{1,5} = \frac{U}{\frac{3}{2}} = \frac{2U}{3}$$

$$U_V = \frac{2 \cdot 30 \text{ В}}{3} = \boxed{20 \text{ В}}$$



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

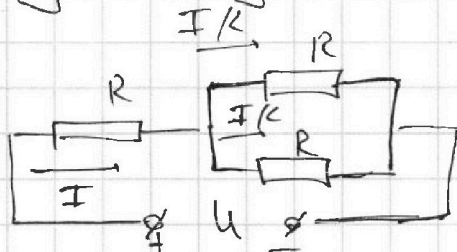
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Для того чтобы найти P_0 (всю мощность, ктр. рассеивается в цепи), нужно сложить все мощности, выделяющиеся на элементах.

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = U \cdot I$$

Т.к. $I_V \approx 0$, а $U_A \approx 0 \Rightarrow P_V \approx 0$; $P_A \approx 0$

Тогда мощности выделяются только на резисторах



$$P_0 = I^2 R + \frac{I^2}{4} \cdot R + \frac{I^2}{4} \cdot R =$$
$$= I^2 \cdot \left(R + \frac{1}{2} R \right) = I^2 \cdot 1,5 R$$

$$P_0 = (0,2 \text{ A})^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot 100 \Omega =$$

$$= \left(\frac{2}{10} \text{ A} \right)^2 \cdot \frac{3}{2} \cdot 100 \Omega = \frac{24}{100} \cdot \frac{3}{2} \cdot 100 \text{ Вт} =$$

$$= \boxed{6 \text{ Вт}}$$

Ответ: 1. $I = 0,2 \text{ A}$

2. $U_V = 20 \text{ В}$

3. $P_0 = 6 \text{ Вт}$.



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!

25

Дано:

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{л0}} = m_{\text{в0}} = m_0$$

$$\frac{m_{\text{л1}}}{m_{\text{в1}}} = \frac{9}{7}$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

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

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

δ - ?

t_2 - ?

Запишем уравнение теплового баланса

$$c_{\text{в}} \cdot m_0 (t_1 - t_0) + \lambda \cdot \Delta m_{\text{в}} = c_{\text{л}} \cdot m_0 (t_0 - t_2)$$

По закону сохранения массы:

$$2m_0 = m_{\text{л1}} + m_{\text{в1}}$$

По условию:

$$\delta = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{m_{\text{в}}} = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{m_0}$$

$$\lambda \Delta m_{\text{в}} = m_0 (c_{\text{л}} (t_0 - t_2) - c_{\text{в}} (t_1 - t_0))$$

$$\frac{m_{\text{л1}}}{m_{\text{в1}}} = \frac{9}{7}; \text{ т.к. намерзло } \Delta m_{\text{в}} \Rightarrow m_{\text{л1}} = m_0 + \Delta m_{\text{в}}$$

$$2m_0 = m_0 + \Delta m_{\text{в}} + m_{\text{в1}} \Rightarrow m_{\text{в1}} = m_0 - \Delta m_{\text{в}}$$

Тогда:

$$\frac{m_0 + \Delta m_{\text{в}}}{m_0 - \Delta m_{\text{в}}} = \frac{9}{7} \Rightarrow 7m_0 + 7\Delta m_{\text{в}} = 9m_0 - 9\Delta m_{\text{в}}$$

$$16\Delta m_{\text{в}} = 2m_0$$

$$\delta = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{m_0} = \frac{1}{8}$$

$$\lambda \cdot \frac{\Delta m_{\text{в}}}{m_0} = c_{\text{л}} (t_0 - t_2) - c_{\text{в}} (t_1 - t_0)$$

$$\delta \cdot \lambda + c_{\text{в}} (t_1 - t_0) = c_{\text{л}} t_0 - c_{\text{л}} t_2$$



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

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!

$$\sigma \cdot \lambda + c_B (t_1 - t_0) = c_A t_0 - c_A t_2$$

$$c_A t_2 = c_A t_0 - \sigma \cdot \lambda - c_B (t_1 - t_0)$$

$$t_2 = t_0 - \frac{\sigma \cdot \lambda}{c_A} - \frac{c_B}{c_A} \cdot (t_1 - t_0)$$

$$t_2 = 0^\circ\text{C} - \frac{\frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} - \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} \cdot 10^\circ\text{C} =$$

$$= 0^\circ\text{C} - \frac{3,36 \cdot 10^2}{8,21} ^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} =$$

$$= -20^\circ\text{C} - \frac{3,36 \cdot 10^2}{16,8} ^\circ\text{C} = -20^\circ\text{C} - \frac{336}{168} ^\circ\text{C} =$$

$$= -20^\circ\text{C} - \frac{336 \cdot 10}{168} ^\circ\text{C} = \boxed{-40^\circ\text{C}}$$

Ответ: 1. $\sigma = \frac{1}{8}$

2. $t_2 = -40^\circ\text{C}$



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!

