



# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2025

Вариант 09-02



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

1. 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.

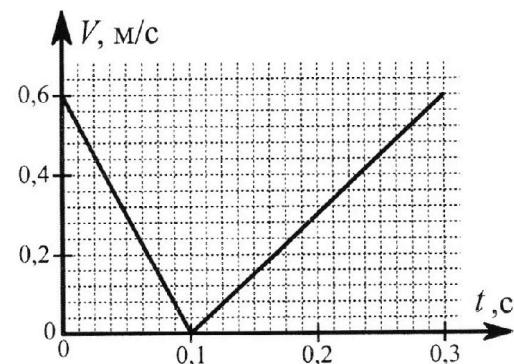
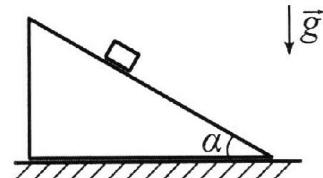
1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t = 0$  до  $t = 3T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t = 0$  до  $t = T$ .

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/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>.

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





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 09-02



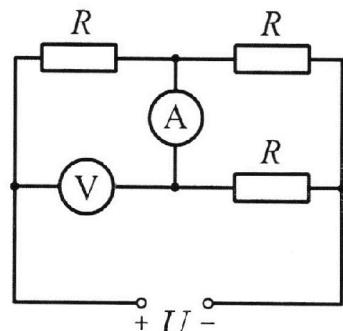
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $\delta$  массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру  $t_1$  воды калориметре.

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!

Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

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

$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

S при t от 0 до 3T

F - ?

A силы F от t=0 до t=T

тогда по O<sub>x</sub>

$$v(t) = v_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$$

по определению  $v = \frac{ds}{dt}$

$$\frac{ds}{dt} = \frac{v_0}{T} \cdot t - v_0$$

$$ds = \frac{v_0}{T} t dt - v_0 dt$$

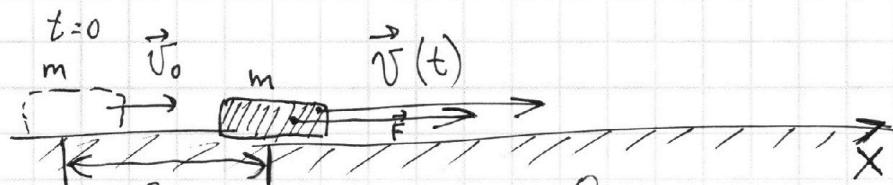
$$\int_0^S ds = \frac{v_0}{T} \int_0^{3T} t dt - v_0 \int_0^{3T} dt$$

$$S = \frac{v_0}{T} \cdot \frac{(3T)^2}{2} - 3v_0 T = v_0 \frac{9}{2} T - 3v_0 T$$

$$S = \frac{3}{2} v_0 T = \frac{3 \cdot 2 \cdot 4}{2} = 12 \text{ м}$$

из II закона Ньютона  $\vec{F} = m \vec{a}$ , а в проекции  
на O<sub>x</sub>  $F = m \cdot a$ . По определению  $a = \frac{dv}{dt}$ , тогда:

ускорение  
тела



$S_0$  ← перемещение по O<sub>x</sub> от 0 до t  
Исходя из вида уравнения  
можно сказать что тело движется  
только вдоль O<sub>x</sub>, которая направлена  
вдоль вектора  $\vec{v}_0$ .

тогда по O<sub>x</sub>

$$v(t) = v_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$$

по определению  $v = \frac{ds}{dt}$

$$\frac{ds}{dt} = \frac{v_0}{T} \cdot t - v_0$$

$$ds = \frac{v_0}{T} t dt - v_0 dt$$

$$\int_0^S ds = \frac{v_0}{T} \int_0^{3T} t dt - v_0 \int_0^{3T} dt$$

$$S = \frac{v_0}{T} \cdot \frac{(3T)^2}{2} - 3v_0 T = v_0 \frac{9}{2} T - 3v_0 T$$

$$S = \frac{3}{2} v_0 T = \frac{3 \cdot 2 \cdot 4}{2} = 12 \text{ м}$$

из II закона Ньютона  $\vec{F} = m \vec{a}$ , а в проекции  
на O<sub>x</sub>  $F = m \cdot a$ . По определению  $a = \frac{dv}{dt}$ , тогда:

ускорение  
тела

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!

$$a = \ddot{v} = \frac{v_0}{T} \Rightarrow F = ma = \frac{m v_0}{T} = \frac{0,4 \cdot 2}{4} = 0,2 \text{ H}$$

↑  
полученная от  $v_0$  по  $t$

Из определения работы

$$A = F \cdot S_1, \text{ где } S_1 - \text{перемещение}$$

работы за интервал времени от 0 до  $T$   
имеем что

$$dS_0 = \frac{v_0}{T} t dt - v_0 dt$$

$$S_1 = \int_0^T dS_0 = \frac{v_0}{T} \int_0^T t dt - v_0 \int_0^T dt = \frac{v_0}{T} \cdot \frac{T^2}{2} - v_0 T =$$

$$= -\frac{v_0 T}{2}$$

, таким образом имеем что  $A = F \cdot \left(-\frac{v_0 T}{2}\right)$ :

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

Ответ:  $S = \frac{2}{3} v_0 T = 12 \text{ m}$

$$F = \frac{m v_0}{T} = 0,2 \text{ H}$$

$$A = -\frac{m v_0^2}{2}$$



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 7СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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

Дано:

$$T = 2 \text{ с}$$

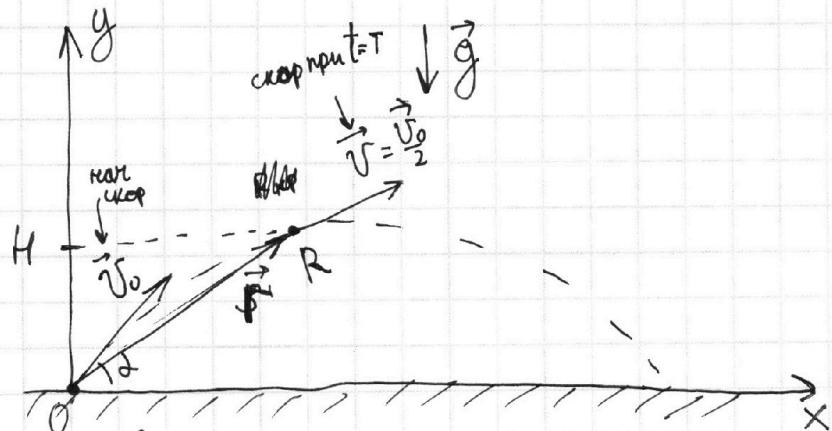
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$H - ?$$

$$|\vec{r}(t)| - ?$$

$$R - ?$$



Т. К движение равноускоренно его можно описать 2-мя формулами:

$$1. \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

радиус вектор нач радиус-ベクトр      время      нач скор      ускорение

коорд по  $O_y$  нач коорд по  $O_y$  нач скор по  $O_y$  время

$$\left\{ \begin{array}{l} y = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \\ \text{ускор. по } O_y \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \\ \text{коорд по } O_x \quad \text{нач коорд по } O_x \quad \text{нач скор по } O_x \quad \text{время} \end{array} \right.$$

коорд по  $O_x$

в позиции на оси:

В начальном

случае:

$$2 \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

скор тела  
по  $O_y$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_y = v_{0y} + a_y t \\ \text{скор тела по } O_y \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_x = v_{0x} + a_x t \\ \text{скор тела по } O_x \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} y_0 = 0 \quad x_0 = 0 \\ v_{0y} = v_0 \sin \alpha \end{array} \right.$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$a_y = -g$$

$$a_x = 0$$

Используя это:



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  
3 из 3

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

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{H^2 + \cancel{x}(T)^2} = \sqrt{\frac{g^2 T^4}{4} + \frac{g^2 I^4}{4 \sin^2 2}} \quad \text{#}$$

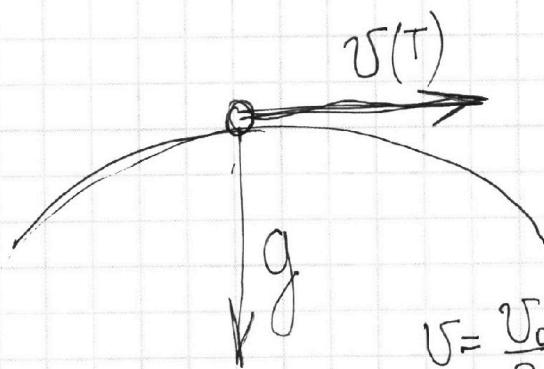
$$\cancel{x}(T) = (\cancel{V_0} \cos 2T)^2 = \frac{V_0^2 T^2}{4} = \frac{g^2 I^4}{4 \sin^2 2} \quad \text{#}$$

$$|\vec{r}(T)| = \frac{gI^2}{2} \sqrt{1 + \frac{1}{\sin^2 2}} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 2}{2} \sqrt{1 + \frac{1}{(\frac{\sqrt{3}}{2})^2}} =$$

$$= 20 \sqrt{\frac{4}{3} + 1} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}$$

T.k при  $t=T$   $V$ -вертикаль  $\Rightarrow a_n = g$  (см рис)

нормальное  
ускорение



по определению

$$a_n = \frac{V^2}{R} = g$$

$$V = \frac{V_0}{2} = \frac{gT}{2 \sin 2}$$

$$R = \frac{V^2}{g} = \frac{g^2 T^2}{4 \sin^2 2 \cdot g} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 2}{4 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{40}{3} \text{ м}$$

Ответ:  $H = \frac{gT^3}{2} = 20 \text{ м}$ ;  $|\vec{r}(T)| = \frac{gI^2}{2} \sqrt{1 + \frac{1}{\sin^2 2}} =$

$$= 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}; R = \frac{gT^2}{4 \sin^2 2} = \frac{40}{3} \text{ м}$$

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.



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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

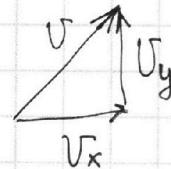
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{cases} y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ x = V_0 \cos \alpha t \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_y = V_0 \sin \alpha t - gt \\ V_x = V_0 \cos \alpha t \end{cases}$$

По теореме Пифагора:

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 = \left(\frac{V_0}{2}\right)^2 + V_0^2 \sin^2 \alpha t$$



$$\frac{V^2}{4} = V_0^2 \cos^2 \alpha t + V_0^2 \sin^2 \alpha t - 2gt V_0 \sin \alpha t + g^2 t^2$$

(когда  $V = \frac{V_0}{2}$ ,  $t = T$ )

$$2gT V_0 \sin \alpha t = g^2 T^2 + \frac{3V_0^2}{4}$$

$$T \cdot k V_0 \cos \alpha t = \frac{V_0}{2}, \text{ а } V \text{ (при } t = T) = \frac{V_0}{2} \Rightarrow \text{ в этом}$$

момент времени  $V$  - горизонтальна  $= V_y(T) = 0$

$$0 = V_0 \sin \alpha t - gT \Rightarrow V_0 = \frac{gT}{\sin \alpha t}$$

таким образом в момент времени  $T$   $y = H$ :

$$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{gT^2}{2}, \text{ а подставив } V_0 \quad H = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 2}{2} =$$

$$= 20 \text{ м}$$

$|\vec{r}(T)|$  по теореме Пифагора равен:

$$|\vec{r}(t)| = \sqrt{x^2 + y^2}$$





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 7СТРАНИЦА  
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!

Дано:

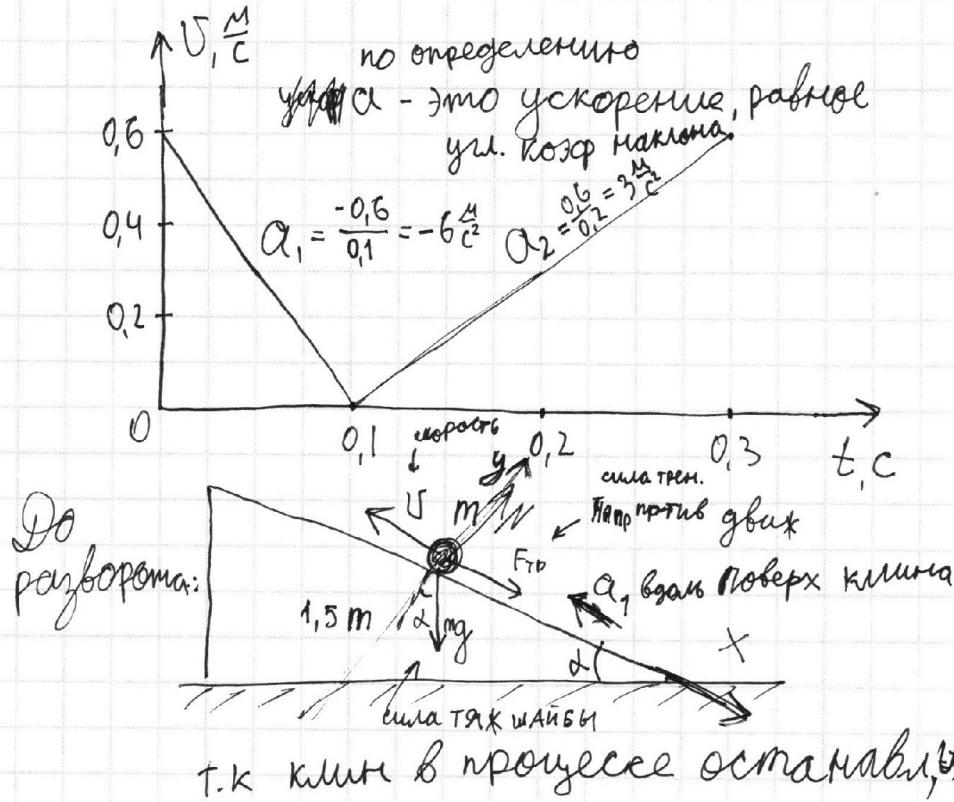
$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Sind - ?

N - ?

$$m = ?$$



t.k. клин в процессе остановился

(с различными при том  
ускорениями)

мачина замедлилась, а потом разогналась  $\Rightarrow$   
его начальная скорость была направлена  
вдоль клина налево (см. рис.)

Запишем II закон Ньютона на OX

$$-ma_1 = mg \sin \alpha + F_{tp}$$

и на Oy:

"N (т.к. скользит)"

$$0 = -mg \cos \alpha + N$$



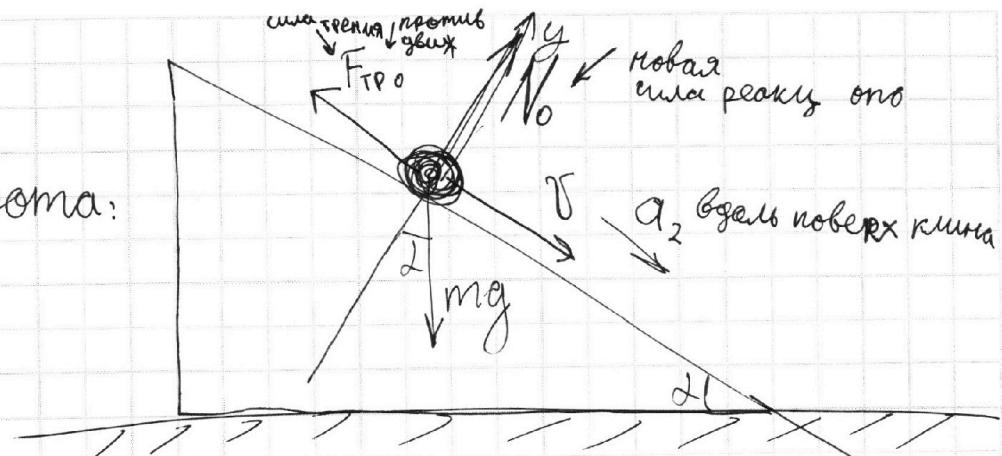
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!

После разворота:



Запишем II закон Ньютона:  
на Ox:

$$ma_2 = mg \sin \alpha_2 - F_{tr0}$$

и на Oy

$$0 = -mg \cos \alpha_2 + N_0 \quad (\Rightarrow N_0 = N = mg \cos \alpha_2 \Rightarrow F_{tr0} = F_{tr} = \mu mg)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -ma_1 = mg (\sin \alpha_2 + \mu \cos \alpha_2) \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} + \\ ma_2 = mg (\sin \alpha_2 - \mu \cos \alpha_2) \end{array} \right\}$$

$$a_2 - a_1 = 2g \sin \alpha_2 \quad (\Rightarrow \sin \alpha_2 = \frac{a_2 + a_1}{2g} = \frac{3 - (-6)}{2 \cdot 10} =$$

$$= \frac{9}{20} = 0,45$$



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

3 из 4

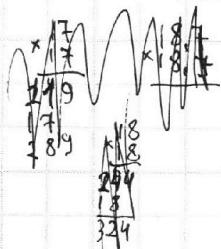
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

из предыдущих ур-ний мы получали что

$$N = mg \cos 2 = \frac{0,2 \cdot 10 \sqrt{319}}{20} = \frac{2 \sqrt{319}}{10} \text{ Н}$$

из I тригоном. тождества:

$$\cos 2 = \sqrt{1 - \sin^2 2} = \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = \sqrt{\frac{319}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$$



т.к во всех случаях  $N = \text{const}$  то

$\Rightarrow mg \cos 2$  необходимо чтобы

клини при такой нагрузке

не скользил:



По определению  $F_{\text{тр}} < \mu N_k$

По II Закону Ньютона:

В проекции на Oz:

$$\text{т.к.} \text{ тело покинет } O = N_k - 1,5mg - N_w \cos 2$$

$$\text{на } O_x: O = F_{\text{тр}} - N_w \sin 2$$



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

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!

$$N_k = 1,5mg + N_{\perp} \cos \alpha$$

$$F_{TPX} = N_{\perp} \sin \alpha \leq \mu N_k$$

из II закона Ньютона  $N - N_{\perp} = mg \cos \alpha$

$$N_{\perp} \sin \alpha \leq \mu (1,5mg + N_{\perp} \cos \alpha)$$

$$\mu \geq \frac{N_{\perp} \sin \alpha \cos \alpha}{1,5mg + N_{\perp} \cos^2 \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{\frac{9}{20} \cdot \frac{\sqrt{319}}{20}}{\frac{319}{200} + \frac{319}{400}} = \frac{\frac{9\sqrt{319}}{400}}{\frac{600+319}{400}} = \frac{9\sqrt{319}}{919}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,45 ; N = mg \cos \alpha = \frac{2\sqrt{319}}{10} H_i$$

$$\mu \geq \frac{9\sqrt{319}}{919}$$

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











СТРАНИЦА  
1 из 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!

Дано:

$$R = 200 \Omega$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$$R_A \ll R \ll R_v$$

сопр амп.  
TPA

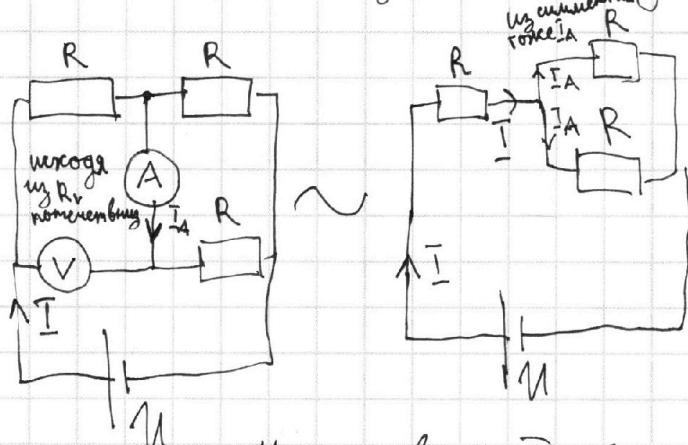
сопр  
вольт-TPA

$$\bar{I} - ?$$

$$\bar{I}_A - ?$$

$$P - ?$$

Т.к сопротивление вольтметра очень велико  $\Rightarrow$  его можно представить как разрыв цепи (через него очень малый ток) а амперметр - как идеальный провод:



Из первого правила

$$\text{Кирхгофа } \bar{I} = \bar{I}_A + \bar{I}_A = 2\bar{I}_A$$

Из закона Ома:

$U = \bar{I} \cdot R_0$ , где  $R_0$  - эквивалентное сопротивление всей цепи

$$\text{из строения рисунка } R_0 = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{3}{2}R$$

$$\bar{I} = \frac{U}{R_0} = \frac{2U}{3R} = \frac{2 \cdot 120}{3 \cdot 200} = 0,4 \text{ А}$$

$$\text{Т.к } \bar{I} = 2\bar{I}_A \Rightarrow \bar{I}_A = \frac{\bar{I}}{2} = \frac{U}{3R} = 0,2 \text{ А}$$

$$\text{По определению } P = U \cdot \bar{I} = \frac{2U^2}{3R} = 120 \cdot 0,4 = 48 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } \bar{I} = \frac{2U}{3R} = 0,4 \text{ А}; \bar{I}_A = \frac{U}{3R} = 0,2 \text{ А}; P = \frac{2U^2}{3R} = 48 \text{ Вт}$$

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**.







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!

Дано

$$t_2 = -20^\circ\text{C}$$

$$\frac{M_\lambda}{\text{масса льда}} = \frac{M_B}{\text{масса воды}} = n$$

$$n = \frac{11}{g} = \frac{M_B}{M_\lambda}$$

$$\delta - ? = \frac{M_\lambda^{\text{раст}}}{m} = \frac{\text{масса льда}}{\text{масса воды}}$$

$$t_1 - ?$$

$$c_\lambda = 2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$$

$$c_B = 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

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

т.к. в конце мы получили смесь воды и льда  $\Rightarrow$  вспомогательная температура  $t_0 = 0^\circ\text{C}$

Из определений:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_1^{\text{нагр}} = c_\lambda m (t_0 - t_2) \\ Q_1^{\text{раст}} = M_\lambda^{\text{раст}} \cdot \lambda \end{array} \right.$$

$$Q_B^{\text{окл}} = c_B m (t_1 - t_0)$$

В начале воды и льда было  
но  $m$

$$\text{потом } n = \frac{M_B}{M_\lambda} = \frac{m + M_\lambda^{\text{раст}}}{m - M_\lambda^{\text{раст}}} = \frac{11}{9}$$

$$9m + 9M_\lambda^{\text{раст}} = 11m - 11M_\lambda^{\text{раст}}$$

$$20M_\lambda^{\text{раст}} = 2m$$

$$\delta \frac{M_\lambda^{\text{раст}}}{m} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10} = 0,1$$

т.к. термометр нечит  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_{\text{отд}} = Q_{\text{получ}}$$



Чем же это:

$$\underbrace{Q_1}_{\substack{\text{тепло, необходимое} \\ \text{для нагрева льда} \\ \text{до } t_0}} + \underbrace{Q_1^{\text{раст}}}_{\substack{\text{тепло, необходимое} \\ \text{для расплавления} \\ \text{льда}}} = \underbrace{Q_B}_{\substack{\text{тепло, необходимое} \\ \text{для охлаждения} \\ \text{воды до } t_0}}$$



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

Получаем что:

$$c_1 m (t_0 - t_2) + M_1^{\text{пакт.}} \cdot \lambda = c_B m (t_1 - t_0) \mid : m$$

$$c_1 t_0 - c_1 t_2 + 5 \cdot \lambda = c_B t_1 - c_B t_0 \mid : c_B$$

$$\frac{c_1}{c_B} t_0 - \frac{c_1}{c_B} t_2 + \frac{5\lambda}{c_B} + t_0 = t_1 = \underbrace{\frac{9,1 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} \cdot 0}_{0} - \underbrace{\frac{\frac{1}{2} \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} \cdot -20}_{-10} +$$

$$+ \cancel{\frac{9,1 \cdot 335 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^3}}_{1,4} + 0 = 10 + \frac{11,2}{1,4} = 10 + \frac{56}{7} = 18^\circ C$$

Объем:  $\tilde{\sigma} = 0,1$

$$t_1 = \frac{c_1}{c_B} t_0 - \frac{c_1}{c_B} t_2 + \frac{5\lambda}{c_B} + t_0 = 18^\circ C$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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



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!