



# 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  $t = T$ .

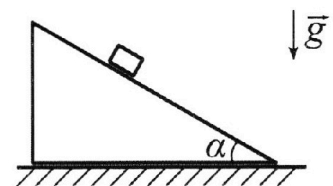
2. Камень брошен под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. За первые  $T = 2$  с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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.

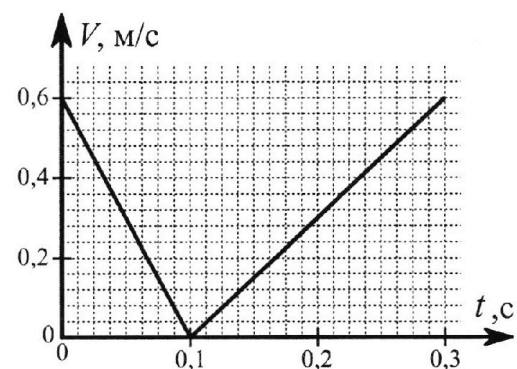
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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?





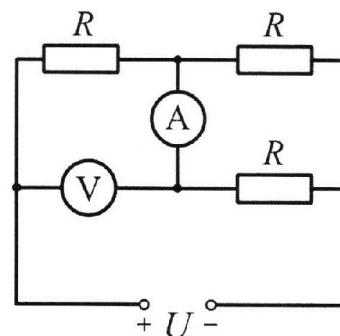
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

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  $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$  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!

Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

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

$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

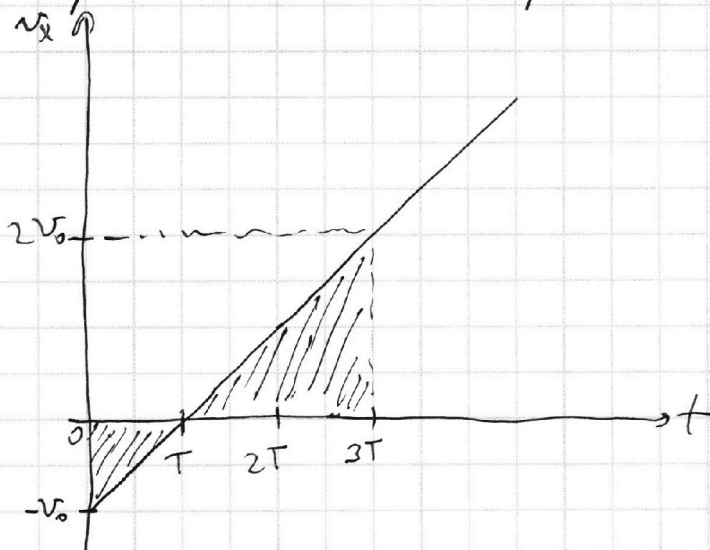
$$T = 4 \text{ с}$$

$S = ?$

$K = ?$

$\Delta = ?$

Построим график зависимости проекции скорости шара от времени ( $v_x$  от  $t$ ):



В момент времени  $T$  скорость равна  $0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , в этот момент её скорость равна  $-v_0$ , в момент врем  $3T$  её скорость равна  $2v_0$  (просто подставляем в  $\vec{v} = \vec{v}_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$ )

Пройденный путь шара — это площадь под графиком нашей прямой. (не учитыв. знаки площадей, т.к. сравниваем только путь). Тогда путь — сумма площадей двух  $\Delta$ , к-рые заштрихованы!

$$\boxed{S = \frac{v_0 T}{2} + \frac{2T \cdot 2v_0}{2} = 2,5 v_0 T} = 20 \text{ м}$$

Ускорение шара — это коэф. наклона прямой, т.е.  $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$

В нашем случае коэф. наклона прямой равен  $\frac{2v_0}{T} \Rightarrow a = \frac{v_0}{T}$



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!

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (\text{II закон Ньютона}) \quad \begin{matrix} |\vec{F}| = \\ F_x = m a_x \end{matrix}$$

Значит  $F = m \frac{v_0}{T} = 92 \text{ Н}$

Перемещение тела за  $t = T$  равно  $\left(-\frac{v_0 T}{2}\right)$  из графика

$$A = F \cdot S$$

Работу сила совершила ~~положительно~~ отрицательную, т.к. сила  $F$  направлена  
против вектора ее перемещения

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

даны:  $S = 20 \text{ м}; F = 9,2 \text{ Н}; A = -0,8 \text{ Дж}$





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!

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

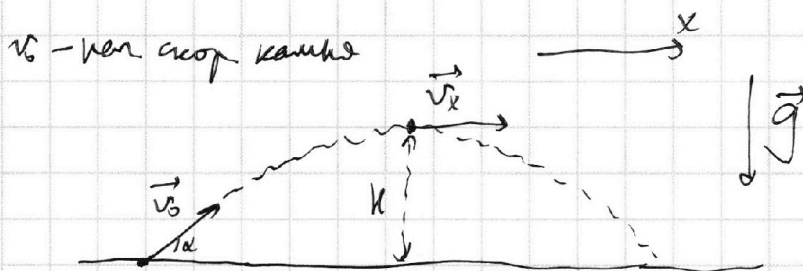
$$T = 2c$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$h = ?$

$$|\vec{v}(T)| = ?$$

$R = ?$



Заметим, что горизонт. компоненте скорости камня  $v_x = v_0 \cos \alpha = v_0 \cos 60 = \frac{v_0}{2}$  постоянна, а в вершине траектории ~~в~~ скорость камня направлена горизонтально и равна ~~v\_0~~  $v_x$ .

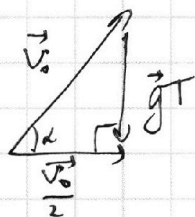
Визуально через  $T$  модуль скорости камня уменьшится в 2 раза, т.е. стал равным  $\frac{v_0}{2}$ , а значит, в этот момент камень был в вершине траектории (параболы).

Тогда перемещение по вертикали — это высота подъёма до вершины, т.е. max высота, на которой летит камень.

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, \quad h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \quad \text{— ~~получается ноль~~}$$

Изобразим графически вект. равн-во:  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ :  
(вд. в нашем случае)

$$(t = T \text{ и } |\vec{v}| = \frac{v_0}{2})$$



П.к.  $\vec{g} \perp \vec{v}(T)$ , но  $\Delta$  скоростей —  $\vec{g}T$   
( $\vec{g}T \perp \frac{\vec{v}_0}{2}$ )

$$\text{Из равенств: } \sin \alpha = \frac{gT}{v_0} \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{\sin \alpha}$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad - \text{форм. макс. высоты}$$

$$\Rightarrow H = \frac{\left(\frac{gT^2}{\sin \alpha}\right)^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g^2 T^2}{2g} = \frac{gT^2}{2} = 20 \text{ м}$$

Радиус ~~кривизны~~ кривизны касательная к следу формулы:  $R = \frac{v^2}{a}$   
 В вершине траектории  $a = g$ , м.к.  $\vec{a} \perp \vec{v}$  и  $\vec{g} \perp \vec{v}$

Этот момент.  $v = \frac{v_0}{2}$

$$\left[ R = \frac{\left(\frac{v_0}{2}\right)^2}{g} = \frac{v_0^2}{4g} = \frac{gT^2}{4\sin^2 \alpha} = \frac{10 \cdot 4}{4 \left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2} = 10 \cdot \frac{4}{3} = \frac{40}{3} \text{ м} \approx 13,3 \text{ м} \right]$$

Найдем горизонтальную проекцию камня:  $\ell = v_0 \cos \alpha \cdot T = gT^2 \operatorname{ctg} \alpha$

$$|\vec{v}(T)| = \sqrt{H^2 + \ell^2}, \text{ м.к.}$$

$$\vec{r}(T) = \vec{H}(T) + \vec{\ell}(T)$$

$$\left[ |\vec{v}(T)| = \sqrt{\frac{g^2 T^4}{4} + g^2 T^4 \operatorname{ctg}^2 \alpha} = gT^2 \sqrt{\frac{1}{4} + \operatorname{ctg}^2 \alpha} = 40 \sqrt{\frac{7}{12}} \text{ м} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м} \right]$$

Ответ:  $H = 20 \text{ м}; \quad |\vec{v}(T)| = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}; \quad \ell = \frac{40}{3} \text{ м}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

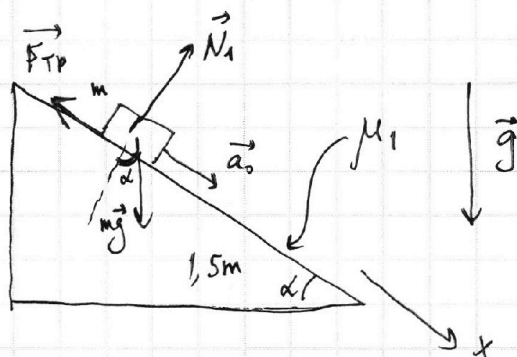
Дано:  
 $m = 0,4 \text{ кг}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\sin \alpha = ?$

$\mu = ?$

$\mu = ?$



Пусть  $a_0$  — ускор. шайбы относительно клина (направ-лено вниз по стороне клина).

Могут быть:  $ma_0 = mg \cos(\alpha - \alpha) - F_{тр}$  (зак Ньютон)

$$\Rightarrow a_0 = g \sin \alpha - \mu_1 N_1 = \mu_1 mg \cos \alpha$$

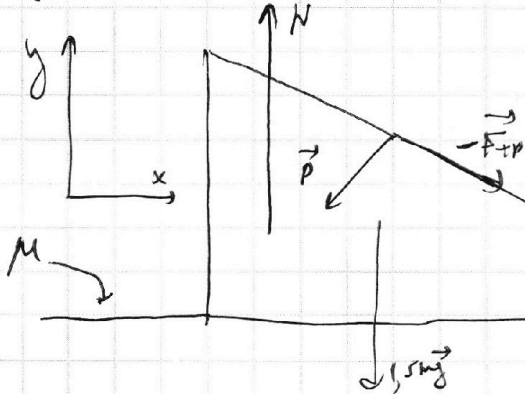
Из графика  $V(t)$  можно найти  $a_0$ . Это коэф. наклона 1-го участка ( $g_0$   $t=0,1 \text{ с}$ )

$$\text{Могут быть: } a_0 = \frac{0,6}{0,1} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{0,6}{1,5} = 0,4$$

$$a_0 = g \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha$$

Рассм. клин:



$$\text{бу: } N - 1,5mg - P \cos \alpha = 0$$

(шайба давит на клин с силой  $P = N_1$  по 3-ему закону)

$$\Rightarrow N = 1,5mg + \cos \alpha \cdot mg \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \mu_1 mg \cos \alpha = mg(1,5 + \cos^2 \alpha + \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha)$$



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

☐ 1

☐ 2

☒ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

СТРАНИЦА  
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!

$$Ox: F_{тр.покл} - P \sin \alpha + F_{тр} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\mu N = mg \cos \alpha \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu_1 mg \cos \alpha$$

$$\mu N = mg \cos \alpha \sin \alpha - \mu_1 mg \cos^2 \alpha$$

В момент времени  $t = 0,1$  с майна совершила с клина.

Ее ускорение теперь равно  $(-mg)$ . Из графика находим, что это ускорение равно  $\frac{0,8}{0,2} = 3 \frac{м}{с^2} \Rightarrow \mu = 0,3$

Теперь зная  $\mu$  можно решить систему уравнений:

$$0,3 N = mg (\cos \alpha \sin \alpha - \mu_1 \cos^2 \alpha)$$

$$N = mg (1,5 + \cos^2 \alpha + \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha)$$

$$0,3 (1,5 + \cos^2 \alpha + \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha) = (\cos \alpha \sin \alpha - \mu_1 \cos^2 \alpha)$$

$$\text{Павел же мы знаем, что } \frac{a_0}{g} = \sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha \Rightarrow \mu_1 = \tan \alpha - \frac{a_0}{g \cos \alpha}$$

$$0,3 \cos^2 \alpha + 0,3 \sin \alpha \cos \alpha \cdot \left( \tan \alpha - \frac{a_0}{g \cos \alpha} \right) + 0,45 = \cos \alpha \sin \alpha - \cos^2 \alpha \left( \tan \alpha - \frac{a_0}{g \cos \alpha} \right)$$

$$0,3 \cos^2 \alpha + 0,3 \sin^2 \alpha - 0,18 \sin \alpha + 0,45 = \cos \alpha \sin \alpha - \sin \alpha \cos \alpha + 0,6 \cos \alpha$$

$$0,3 - 0,18 \sin \alpha + 0,45 = 0,6 \cos \alpha$$

$$0,75 = 0,6 \cos \alpha + 0,18 \sin \alpha$$

$$0,75^2 + 0,18^2 \sin^2 \alpha - 0,18 \cdot 1,5 \sin \alpha = 0,6^2 - 0,6^2 \sin^2 \alpha$$

$$\sin^2 \alpha (0,6^2 + 0,18^2) - 0,18 \cdot 1,5 \sin \alpha + 0,75^2 - 0,6^2 = 0$$





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.

☐☐☒☐☐☐☐

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!

$$\sin^2 \alpha (0,6^2 + 0,18^2) - 0,18 \cdot 0,55 \sin \alpha + 0,15 \cdot 0,35 = 0$$

$$D = (0,18 \cdot 0,55)^2 - 4 \cdot 0,15 \cdot 0,35 (0,6^2 + 0,18^2)$$

~~$$\sin \alpha = \frac{0,18 \cdot 0,55 \pm \sqrt{D}}{2(0,6^2 + 0,18^2)}$$~~

$$\sin \alpha = \frac{0,27 \pm \sqrt{(0,27)^2 - 0,81(0,36 + 0,0324)}}{2(0,36 + 0,0324)}$$





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:

$$R = 200 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

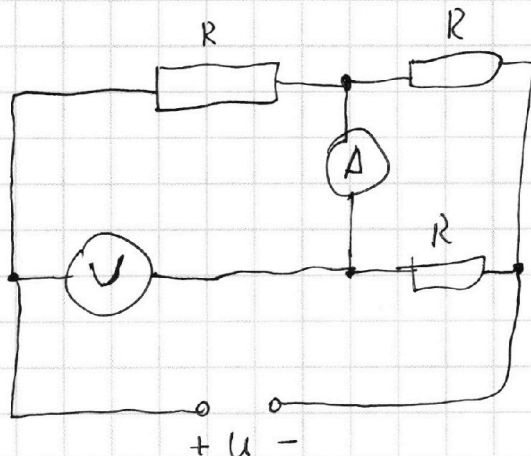
$$R_V \gg R$$

$$R_A \ll R$$

$I = ?$

$I_A = ?$

$P = ?$



Так как  $R_V \gg R$  (сопротивление вольтметра намного больше сопротивления резистора)

и  $R_A \ll R$  (сопротивление амперметра много меньше сопротивления резистора), то можно считать, что амперметр и вольтметр идеальные  $\Rightarrow$  через вольтметр ток не течет, а амперметр можно заменить на идеальный провод. Тогда 2 резистора справа соединены параллельно и к ним последовательно еще один резистор.

$$\text{Тогда эквивалентное сопротивление цепи } R_0 = R + \frac{R \cdot R}{R + R} \\ = R + \frac{R}{2} = 1,5R$$

$$\text{По зак. Ома: } U = I \cdot R_0 \Rightarrow \boxed{I = \frac{U}{1,5R}} = \frac{120 \text{ В}}{300 \text{ Ом}} = 400 \text{ мА}$$

$$\boxed{P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2}{1,5R}} = \frac{120^2 \text{ В}^2}{300 \text{ Ом}} = 48 \text{ Вт} \quad \left( P = \frac{U^2}{R_0} \text{ следует из } P = I^2 \cdot R_0 \text{ по зак. Кирхгофа - Ваттла} \right)$$



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  
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!

М.к. 2 краевых резистора соединены параллельно и у них одинак сопротивление, но через них текут разные токи (обозначим за  $i$ )

Тогда через лев. резистор течет ток  $i$ , ~~но~~ из ЗСЗ, но с другой стороны он равен общему току в цепи  $I$ .

$$\Rightarrow i = \frac{I}{2}$$

Притом ток через амперметр равен току, текущему через прав. нижн. резистор, м.к. послед. согд  $\Rightarrow I_A = \frac{I}{2} = \frac{U}{3R} = \frac{120 \text{ В}}{3 \cdot 200 \text{ Ом}} = 200 \text{ мА}$

Ответ:  $I = 400 \text{ мА}$ ;  $I_A = 200 \text{ мА}$ ,  $P = 48 \text{ Вт}$



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.

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:

$$t_2 = -25^\circ\text{C}$$

$$m_A = m_B$$

~~масса~~

$$\frac{m_{Bk}}{m_{Ak}} = k = \frac{11}{9}$$

$$c_A = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$c_B = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

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

$$\delta - ?$$

$$t_1 - ?$$

По условию в теплообменнике уместятся только лёд и вода  $\Rightarrow$  можно рассматривать систему лёд+вода замкнутой.

Также сказано, что в конце есть отношение массы воды к массе льда  $k = 10$ , т.е.

есть и лёд и вода, значит, установившееся температура равна  $t_0 = 0^\circ\text{C}$

Пусть растаяло  $\delta m$  льда.

Возьмем УТБ для систем лёд+вода:

$$c_A m_A (t_0 - t_2) + \underbrace{\lambda \delta m}_{\text{тающее лёд}} + c_B m_B (t_0 - t_1) = 0$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{вода остывает от } t_1 \text{ до } t_0}$

Вода в конце:  $m_{Bk} = m_B + \delta m$

Лёд в конце:  $m_{Ak} = m_A - \delta m$

$$\Rightarrow \frac{m_B + \delta m}{m_A - \delta m} = k$$

$$m_B + \delta m = k m_A - k \delta m$$

$$\delta m (1+k) = k m_A - m_B \Rightarrow \delta m = \frac{k m_A - m_B}{1+k}$$

$$\text{П.к. } m_A = m_B, \text{ то } \delta m = \frac{m_A (k-1)}{k+1}$$

$$\text{Значит: } c_A m_A (t_0 - t_2) + \lambda m_A \frac{k-1}{k+1} + c_B m_B (t_0 - t_1) = 0 \quad | : m_A$$



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!

$$c_a(t_0 - t_1) + \lambda \frac{n-1}{n+1} + c_b(t_0 - t_1) = 0$$

$$t_1 = \frac{c_a(t_0 - t_1) + \lambda \frac{n-1}{n+1}}{c_b} + t_0$$

$$t_1 = \frac{2100 \cdot (0 + 20) + 336000 \cdot \frac{11-1}{11+1}}{4200} + 0 = \frac{42000 + 33600}{4200} = 10 + 8 = 18^\circ\text{C}$$

$$\boxed{\beta = \frac{\Delta m_a}{m_a} = \frac{n-1}{n+1} = \frac{11-1}{11+1} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}}$$

Ответ:  $\beta = \frac{1}{6}$ ;  $t_1 = 18^\circ\text{C}$

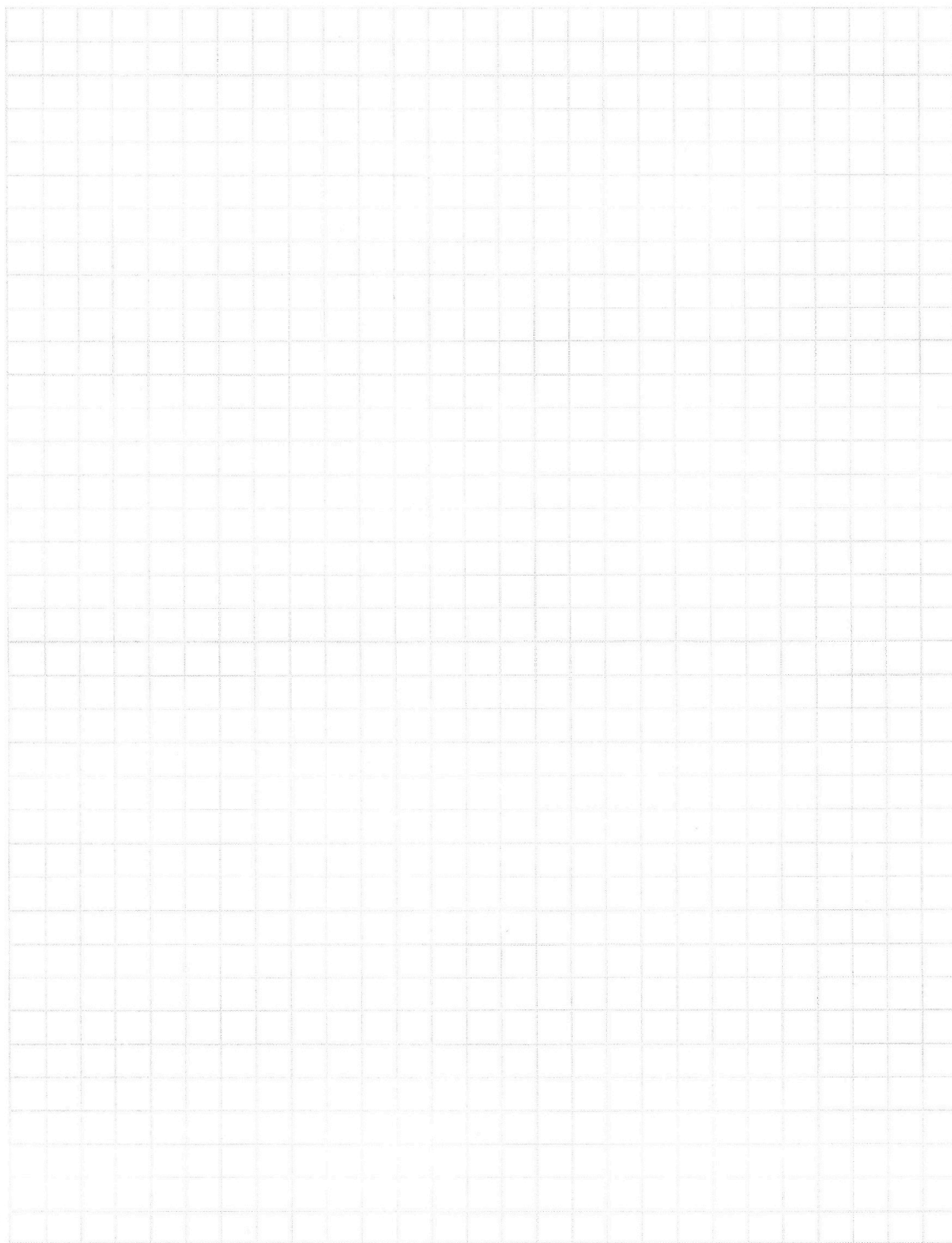


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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.

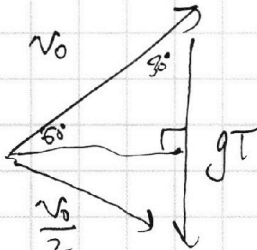
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$\frac{14400}{300} = \frac{300}{3} = 48$$

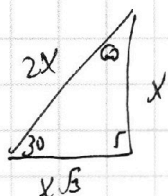
$$\frac{336}{42} = \frac{8810}{135}$$



$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\sin \alpha = \frac{gT}{v_0}$$
$$v_0 = \frac{gT}{\sin \alpha}$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot T$$
$$h = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}$$
$$v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot T^2 + \frac{v_0^4 \cos^4 \alpha}{4g^2} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \sqrt{T^2 + \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2}} = \frac{gT}{2} \cdot \operatorname{ctg} \alpha \sqrt{T^2 + \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2}} = \frac{gT}{2} \operatorname{ctg} \alpha \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}$$
$$= \frac{gT^2}{2} \operatorname{ctg} \alpha \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$

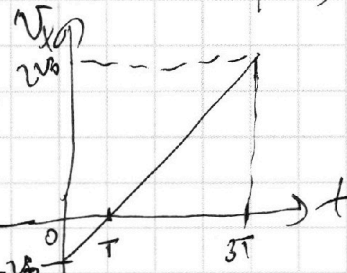


$$\operatorname{ctg} 60 = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$4 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \right)^2 = \frac{5}{3} - 2$$

$$\left( \frac{40}{\sqrt{3}} \right)^2 = \frac{40}{3}$$

$$\sqrt{\frac{5}{4} v_0^2 - g^2 T^2} = \sqrt{\frac{5}{4} \frac{g^2 T^2}{\sin^2 \alpha} - g^2 T^2} = gT \sqrt{\frac{5}{4 \sin^2 \alpha} - 1}$$
$$\vec{v}(t) = \vec{v} \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$$



$$\frac{v_0^2}{4} + \frac{g^2 T^2}{4} = \frac{g^2 T^2}{4 \sin^2 \alpha} + \frac{g^2 T^2}{4}$$
$$= \frac{g^2 T^2}{4} \left( \frac{1}{\sin^2 \alpha} + 1 \right)$$
$$= \frac{g^2 T^2}{4} \cdot \frac{2}{\sin^2 \alpha}$$

$$S = \frac{v_0 T}{2} + \frac{2T \cdot 2v_0}{2} = \frac{v_0 T}{2} + 2v_0 T = \frac{5}{2} v_0 T$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$$a = \frac{v_0}{T}$$

$$v =$$

$$= \int_0^{3T} \left( v_0 \cdot \frac{t}{T} - v_0 \right) dt = \left[ v_0 \frac{t^2}{2T} - v_0 t \right]_0^{3T} = \left( -\frac{\sqrt{3} T}{4} \cdot \frac{v_0 \cdot 3T^2}{2T} \right) + \frac{5}{2} v_0 T = \frac{5}{2} v_0 T - 3v_0 T = -\frac{1}{2} v_0 T$$

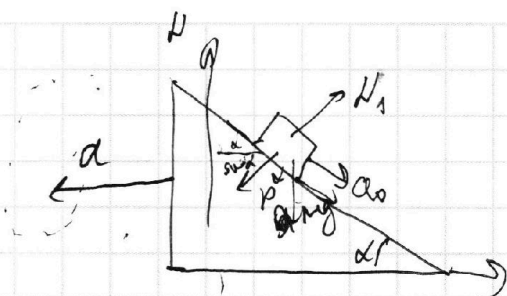


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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



$$1,5ma = P \cdot \sin \alpha$$

$$P = N_1$$

$$ma = mg \sin \alpha - N \cos \alpha$$

$$a = g \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \frac{1,5ma}{\sin \alpha}$$

$$a = g \sin \alpha - 1,5a \cdot \cot \alpha$$

$$\sqrt{a^2 + a_0^2} = \sqrt{a^2 + (g \sin \alpha - 1,5a \cot \alpha)^2}$$

~~3,6~~

$$N_1 \sin \alpha = \mu N_1 \cos \alpha +$$

$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha$$

$$\frac{a_0}{g} = \sin \alpha - \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$0,64 + 1,5 = 2,14$$

$$2,14 \cdot 0,8 = 1,712$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu N = mg \sin \alpha - \mu \cdot mg \cos \alpha$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$1,5ma = N_1 \cdot \cos \alpha$$

$$N = 1,5mg + N_1 \cos \alpha + \mu N_1$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{tr}$$

$$F_{tr} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\frac{g \sin \alpha - a_0}{g \cos \alpha} = \tan \alpha - \frac{a_0}{g \cos \alpha}$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$\frac{a_0}{g} = \sin \alpha - \mu \cos \alpha$$

$$-N_1 \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma$$

$$a \sin \alpha = g - \cos \alpha \cdot mg \cos \alpha$$

$$\frac{a_0}{g} \sin \alpha = 1 - \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha$$

$$\frac{3}{10}, \frac{15}{10} = \frac{45}{100}$$

$$1,5ma = P \cdot \sin \alpha$$

$$N = P \cdot \cos \alpha + 1,5mg$$

$$P = N_1$$

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$1,5ma = mg \cos \alpha$$

$$a = \frac{g \cos \alpha}{1,5}$$

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

$$ma = mg \sin \alpha - \mu N$$

$$N = 1,5mg + N_1 \cos \alpha + F_{tr} \cdot \sin \alpha$$

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

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

$$= mg (1,5 + \cos^2 \alpha + (\tan \alpha + \frac{a_0}{g \cos \alpha}) \sin \alpha \cos \alpha)$$

$$= 1,5 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha - \frac{a_0 \sin \alpha}{g}$$

$$= 2,5 - \frac{a_0 \sin \alpha}{g}$$