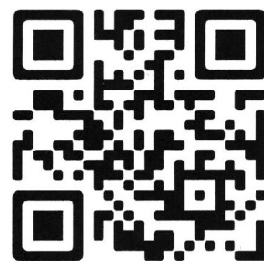




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



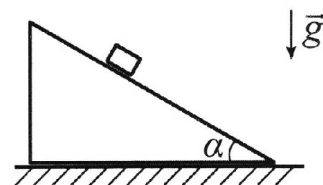
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t=T$.

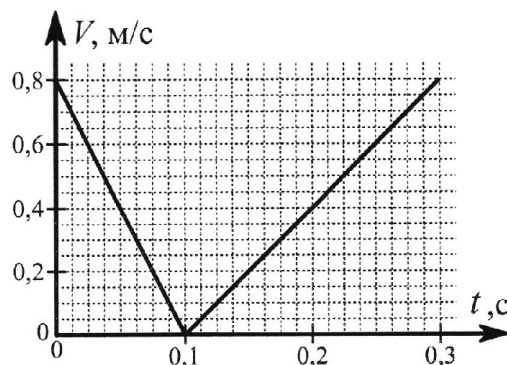
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха 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 клин по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





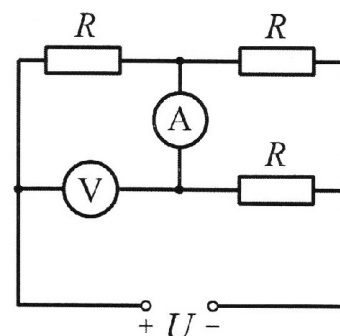
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 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!

N1

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

$$\Rightarrow \frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{a}(t) = -\frac{\vec{V}_0}{T} = \text{const}$$

$$\Rightarrow \vec{V} \cdot dt = \vec{V}_0 \cdot dt - \frac{\vec{V}_0}{T} t \cdot dt \Rightarrow \vec{S}(t) = \vec{V}_0 \cdot t - \frac{\vec{V}_0 \cdot t^2}{2T}$$

$$\Rightarrow \vec{S}(4T) = \vec{V}_0 \cdot 4T - \frac{\vec{V}_0 \cdot 16T^2}{2T}$$

Скорость и ускорение сонаправлены

→ Рассмотрим движение по оси V (OX):

$$V_x(t) = V_{0x} - \frac{V_{0x}}{T} t \quad (V_{0x} = V_0)$$

$$\Rightarrow S(t) = V_0 t - \frac{V_0 t^2}{2T} \Rightarrow X(t) = V_0 t - \frac{V_0 t^2}{2T} \quad \left(\begin{array}{l} \text{зададим} \\ x_0 = 0 \end{array} \right)$$

⇒ Некоторое время майба будет двигаться по OX в положительном направлении, а далее в отрицательном.

Нужно сложить модули этих перемещений, чтобы получить

$$\text{пути.} \Rightarrow \text{В } X_{\max}, V_x = 0 \Rightarrow V_0 - \frac{V_0}{T} \cdot t = 0 \Rightarrow t = T$$

$$\Rightarrow X_{\max} = V_0 \cdot T - \frac{V_0 \cdot T^2}{2T} = \frac{V_0 T}{2}$$

$$X(4T) = V_0 \cdot 4T - \frac{V_0 \cdot 16T^2}{2T} = -4V_0 T \Rightarrow 0 \rightarrow \frac{V_0 T}{2} \rightarrow -4V_0 T$$

$$\Rightarrow S = \left| \frac{V_0 T}{2} - 0 \right| + \left| -4V_0 T - \frac{V_0 T}{2} \right| = 5V_0 T = 5 \cdot 4 \cdot 2 = 40 \text{ м}$$

1) Ответ: $S = 5V_0 T = 40 \text{ м}$



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.



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!

Из пред. пункта $\vec{a} = -\frac{\vec{V}_0}{T} = \text{const}$

$\Rightarrow$ По 2 З.Н.: $m\vec{a} = \sum \vec{F}_i = \vec{F}$

$$\Rightarrow \vec{F} = -\frac{m\vec{V}_0}{T} \Rightarrow F = \frac{mV_0}{T} = \frac{0,2 \cdot 4}{2} = 0,4 \text{ Н}$$

2) Ответ: $F = \frac{mV_0}{T} = 0,4 \text{ Н}$

$$\vec{F} = -\frac{m\vec{V}_0}{T} \Rightarrow \vec{F} \perp \vec{V}_0 \Rightarrow \text{до момента } t=T$$

шайба движется в направлении $\vec{V}_0$

$\Rightarrow$ Работа силы $\vec{F}$ на этот участок будет отрицательна

$$\Rightarrow A = -F \cdot S_{0-T} = -F \cdot x_{\max} = -\frac{mV_0}{T} \cdot \frac{V_0 T}{2} = -\frac{mV_0^2}{2} = \frac{0,2 \cdot 16}{2} = 1,6 \text{ Дж}$$

3) Ответ: $A = -\frac{mV_0^2}{2} = -1,6 \text{ Дж} = -1,6 \text{ Дж}$



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.

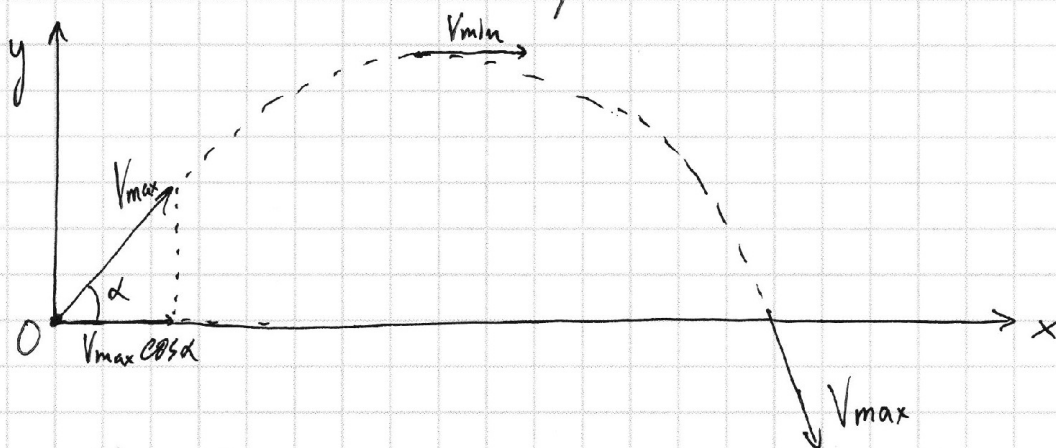
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

N2

Очевидно, что $V_{\max}$ достигается в первом и последнем моментах полета, а $V_{\min}$ - в высшей точке (т.к. по ЗСЭ: $\frac{mV^2}{2} + mgh = \text{const} \Rightarrow$ чем больше h тем меньше V и наоборот)



Т.к. по гор. ускорения нет.

$V_{\min} = V_{\max} \cos \alpha$ (где α - угол от гор., под кот. полетел мяч)

$$\Rightarrow \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1}{\cos \alpha} = n \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}$$

$$\Rightarrow V_{y_0} = V_{\max} \sin \alpha \Rightarrow V_y(t) = V_{\max} \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} - gt$$

Ввиду симметрии параболы: $V_y(\frac{T}{2}) = 0$ (т.е. $V = V_{\min}$)

$$\Rightarrow V_{\max} \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} = \frac{gT}{2}. \text{ А } y(t) = V_{\max} \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} t - \frac{gt^2}{2} = \frac{gTt}{2} - \frac{gt^2}{2}$$

$$\Rightarrow H = y_{\max} = y(\frac{T}{2}) = \frac{gT^2}{4} - \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{8} = \frac{10 \cdot 16^2}{8} = 20 \text{ м}$$

$$1) \text{ Ответ: } H = \frac{gT^2}{8} = 20 \text{ м}$$



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!

Теперь рассмотрим движение по ОХ (по гор.)

$$V_x = \text{const} = V_{\max} \cos \alpha = \frac{V_{\max}}{n}$$

$$\text{Но } V_{\max} \cdot \frac{\sqrt{n^2-1}}{n} = \frac{gT}{2} \Rightarrow V_{\max} = \frac{n}{\sqrt{n^2-1}} \cdot \frac{gT}{2}$$

$$\Rightarrow V_x = \frac{n}{\sqrt{n^2-1}} \cdot \frac{gT}{2n} = \frac{gT}{2\sqrt{n^2-1}}$$

$$\Rightarrow x(t) = V_x t = \frac{gTt}{2\sqrt{n^2-1}}$$

$$\Rightarrow S = x(T) = \frac{gT^2}{2\sqrt{n^2-1}} = \frac{10 \cdot 16^2}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{80}{3} \sqrt{3} \text{ м}$$

$$2) \text{ Ответ: } S = \frac{gT^2}{2\sqrt{n^2-1}} = \frac{80}{3} \sqrt{3} \text{ м}$$

По оуп.: $R = \frac{V^2}{a_n}$, где a_n - проекция $\vec{a}$ на $\perp$ к $\vec{V}$

$$\Rightarrow \begin{array}{c} \text{Diagram showing velocity vector } V \text{ at angle } \alpha \text{ to the horizontal, with normal acceleration } a_n = g \cos \alpha. \end{array} \Rightarrow a_n = g \cos \alpha = \frac{g}{n}$$

$$\Rightarrow R = \frac{V_{\max}^2}{g \cos \alpha} = \frac{\frac{n^2}{n^2-1} \cdot \frac{g^2 T^2}{4}}{g \cdot \frac{1}{n}} = \frac{g T^2 n^3}{4(n^2-1)} = \frac{10 \cdot 16^2 \cdot 8}{4 \cdot 3} = \frac{320}{3} \approx 107 \text{ м}$$

$$3) \text{ Ответ: } R = \frac{g T^2 n^3}{4(n^2-1)} \approx 107 \text{ м}$$



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**.

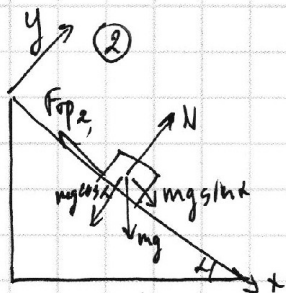
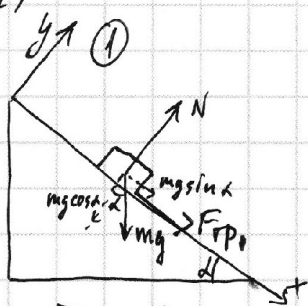
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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

По графику видно, что шайба сначала замедляется, а потом ускоряется $\Rightarrow$ Шайбу толкнули вверх по клину, а потом она начала скатываться вниз.



① Шайба движется вверх по клину

$\Rightarrow$ 2 ЗИ по ОХ:

$$ma_{x1} = +mg \sin \alpha + F_{fp1}$$

$$F_{fp1} = \mu_0 N_1 \text{ т.к. движение вверх}$$

2 ЗИ по ОУ:

$$0 = N_1 - mg \cos \alpha \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ma_1 = mg \sin \alpha + F_{fp1} \\ ma_2 = mg \sin \alpha - F_{fp2} \end{cases} \Rightarrow m(a_1 + a_2) = 2\mu mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} \quad \left(\begin{array}{l} a_1, a_2 - \text{модули ускорений в случаях ① и ②, они равны } a_{x1} \text{ и } a_{x2} \text{ т.к. } a_{x1}, a_{x2} > 0 \\ \text{и все движение происходит по ОХ} \end{array} \right)$$

$$\Rightarrow \text{Из графика: } a_1 = \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} = \frac{0.8}{0.1} = 8 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{\Delta V_2}{\Delta t_2} = \frac{0.8}{0.2} = 4 \text{ м/с}^2$$



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 ☐

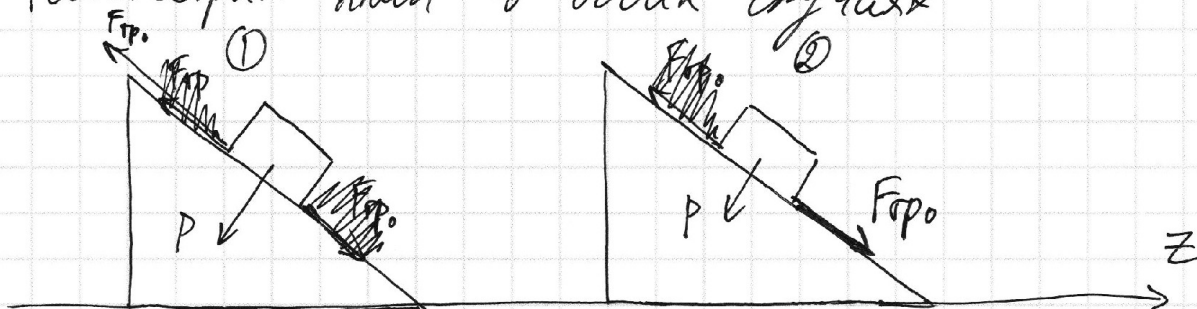
СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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!

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{8 + 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0,6 = \frac{3}{5} \quad (\cos \alpha = \frac{4}{5})$$

1) Ответ: $\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{3}{5} = 0,6$

Рассмотрим клин в обоих случаях



От шайбы на него действуют силы $\vec{P}$ и $\vec{F}_{тр}$.

Рассматриваем движение (возможное его) клина по OZ

$$\rightarrow \text{По 2 ЗИ: } \sum F_{iz} = 0 \Rightarrow P_z + F_{тр,z} + F_{тр0,z} = 0, \text{ где}$$

$F_{тр}$ — сила трения, с кот. гор. поверхность действует на клин. (все ост. силы N и т.д. только по оси $\perp OZ$)

$\Rightarrow$ В случае ② P_z и $F_{тр0,z}$ разных знаков, а в ① случае P_z и $F_{тр0,z}$ одного знака. Раз нам нужно

тах $|F_{тр,z}|$, то рассмотрим ② случай

(т.к. силы трения действ. на 2 тела (соприкасающихся) ↑↓)

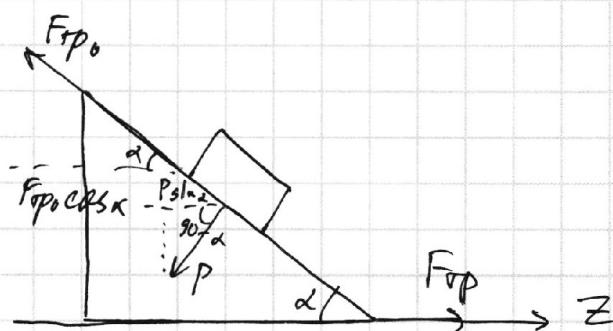


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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!



$$\Rightarrow F_{rpz} = -P_z - F_{rp0z} = P \sin \alpha + F_{rp0} \cos \alpha$$

$$P = N = mg \cos \alpha, \quad F_{rp0} = F_{rp1}$$

$$\Rightarrow F_{rpz} = mg \sin \alpha \cos \alpha + F_{rp1} \cos \alpha = \cos \alpha (mg \sin \alpha + F_{rp1}) = m a_1$$

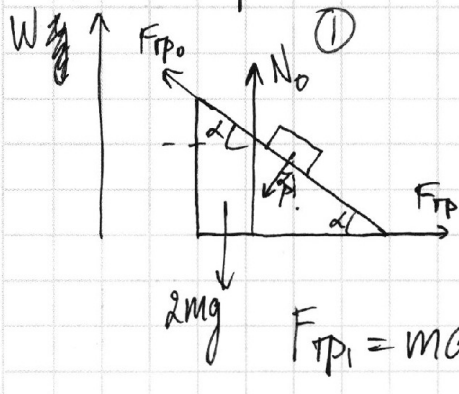
$$\Rightarrow F_{rpz} = m a_1 \cos \alpha = 0,2 \cdot 8 \cdot \frac{4}{5} = 1,6 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ Н} = F_{rp}$$

$$2) \text{ Ответ: } F_{rp} = m a_1 \cos \alpha = 1,28 \text{ Н}$$

~~$$F_{rp} = m a_1 \cos \alpha = m a_1 \sin \alpha$$~~

~~$$\text{и тогда в ней находим } F_{rp}$$~~

Рассмотрим оба случая еще раз



Теперь 2 Н на ОВ:

$$0 = N_0 - 2mg - P \cos \alpha + F_{rp0} \sin \alpha$$

$$\Rightarrow N_0 = 2mg + P \cos \alpha + F_{rp1} \sin \alpha$$

$$F_{rp1} = m a_1 - mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow N_0 = 2mg + mg \cos^2 \alpha + m a_1 \sin \alpha + mg \sin^2 \alpha = m(a_1 \sin \alpha + g(2 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha))$$

$N_0 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$



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 ☐

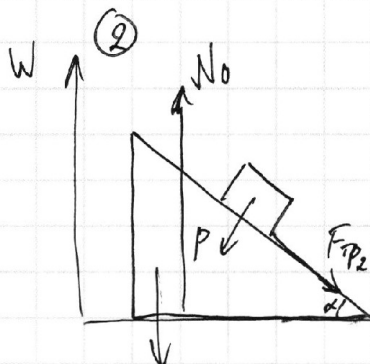
СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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!

Если клин находится в покое, то:

$$F_{\text{тр}} = m a_1 \cos \alpha \leq \mu N_0 = \mu m (-a_1 \sin \alpha + g(2 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha))$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{a_1 \cos \alpha}{-a_1 \sin \alpha + g(2 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)} = \frac{a_1 \cos \alpha}{3g - a_1 \sin \alpha} = \frac{8 \cdot 0,8}{30 - \frac{8 \cdot 3}{5}} = \frac{32}{126} = \frac{16}{63}$$



Сначала найдем $F_{\text{тр}}$ в

этом случае

$\rightarrow$ 2 ЗИ по ОЗ:

$$P_z + F_{\text{тр}2,z} + F_{\text{тр}z} = 0$$

$$F_{\text{тр}z} = -P_z - F_{\text{тр}2,z} = P \sin \alpha - F_{\text{тр}2} \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} F_{\text{тр}z} &= m g \sin \alpha \cos \alpha - F_{\text{тр}2} \cos \alpha = \\ &= \cos \alpha (m g \sin \alpha - F_{\text{тр}2}) = m a_2 \cos \alpha \end{aligned}$$

Теперь запишем 2 ЗИ по ОВ:

$$\begin{aligned} 0 &= N_0 - 2mg - P \cos \alpha - F_{\text{тр}2} \sin \alpha \Rightarrow N_0 = 2mg + P \cos \alpha + F_{\text{тр}2} \sin \alpha \\ &= 2mg + m g \cos^2 \alpha + F_{\text{тр}2} \sin \alpha \end{aligned}$$

$$F_{\text{тр}2} = m g \sin \alpha - m a_2 \Rightarrow N_0 = 2mg + m g \cos^2 \alpha + m g \sin^2 \alpha - m a_2 \sin \alpha$$

$$N_0 = 3mg - m a_2 \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \text{Если клин покоится, то: } F_{\text{тр}z} = m a_2 \cos \alpha \leq \mu N_0 = \mu m (3g - a_2 \sin \alpha)$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{a_2 \cos \alpha}{3g - a_2 \sin \alpha} = \frac{4 \cdot 0,8}{30 - \frac{4 \cdot 3}{5}} = \frac{16}{138} = \frac{8}{69} \quad \left| \begin{array}{l} \text{из глук. неравенств на } \mu: \\ \text{5) Order: при } \mu \geq \frac{a_1 \cos \alpha}{3g - a_1 \sin \alpha} = \frac{16}{63} \end{array} \right.$$

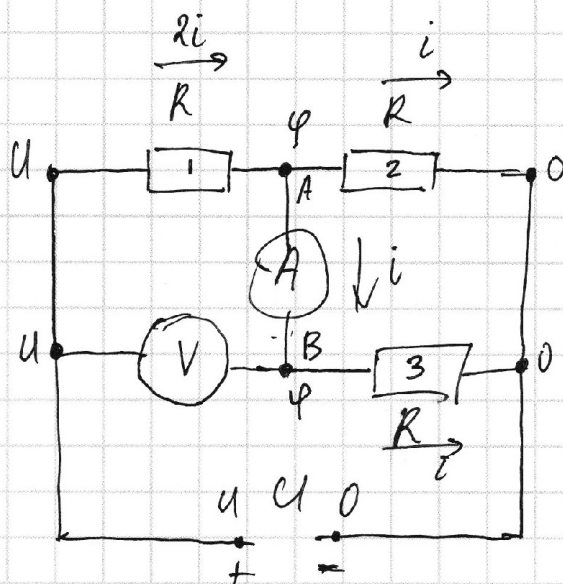


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☒5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
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!

N4



Разнось потенциалов
на концах резисторов
2 и 3 одинакова, и
у них одинаковые
сопротивления

→ Через них текут одинаковые токи i
→ Через амперметр течет ток i (т.к. суммарный ток в узле B $= 0$) → Через 1 резистор течет ток $2i$ → $\frac{U-\varphi}{R} = 2i$, $\frac{\varphi-0}{R} = i$

$$\begin{cases} U-\varphi = 2iR \\ \varphi = iR \end{cases} \rightarrow U - iR = 2iR \rightarrow U = 3iR$$

→ $i = \frac{U}{3R}$, а через источник течет ток $2i$

$$\rightarrow I = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 80}{3 \cdot 100} = 0,2 \text{ A} \rightarrow 1) \text{ Ответ: } I = \frac{2U}{3R} = 0,2 \text{ A}$$

$$\varphi = iR = \frac{U}{3} \rightarrow U_B = U - \varphi = \frac{2}{3}U = 20 \text{ В} \rightarrow 2) \text{ Ответ: } U_B = \frac{2}{3}U = 20 \text{ В}$$

На амперметре и вольтметре не выделяется мощность (т.к. они идеальны)

$$\Rightarrow P = P_1 + P_2 + P_3 = (2i)^2 R + i^2 R + i^2 R = 6i^2 R = 6 \cdot \frac{U^2}{9R} = \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot 80^2}{3 \cdot 100} = 6 \text{ Вт}$$

$$3) \text{ Ответ: } P = \frac{2U^2}{3R} = 6 \text{ Вт.}$$



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 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!

N5

Пусть было m воды и $m_{\text{лед}}$, Δm воды превратилось в лёд $\Rightarrow \frac{m+\Delta m}{m-\Delta m} = n \Rightarrow m+\Delta m = m n - \Delta m n \quad | : m \left(\frac{\Delta m}{m} \right)$

$$\Rightarrow 1 + \delta = n - \delta n \Rightarrow \delta(n+1) = n-1 \Rightarrow \delta = \frac{n-1}{n+1} = \frac{\frac{2}{7}}{\frac{9}{7}} = \frac{1}{8}$$

$$\Rightarrow 1) \text{ Ответ: } \delta = \frac{n-1}{n+1} = \frac{1}{8}$$

Запишем УТБ для этой системы:

Раз не вся вода кристаллизовалась, то конечная температура 0:

$$\Rightarrow c_v m(0-t_1) + c_n m(0-t_2) - \lambda \Delta m = 0 \quad | : m$$

$$-c_v t_1 + c_n t_2 - \lambda \delta = 0$$

$$\Rightarrow t_2 = - \frac{c_v t_1 + \lambda \frac{n-1}{n+1}}{c_n} = - \frac{4200 \cdot 10 + 336000 \cdot \frac{1}{8}}{2100}$$

$$= -20 - \frac{42000}{2100} = -40^\circ \text{C}$$

$$2) \text{ Ответ: } t_2 = - \frac{c_v t_1 + \lambda \frac{n-1}{n+1}}{c_n} = -40^\circ \text{C}$$