



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 $t = T$.

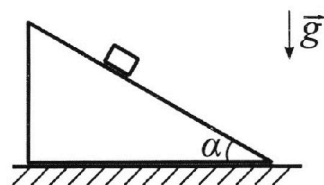
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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.

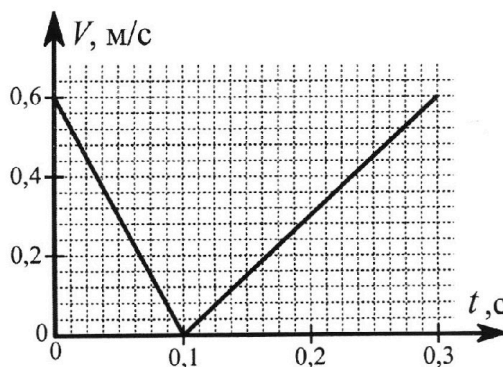
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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/с².



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





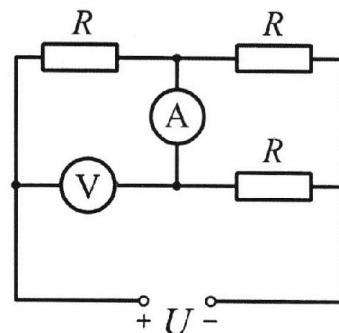
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 °C, помещают лед, температура которого $t_2 = -20$ °C. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

1. Найдите долю δ 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·°C), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °C.



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!

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) = \vec{v}_0 \frac{t}{T} - \vec{v}_0 \quad \text{№1.}$$

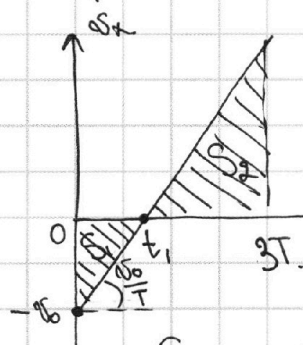
Введём ось Ox сонаправленную с $\vec{v}_0 \Rightarrow v_{0x}$ - проекция начальной скорости на ось Ox

$$v_{0x} = v_0.$$

$v_x(t)$ - проекция скорости на ось Ox .

$$v_x(t) = v_{0x} \frac{t}{T} - v_{0x} = \frac{v_0}{T} t - v_0.$$

1) Построим качественный график зав-ти $v_x(t)$.



$$\frac{v_0}{T} = \text{const}$$

Путь пропорционален и равен сумме модулей площадей под графиком $v_x(t)$.

$$S = |S_1| + |S_2|$$

$$S_1 = -v_0 \cdot \frac{t_1}{2} = -v_0 \frac{T}{2}. \quad S_2 = (v_x(3T) - v_x(t_1)) \cdot \frac{3T - t_1}{2}$$

$$v_x(t_1) = 0$$

$$\frac{v_0}{T} t_1 - v_0 = 0.$$

$$\frac{v_0}{T} t_1 = v_0. \quad | : v_0 \neq 0.$$

$$\frac{t_1}{T} = 1.$$

$$t_1 = T.$$

$$v_x(3T) = \frac{v_0}{T} \cdot 3T - v_0 = 2v_0.$$

$$S_2 = 2v_0 \cdot \frac{2T}{2} = 2v_0 T. \quad S = |S_1| + |S_2| = v_0 \frac{T}{2} + 2v_0 T = \frac{5}{2} v_0 T \ominus$$

$$\ominus \frac{5}{2} \cdot 2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 20 \text{ м.}$$



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!

2) $F = ma$ a - ускорение тела.

$$a_x = (v_x(t))' = \frac{v_0}{T} \text{ - проекция ускорения тела на ось } Ox.$$

$$F_x = ma_x = m \frac{v_0}{T} \equiv \cancel{0,4 \text{ кг} \cdot \frac{2 \text{ м/с}}{4 \text{ с}}} \equiv 0,4 \text{ кг} \cdot \frac{2 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = \underline{0,2 \text{ Н.}}$$

3) $A = \vec{F} \cdot \vec{r}$ $\vec{r}$ - перемещение тела

$\vec{F}$ - вектор силы

F_x - проекция $\vec{F}$ на Ox

$$F_x = ma_x = F = m \frac{v_0}{T}$$

r_x - проекция $\vec{r}$ на Ox .

$$r_x = S_1 = -v_0 \frac{T}{2}$$

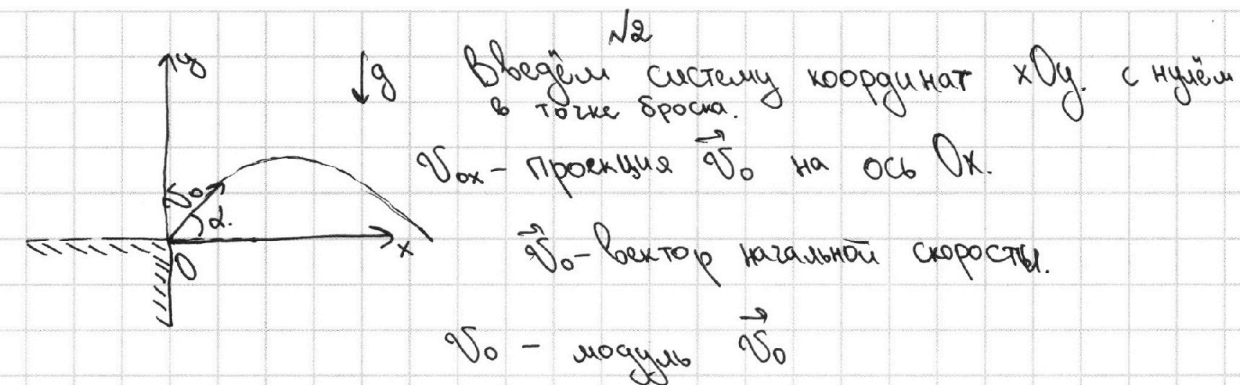
$$A = F_x r_x = -m \frac{v_0}{T} \cdot v_0 \frac{T}{2} = -\frac{mv_0^2}{2} = -\frac{0,4 \text{ кг} \cdot (2 \text{ м/с})^2}{2} = \underline{-0,8 \text{ Дж}}$$

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



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!



v_{0y} - проекция $\vec{v}_0$ на ось Oy .

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

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$v_y(t)$ - проекция $\vec{v}(t)$ на Oy . $v_x(t)$ - проекция $\vec{v}(t)$ на Ox .

$\vec{v}(t)$ - вектор скорости в момент времени t

$$v_y(t) = v_{0y} - gt \quad v_x(t) = v_{0x}$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \alpha - gt \quad v_x(t) = v_0 \cos \alpha$$

$y(t)$ - закон движения тела по оси Oy .

$$y(t) = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$v(t)$ - модуль $\vec{v}(t)$

$$v(t) = \sqrt{(v_y(t))^2 + (v_x(t))^2} \quad - \text{ по т. Пифагора.}$$

$$v(T) = \sqrt{(v_y(T))^2 + (v_x(T))^2}$$

$$v(T) = \frac{v_0}{2} \quad 2v(T) = v_0$$

$$4(v(T))^2 = v_0^2 \quad 4((v_y(T))^2 + (v_x(T))^2) = v_0^2$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!

$$4((v_0 \sin \alpha - gT)^2 + (v_0 \cos \alpha)^2) = v_0^2$$

$$4v_0^2 \sin^2 \alpha + 4g^2 T^2 - 8v_0 \sin \alpha gT + 4v_0^2 \cos^2 \alpha = v_0^2$$

$$4v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + 4g^2 T^2 - 8v_0 \sin \alpha gT = v_0^2$$

$$3v_0^2 - 8v_0 \sin \alpha gT + 4g^2 T^2 = 0$$

$$D = 64 \sin^2 \alpha g^2 T^2 - 16 \cdot 3g^2 T^2 = 16g^2 T^2 (4 \sin^2 \alpha - 3) = 16g^2 T^2 (4 \cdot \frac{3}{4} - 3) = 0$$

$$\sin \alpha = \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v_0 = \frac{8gT \sin \alpha}{6} = \frac{4}{3} gT \sin \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha = \frac{4}{3} gT \sin^2 \alpha$$

$$1) y(T) = H = v_{0y} T - \frac{gT^2}{2} = \frac{4}{3} gT^2 \cdot \sin^2 \alpha - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с}^2}{2} = 20 \text{ м}$$

$x(t)$ - ~~проекция~~ координата координата тела по оси Ox .

$$x(t) = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha t$$

2) L - перемещение тела по оси Ox к моменту времени T

$$L = x(T) = v_0 \cos \alpha T = \frac{4}{3} gT^2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{2}{3} gT^2 \sin 2\alpha = \frac{2}{3} gT^2 \sin \alpha$$

$$\sin 2\alpha = \sin 120^\circ = \sin (180^\circ - 120^\circ) = \sin 60^\circ = \sin \alpha$$

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{L^2 + H^2} \quad - \text{ по т. Пифагора.}$$

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{\frac{4}{9} g^2 T^4 \sin^2 \alpha + \frac{g^2 T^4}{4}} = gT^2 \sqrt{\frac{4}{9} \cdot \frac{3}{4} + \frac{1}{4}} = gT^2 \sqrt{\frac{7}{12}} = gT^2 \frac{\sqrt{21}}{6} =$$

$$= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с}^2}{6} \sqrt{21} = \frac{20\sqrt{21}}{3} \text{ м}$$



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**.



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!

$$R = \frac{v^2}{a_n}$$

a_n — нормальное ускорение в момент времени T

v — модуль скорости в момент времени T .

$$v = \sqrt{(v_y(T))^2 + (v_x(T))^2} \quad \text{— по т. Пифагора.}$$

$$v_y(T) = \frac{4}{3} gT \sin^2 \alpha - gT = 0 \Rightarrow \vec{v}(T) \perp \vec{g} \Rightarrow a_n = g$$

$$v = v_{ox} = \frac{4}{3} gT \sin \alpha \cos \alpha = \frac{2}{3} gT \sin \alpha$$

$$R = \frac{\frac{4}{9} g^2 T^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{1}{3} g T^2 = \underline{\underline{\frac{40}{3} \text{ м.}}}$$

$$\text{Ответ: } H = 20 \text{ м} \quad |\vec{r}(T)| = \frac{20\sqrt{21}}{3} \text{ м} \quad R = \frac{40}{3} \text{ м.}$$



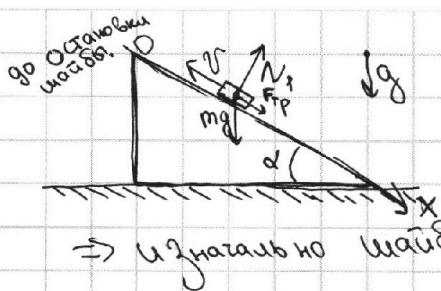
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

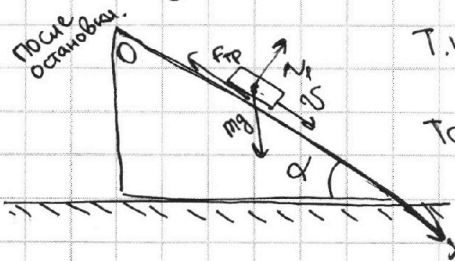
СТРАНИЦА

1 из 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!



т.к. шайба в какой-то момент, а точнее в момент $t = 0,1 \text{ с}$. останавливалась $\Rightarrow$ а потом опять разогналась.



Т.к. шайба движется только по клину,
то $mg \cos \alpha - N_1 = 0$

$$mg \cos \alpha = N_1 \quad N_1 - \text{сила реакции опоры на шайбу}$$

Введем ось Ox .

a_x - проекция ускорения шайбы на ось Ox .

$$1) \quad ma_x = F_{тр} + mg \sin \alpha \quad (\text{до остановки})$$

$$ma_x = mg \sin \alpha - F_{тр} \quad (\text{после остановки})$$

$$a_x = \frac{F_{тр}}{m} + g \sin \alpha \quad (\text{до остановки})$$

$$a_x = g \sin \alpha - \frac{F_{тр}}{m} \quad (\text{после остановки})$$

Вначале проекция скорости на ось Ox отрицательна (до остановки)

После остановки она становится положительной.

a_x - коэфф-т наклона графика $v(t)$.

Пусть a_{x1} - ускорение до остановки.

$$a_{x1} = \frac{-(-0,6) + 0}{0,1 \text{ с}} = 6 \text{ м/с}^2 \quad (\text{из графика})$$

a_{x2} - ускорение после остановки

$$a_{x2} = \frac{0,5 - 0}{(0,3 - 0,1) \text{ с}} = 2,5 \text{ м/с}^2 \quad (\text{из графика})$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

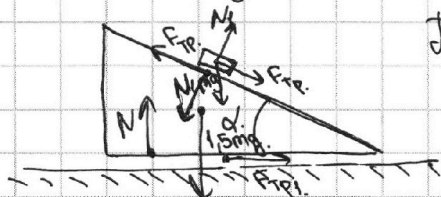
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{cases} 6 \text{ м/с}^2 = g \sin \alpha + \frac{F_{\text{тр}}}{m} \\ 3 \text{ м/с}^2 = g \sin \alpha - \frac{F_{\text{тр}}}{m} \end{cases}$$

$$9 \text{ м/с}^2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{9 \text{ м/с}^2}{2g} = \frac{9}{20} = 0,45$$

2).



Дл.к. клин покоится $\Rightarrow$

$$\Rightarrow N = 1,5mg + N \cos \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha$$

$$\begin{cases} 6 \text{ м/с}^2 = g \sin \alpha + \frac{F_{\text{тр}}}{m} \\ 3 \text{ м/с}^2 = g \sin \alpha - \frac{F_{\text{тр}}}{m} \end{cases}$$

$$9 \text{ м/с}^2 = 2 \frac{F_{\text{тр}}}{m}$$

$$F_{\text{тр}} = 1,5 \text{ м/с}^2 \cdot 0,4 \text{ кг} = 0,15 \text{ гм}$$

$$N = 1,5mg + mg \cos^2 \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha = 1,5mg + mg - mg \sin^2 \alpha - 0,15 \text{ гм} \sin \alpha = mg(2,5 - \sin \alpha(\sin \alpha + 0,15)) =$$

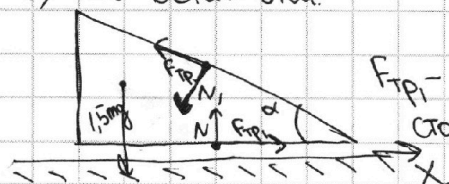
$$= mg(2,5 - 0,45 \cdot 0,6) = mg(2,5 - 0,27) = 2,23mg = 2,23 \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \ominus$$

$$\begin{array}{r} 0,45 \\ \times 2,23 \\ \hline 0,990 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,50 \\ - 0,27 \\ \hline 2,23 \end{array}$$

$$\ominus 2,23 \cdot 4 = 8,92 \text{ Н.}$$

3) До остановки.



$F_{\text{тр}}$ — сила, действующая со стороны поверхности на клин.

$$\begin{array}{r} 2,23 \\ \times 4 \\ \hline 8,92 \end{array}$$



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!

$$F_{\text{тр}1} \leq \mu N$$

$$F_{\text{тр}1}^{\text{Ох}} = F_{\text{тр}} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha = 0,15 mg \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha.$$

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha \leq \mu N$$

$$\cos \alpha > 0 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = \sqrt{\frac{400 - 81}{400}} = \sqrt{\frac{319}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$$

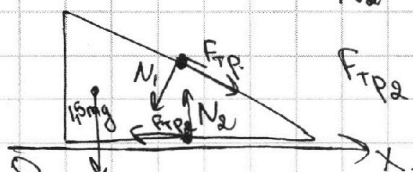
$$\frac{400 - 81}{319} F_{\text{тр}1} = mg \cdot \frac{\sqrt{319}}{20} (0,15 + 0,45) = mg \cdot \frac{\sqrt{319}}{20} \cdot 0,6 = \frac{0,6 \sqrt{319}}{50} = \frac{3 \sqrt{319}}{500} H$$

$$\mu \geq \frac{F_{\text{тр}1}}{N} = \frac{3 \sqrt{319}}{500 \cdot 8,92} = \frac{3}{5} \cdot \frac{\sqrt{319}}{892} = \frac{0,6 \cos \alpha}{2,23}.$$

После останьки.

N_1 — нормальная сила реакции со стороны пола на клин.

$F_{\text{тр}2}$ — сила трения со стороны пола на клин



$$N_2 = 1,5 mg + N_1 \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha = 1,5 mg + mg \cos^2 \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha =$$

$$= mg (2,5 - \sin \alpha (\sin \alpha - 0,15)) = mg (2,5 - 0,45 \cdot 0,3) = 2,365 mg.$$

$$\begin{array}{r} \times 0,45 \\ 0,135 \\ \hline 0,135 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,500 \\ - 0,135 \\ \hline 2,365 \end{array}$$

$$|F_{\text{тр}2}| \leq \mu N_2.$$

$$F_{\text{тр}2}^{\text{Ох}} = F_{\text{тр}} \cos \alpha - N_1 \sin \alpha = F_{\text{тр}} \cos \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha = \cos \alpha mg (0,15 - 0,45) =$$

$$= -0,3 \cos \alpha mg$$

$$0,3 \cos \alpha mg \leq 2,365 mg \mu \quad \mu \geq \frac{0,3 \cos \alpha}{2,365}.$$



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
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!

$$\mu \geq \frac{0,3 \cos \alpha}{2,365}$$

$$\mu \geq \frac{0,6 \cos \alpha}{2,23}$$

$$\mu \geq \frac{0,6 \cos \alpha}{2,23} = \frac{0,6 \frac{\sqrt{319}}{20}}{2,23} = \frac{0,3 \sqrt{319}}{22,3} = \frac{3 \sqrt{319}}{223}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,45 \quad N = 8,92 \quad \mu \geq \frac{3 \sqrt{319}}{223}$$



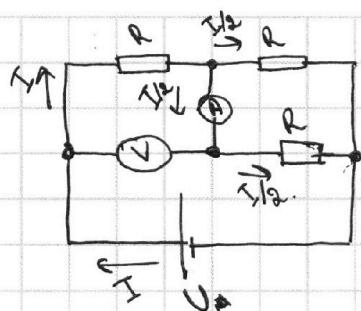
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

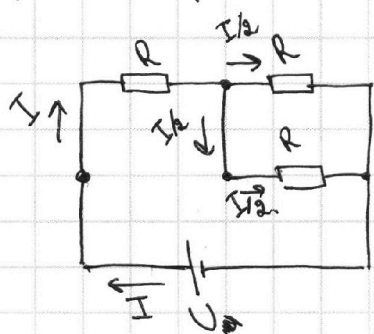


R_V — сопротивление вольтметра

$R_V \gg R$ R_A — сопротивление амперметра

$R_A \ll R$

1) Перерисуем эквивалентную схему.



$R_{\text{э}}$ — эквивалентное сопротивление

$$R_{\text{э}} = R + \frac{R^2}{2R} = \frac{3R}{2}$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{э}}} = \frac{2V}{3R} = \frac{2 \cdot 120V}{3 \cdot 200\Omega} = \frac{2}{5} A = 0,4 A.$$

$$2) I_A = \frac{I}{2} = \frac{1}{5} A = 0,2 A$$

$$3) P = UI = 120V \cdot 0,4A = 48 \text{ Вт.}$$

Ответ: $I = 0,4 A$ $I_A = 0,2 A$ $P = 48 \text{ Вт.}$



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 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!

m_{n0} - начальная масса льда $\sqrt{5}$ m_{b0} - начальная масса воды

$$m_{n0} = m_{b0}$$

m_b - масса воды после установления теплового равновесия

m_n - масса льда после установления теплового равновесия

$$\frac{m_b}{m_n} = n \quad m_n = \frac{m_b}{n} \quad m_b = m_n n$$

$$m_b + m_n = m_{n0} + m_{b0}$$

$$m_n (1+n) = 2m_{n0}$$

$$m_n = \frac{2}{1+n} m_{n0}$$

1) Δm_n - масса льда, превратившаяся в воду.

$$\Delta m_n = m_{n0} - m_n = m_{n0} \left(1 - \frac{2}{1+n}\right) = m_{n0} \cdot \frac{n-1}{n+1}$$

$$\delta = \frac{\Delta m_n}{m_{n0}} = \frac{n-1}{n+1} = \frac{\frac{11}{9}-1}{\frac{11}{9}+1} = \frac{2}{20} = 0,1$$

2) Так как растаял не весь лёд к моменту установления теплового равновесия, то конечная температура смеси равна t_0 .

$$m_{b0} c_b (t_1 - t_0) = m_{n0} c_n (t_0 - t_2) + \lambda \Delta m_n \quad | : m_{n0}$$

$$\frac{m_{b0}}{m_{n0}} c_b (t_1 - t_0) = c_n (t_0 - t_2) + \lambda \delta$$

$$t_1 = t_0 + \frac{c_n (t_0 - t_2) + \lambda \delta}{c_b} = 0^\circ\text{C} + \frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 20 + 3,36 \cdot 10^5 \cdot 0,1}{4,2 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{2,1 \cdot 20}{4,2} + \frac{3,36 \cdot 10}{4,2} = 10 + \frac{33,6}{4,2} = 10 + \frac{16,8}{2,1} = 18^\circ\text{C}$$

Ответ: $\delta = 0,1$ $t_1 = 18^\circ\text{C}$



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
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

$$D = 64 g T^2 \sin^2 \alpha - 9 \cdot 16 g T^2 = 16 g T^2 (4 \sin^2 \alpha - 3) = 16 g T^2 (4 \cdot \frac{8}{9} - 3) =$$

$$= 0.$$

$$v_0 = \frac{8 g T \sin \alpha}{6} = \frac{4}{3} g T \sin \alpha$$

$$y(t) = v_{0y} t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_{0y} = \frac{4}{3} g T \sin^2 \alpha$$

$$H(T) = v_{0y} T - \frac{g T^2}{2} = \frac{4}{3} g T^2 \sin^2 \alpha - \frac{g T^2}{2} = \frac{4 \cdot 8}{3 \cdot 4} g T^2 - \frac{g T^2}{2} = \frac{g T^2}{2} =$$

$$= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с}^2}{2} = 20 \text{ м.}$$

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{(H(T))^2 + (L(T))^2} = \sqrt{\frac{4}{9} g^2 T^4 \sin^2 \alpha + \frac{g^2 T^4}{9}} \quad \textcircled{=}$$

$L(T)$ - перемещение по оси Ox .

$$\dot{x}(t) = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha t$$

$$L(T) = v_0 \cos \alpha T = \frac{4}{3} g T^2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{2}{3} g T^2 \sin 2\alpha = \frac{2}{3} g T^2 \sin \alpha.$$

$$2\alpha = 120^\circ \Rightarrow \sin 2\alpha = \sin(180^\circ - 2\alpha) = \sin \alpha$$

$$\textcircled{=} g T^2 \left(\sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}} \right) = g T^2 \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{3}} = g T^2 \frac{\sqrt{21}}{6} = 10 \cdot 4 \cdot \frac{\sqrt{21}}{6} = \frac{20}{3} \sqrt{21} \text{ м}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad \text{Нормальное ускорение в необходимый момент}$$

$$R = \frac{v^2}{a_n} \quad v - \text{скорость в этот момент.}$$

$$g = \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{v^2}{g} = \frac{\frac{4}{9} g T^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{1}{9} g T^2 = \frac{10 \cdot 4}{9} = \frac{40}{9} \text{ м.}$$

$$v = v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \frac{4}{3} g T \sin \alpha \cos \alpha = \frac{2}{3} g T \sin \alpha.$$

$$v_y(T) = v_{0y} - gT = gT - gT = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{v} \perp \vec{g} \Rightarrow$$

$\vec{v}$ - вектор скорости в этот момент.
 $a_n = g.$

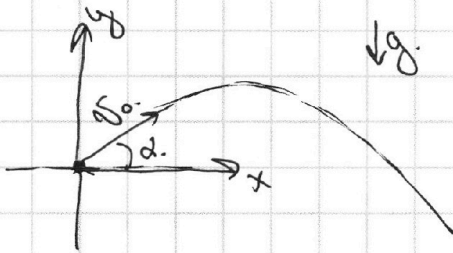




На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$v(T) = \frac{v_0}{2}$$

$$T = 2c$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \text{const.}$$

$$v_y(T) = v_0 \sin \alpha - gT$$

$$v(T) = \sqrt{(v_y(T))^2 + v_{0x}^2} \quad (\text{по т. Пифагора.})$$

$$2v(T) = v_0$$

$$4v^2(T) = v_0^2$$

$$4((v_y(T))^2 + v_{0x}^2) = v_0^2 \quad 4(v_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 T^2 - 2gT v_0 \sin \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha) = v_0^2$$

$$g^2 T^2 - 2gT v_0 \sin \alpha + v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = \frac{v_0^2}{4}$$

$$g^2 T^2 = 2gT v_0 \sin \alpha \quad | : gT \neq 0$$

$$gT = 2v_0 \sin \alpha$$

$$v_0 = \frac{gT}{2 \sin \alpha} \quad y(t) = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H(T) = v_{0y} T - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$v_{0y} = \frac{gT}{2}$$

$$4v_0^2 + 4g^2 T^2 - 8gT v_0 \sin \alpha = v_0^2$$

$$3v_0^2 - 8gT v_0 \sin \alpha + 4g^2 T^2 = 0$$

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**.

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!



$$m = 0,4 \text{ кг.}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) \quad |\vec{v}_0| = 2 \text{ м/с.} \quad T = 4 \text{ с.}$$

$$\vec{v}(t) = \frac{\vec{v}_0 t}{T} - \vec{v}_0 \quad \text{Пусть } \vec{v}_0 \text{ направлен вдоль оси } O_x$$

Построим график зав-ти (качественный)
 $v_x(t)$

$$v_x(t) = \frac{v_{0x} t}{T} - v_{0x} = \frac{v_0 t}{T} - v_0$$

$$v_{0x} = v_0$$

пропорционален
времени

S - ~~пропорционален~~ площади
под графиком $v_x(t)$

$$S = |S_1| + S_2$$

$$S_1 = -v_0 \cdot \frac{t_1}{2} = -v_0 \frac{T}{2}$$

$$S_2 = \frac{v_0}{T} \cdot (3T - T) \cdot \frac{3T - T}{2} =$$

$$= v_0 \cdot 2T \cdot v_0$$

$$v_0 = v_0 \frac{t_1}{T}$$

$$-v_0 + \frac{v_0 t_1}{T} = 0$$

$$T = t_1 = 4 \text{ с.}$$

$$S = \left| -v_0 \frac{T}{2} \right| + 2Tv_0 = v_0 T \left(2 + \frac{1}{2} \right) =$$

$$= \frac{5}{2} v_0 T = \frac{5}{2} \cdot 2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 20 \text{ м}$$

$$F = ma \quad F = m \frac{v_0}{T} = 0,4 \text{ кг} \cdot \frac{2 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 0,2 \text{ Н.}$$

$$a = \frac{v_0}{T} \text{ - ускорение тела}$$

$$A = \vec{F} \cdot \vec{r} \quad \vec{r} \text{ - перемещение тела.}$$

$$A_x = F_x r_x \cos 0 = -m \frac{v_0^2}{2} =$$

$$= -0,4 \cdot \frac{2^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} = -0,8 \text{ Дж}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_0}{T}$$

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$F_x = m \frac{v_0}{T}$$

$$r_x = S_1 = -v_0 \frac{T}{2}$$