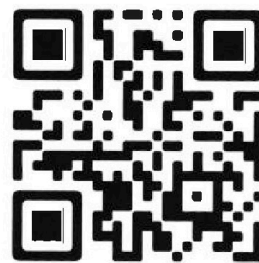




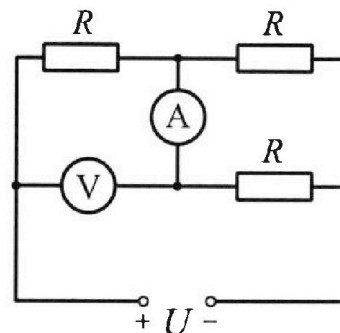
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



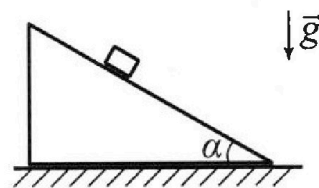
. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t = T$.

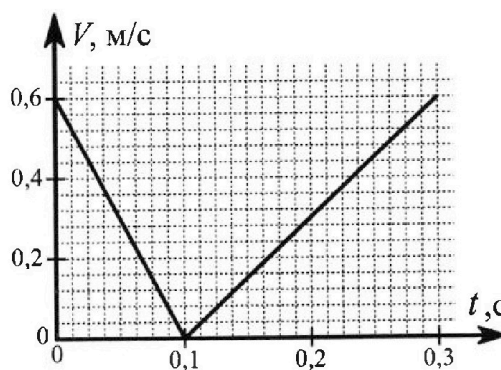
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





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!

N 1

Дано:

$$m = 4 \text{ кг}$$

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

$$V_0 = 2 \text{ м/с}$$

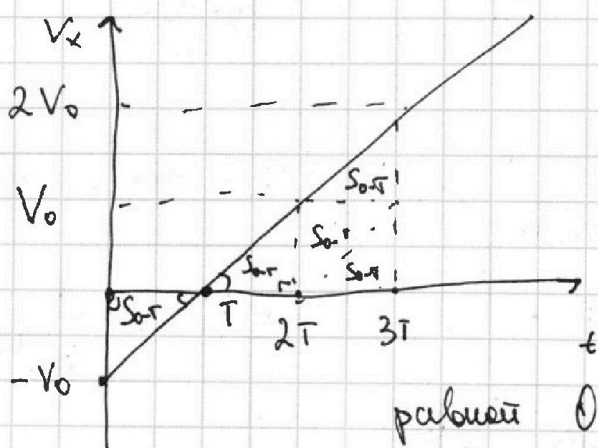
$$T = 4 \text{ с}$$

т.к. $\vec{V}$ и $\vec{V}_0$ $\parallel$, то

скорость всегда будет
направлена вдоль одной оси,
и, как следствие, ~~и~~ перемещение
тоже; пусть S_x

Спроецируем на ось x :

$$V_x(t) = V_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) = \frac{V_0}{T} \cdot t - V_0 \Rightarrow \text{расчет линейно}$$



То есть изначально
скорость против оси,
а затем в момент
времени $t=T$ становится
равной 0, после этого >0 ;

тогда: $S_{0 \rightarrow T} = \frac{V_0 T}{2}$ (из графика)

размерим
чисел)

$$S_{T \rightarrow 3T} = 5 S_{0 \rightarrow T} = \frac{5 V_0 T}{2} \quad (3\text{-й чертёж})$$

$$= \frac{5 \cdot 2 \cdot 4}{2} \text{ м} = 20 \text{ м}$$

$$V_x(t) = \frac{V_0}{T} \cdot t - V_0 \quad \left| \frac{d}{dt} \right.$$

$$a(t) = \frac{V_0}{T}$$

Также из графика то

линия всегда вдоль
оси x , т.к. у нас
ускорение по др. осям 0, т.е.
скорость всегда 0;



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$2 \text{ з-к: } F = ma \Rightarrow F = m \frac{v_0}{T} = \frac{0,4 \cdot 2}{1} \text{ Н} = 0,8 \text{ Н}$$

Удобно найти A_F : $A_F = \int F dx \Rightarrow \int v dv$

из закона сохранения энергии

$$A = \int F dx$$

$$dA = F dx$$

$$\frac{dA}{dx} = F$$

$$dA \cdot \frac{dx}{dx} = F \cdot dx$$

$$dA = F dx$$

$$\frac{dA}{dx} = F$$

$$dA = F dx$$

$$\int dA = \int F dx = \int F v dt$$

$$A_T = \int_0^T F v dt$$

$$A_T = F v_0 \left(\int_0^T \frac{dt}{T} - \int_0^T dt \right)$$

$$A_T = F v_0 \left(\frac{T}{2} - T \right) = -\frac{F v_0 T}{2}$$

$$A_T = \frac{F v_0 T}{2} = -\frac{m v_0}{T} \cdot \frac{v_0 T}{2} = -\frac{m v_0^2}{2}$$

Изменение энергии

по закону сохранения энергии

об изм. кин. энергии

$$A_F = E_2 - E_1$$

$$A_F = \frac{m v^2}{2} - \frac{m (-v_0)^2}{2} = -\frac{m v_0^2}{2}$$

т.к. $t \leq T$, то можно считать

$$-\frac{m v_0^2}{2} = -\frac{0,4 \cdot 2^2}{2} = -0,8 \text{ Дж}$$

до $t = T$ сила F действует в направлении движения тела, следовательно $A_F > 0$

Ответ: $S_{\text{зт}} = \frac{5 v_0 T}{2} = 20 \text{ м}$; $F = \frac{m v_0}{T} = 0,8 \text{ Н}$; $A_T = -\frac{m v_0^2}{2} = -0,8 \text{ Дж}$



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!

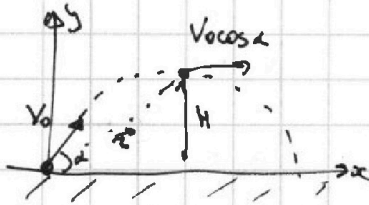
N 2 $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

Дано: $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$

$\alpha = 60^\circ$ $\tan 60^\circ = \sqrt{3}$

$T = 2 \text{ c}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



Заметим, что

$V_0 \cos \alpha = \frac{V_0}{2} \Rightarrow 3a$

T тело пройдет половину высоты

6 аноее, вершина параболы; Тогда $H = V_0 \sin \alpha T$

$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$x(t) = V_0 \cos \alpha t$

$V_y(t) = V_0 \sin \alpha - gt$

$V_x(t) = V_0 \cos \alpha$

ЗСЗ:

$\text{или } V_0 \cos \alpha = \frac{V_0 \sin \alpha}{2}$

$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{3V_0^2}{8g}$

$\frac{3gT^2}{8 \sin^2 \alpha} = \frac{3gT^2}{8 \sin^2 \alpha}$

$= \frac{3gT^2}{2 \cdot 8 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{gT^2}{6} = \frac{40}{62} \text{ м} =$

$= \frac{20}{3} \text{ м} \approx 6.7 \text{ м} \approx 20 \text{ м};$

T. высота:

$z^2 = x^2 + y^2$

$z^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha T^2 + V_0^2 \sin^2 \alpha T^2 - \frac{g^2 T^4}{4} - V_0 \sin \alpha g T^3 =$

$= \frac{g^2 T^4}{\sin^2 \alpha} \cos^2 \alpha T^2 + \frac{g^2 T^4}{\sin^2 \alpha} T^2 \sin^2 \alpha + \frac{g^2 T^4}{4} - \frac{gT}{\sin \alpha} g T^3 \sin \alpha =$

$= \frac{g^2 T^4}{\tan^2 \alpha} + g^2 T^4 + \frac{g^2 T^4}{4} - g^2 T^4 = g^2 T^4 \left(\frac{1}{\tan^2 \alpha} + \frac{1}{4} \right) =$

$= g^2 T^4 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{12} g^2 T^4 \Rightarrow z = g T^2 \sqrt{\frac{7}{12}} = 40 \text{ м} \sqrt{\frac{7}{12}} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}$

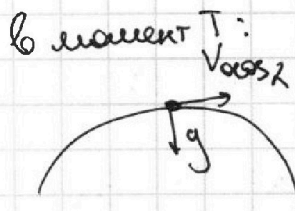


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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



$$a_y = g$$

$$a_y = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{R} \Rightarrow g = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{R} \Rightarrow$$

$$R = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = \frac{g^2 T^2}{\sin^2 \alpha} \cos^2 \alpha = \frac{g T^2}{\tan^2 \alpha} = \frac{g T^2}{3} =$$

$$= \frac{40 \text{ м}}{3}$$

$$\frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

Ответ: $H = \frac{20}{3} \text{ м} \approx 6,7 \text{ м}$; $|r| = g T^2 \sqrt{\frac{7}{12}} = 40\sqrt{\frac{7}{12}} \text{ м}$

$$D = \frac{g T^2}{3} = \frac{40}{3} \text{ м};$$



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.

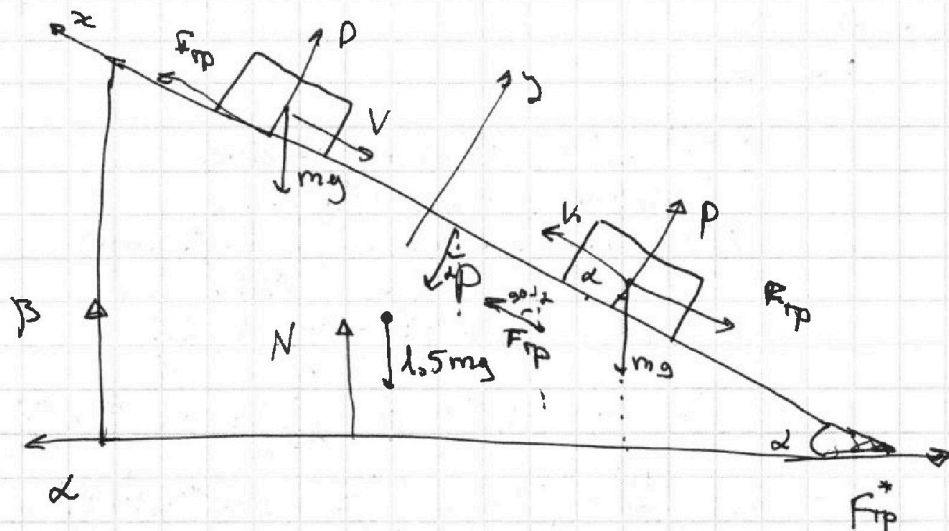
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

N 3

Дано:
 $m = 0,4 \text{ кг}$
 $1,5 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



23м на шайбу; т.к. шайба находится по укл. не движется; $a_y = 0$ (шайба) $\Rightarrow$

$P = mg \cos \alpha$; по 3-му з-к $F_{тр} = \mu P$
т.к. на шайбу есть извне, по тем же причинам вверх по шайбу, но движется вверх и по шайбу вверх; $F_{тр}$ вверх от шайбы;

$$m a_x = -mg \sin \alpha - F_{тр} = -mg \sin \alpha - \mu P = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

но все: $m a_x = -mg \sin \alpha + F_{тр} \Rightarrow g(-\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a_x$
т.к. a_x — некое a , т.к. по шайбу y укл. 0 $\Rightarrow$

$$a_{go} + a_{ноше} = -2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_{go} + a_{ноше}}{-2g}$$

$$a_{go} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{0,6 \text{ м}}{0,1 \text{ с}} = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad a_{ноше} = \frac{0,6 \text{ м}}{0,3 \text{ с}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{-2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{-2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{1}{5}; \quad \cos \alpha \text{ по ОГО} = \sqrt{1 - \frac{1}{25}} = \frac{\sqrt{24}}{5} = \frac{2\sqrt{6}}{5}$$

$$a_{ноше} - a_{go} = \frac{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2g \cos \alpha} \Rightarrow \mu = \frac{a_{ноше} - a_{go}}{2g \cos \alpha} = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{2\sqrt{6}}{5}} = \frac{15}{16} = \frac{5}{8}$$



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!

или go:

осе β :

$$\frac{238}{25} =$$

$$0 = N - 1,5mg - P\cos\alpha - F_{\text{тр}}\sin\alpha$$

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

$$N = 1,5mg + mg\cos\alpha (\cos\alpha - \mu\sin\alpha)$$

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

$$N = mg(1,5 + \frac{24}{25} - \frac{\sqrt{6}}{6} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{2\sqrt{6}}{5})$$

$$N = mg(1,5 + \frac{24}{25} - \frac{2}{25}) = mg(\frac{3}{2} + \frac{22}{25}) =$$

$$= mg(\frac{75}{50} + \frac{44}{50}) = mg(\frac{119}{50}) = \frac{100 \cdot 119}{50} \text{ Н} = \frac{238}{25} \text{ Н}$$

осе α :

$$0 = -F_{\text{тр}}^* + F_{\text{тр}}\cos\alpha + P\sin\alpha$$

$$F_{\text{тр}}^* = \mu P\cos\alpha + P\sin\alpha = P(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = mg\cos\alpha(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

$$F_{\text{тр}}^* = mg \cdot \frac{2\sqrt{6}}{5} (\cos\alpha\sin\alpha + \mu\cos^2\alpha) = mg(\frac{2\sqrt{6}}{5} \cdot \frac{1}{5} + \frac{\sqrt{6}}{6} \cdot \frac{24}{25}) =$$

$$= mg \frac{6\sqrt{6}}{25}$$

носе:

осе β :

$$0 = N - 1,5mg - P\cos\alpha - F_{\text{тр}}\sin\alpha$$

$$N = 1,5mg + P\cos\alpha + F_{\text{тр}}\sin\alpha = mg(1,5 + \cos^2\alpha + \mu\sin\alpha\cos\alpha) =$$

$$= mg(1,5 + \frac{24}{25} + \frac{\sqrt{6}}{6} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{2\sqrt{6}}{5}) = mg(\frac{3}{2} + \frac{24}{25} + \frac{2}{25}) = mg(\frac{75}{50} + \frac{52}{50}) = mg\frac{127}{50}$$

осе α :

$$0 = -F_{\text{тр}}^* + F_{\text{тр}}\cos\alpha + P\sin\alpha$$

$$F_{\text{тр}}^* = \mu P\cos\alpha + P\sin\alpha = mg(\sin\alpha\cos\alpha + \mu\cos^2\alpha) =$$

$$= mg(\frac{1}{5} \cdot \frac{2\sqrt{6}}{5} + \frac{\sqrt{6}}{6} \cdot \frac{24}{25}) = -\frac{2\sqrt{6}}{25} mg$$

$$\mu N \geq F_{\text{тр}}^* \Rightarrow \mu \geq \frac{|F_{\text{тр}}^*|}{N}$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{\cos\alpha(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}{1,5 + \cos^2\alpha + \mu\sin\alpha\cos\alpha} \Rightarrow \begin{cases} \mu \geq \frac{2 \cdot 6\sqrt{6}/119}{25/50} \\ \mu \geq \frac{2 \cdot 2\sqrt{6}/127}{25/50} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{12\sqrt{6}}{119} \approx \frac{4\sqrt{6}}{127}; \text{ Ответ: } \sin\alpha = \frac{1}{5}; \cos\alpha = \frac{2\sqrt{6}}{5}; \mu = \frac{\sqrt{6}}{6}; N = mg(1,5 + \cos^2\alpha + \mu\sin\alpha\cos\alpha) =$$

$$= \frac{238}{25} \text{ Н}; \mu \geq \frac{12\sqrt{6}}{119}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

N 4

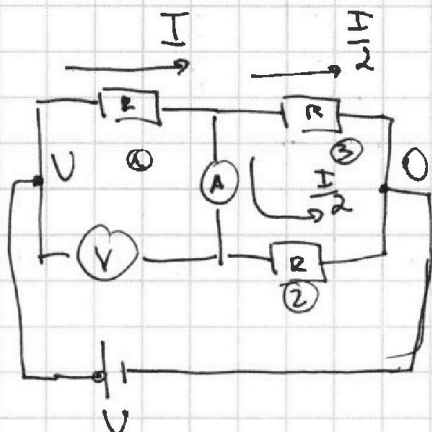
Дано:

$$R = 200 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$$R_A \ll R$$

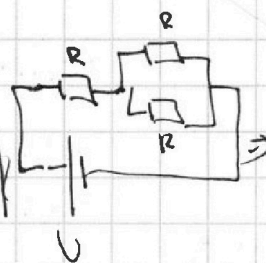
$$R_V \gg R$$



Рассчитаем ток из правил Кирхгофа

Т.е. V-разрыв, а A-пробой $\Rightarrow$

$$R_3 = 1,5R \Rightarrow I = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 120}{3 \cdot 200} \text{ А} = \frac{2}{5} \text{ А} = 0,4 \text{ А}$$



$$I_A = \frac{I}{2} = \frac{1}{5} \text{ А} = \frac{U}{3R} = 0,2 \text{ А}$$

Р на элементах $= UI^*$, у $R_V V I \ll 1$, а у $A V \ll 1$

на шине $P=0$; на резисторах $U^* = I^* R \Rightarrow$

$$P^* = I^{*2} R \quad \text{тогда} \quad P_1 = I^2 R; P_2 = P_3 = \frac{I^2 R}{4}$$

$$\text{Всего } P_0 = \frac{U^2}{R} = \frac{120^2}{200} = 72 \text{ Вт}$$

$$P_1 = I^2 R = \frac{4}{25} \cdot 200 = 32 \text{ Вт}$$

$$\text{То же } P_2 = P_3 = \frac{1}{4} \cdot \frac{U^2}{R} = \frac{1}{4} \cdot \frac{120^2}{200} = 8 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } I = \frac{2U}{3R} = 0,4 \text{ А}; I_A = \frac{U}{3R} = 0,2 \text{ А}; P_0 = \frac{2U^2}{3R} = 48 \text{ Вт}; P_1 = \frac{4U^2}{9R} = 32 \text{ Вт}; P_2 = P_3 = \frac{U^2}{9R} = 8 \text{ Вт}$$



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
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!

$$t_1 = 10 \cdot \left(\frac{3,36}{4,2} + 1 \right)^\circ \text{C} = 33,6^\circ \text{C}$$

$$= 10 \cdot \left(\frac{336 + 420}{420} \right)^\circ \text{C} = 10 \cdot \left(\frac{84 + 105}{105} \right)^\circ \text{C} = 10 \cdot \left(\frac{28 + 35}{35} \right)^\circ \text{C}$$

$$= 10 \cdot \left(\frac{4 + 5}{5} \right)^\circ \text{C} = 2 \cdot (9)^\circ \text{C} = 18^\circ \text{C}$$

Ответ: $\delta = \frac{n-1}{n+1} = \frac{1}{10} = 0,1$; $t_1 = \frac{\delta \lambda - c \cdot t_2}{c \cdot b} = 18^\circ \text{C}$;

Т.к. $t_1 > 0$, то все хорошо и нет отрицательных значений; расчит.



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!

N5

Дано:
 $t_2 = -20^\circ\text{C}$
 $n = \frac{11}{9}$



Тепловой баланс от t_2 воды:

go:

$$M_1 c_p t_1 + M_2 c_p (-t_2) = M_1 c_p t_1 + M_2 c_p t_1$$

после:

$$M_2 c_p (-t_2) + \delta M_2 \lambda$$

масса

вода go - M_2

после

δM_2 вода

остаток 1-й

$(1-\delta)M_2$

$$M_1 c_p (-t_2) + M_1 \lambda$$

$$-M_2 c_p t_2 + \delta M_2 \lambda - M_1 c_p t_2 + M_1 \lambda = -M_1 c_p t_2 + M_1 \lambda +$$

$$-M_2 c_p t_2 + \delta M_2 \lambda = M_1 c_p t_1$$

вода go -

$$M_1; \text{после } M_1 + \delta M_2 \Rightarrow \eta = \frac{M_1 + \delta M_2}{(1-\delta)M_2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta(1-\delta)M_2 = M_1 + \delta M_2 \\ \delta M_2 \lambda = M_1 c_p t_1 + M_2 c_p t_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta(1-\delta) - \delta = \frac{M_1}{M_2} \\ \delta \lambda = \frac{M_1}{M_2} c_p t_1 + c_p t_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta \eta(1-\delta) - \delta = 1 \\ \delta \lambda = c_p t_1 + c_p t_2 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \eta = 1 + \delta + n\delta \\ t_1 = \frac{\delta \lambda - c_p t_2}{c_p} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\eta-1}{\eta+1} = \delta = \frac{\frac{2}{9}}{\frac{2}{9}+1} = \frac{1}{10} \\ t_1 = \frac{\delta \lambda - c_p t_2}{c_p} = \frac{3,36 \cdot 10^4 + \frac{1}{10} \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot 20}{4,2 \cdot 10^3} = \left(\frac{3,36}{4,2} + 10 \right)^\circ\text{C} \end{array} \right.$$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☒

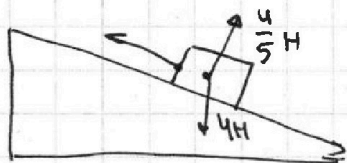
5
☒

6
☐

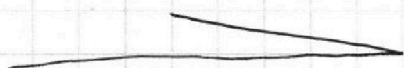
7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

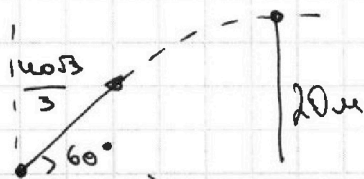
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



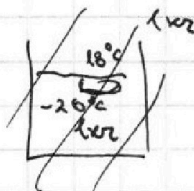
$$\frac{V_x^2}{R} = g \quad R = \frac{V_x^2}{g} = \frac{(20\sqrt{3})^2}{10} = \frac{400}{3}$$



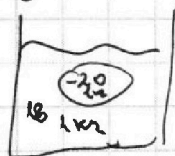
$$\frac{V_x^2}{2} = g H$$



$$\frac{40\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \cdot \frac{4}{5} \cdot 10$$



$$\frac{40\sqrt{3}}{3} \cdot 2$$



$$36d$$

$$16d$$

$$40\sqrt{\frac{2}{3}} + 1$$

$$20\sqrt{\frac{4}{3}} + 1 = 20\sqrt{\frac{2}{3}}$$



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

1
☐2
☐3
☒4
☒5
☒6
☒7
☐СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

Реша:

$$a_{go} + a_{nose} = -g \sin \alpha - g \mu^* \cos \alpha + g \mu^* \cos \alpha - g \sin \alpha = -2g \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_{go} + a_{nose}}{-2g}$$

$$a_{go} \text{ по } \varphi = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{0,6}{0,1} = -6 \frac{м}{с^2}$$

$$a_{nose} \text{ по } \varphi = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,6}{0,3} = 2 \frac{м}{с^2}$$

⇓

$$\sin \alpha = \frac{a_{go} + a_{nose}}{-2g} = \frac{-6 + 2}{-2 \cdot 10} = \frac{-4}{-20} = \frac{1}{5} \Rightarrow$$

$$a_{nose} - a_{go} = g \mu^* \cos \alpha - g \sin \alpha + g \sin \alpha + g \mu^* \cos \alpha = 2g \mu^* \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{a_{nose} - a_{go}}{2g \cos \alpha} = \mu^* =$$

$$= \frac{2 + 6}{2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{8 \cdot 2}{20 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{2}{3}$$

отт

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{25}} = \frac{2}{5}$$

$$\sqrt{1 - \frac{1}{25}} = \frac{2}{5}$$

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

$$\begin{array}{r} 109 \\ \times 2 \\ \hline 178 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 178 \mid 25 \\ 175 \mid 7,12 \\ \hline 30 \\ -25 \\ \hline 50 \\ -50 \\ \hline 0 \end{array}$$

н.2:

23-й на мин.

осб 4:

$$0 = N + F_{\text{тр}} \sin \alpha - 1,5mg - P \cos \alpha$$

$$N = 1,5mg + F_{\text{тр}} \cos \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha = 1,5mg + P (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) =$$

$$= 1,5mg + mg \cos \alpha (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) = 1,5mg + mg \cdot \frac{3}{5} \left(\frac{3}{5} - \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{5} \right) =$$

$$= 1,5mg + mg \left(\frac{9}{25} - \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{5} \right) = 1,5mg + mg \left(\frac{9}{25} - \frac{2}{25} \right) = mg \left(\frac{7}{25} + \frac{3}{2} \right) =$$

$$= mg \frac{14 + 75}{50} = mg \frac{89}{50} = \frac{89 \cdot 4}{50 \cdot 4} = \frac{89 \cdot 2}{25 \cdot 4} = 7,12H$$



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.

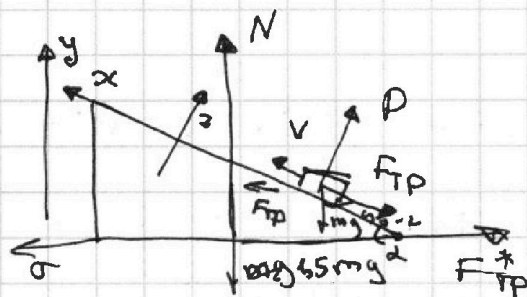
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

N3

Дано:
 $m = 0,4 \text{ кг}$
 $1,5 \text{ м}$
 $y = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



Так как по условию кин. помех нет:

Акции по $x, y, z = 0$;

скорость шайбы будет оставаться направленной
вдоль оси x , т.к. $a_{\text{кин}} = 0$; также, т.к. на
графике есть излом, то шайбу протолкнем вверх
по наклону.

тогда по излому $F_{\text{тр}}$ против x , V по x ,
после $F_{\text{тр}}$ по x , V против;

Адо го:

2-й шайба, ось x :

$$m a_x = -mg \sin \alpha - \mu^* P$$

z : по условию не трогать

$$0 = -mg \cos \alpha + P \Rightarrow P = mg \cos \alpha$$

$$m a_x = -mg \sin \alpha - \mu^* mg \cos \alpha$$

$$a_x = -g(\sin \alpha + \mu^* \cos \alpha)$$

по 3-й А.К.: $F_{\text{тр}} = \mu P$

после

$$\text{оси } z \quad P = mg \cos \alpha$$

оси x :

$$m a_x = \mu^* P - mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$a_x = g(\mu^* \cos \alpha - \sin \alpha)$$



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
__ 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!

Ответ: n.1 $\sin \alpha = \frac{1}{5}$; $N = \frac{89}{50} mg = 7,12 \text{ Н}$;

n.3 $\mu \leq \frac{89}{30} \cdot \frac{89}{18} \approx 25$; $\mu \geq \frac{97}{6} \approx 16$;

$$\frac{89}{18} \approx 5 - \frac{1}{18} \approx 5$$

$$\frac{97}{6} = 16 \frac{1}{6}$$



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!

1.3 $\Rightarrow$ в модели момент $|F_{TP}^*| \leq \mu N \Rightarrow \mu \geq \frac{N}{|F_{TP}^*|}$

гол

23-ч ось σ :

$$0 = F_{TP} \cos \alpha + P \sin \alpha - F_{TP}^*$$

$$F_{TP} \cos \alpha + F_{TP}^* = P \sin \alpha$$

$$F_{TP}^* = P (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$F_{TP}^* = mg \cos \alpha (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) =$$

$$1 = mg \cdot \frac{3}{5} \left(\frac{2}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \right) = mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}$$

23-ч ноль: F_{TP} меняет свой знак, остальные силы остаются

$$0 = -F_{TP} \cos \alpha + P \sin \alpha - F_{TP}^*$$

$$F_{TP}^* = P (-\mu \cos \alpha + \sin \alpha) =$$

$$= mg \cos \alpha \left(-\frac{2}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \right) = mg \cdot \frac{3}{5} \left(-\frac{1}{5} \right) = -mg \cdot \frac{3}{25}$$

теперь

нормаль на ось y :

$$0 = N - 1,5mg - F_{TP} \sin \alpha - P \cos \alpha$$

$$N = 1,5mg + P (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = 1,5mg + mg \cos \alpha (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) =$$

$$= 1,5mg + mg \cdot \frac{3}{5} \left(\frac{3}{5} + \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{5} \right) = \frac{3}{2} + \frac{3}{5} \left(\frac{3}{5} + \frac{2}{25} \right) mg =$$

$$= \left(\frac{3}{2} + \frac{11}{25} \right) mg = \left(\frac{75}{50} + \frac{22}{50} \right) mg = \frac{97}{50} mg$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \mu \leq \frac{97}{50} / \frac{3}{25} \\ \mu \leq \frac{97}{50} / \frac{3}{25} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mu \leq \frac{89}{18} \\ \mu \leq \frac{97}{25} \end{cases}$$