



# 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  $t = T$ .

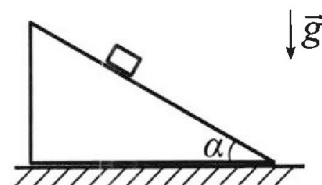
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через  $T = 4$  с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета  $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления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

1. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.

2. Найдите горизонтальную дальность  $S$  полета.

3. Найдите радиус  $R$  кривизны начального участка траектории.

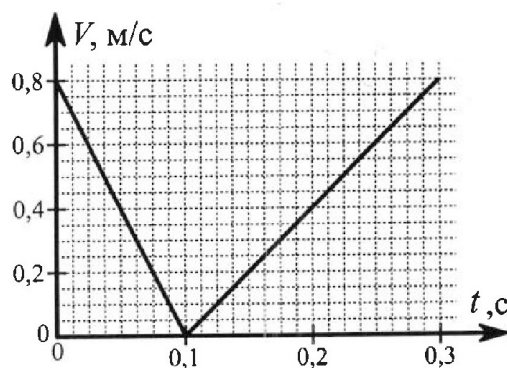
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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  $\mu$  трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при  $0 < t < 0,3$  с?





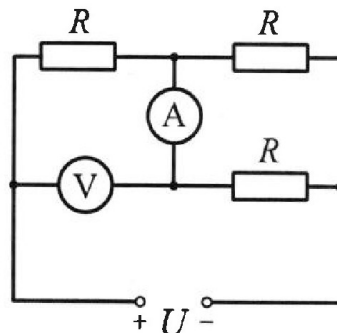
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

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  $\delta$  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.



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!

2.1

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

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

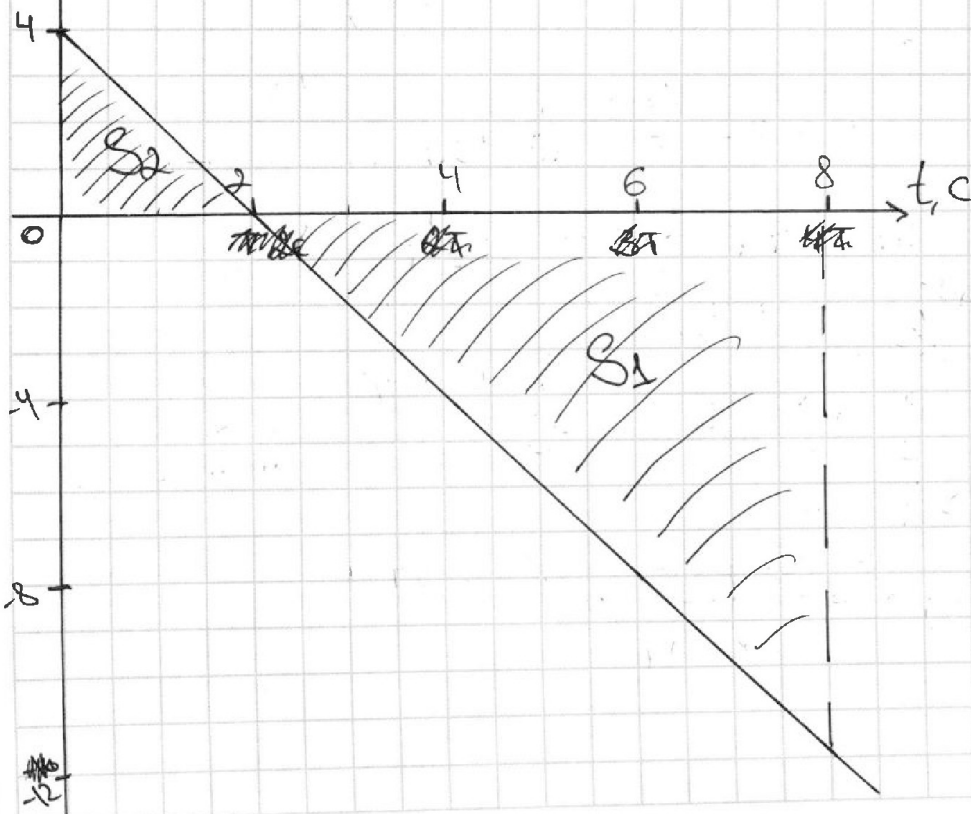
1.

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  $S = S_1 + S_2$

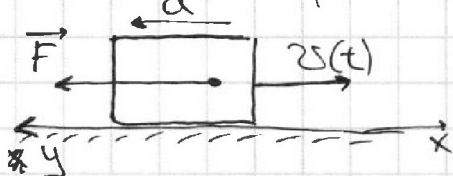
$$S_1 = \frac{12 \text{ м/с} \cdot 8c}{2} = 36 \text{ м}$$

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

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

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 ось:

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

$\Rightarrow a_y$  — 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:

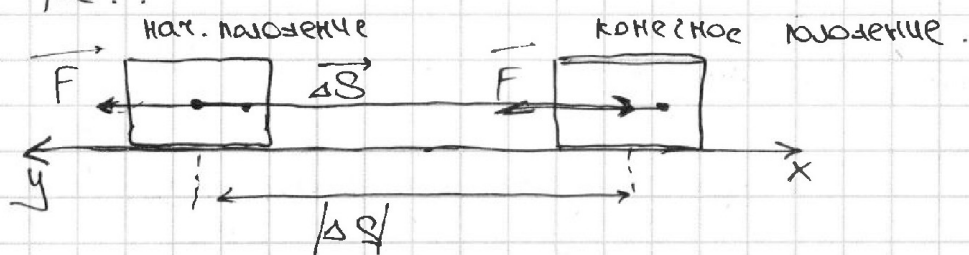
- знать силу
- знать перемещение тела за данный промежуток времени

Рассмотрим график  $\Delta x(t)$ , заметим, что путь за первые  $\Delta t$  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.  $A = -1,6 \text{ Дж}$



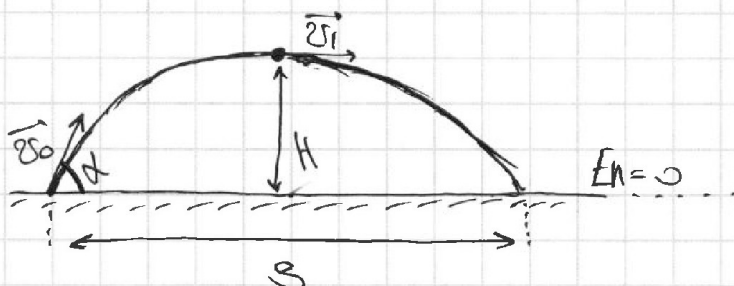
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 симметричности  
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.

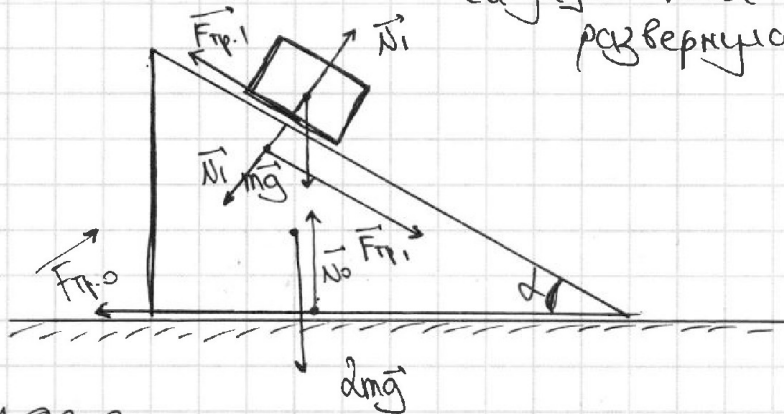
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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~~



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

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

$$F_{тр1} = \mu N_1$$

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр1} = \mu mg \cos \alpha$$

$$a_{\parallel} = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

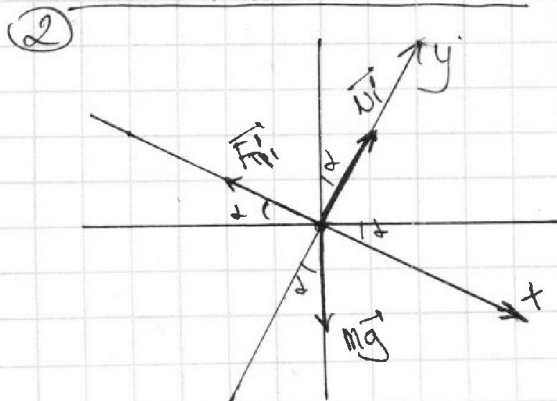
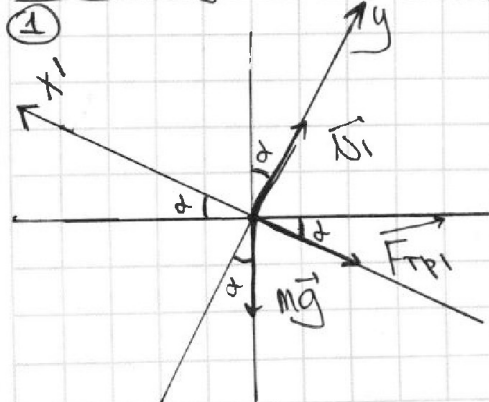
$$a_{\perp} = 0$$

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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

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

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

~~$$F_{\text{тр}1} = \mu \cdot N_1$$~~

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

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

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

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

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

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

~~$$F_{\text{тр}1'} = \mu \cdot N_1'$$~~

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

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

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

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

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 зачитай~~

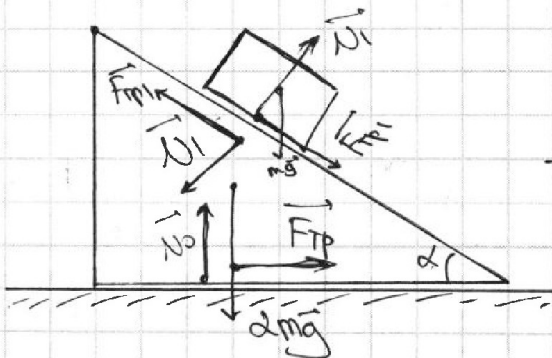
Для второго пункта рассмотрим 2 случая.  
(шайба движется вверх и шайба движ. вниз).

НО для начала найдём  $\mu_1$  (коэф. трение шайбы о поверхность клина):

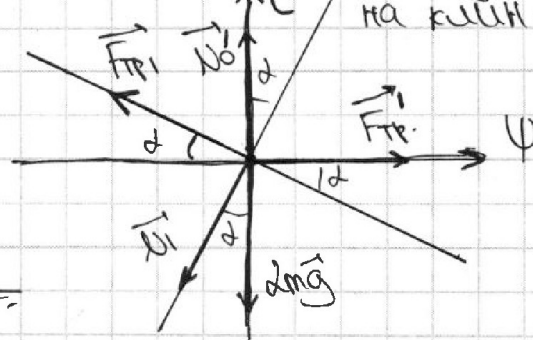
$$ax + ax' = -2\mu_1 g \cos \alpha \Rightarrow \mu_1 = \frac{ax + ax'}{-2g \cos \alpha}$$

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

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 ☐

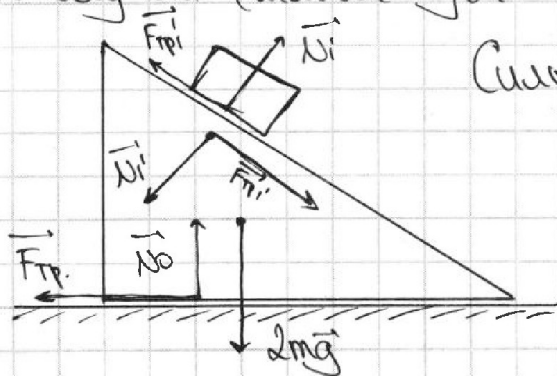
СТРАНИЦА  
4 из 6

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!

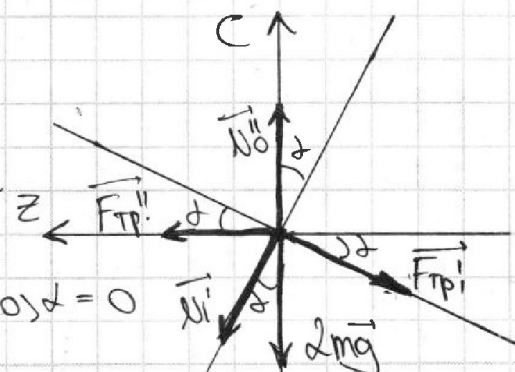
$$F_{\text{тр}}^I = M_1 \cdot mg \cdot \cos^2 \alpha + mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = mg \cos \alpha (M_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \\ = mg \cdot \cos \alpha \cdot (M_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

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

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

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

Вспомним расставление сил в 1-м и втором случаях:

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

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

$$= 2mg + mg \cdot \cos^2 \alpha - \mu_1 mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha =$$

$$= mg(2 + \cos^2 \alpha - \mu_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha)$$

$$N_0' = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot (2 + \frac{64}{100} - \frac{1}{4} \cdot \frac{6}{10} \cdot \frac{6}{10}) =$$

$$= 2 \text{ Н} \cdot (2 + \frac{64}{100} - \frac{12}{100}) = 2 \text{ Н} \cdot 2,52 = 5,04 \text{ Н}.$$

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

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

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

$$N_0'' = 2mg + mg \cdot \cos^2 \alpha + \mu_1 mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha =$$

$$= mg(2 + \cos^2 \alpha + \mu_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha)$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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  
☐

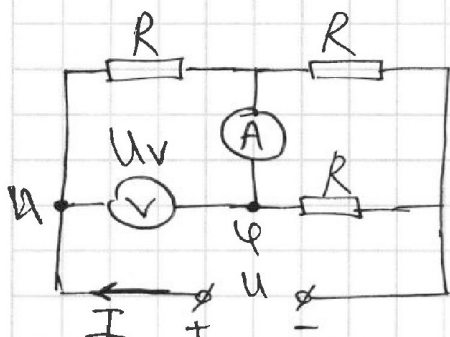
6  
☐

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

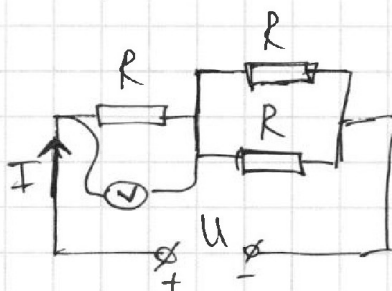


$$R = 100 \Omega; U = 30 \text{ В}$$

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

$$P_0 - ? \quad I - ? \quad U_V - ?$$

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  $R_{\text{экв}}$ , вычислется по формуле.

$$R_{\text{экв}} = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = R + \frac{1}{\frac{2}{R}} = R + \frac{R^2}{2R} = R + \frac{R}{2} = 1,5R$$



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

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

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

$$U_V = U - U$$

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

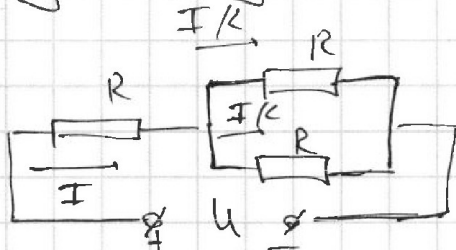
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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.  $U_V \approx 0$ , 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.

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!

25

Дано:

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

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

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

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

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

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

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

$$\delta - ?$$

$$t_2 - ?$$

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!

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1.  $\delta = \frac{1}{8}$

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!

