

**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.

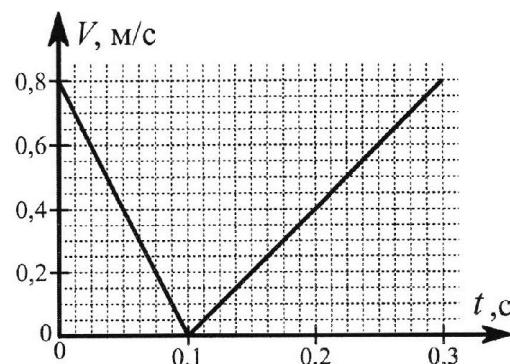
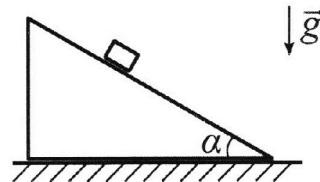
1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t = 0$  до  $t = 4T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t = 0$  до  $t = T$ .

**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  $F_{Tp}$  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



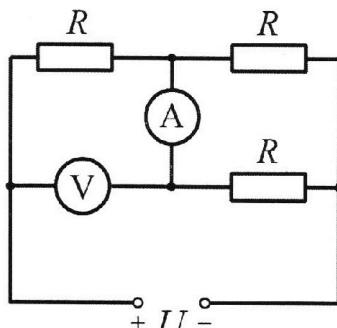
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $U_B$  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  $\delta$  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

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

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

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

~~$\vec{V}_0 \cdot t^2 / 2T$~~

Скорость и ускорение сонаправлены

→ Рассмотрим движение по оси V (OX):

$$v_x(+) = v_{ox} - \frac{v_{ox}}{T} t \quad (v_{ox} = v_0)$$

$$\Rightarrow s(+) = v_0 t - \frac{v_0 t^2}{2T} \Rightarrow x(+) = v_0 t - \frac{v_0 t^2}{2T} \quad (\text{загадим } x_0 = 0)$$

→ Некоторое время машина будет двигаться по OX в положительном направлении, а далее в отрицательном.

Надо сложить модули этих перемещений, чтобы получить путь. ⇒ В x<sub>max</sub>, v<sub>x</sub> = 0 → v<sub>0</sub> - v<sub>0</sub>/T · t = 0 ⇒ t = T

$$\Rightarrow x_{\max} = v_0 \cdot T - \frac{v_0 \cdot T^2}{2T} = \frac{v_0 T}{2} \Rightarrow 0 \rightarrow \frac{v_0 T}{2} \rightarrow -4v_0 T$$

$$x(4T) = v_0 \cdot 4T - \frac{v_0 \cdot 16T^2}{2T} = -4v_0 T$$

$$\Rightarrow s = \left| \frac{v_0 T}{2} - 0 \right| + \left| -4v_0 T - \frac{v_0 T}{2} \right| = 5v_0 T = 5 \cdot 4 \cdot 2 = 40 \text{ м}$$

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

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!

$$\text{Из пред. пункта } \vec{a} = -\frac{\vec{V_0}}{T} = \text{const}$$

$$\Rightarrow \text{Po 2 З.Н.: } m\vec{a} = \sum \vec{F_i} = \vec{F}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = -\frac{m\vec{V_0}}{T} \Rightarrow F = \frac{mV_0}{T} = \frac{0,2 \cdot 4}{2} = 0,4 \text{ Н}$$

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

$$\vec{F} = -\frac{m\vec{V_0}}{T} \Rightarrow \vec{F} \perp \vec{V_0} \Rightarrow \text{до момента } t=T$$

шайба двигалась в направлении  $\vec{V_0}$

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

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

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

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

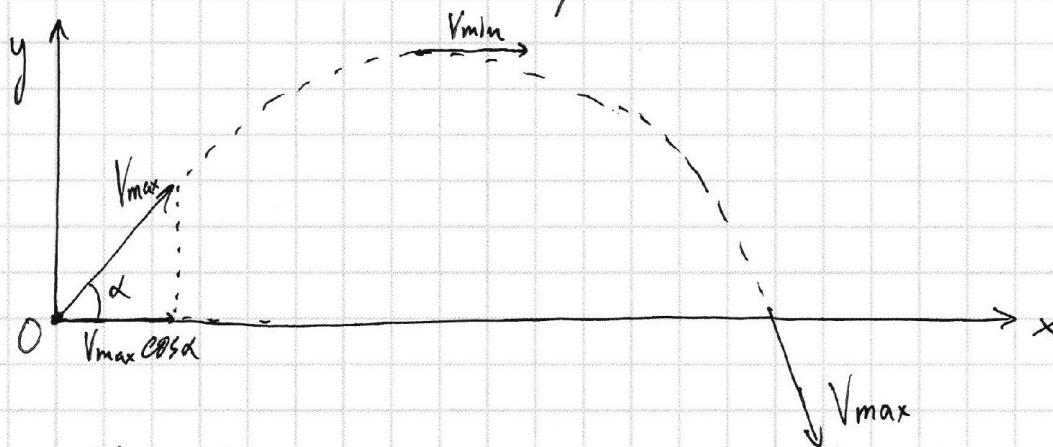
7

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 ЗЛЭ:  $\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const} \Rightarrow$  чем больше  $h$  тем меньше  $V$  и наоборот)



Т.к. по зор. ускорению нет.

$$V_{\min} = V_{\max} \cos \alpha \quad (\text{т.е. } \alpha - \text{ угол от зор., под кот. полета нач})$$

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

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

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

$$\Rightarrow V_{\max} \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} = \frac{gt}{2}. \text{ А } y(t) = V_{\max} \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} t - \frac{gt^2}{2} = \frac{gt}{2} t - \frac{gt^2}{8}$$

$$\Rightarrow H = y_{\max} = y\left(\frac{T}{2}\right) = \frac{gt}{4} \cdot \frac{gt^2}{8} = \frac{gt^2}{8} = \frac{10 \cdot 15^2}{8} = 20 \text{ м}$$

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



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**.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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  $Ox$  (по горизонтали)

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

$$\text{No } V_{\max} \cdot \frac{\sqrt{n^2-1}}{n} = \frac{gT}{2} \Rightarrow V_{\max} = \frac{n}{\sqrt{n^2-1}} \cdot \frac{gT}{2}$$

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

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

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

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

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

$\perp$  к  $\vec{V}$

$$\Rightarrow \frac{V^2}{a_n} = \frac{V^2}{g \cos \alpha} \Rightarrow a_n = g \cos \alpha = \frac{g}{n}$$

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

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

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



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**.

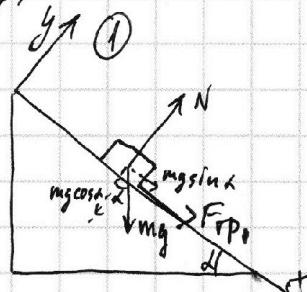
 1 2 3 4 5 6 7

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 замедлялась, а потом ускоряется  $\rightarrow$  Шайбу толкнули вверх по клину, а потом она начала скользить вниз.



① Шайба движется вверх по клину

$\rightarrow$  2 ЗН по ОХ:

$$ma_{x_1} = +mgsin\alpha + F_{Rp}$$

$$F_{Rp} = \mu N_1, \text{т.к. движ. ско.}$$

2 ЗН по ОY:

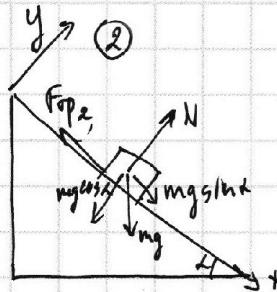
$$0 = N_1 - mgcos\alpha \Rightarrow N_1 = mgcos\alpha$$

$$\begin{cases} ma_{x_1} = mgsin\alpha + F_{Rp} \\ ma_{x_2} = mgsin\alpha - F_{Rp} \end{cases} \Rightarrow \mu(a_1 + a_2) = 2mgsin\alpha$$

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

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

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



② Шайба движется вниз  
2 ЗН по ОХ и ОY:

$$ma_{x_2} = mgsin\alpha - F_{Rp}$$

$$F_{Rp} = \mu N_2, \text{т.к. движ. ско.}$$

$$0 = N_2 - mgcos\alpha \Rightarrow N_2 = mgcos\alpha$$

$$\Rightarrow N_1 = N_2 \Rightarrow F_{Rp_1} = F_{Rp_2}$$

I-



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**.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

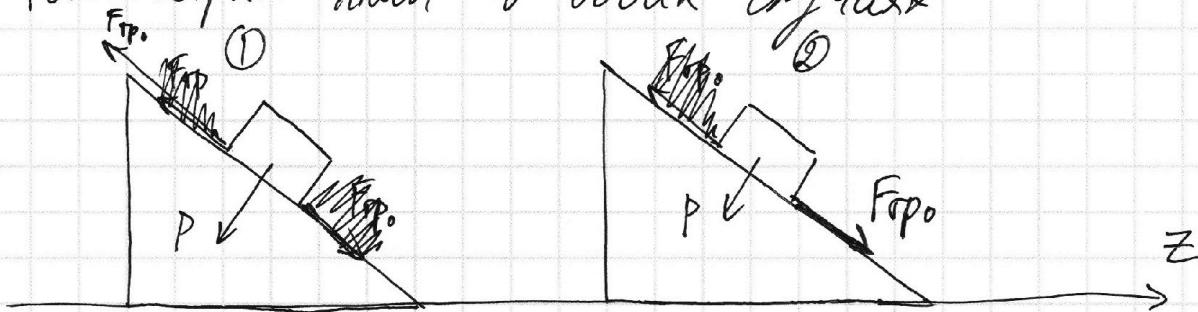
СТРАНИЦА  
2 из 4

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

Рассмотрим клин в обоих случаях



От шайбы на него действуют силы  $P_z$  и  $F_{rz}$

Рассматриваем движение (всегда с ним) клина по оси  $OZ$

$$\Rightarrow \text{Po 2 ЗН: } \sum F_{iz} = 0 \Rightarrow P_z + F_{rz} + F_{rz} = 0, \text{ где}$$

$F_{rz}$  - сила трения, с кот. гор. поверхность действует на клин. (Все эти силы  $N$  и  $f$  должны лежать по оси  $\perp OZ$ )

$\Rightarrow$  В случае ①  $P_z$  и  $F_{rz}$  разных знаков, а во

② случае  $P_z$  и  $F_{rz}$  одного знака. Раз нам нужно  $\max |F_{rz}|$ , то рассмотрим ② случай

(т.к. силы трения действуют на 2 тела (соприкасающихся) т.)

4

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  
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!



$$\Rightarrow F_{Tpx} = -P_z - F_{Tpx} z = P \sin \alpha + F_{Tpx} \cos \alpha$$

$$P = N = mg \cos \alpha, \quad F_{Tpx} = F_Tp, \quad \text{зат}$$

$$\Rightarrow F_{Tpx} = mg \sin \alpha \cos \alpha + F_{Tpx} \cos^2 \alpha = \cos \alpha (mg \sin \alpha + F_{Tpx})$$

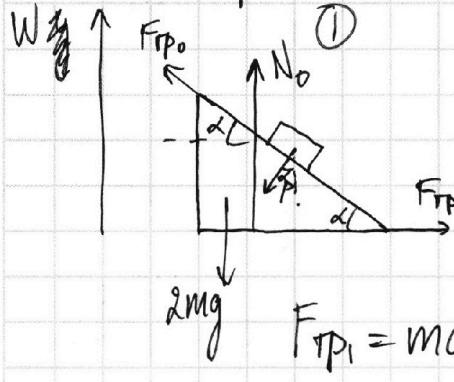
$ma_1$

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

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

~~$F_{Tpx} = ma_1 \cos \alpha$~~  ~~или~~  ~~$F_Tp$~~   
~~искусством находятся в~~ ~~все~~  ~~$F_Tp$~~

Рассмотрим оба случая еще раз



Теперь 2 ЗН на OW:

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

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

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

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

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

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.



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

СТРАНИЦА  
4 из 4

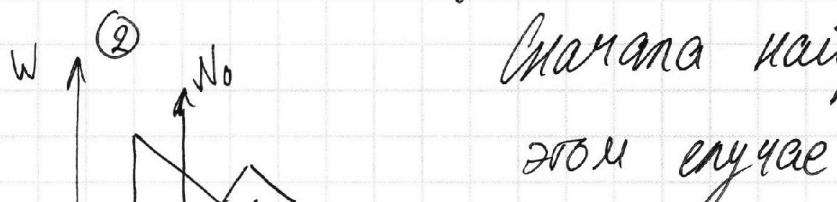
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Если клин находился в покое, то:

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

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

Чтобы найти  $F_{\text{pp}}$  в



этом случае

→ 2 ЗН по ОZ:

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

$$\stackrel{?}{=} F_{\text{pp}2z} = -P_z - F_{\text{pp}2z} = P \sin \alpha - F_{\text{pp}2} \cos \alpha$$

~~$$F_{\text{pp}2} = m g \sin \alpha \cos \alpha - F_{\text{pp}2} \cos \alpha =$$~~

~~$$= \cos \alpha (m g \sin \alpha - F_{\text{pp}2}) = m a_2 \cos \alpha$$~~

Теперь заменим 2 ЗН по ОW:

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

$$= 2mg + mg \cos^2 \alpha + F_{\text{pp}2} \sin \alpha$$

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

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

⇒ Если клин покоялся, то:  $F_{\text{pp}} = m a_2 \cos \alpha \leq \mu N_0 = \mu M (3g - a_2 \sin \alpha)$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{a_2 \cos \alpha}{3g - a_2 \sin \alpha} = \frac{\frac{4 \cdot 0,8}{5}}{\frac{30 - 4 \cdot 3}{5}} = \frac{16}{138} = \frac{8}{69} \quad \left| \begin{array}{l} \text{из 2 ЗН} \\ \text{3) Отсюда: при } \mu \geq \frac{a_2 \cos \alpha}{3g - a_2 \sin \alpha} = \frac{16}{63} \end{array} \right.$$

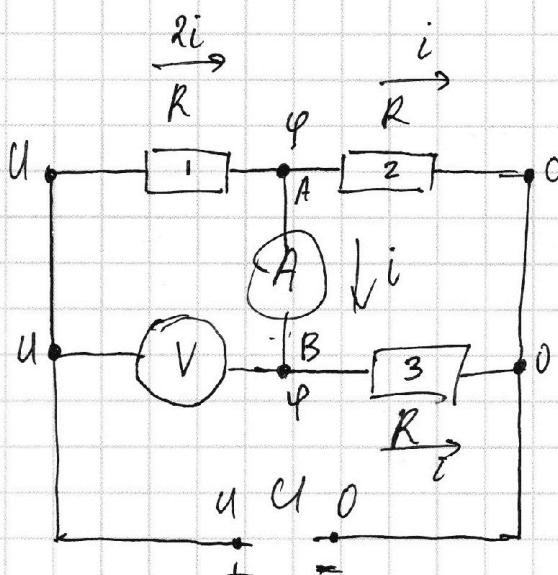
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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



Разность 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 В = 0)  $\Rightarrow$  Через 1 резистор течет ток  $2i \Rightarrow \frac{U-\varphi}{R} = 2i, \frac{\varphi-0}{R} = i$

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

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

$$\Rightarrow I = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 30}{3 \cdot 100} = 0,2A \Rightarrow 1) \text{Отвр: } I = \frac{2U}{3R} = 0,2A$$

$$\varphi = iR = \frac{U}{3} \Rightarrow U_B = U - \varphi = \frac{2}{3}U = 20V \Rightarrow 2) \text{Отвр: } U_B = \frac{2}{3}U = 20V$$

На амперметре и вольтметре не выражается мощность (т.к. они изолированы)

$$\Rightarrow P = P_1 + P_2 + P_3 = (2i)^2R + i^2R + i^2R = 6i^2R = 6 \cdot \frac{U^2}{9R^2} \cdot R = \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot 30^2}{3 \cdot 100} = 6W$$

$$3) \text{Отвр: } P_2 = \frac{2U^2}{3R} = 6W$$



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 7СТРАНИЦА  
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

Русло было  $m$  водой и  $n$  льдом,  $\Delta m$  воды превратилось в лёд  $\Rightarrow \frac{m+\Delta m}{m-\Delta m} = n \Rightarrow m+\Delta m = mn - \Delta m n \Rightarrow \Delta m = \frac{mn-n\Delta m}{m+n} = \frac{\Delta m n}{m+n}$

$$\Rightarrow 1 + \frac{\Delta m}{m} = n - \frac{\Delta m n}{m+n} \Rightarrow \frac{m+n}{m} = n - \frac{\Delta m n}{m+n} \Rightarrow \frac{m+n}{m} = \frac{n(n+1)}{m+n} \Rightarrow \frac{m+n}{m} = \frac{n^2+n}{m+n} \Rightarrow \frac{m+n}{m} = \frac{16}{8} \Rightarrow \frac{m+n}{m} = \frac{2}{1}$$

$$\Rightarrow 0) \text{Ответ: } \Delta m = \frac{n-1}{n+1} = \frac{1}{8}$$

Запишем УГБ для этой системы:

Раз не все воды кристаллизовалось, то конечная температура  $0^\circ$ :

$$\Rightarrow C_B m(0-t_1) + C_L m(0-t_2) - \lambda \Delta m = 0 / :m$$

$$-C_B t_1 - C_L t_2 - \lambda \Delta m = 0$$

$$\Rightarrow t_2 = -\frac{C_B t_1 + \lambda \frac{n-1}{n+1}}{C_L} = -\frac{4200 \cdot 10 + 336000 \cdot \frac{1}{8}}{2100} = -20 - \frac{42000}{2100} = -40^\circ C$$

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