

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

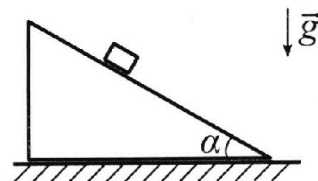
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t = T$.

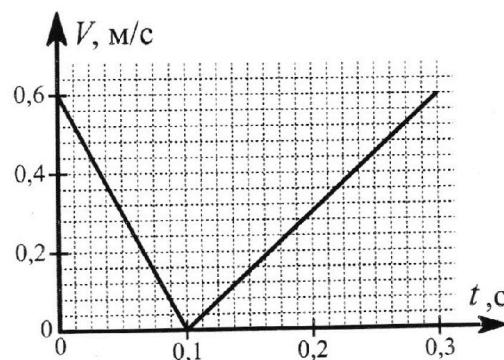
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





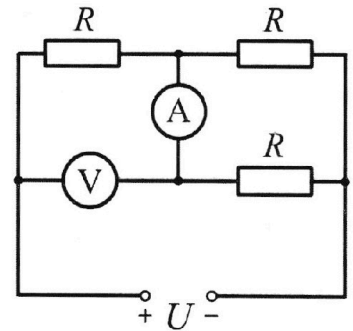
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 °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 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·°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!

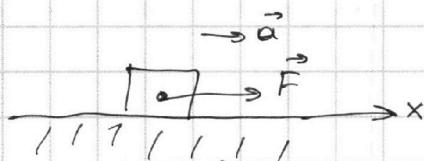
Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

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

$$V_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T = 4 \text{ с}$$

$$S = ?; F = ?; A_F = ?$$



~~Пл. масса движется по горизонтальной~~

$$\vec{V}(t) \text{ в проекции на } OX: v(t) = V_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

① Наметим график функции $v(t)$:

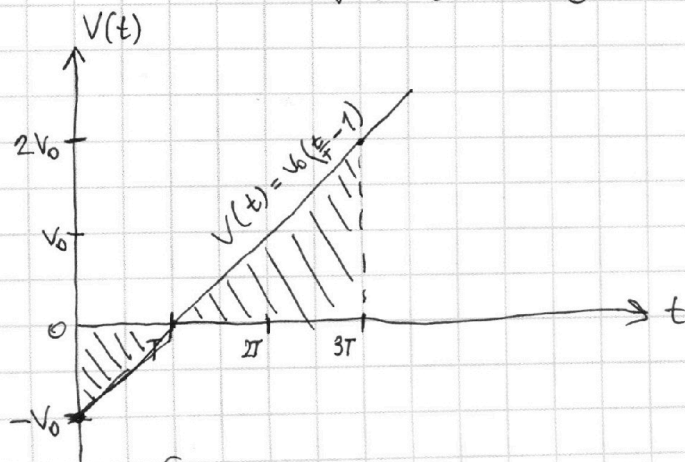
$v(t) = \frac{V_0 t}{T} - V_0$, это линейная функция, график — прямая.

1 точка: $v(0) = \frac{V_0 \cdot 0}{T} - V_0$

$$v(0) = -V_0$$

2 точка: $v(3T) = \frac{V_0 \cdot 3T}{T} - V_0$

$$v(3T) = 2V_0$$



Точка пересечения с Ox :

$$0 = V_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

$$\frac{t}{T} = 1$$

$$t = T \Rightarrow v(T) = 0$$

Чтобы определить путь S за время от $t=0$ до $t=3T$, необходимо найти площадь под графиком $v(t)$



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!

на соответствующем участке:

$$S = \frac{V_0 \cdot T}{2} + \frac{2V_0 \cdot (3T - T)}{2} = \frac{V_0 T + 4V_0 T}{2} = \frac{5V_0 T}{2} =$$

$$= \frac{5 \cdot 2 \frac{m}{c} \cdot 4c}{2} = 20m$$

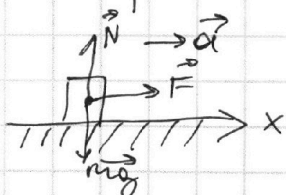
② Найдём ускорение ~~машины~~ майбы по графику

$$V(T) = 0; V(3T) = 2V_0$$

$$2V_0 = 0 + a(3T - T)$$

$$2V_0 = 2aT$$

$$a = \frac{V_0}{T}$$



2 закон Ньютона для майбы
в проекции на ОХ: $F = ma$

$$F = \frac{mV_0}{T} = \frac{0,4m \cdot 2 \frac{m}{c}}{4c} = 0,2H$$

③ $A = F \cdot s$

$s = \frac{V_0 \cdot T}{2}$ (площадь под графиком $V(t)$ на участке от 0 до T)

$$A = \frac{F \cdot V_0 T}{2} = \frac{\frac{mV_0}{T} \cdot V_0 T}{2} = \frac{mV_0^2}{2} = \frac{0,4m \cdot (2 \frac{m}{c})^2}{2} = 0,8Dm$$

Ответ: $S = 20m$, $F = 0,2H$; $A = 0,8Dm$.



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:

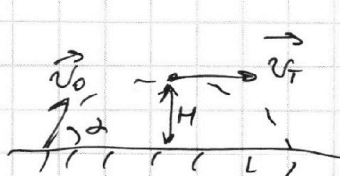
$$\alpha = 60^\circ$$

$$T = 2c$$

$$V_T = \frac{V_0}{2}$$

$$H = ?; |\vec{r}(T)| = ?$$

$$R = ?$$



$$V_T = \frac{V_0}{2}$$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha = V_0 \cdot \cos 60^\circ = \frac{V_0}{2}$$

$V_T = V_{0x} = \frac{V_0}{2} \Rightarrow$ в момент времени T камень находится в верхней точке полета.

$$V_{Ty} = V_{0y} - gT; \quad V_{Ty} = 0$$

$$0 = V_{0y} - gT$$

$$V_{0y} = gT$$

$$V_0 \sin \alpha = gT$$

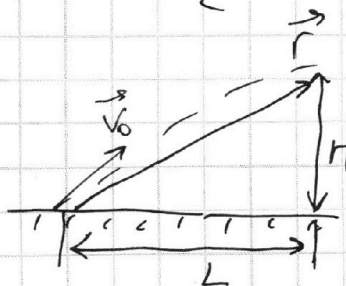
$$V_0 = \frac{gT}{\sin \alpha}$$

$$(1) \quad H = V_{0y}T - \frac{gT^2}{2}$$

$$H = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$$

$$H = \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot (2c)^2}{2} = 20 \text{ м}$$

(2)



$$r = \sqrt{H^2 + L^2} \quad (\text{по теореме Пифагора})$$

$$L = V_{0x} \cdot T = V_0 \cos \alpha \cdot T = \frac{gT^2 \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{gT^2}{2}\right)^2 + \left(\frac{gT^2 \cos \alpha}{\sin \alpha}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{g^2 T^4 \left(\frac{1}{4} + \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha}\right)} = gT^2 \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha + 4 \cos^2 \alpha}{4 \sin^2 \alpha}} =$$

$$= gT^2 \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha + 4 \cos^2 \alpha}{4 \sin^2 \alpha}} = 10 \frac{м}{с^2} \cdot (2c)^2 \sqrt{\frac{(\frac{\sqrt{3}}{2})^2 + 4 \cdot 0,5}{4 \cdot (\frac{\sqrt{3}}{2})^2}} = 10 \sqrt{\frac{11}{3}} \text{ м}$$



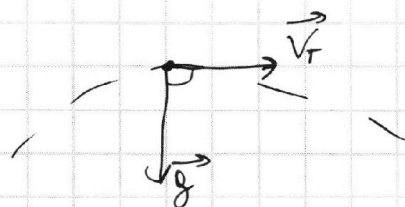
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

③



$$\begin{aligned} g &= \frac{v_T^2}{R} \\ R &= \frac{v_T^2}{g} = \frac{\left(\frac{v_0}{2}\right)^2}{g} = \\ &= \frac{v_0^2}{4g} = \frac{g T^2}{4 \sin^2 \alpha} = \\ &= \frac{g T^2}{4 \sin^2 \alpha} = \frac{10 \frac{N}{kg} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2}{4 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} = 13 \frac{1}{3} \text{ м} \end{aligned}$$

Ответ: $H=20 \text{ м}$; $r=10\sqrt{\frac{11}{3}} \text{ м}$; $R=13\frac{1}{3} \text{ м}$



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 7

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:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

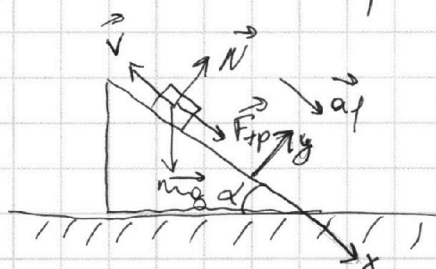
$$M = 1,5 \text{ м}$$

график $|V(t)|$

$\sin \alpha = ?$; $N = ?$; $\mu = ?$

Найти:

① При $0 < t < 0,1$ шайба движется вверх равнозамедленно.



Рассставим силы на шайбу.

2 закона Ньютона для шайбы:

$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{mg} = m\vec{a}_1$$

$$Ox: F_{\text{тр}} + mg \cdot \sin \alpha = ma_1$$

$$Oy: N - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha, \mu - \text{коэффициент трения скольжения шайбы по наклонной.}$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma_1$$

$$a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

a_1 находим по данному графику:

$$v = v_0 - a_1 t \quad v = v_0 + a_1 t$$

$$a_1 = \frac{v_0 - v}{t} \quad a_1 = \frac{v - v_0}{t}$$

$$v = v_0 - a_1 t$$

$$a_1 t = \frac{v_0 - v}{t}$$



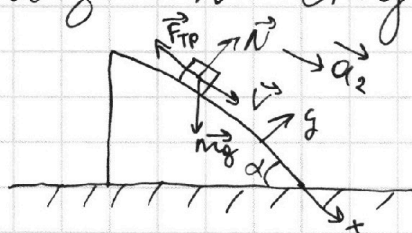
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

$$a_1 = \frac{0,6 \frac{м}{с} - 0 \frac{м}{с}}{0,1 с} = 6 \frac{м}{с^2}$$

При $0,1 < t < 0,3 с$, майба движется
вниз по наклонной равноускоренно:



Рассставим силы на
маяг майбу.

2 закон Ньютона:

$$\vec{N} + \vec{F}_{тр} + \vec{mg} = m\vec{a}_2$$

$$0x: mg \cdot \sin \alpha - F_{тр} = ma_2$$

$$0y: -mg \cdot \cos \alpha + N = 0$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

a_2 найдем по графику:

$$v = a_2 t$$

$$a_2 = \frac{v}{t} = \frac{0,6 \frac{м}{с}}{0,3 с - 0,1 с} = \frac{0,6 \frac{м}{с}}{0,2 с} = 3 \frac{м}{с^2}$$

найдем:

$$\begin{cases} a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \end{cases}$$



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 7

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!

$$\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \end{cases}$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6 \frac{m}{c^2} + 3 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = \frac{9}{20} = \frac{45}{100} = 0,45$$

② U_z минимальна ①: при $0 < \alpha < 0,1c$

$$N = mg \cos \alpha = mg \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \text{ (осн. триг. тожд.)}$$

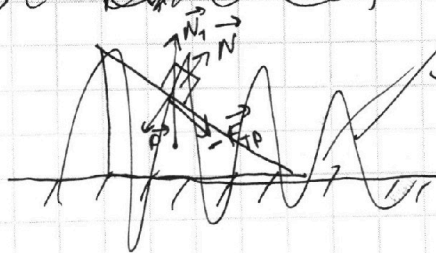
$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\begin{aligned} N &= mg \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = mg \sqrt{1 - \frac{(a_1 + a_2)^2}{4g^2}} = \\ &= mg \sqrt{\frac{4g^2 - (a_1 + a_2)^2}{4g^2}} = \frac{mg \sqrt{4g^2 - (a_1 + a_2)^2}}{2g} = \\ &= \frac{0,4 \cdot \sqrt{4 \cdot 10^2 - 9^2}}{2} = \frac{0,4 \cdot \sqrt{319}}{2} \end{aligned}$$

$$N = mg \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = mg \sqrt{1 - \frac{9^2}{20^2}} = mg \sqrt{1 - \frac{81}{400}} =$$

$$= mg \sqrt{\frac{319}{400}} = \frac{0,4 \cdot \sqrt{319}}{20} = \frac{\sqrt{319}}{5} \text{ Н}$$

③ При $0 < \alpha < 0,1c$ (шайба движется вверх)



Расслабили силы на клине шайбу



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**.

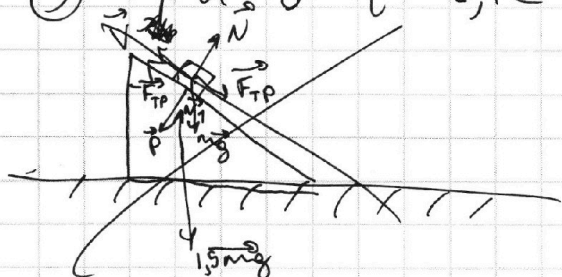
1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐

СТРАНИЦА

4 ИЗ 7

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!

③ При $0 < t < 0,1$ с (шайба движется вверх)

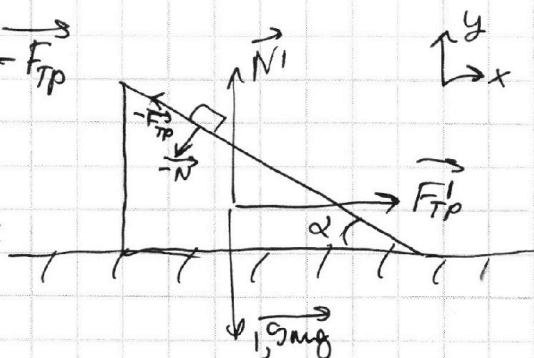


Расставим силы на клин:

По 3 закону Ньютона на клин действуют силы $\vec{N}$ и $\vec{F}_{TP}$

$\vec{F}'_{TP}$ — сила трения покоя, действующая на клин

$$F'_{TP} \leq \mu N$$



2 закон Ньютона:

$$-\vec{N} - \vec{F}_{TP} + \vec{N}' + \vec{F}'_{TP} + 1,5\vec{m}g = 0$$

из пункта 1): при $0 < t < 0,1$ с $N = mg \cos \alpha$

$$Ox: -F_{TP} \cos \alpha - N \sin \alpha + F'_{TP} = 0$$

$$Oy: F_{TP} \sin \alpha - N \cos \alpha + N' - 1,5mg = 0$$

$$\begin{cases} -\mu_1 mg \cos \alpha \cdot \cos \alpha - mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F'_{TP} = 0 \\ \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha \cdot \cos \alpha + N' - 1,5mg = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -\mu_1 mg \cos \alpha \cdot \cos \alpha - mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F'_{TP} = 0 \\ \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha \cdot \cos \alpha + N' - 1,5mg = 0 \end{cases}$$



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
5 из 7

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!

$$\begin{cases} F_{TP}' = mg(\sin \alpha \cos \alpha + \mu_1 \cos^2 \alpha) \\ N' = mg(1,5 + \cos^2 \alpha - \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha) \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{TP}' = mg \cos \alpha (\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha) \\ N' = mg(1,5 + \cos^2 \alpha - \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha) \end{cases}$$

Из уравнения (1):

$$\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu_1 g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha \quad | \cdot (-1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu_1 g \cos \alpha \\ + a_2 = -g \sin \alpha + \mu_1 g \cos \alpha \end{cases}$$

$$a_1 - a_2 = 2\mu_1 g \cos \alpha$$

$$\mu_1 = \frac{a_1 - a_2}{2g \cos \alpha}$$

$$F_{TP}' = mg \cos \alpha \left(\sin \alpha + \frac{a_1 - a_2}{2g} \right)$$

$$N' = mg \left(1,5 + \cos^2 \alpha - \frac{a_1 - a_2}{2g} \cdot \sin \alpha \right)$$

$$F_{TP}' \leq \mu N'$$

$$\mu \geq \frac{F_{TP}'}{N'}$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha \left(\sin \alpha + \frac{a_1 - a_2}{2g} \right)}{1,5 + \cos^2 \alpha - \frac{(a_1 - a_2) \sin \alpha}{2g}} = \frac{2g \sin \alpha \cos \alpha + (a_1 - a_2) \cos \alpha}{3g + 2g \cos^2 \alpha - (a_1 - a_2) \sin \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{2g \sin \alpha \cos \alpha + (a_1 - a_2) \cos \alpha}{3g + 2g \cos^2 \alpha - (a_1 - a_2) \sin \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{2 \cdot 10 \frac{H}{c^2} \cdot \frac{9}{20} + \frac{\sqrt{319}}{20} \cdot \frac{9}{20} - 3 \frac{H}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{319}}{20}}{3 \cdot 10 \frac{H}{c^2} + 2 \cdot 10 \frac{H}{c^2} \cdot \frac{319}{400} - 3 \frac{H}{c^2} \cdot \frac{9}{20}} = \frac{3\sqrt{319}}{223}$$



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 ☐

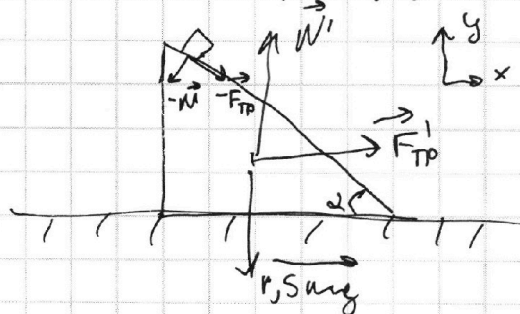
СТРАНИЦА
6 ИЗ 4

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!

$$\mu \geq \frac{3\sqrt{3}19}{223}$$

При $0,1 < t < 0,3$ с (матбл движется вниз)

Расставим силы на клин.



из пункта 1:

$$\text{при } 0,1 < t < 0,3 \text{ с } N = mg \cos \alpha$$

2 закон Ньютона:

$$-\vec{N} - \vec{F}_{Tp} + \vec{N}' + \vec{F}_{Tp}' + 1,5mg = 0$$

$$Ox: F_{Tp} \cos \alpha - N \sin \alpha + F_{Tp}' = 0$$

$$Oy: F_{Tp} \sin \alpha - N \cos \alpha + N' - 1,5mg = 0$$

$$\begin{cases} \mu_1 mg \cos^2 \alpha - mg \sin \alpha \cos \alpha + F_{Tp}' = 0 \\ -\mu_1 mg \cos \alpha \sin \alpha - mg \cos^2 \alpha + N' - 1,5mg = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{Tp}' = mg \cos \alpha (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \\ N' = mg (1,5 + \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha + \cos^2 \alpha) \end{cases}$$

$$F_{Tp}' \leq \mu N'$$

$$\mu \geq \frac{F_{Tp}'}{N'}$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)}{1,5 + \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)}{1,5 + \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha + \cos^2 \alpha}$$



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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

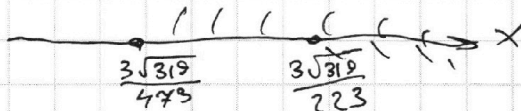
СТРАНИЦА
7 ИЗ 7

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!

$$\mu \geq \frac{3\sqrt{319}}{443}$$

Приотсое!

$$\mu \geq \frac{3\sqrt{319}}{443}$$
$$\mu \geq \frac{3\sqrt{319}}{223}$$



$$\mu \geq \frac{3\sqrt{319}}{223}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0.45$; $N = \frac{\sqrt{319}}{5}$; $\mu \geq \frac{3\sqrt{319}}{223}$



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 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:

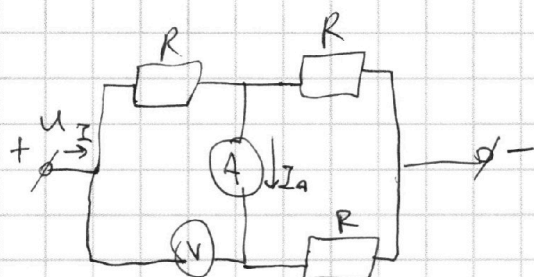
$$R = 200 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$$R_A \ll R$$

$$R_V \gg R$$

$$I = ?; I_A = ?; P = ?$$

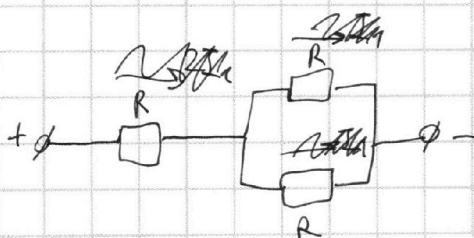


① Т.к. $R_A \ll R$, $R_V \gg R$, можно

воспринимать Амперметр,

как обычный провод, а вольтметр как разрыв цепи.

Начертим эквивалентную схему:

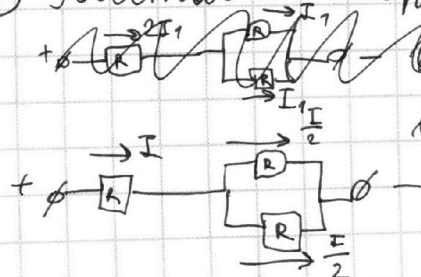


R_0 (общее сопротивление) #

$$R_0 = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

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

② Расставим токи в цепи:



~~Токи через один из резисторов~~
~~как в задаче 2, т.к. $R_A \ll R$~~

перенесём токи на
исходную цепь?

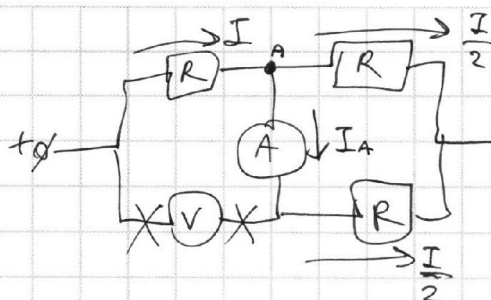


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

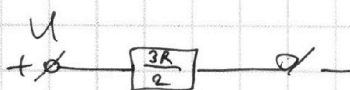
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



~~Первое правило Кирхгофа~~

$$I_A = \frac{I}{2} = \frac{\frac{2U}{3R}}{2} = \frac{U}{3R} = \frac{120\text{ В}}{3 \cdot 2000\text{ Ом}} = 0,2\text{ А}$$

③ ~~R=1000~~ $R_0 = \frac{3R}{2}$, исходя из схемы можно заметить на эквивалентную и мощности на них будут равны:



$$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2}{\frac{3R}{2}} = \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot (120\text{ В})^2}{3 \cdot 2000\text{ Ом}} = 48\text{ Вт}$$

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



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:

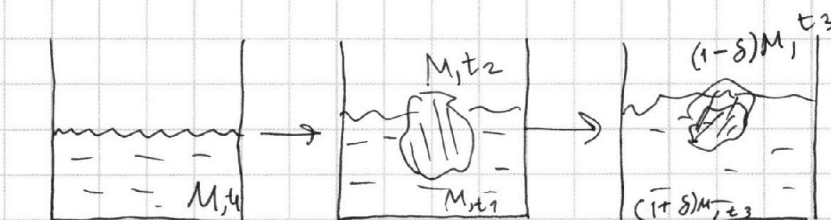
$$m_1 = m_2 = M$$

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

$$\frac{m_{\text{лед}}}{m_{\text{вода}}} = n$$

$$n = \frac{11}{9}$$

$\delta = ? ; t_1 = ?$



Т.к. после установления теплового баланса в сосуде осталась

и лёд и вода, t_3 — конечная, $t_3 = 0^\circ\text{C}$

① В сосуде осталась $M - \delta M = M(1 - \delta)$ льда,

и $M + \delta M = (1 + \delta)M$ воды.

$$\frac{(1 + \delta)M}{(1 - \delta)M} = n \quad (\text{по условию})$$

$$\frac{1 + \delta}{1 - \delta} = n$$

$$1 + \delta = n - n\delta$$

$$\delta(1 + n) = n - 1$$

$$\delta = \frac{n - 1}{1 + n} = \frac{\frac{11}{9} - 1}{1 + \frac{11}{9}} = \frac{\frac{2}{9}}{\frac{20}{9}} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10} = 0,1$$

② Уравнение теплового баланса:

$$c_B M(t_3 - t_1) + c_L M(t_3 - t_2) + \lambda \cdot \delta M = 0$$

$$-c_B M t_1 - c_L M t_2 + \lambda \delta M = 0$$

$$t_1 = \frac{-c_L M t_2 + \lambda \delta M}{c_B M} = \frac{-c_L t_2 + \lambda \delta}{c_B} = \frac{\lambda \frac{n-1}{n+1} - c_L t_2}{c_B} =$$

$$= \frac{3,36 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,1 - 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot (-20^\circ\text{C})}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}} = 18^\circ\text{C}$$



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
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!

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
☐

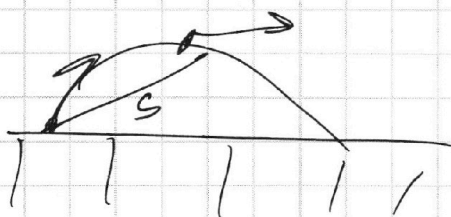
5
☐

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!



$$S = L^2 + H^2$$

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

$$\frac{40}{3} = 13\frac{1}{3}$$

$$\sqrt{\frac{\frac{3}{4} + 2}{3}} = \sqrt{\frac{11}{12}} =$$

$$\sqrt{\frac{11}{3}} \cdot \frac{20}{2} \cdot \sqrt{\frac{11}{3}} =$$

$$= 10 \sqrt{\frac{11}{3}}$$



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 0

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:

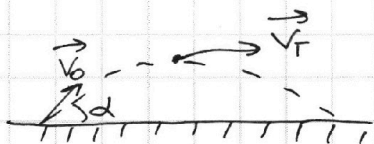
$$\alpha = 60^\circ$$

$$T = 2c$$

$$V_T = \frac{V_0}{2}$$

$$H = ?; |\vec{r}(T)| = ?$$

$$R = ?$$



$$V_{Ty} = V_{0y} - gT$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Ty} = V_0 \cdot \sin \alpha - gT$$

$$V_{Tx} = V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$V_T = \sqrt{V_{Tx}^2 + V_{Ty}^2} = \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0 \sin \alpha - gT)^2}$$

$$V_T = \frac{V_0}{2}$$

$$\sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0 \sin \alpha - gT)^2} = \frac{V_0}{2}$$

$$V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0 \sin \alpha - gT)^2 = \frac{V_0^2}{4}$$

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

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

$$\frac{3V_0^2}{4} - 2V_0 gT \sin \alpha + g^2 T^2 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = (-2gT \sin \alpha)^2 - 4 \cdot \frac{3}{4} \cdot g^2 T^2 = 4g^2 T^2 \sin^2 \alpha - 3g^2 T^2 =$$

$$= T^2 (4g^2 \sin^2 \alpha - 3g^2)$$

$$V_{0x} = \frac{b \pm \sqrt{D}}{2a} =$$

$$V_0 = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{2gT \sin \alpha \pm \sqrt{T^2 (4g^2 \sin^2 \alpha - 3g^2)}}{2 \cdot \frac{3}{4}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 2c \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \pm \sqrt{28^2 (4 \cdot \frac{3}{4} - 3 \cdot 100)}}{\frac{3}{2}} =$$

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**.

[illegible]

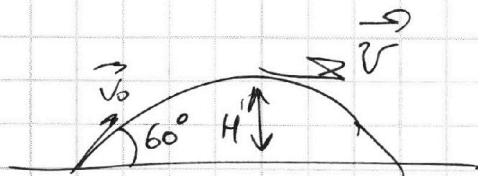


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

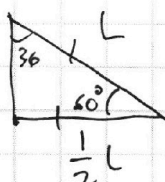
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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_0~~ $\frac{v_0}{v} = 2$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos 60^\circ$$



$$\cos 60 = \frac{1}{2}$$

$$v_{0x} = \frac{v_0}{2}$$

$$v = \frac{v_0}{2} \quad \Rightarrow \quad v = v_{0x}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{gT^2}{2}$$