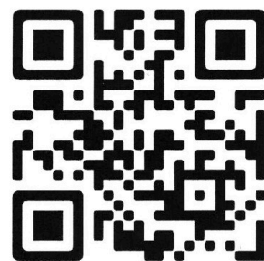


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



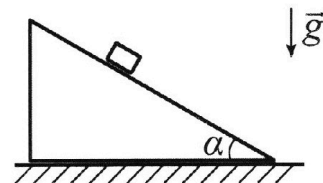
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

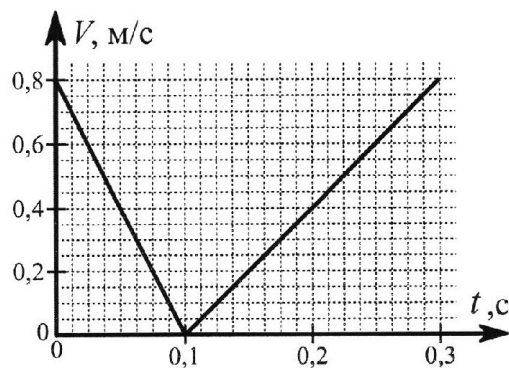
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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

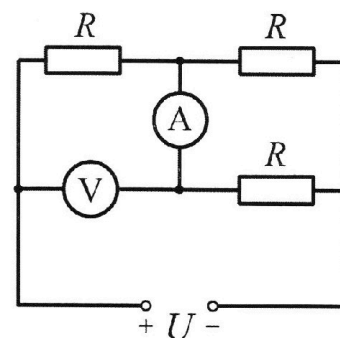


4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .

1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание U_B 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 $c_L = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3$ 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.

Надо сложить модули этих перемещений, чтобы получить

пути. \Rightarrow 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.

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!

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

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

$$\Rightarrow \vec{F} = -\frac{m\vec{v}_0}{T} \Rightarrow F = \frac{mv_0}{T} = \frac{0,2 \cdot 4}{2} = 0,4 \text{ Н}$$

2) Ответ: $F = \frac{mv_0}{T} = 0,4 \text{ Н}$

$\vec{F} = -\frac{m\vec{v}_0}{T} \Rightarrow \vec{F} \perp \vec{v}_0 \Rightarrow$ до момента $t=T$
шайба движется в направлении \vec{v}_0

\Rightarrow Работа силы \vec{F} на этом участке будет отрицательна

$$\Rightarrow A = -F \cdot s_{0-T} = -F \cdot x_{\text{max}} = -\frac{mv_0}{T} \cdot \frac{v_0 T}{2} = -\frac{mv_0^2}{2} = \frac{0,2 \cdot 16}{2} = 1,6 \text{ Дж}$$

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.

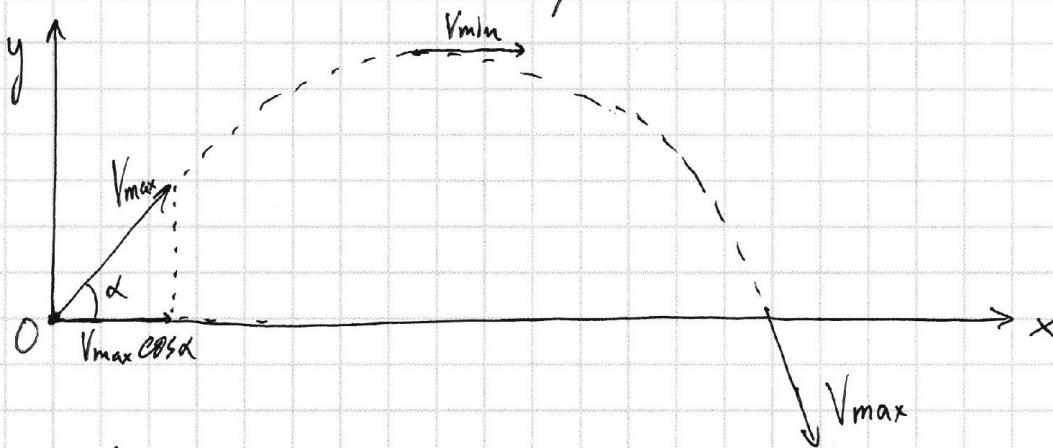
1 2 3 4 5 6 7

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 зор. ускорения нет.

$V_{\min} = V_{\max} \cos \alpha$ (где α - угол от зор., 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 с симметрией 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) 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 сеп.)

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

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

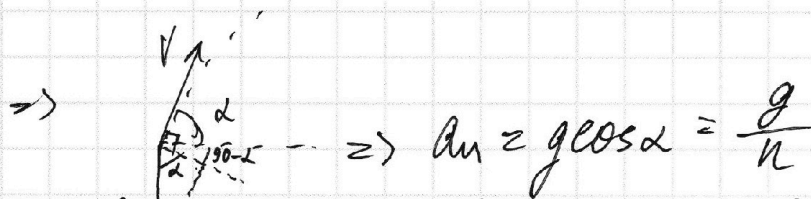
$$\Rightarrow V_x = \frac{n}{\sqrt{n^2-1}} \cdot \frac{gT}{2n} = \frac{gT}{2\sqrt{n^2-1}}$$

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

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

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

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



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

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



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.

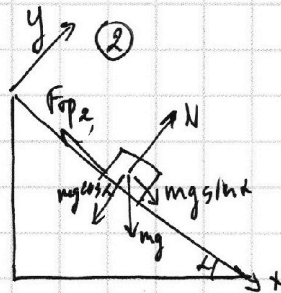
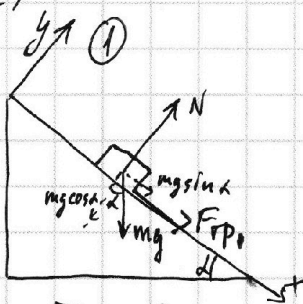
1 2 3 4 5 6 7

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:

$$ma_{x_1} = +mg \sin \alpha + F_{fp_1}$$

$$F_{fp_1} = \mu_0 N_1 \text{ т.к. } \text{гласн. сев.}$$

2 ЗИ по ОУ:

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

② Шайба движется вниз

2 ЗИ по ОХ и ОУ:

$$ma_{x_2} = mg \sin \alpha - F_{fp_2}$$

$$F_{fp_2} = \mu_0 N_2 \text{ т.к. } \text{гласн. сев.}$$

$$0 = N_2 - mg \cos \alpha \Rightarrow N_2 = mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow N_1 = N_2 \Rightarrow F_{fp_1} = F_{fp_2}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ma_1 = mg \sin \alpha + F_{fp} \\ ma_2 = mg \sin \alpha - F_{fp} \end{cases} + \Rightarrow \mu_0 (a_1 + a_2) = 2\mu_0 mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} \quad \left(\begin{array}{l} a_1, a_2 - \text{модули ускорений в случаях } \textcircled{1} \\ \text{и } \textcircled{2}, \text{ они равны } a_{x_1} \text{ и } a_{x_2} \text{ т.к. } a_{x_1}, a_{x_2} > 0 \\ \text{и все движение происходит по ОХ} \end{array} \right)$$

$$\Rightarrow \text{Из графика: } a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{0,8}{0,1} = 8 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{0,8}{0,2} = 4 \text{ м/с}^2$$



1 2 3 4 5 6 7

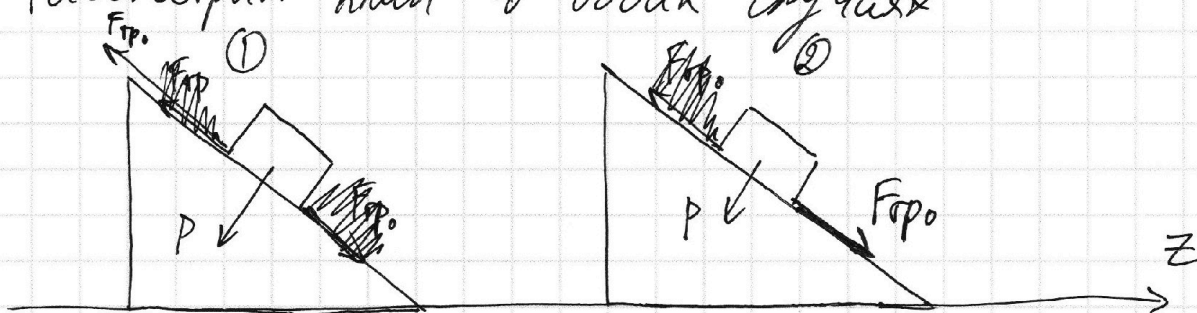
СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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 По 2ЗН: $\sum F_{iz} = 0 \Rightarrow P_z + F_{тр,z} + F_{г,z} = 0$, где

$F_{г,z}$ — сила тяжести, с кот. гор. поверхность действует на клин. (все ост. силы N и mg только по оси $\perp OZ$)

\Rightarrow В случае ② P_z и $F_{г,z}$ разных знаков, а в ① случае P_z и $F_{г,z}$ одного знака. Раз нам нужно $\max |F_{тр,z}|$, то рассмотрим ② случай

(т.к. силы трения действ. на 2 тела (соприкасающихся) $\uparrow N$)



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!



$$\Rightarrow F_{pz} = -P_z - F_{p0z} = P \sin \alpha + F_{p0} \cos \alpha$$

$$P = N = mg \cos \alpha, \quad F_{p0} = F_{p1}$$

$$\Rightarrow F_{pz} = mg \sin \alpha \cos \alpha + F_{pz} \cos \alpha = \cos \alpha (mg \sin \alpha + F_{p1})$$

ma_1

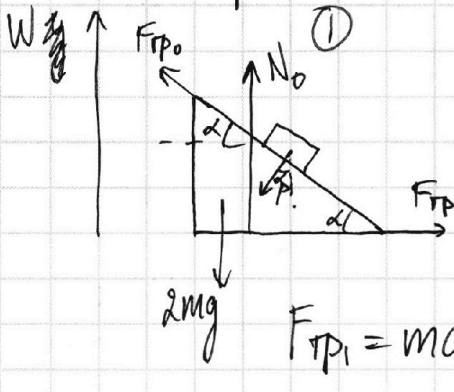
$$\Rightarrow F_{pz} = ma_1 \cos \alpha = 0,2 \cdot 8 \cdot \frac{4}{5} = 1,6 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ Н} = F_{pz}$$

2) Ответ: $F_{pz} = ma_1 \cos \alpha = 1,28 \text{ Н}$

~~$F_{pz} = ma_1 \cos \alpha = ma_1 \sin \alpha + F_{p1}$~~

~~и тогда в нем находится такое F_{pz}~~

Рассмотрим оба случая еще раз



Теперь 2 Н на ОУ:

$$0 = N_0 - 2mg - P \cos \alpha + F_{p0} \sin \alpha$$

$$\Rightarrow N_0 = 2mg + P \cos \alpha + F_{p1} \sin \alpha$$

$$F_{p1} = ma_1 - mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow N_0 = 2mg + mg \cos^2 \alpha + ma_1 \sin \alpha + mg \sin^2 \alpha = m(a_1 \sin \alpha + g(2 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha))$$

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



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

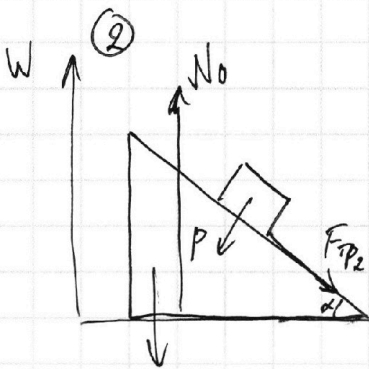
СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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:

$$F_{\text{сп}} = ma_1 \cos \alpha \leq \mu N_0 = \mu m (-a_1 \sin \alpha + g(2 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha))$$

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



Сначала найдем $F_{\text{сп}}$

этом случае

\rightarrow 2 ЗИ по OZ:

$$\rightarrow Z \quad P_z + F_{\text{сп}2z} + F_{\text{сп}z} = 0$$

$$2mg \quad F_{\text{сп}z} = -P_z - F_{\text{сп}2z} = P \sin \alpha - F_{\text{сп}2} \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} F_{\text{сп}z} &= mg \sin \alpha \cos \alpha - F_{\text{сп}2} \cos \alpha \\ &= \cos \alpha (mg \sin \alpha - F_{\text{сп}2}) = ma_2 \cos \alpha \end{aligned}$$

Теперь запишем 2 ЗИ по OW:

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

$$F_{\text{сп}2} = mg \sin \alpha - ma_2 \Rightarrow N_0 = 2mg + mg \cos^2 \alpha + mg \sin^2 \alpha - ma_2 \sin \alpha$$

$$N_0 = 3mg - ma_2 \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \text{Если клин покоится, то: } F_{\text{сп}z} = ma_2 \cos \alpha \leq \mu N_0 = \mu m (3g - a_2 \sin \alpha)$$

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



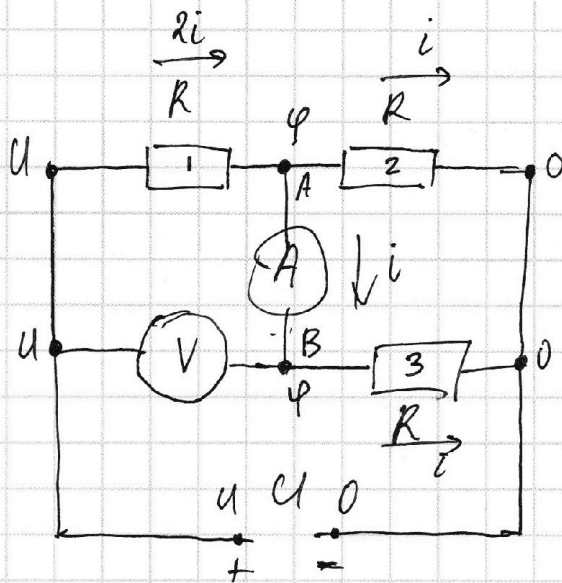
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Разносье поперечностей
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 $2i$ ⇒ $\frac{U-\varphi}{R} = 2i$, $\frac{\varphi-0}{R} = i$

$$\frac{U-\varphi}{R} = 2i, \quad \frac{\varphi-0}{R} = i$$

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

⇒ $i = \frac{U}{3R}$, 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)

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

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



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 $m_{\text{льда}}$, Δm воды превратилось

в лёд $\Rightarrow \frac{m+\Delta m}{m-\Delta m} = n \Rightarrow m+\Delta m = n(m-\Delta m) \Rightarrow m \left(\frac{\Delta m}{m} \right) = \frac{\Delta m}{m} (n-1)m$

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

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

Запишем УТБ для этой системы:

Раз не вся вода кристаллизовалась, то конечная температура 0:

$\Rightarrow c_{\text{в}} m (0 - t_1) + c_{\text{л}} m (0 - t_2) - \lambda \Delta m = 0 \quad /: m$

$-c_{\text{в}} t_1 - c_{\text{л}} t_2 - \lambda \delta = 0$

$\Rightarrow t_2 = - \frac{c_{\text{в}} t_1 + \lambda \frac{n-1}{n+1}}{c_{\text{л}}} = - \frac{4200 \cdot 10 + 336000 \cdot \frac{1}{8}}{2100}$

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

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