



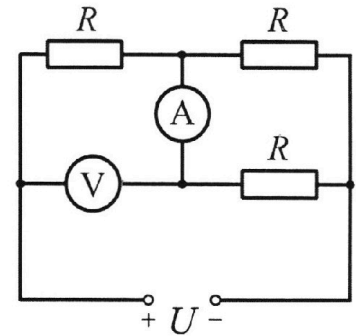
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

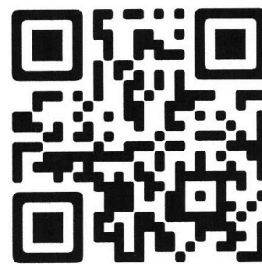
В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °С.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



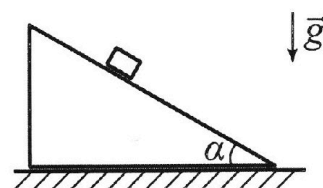
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t=T$.

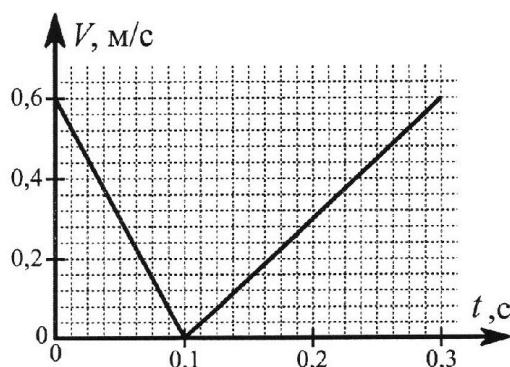
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





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 14

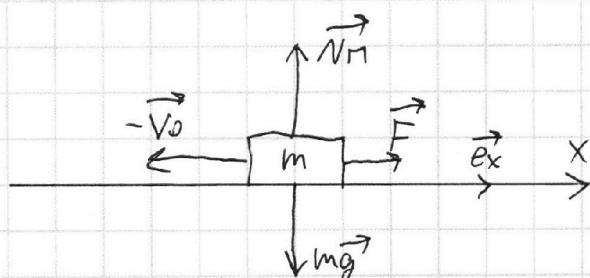
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

$\vec{V}(t) \parallel \vec{V}_0$
||

ДВИЖЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ С НАЧАЛЬНОЙ ~~СКЛОРОТ~~ СКОРОСТЬЮ:

$\vec{V}(0) = -\vec{V}_0$



ВВЕДЁМ ось x

$\vec{e}_x \uparrow \downarrow -\vec{V}_0$

$\vec{e}_x \uparrow \uparrow \vec{V}_0$

$\vec{V}_x(t) = -V_{0x} + \frac{V_{0x}}{T} \cdot t = -V_0 + \frac{V_0}{T} \cdot t$

$a_x = \frac{dV_x}{dt} = \frac{V_0 \cdot dt}{T \cdot dt} = \frac{V_0}{T} \geq 0$

Пусть t_p - время, спустя которое произойдёт

разворот (А он когда-то произойдёт т.к. $V_x(0) \leq 0$
 $a_x \geq 0$)

$t_p = \frac{|V_x(0)|}{a_x} = \frac{V_0}{\frac{V_0}{T}} = T$

1) $t = 3T > T \Rightarrow$ ВХОДЕ ДВИЖЕНИЯ ПРОИЗОЙДЁТ РАЗВОРОТ

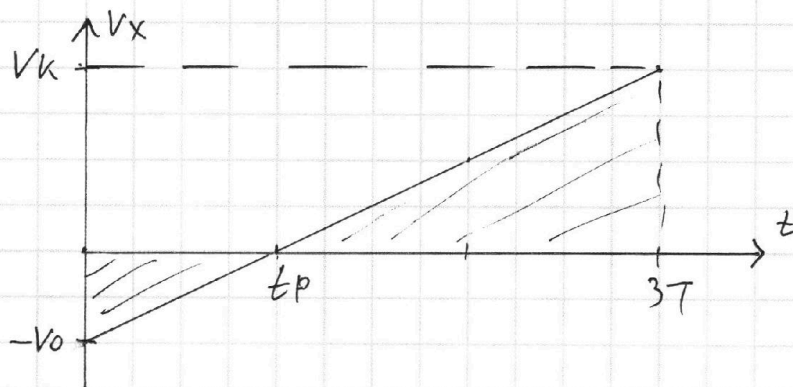


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 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!

Построим график $V_x(t)$



Значит S - площадь под графиком

$$V_k = V_x(3T) = -V_0 + \frac{3T}{T} V_0 = 2V_0$$

$$S = \frac{|-V_0| \cdot t_p}{2} + \frac{|V_k| \cdot (3T - t_p)}{2} = \frac{V_0 T}{2} + \frac{2V_0 (3T - T)}{2} =$$

$$= \frac{V_0 T}{2} + 2V_0 T = \frac{5}{2} V_0 T = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 4 = 20 \text{ м}$$

2) 2 з.к. : $m \vec{a} = m \vec{g} + \vec{N}_n + \vec{F}$

$$m a_x = F_x$$

Автомобиль движется прямолинейно $\Rightarrow |a_x| = a_x = a = F_x = F$

$$F = m a_x = \frac{m V_0}{T} = \frac{0,4 \cdot 2}{4} = 0,2 \text{ Н}$$

3) Пусть S_p - путь, пройденный до разворота, тогда от $t=0$, до $t=T$

$$S_p = \frac{|-V_0| \cdot t_p}{2} = \frac{V_0 T}{2} \text{ (из графика)}$$

$$A = F \cdot S_p = \frac{m V_0^2}{2} = 0,4 \cdot 2^2 : 2 = 0,8 \text{ Дж}$$



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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

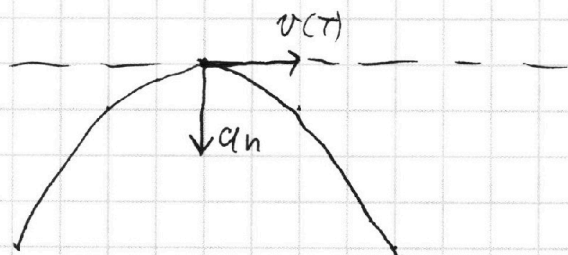
СТРАНИЦА
5 ИЗ 5

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!

$$h(t) = v_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 2t^2 - \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2} =$$

$$= \frac{10 \cdot 2^2}{2} = 20 \text{ м}$$

3) В момент T — камень находится на вершине траектории



$$a_n(t) = g$$

$$R = \frac{dL}{d\theta} = \frac{\frac{dL}{dt}}{\frac{d\theta}{dt}} = \frac{v(t)}{\omega} = \frac{v^2(t)}{v(t) \cdot \omega} = \frac{v^2(t)}{a_n(t)} =$$

$$= \frac{v_0^2}{4g} = \frac{\frac{g^2 T^2}{\sin^2 \alpha}}{4g} = \frac{g T^2}{4 \sin^2 \alpha} = \frac{g T^2}{4 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{g T^2}{3} =$$

$$= \frac{10 \cdot 2^2}{3} = \left(\frac{40}{3} \right) \text{ м}$$



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
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!

ЗАДАЧА 2 Пусть $\vec{v}_0$ - изначальная скорость камня

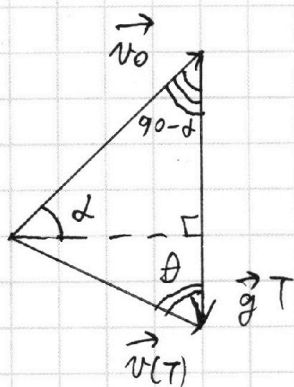
Тогда $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{g}t$

$$\vec{r}(t) = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2} \Rightarrow \frac{\vec{r}(t)}{t} = \vec{v}_0 + \frac{\vec{g}t}{2}$$

||

$$\vec{v}(t) = \frac{\vec{r}(t)}{t} + \frac{\vec{g}t}{2}$$

изобразим $\vec{v}(T) = \vec{v}_0 + \vec{g}T$



Пусть $\theta = \angle \vec{v}(T), \vec{g}$

По [T] синусов:

$$\frac{v(T)}{\sin(90-\alpha)} = \frac{v_0}{\sin \theta}$$

||

$$\sin \theta = \frac{v_0}{v(T)} \cdot \cos \alpha$$

из условия: $v(T) = \frac{v_0}{2}$, значит

$$\sin \theta = \frac{v_0}{\frac{v_0}{2}} \cdot \cos(60) = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1$$

||

$$\theta = 90^\circ$$

~~изобразим $\frac{\vec{r}(t)}{t} = \vec{v}(t) - \frac{\vec{g}t}{2} = \vec{v}_0 + \frac{\vec{g}t}{2}$~~



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
☐

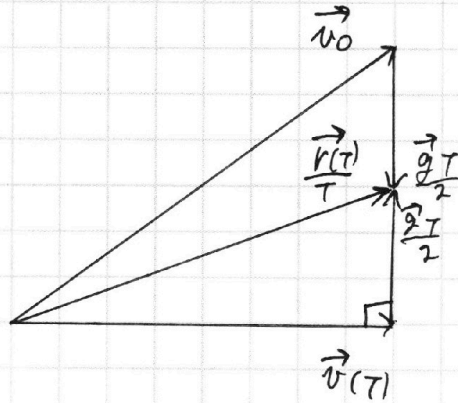
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ

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!



изобразим:

$$\frac{\vec{r}(T)}{T} = \vec{v}_0 + \frac{\vec{g}T}{2} =$$
$$= \vec{v}(T) - \frac{\vec{g}T}{2}$$

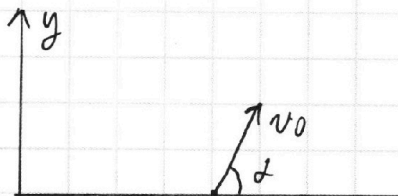
$$v_0 \sin(\alpha) = gT$$
$$\Downarrow$$
$$v_0 = \frac{gT}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v}{T} = \sqrt{\left(\frac{gT}{2}\right)^2 + (v(T))^2}$$
$$\Downarrow$$

$$v(T) = T \sqrt{\frac{g^2 T^2}{4} + \frac{v_0^2}{4}} =$$

$$= \frac{T}{2} \sqrt{g^2 T^2 + \frac{g^2 T^2}{\sin^2 \alpha}} = \frac{gT^2}{2} \sqrt{1 + \frac{1}{\sin^2 \alpha}}$$

$$|\vec{r}(T)| = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\sin^2(60)}} = 20 \cdot \sqrt{1 + \frac{4}{3}} = \left(20 \cdot \sqrt{\frac{7}{3}}\right) \text{ м}$$



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

~~В~~ т.к. в момент времени T

скорость горизонтальна, то gT

значи T , что в момент времени T тело находится

в вершине своей траектории



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

11 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!

$$\mu \geq \frac{mk_1 \cos \alpha}{N} = \frac{-0,4(-6) \sqrt{1 - \left(\frac{45}{100}\right)^2}}{8,92} =$$

$$= \frac{2,4}{8,92} \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = A_1 \text{ (ЗАМЕНА)}$$

$$\mu \geq \frac{m \cos \alpha}{N_2} (2g \sin \alpha + k_1) = \frac{0,4(20 - 0,45 - 6)}{9,46} \sqrt{1 - \left(\frac{45}{100}\right)^2} =$$

$$= \frac{1,2}{9,46} \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = A_2 \text{ (ЗАМЕНА)}$$

$$A_2 < A_1 \quad \text{т.к.} \quad \frac{1,2}{9,46} < \frac{2,4}{8,92}$$

$$\mu \geq \frac{12}{446} \sqrt{\frac{400 - 81}{400}} = \frac{6}{223 \cdot 20} \sqrt{319} = \frac{3\sqrt{319}}{2230}$$



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.

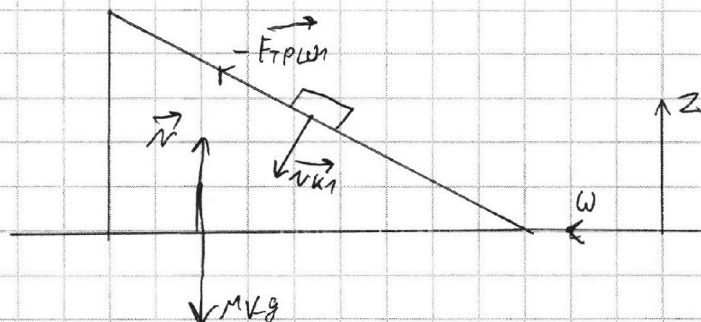
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

9 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!

23,4.



$$Mk\vec{a}_k = Mk\vec{g} + Nk1 + N - F_{тр1}$$

$$Mka_{kz} = 0 = N - F_{тр1}z + Nk1z - Mkg$$

$$N = F_{тр1}z + Mkg - Nk1z$$

$$N = Nk \cos \alpha + Mkg - F_{тр1} \sin \alpha =$$

$$\approx Nk \cos \alpha$$

$$= mg \cos^2 \alpha + Mkg - \mu k mg \cos \alpha \sin \alpha =$$

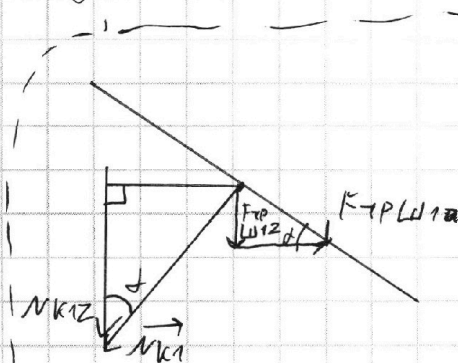
$$= mg(1 - \sin^2 \alpha) + Mkg - \frac{mg \sin \alpha}{2} (-k_1 - g \sin \alpha) =$$

$$= mg(1 - \sin^2 \alpha + \frac{k_1 \sin \alpha}{g} + \sin^2 \alpha) + Mkg = m(g + k_1 \sin \alpha) + Mkg =$$

$$= 0,4(10 - 6 \cdot 0,45) + 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10 = 0,4(10 - 2,7 + 15) =$$

$$= 0,4(7,3 + 15) = \frac{22,3 \cdot 4}{10} = 8,92 \text{ Н}$$

$$Mka_z = Nk \sin \alpha + F_{тр1} \cos \alpha - N \mu \leq 0$$





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

10 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!

$$\mu \geq \frac{N \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cos \alpha}{N} = \frac{mg \cos \alpha \left(\sin \alpha + \frac{(-k_1 - g \sin \alpha)}{g} \right)}{N}$$

$$= \cancel{mg \cos \alpha} - \frac{m k_1 \cos \alpha}{N}$$

Аналогично для периода после остановки

$$\mu \geq \frac{mg \cos \alpha}{N_2} \left(\sin \alpha + \frac{k_1}{g} + \sin \alpha \right) = \frac{m \cos \alpha}{N_2} (2g \sin \alpha + k_1)$$

$$N_2 = Mkg + mg \cos \alpha \left(\cos \alpha + \mu k \sin \alpha \right) =$$

$$= Mkg + mg(1 - \sin^2 \alpha) + \frac{(-k_1 - g \sin \alpha) \sin \alpha}{g} \cdot mg =$$

$$= Mkg + mg \left(1 - \frac{k_1}{g} \sin \alpha + - \sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha \right) =$$

$$= 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10 + 0,4 \cdot 10 \left(1 + \frac{6}{10} \cdot 0,45 - 2 \cdot \frac{9}{100} \left(\frac{45}{100} \right)^2 \right) =$$

$$= 4 \left(1,5 + 1 + 0,27 - \frac{81}{200} \right) = 4(2,77 - 0,405) =$$

$$= 4 \cdot 2,365 = 2 \cdot 4,73 = 9,46 \text{ Н}$$



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

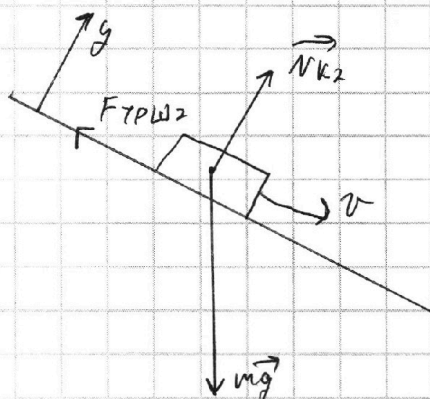
7 ИЗ

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!

$$ma_{x1} = F_{тр\omega 1} + mg_x = \mu_k mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_{x1} = g(\mu_k \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{dv_{x1}}{dt} = -\frac{dv_1}{dt}$$

Рассмотрим ЛАЙБГ после разворота



$$m\vec{a}_2 = \vec{N}_{k2} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр\omega 2}$$

$$ma_{2y} = 0 = N_{k2} + mg_y$$

⇓

$$N_{k2} = -mg_y = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр\omega 2} = \mu_k N_{k2} =$$

$$= \mu_k mg \cos \alpha$$

$$ma_{2x} = -F_{тр\omega 2} + mg_x = mg \sin \alpha - \mu_k mg \cos \alpha$$

$$a_{2x} = g(\sin \alpha - \mu_k \cos \alpha) = \frac{dv_{x2}}{dt} = \frac{dv_2}{dt}$$

ОСТАВЕМ ИЗ ГРАФИКА

$$k_1 = \frac{dv_1}{dt} = -a_{x1}$$

Коэфф. графика до остановки

$$k_2 = \frac{dv_2}{dt} = a_{x2}$$

Коэфф. графика после остановки

$$k_1 = \left(\frac{0 - 0,6}{0,1 - 0} \right) \frac{м}{с^2} = -6 \frac{м}{с^2}, \quad k_2 = \left(\frac{0,6 - 0}{0,3 - 0,1} \right) \frac{м}{с^2} = 3 \frac{м}{с^2}$$



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
8 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!

$$\begin{cases} -k_1 = g(\sin\alpha + \mu_k \cos\alpha) & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} k_2 = g(\sin\alpha - \mu_k \cos\alpha) & (2) \end{cases}$$

(1) + (2):

$$k_2 - k_1 = g(\sin\alpha + \mu_k \cos\alpha + \sin\alpha - \mu_k \cos\alpha) = 2g \sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{k_2 - k_1}{2g} = \frac{3 - (-6)}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20} = 0,45$$

Также:

из (1)

$$-k_1 - g \sin\alpha = \mu_k \cos\alpha \cdot g$$

$$\mu_k = \frac{-k_1 - g \sin\alpha}{g \sqrt{1 - \sin^2\alpha}}$$

$$= \frac{-k_1 - g \sin\alpha}{g \sqrt{1 - \frac{(k_2 - k_1)^2}{4g^2}}}$$

$$= \frac{-2g(-k_1 - g \sin\alpha)}{g \sqrt{4g^2 - (k_2 - k_1)^2}} = \frac{2g(-k_1 - \frac{k_2 - k_1}{2})}{g \sqrt{4g^2 - (k_2 - k_1)^2}}$$

2) Рассмотрим клин при $0 < t < 0,1 \text{ с} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ до времени остановки



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 6

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!

Задача 3

Т.к. движение Шайбы до и после

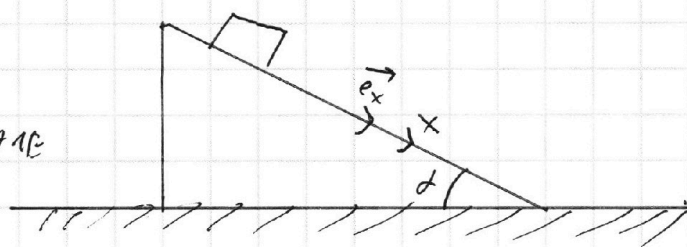
остановки происходило по одной прямой, то это

значит, что

$\vec{v}_0$ - скорость, которую

сообщили Шайбе в начале

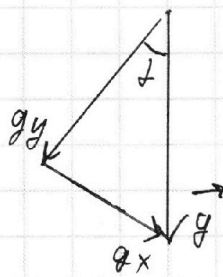
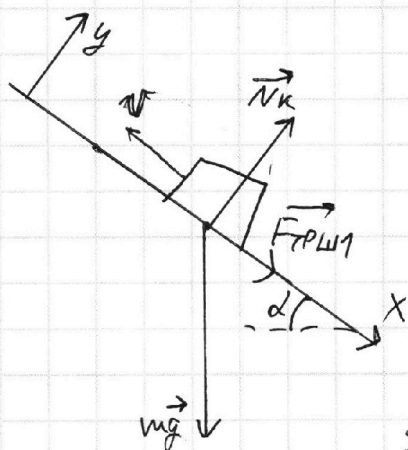
$\vec{v}_0 \parallel \vec{e}_x$, $|\vec{v}_{0x}| = v_0$



В ходе движения Шайбы произошло LA остановка

и дальнейшее движение $\Rightarrow v_{0x} \leq 0$

Рассмотрим Шайбу до остановки



$$g_x = g \sin \alpha$$

$$g_y = -g \cos \alpha$$

2 3.н.

$$m \vec{a}_1 = \vec{N}_k + m \vec{g} + \vec{F}_{тр1}$$

$$m a_{y1} = 0 = N_k + m g_y \Rightarrow N_k = -m g_y = m g \cos \alpha$$

$$F_{тр1} = \mu_k N_k = \mu_k m g \cos \alpha, \text{ где } \mu_k - \text{коэфф трения между клином и Шайбой}$$



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
12 ИЗ 12

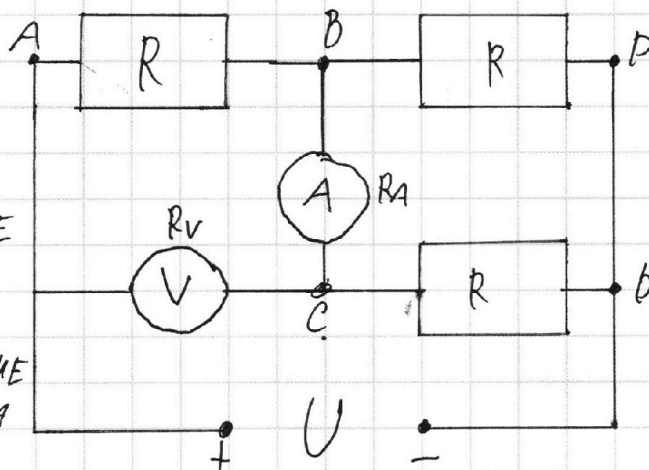
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

ЗАДАЧА

Пусть:

R_V - СОПРОТИВЛЕНИЕ
ВОЛЬТМЕТРА

R_A - СОПРОТИВЛЕНИЕ
АМПЕРМЕТРА

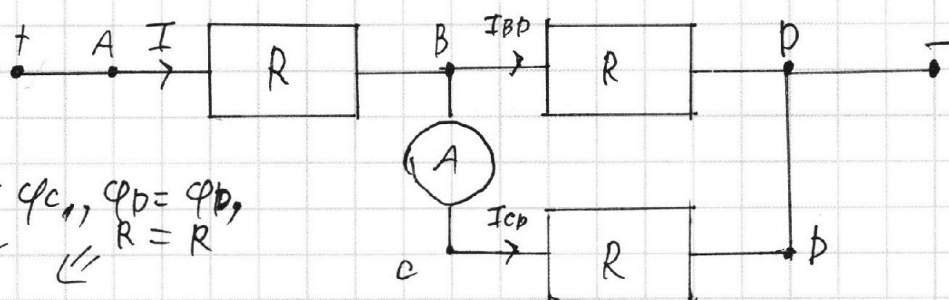


Т.к. $R_V \gg R$, то будем считать, что $R_V \approx 0$
 $R_A \ll R$

ВОЛЬТМЕТР ТОК НЕ
ТЕЗЕТ ВООБЩЕ,

А АМПЕРМЕТР В ЦЕПИ
ВЫПОЛНЯЕТ РОЛЬ ПЕРЕМЫЗКИ

ПЕРЕРЫСЫВАЕМ СХЕМУ



$$\varphi_B = \varphi_C, \varphi_D = \varphi_D, \\ \Downarrow \quad \swarrow \\ R = R$$

$$I_{BD} = I_{CD}$$

$$I = I_{BD} + I_{CD} = 2I_{BD}$$

$$U = \varphi_B - \varphi_A + \varphi_D - \varphi_A = RI + RI_{BD} = RI_{BD}(2+1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{BD} = \frac{U}{3R}, \quad I = 2I_{BD} = \frac{2}{3} \frac{U}{R} = \frac{2}{3} \cdot \frac{120}{200} = \frac{40}{100} = 0,4 \text{ A}$$



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
13 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!

$$I_A = I_{CB} = I_{BD} = \frac{U}{3R} = \frac{120}{3 \cdot 200} = \frac{40}{200} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ A}$$

$$3) P = U_{AB} I + U_{BD} I_{BD} + U_{CB} \cdot I_{CB}$$

$$\cancel{U_{BD} + U_{CB}} \quad U_{BD} = U_{CB} \text{ (т.к. } \varphi_B = \varphi_C)$$

!

$$P = U_{AB} I + U_{BD} (I_{BD} + I_{CB}) = U_{AB} I + U_{BD} \cdot I =$$

$$= I (U_{AB} + U_{BD}) = I \cdot U = \frac{2}{3} \frac{U^2}{R} = \frac{2}{3} \cdot \frac{120 \cdot 120}{200} =$$

$$= \frac{40 \cdot 120}{100} = \frac{4 \cdot 12}{1} = 48 \text{ Вт}$$



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.

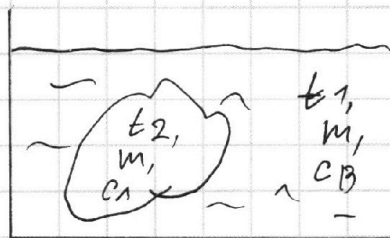
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 14 ИЗ 14

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!

Задача №5

Пусть ~~изн~~ m - изначальная масса
 воды



M_B - масса воды после
 теплового равновесия

M_1 - масса льда после теплового
 равновесия

$$\eta = \frac{M_B}{M_1} = \frac{11}{9} \Rightarrow M_B = \frac{11}{9} M_1$$

$M_B > M_1 \Rightarrow$ какая-то часть

при этом $M_1 \neq 0$

льда расплавилась

расплавился не весь лёд

(т.к. изначально
 массы были
 равными)

$\Rightarrow t_k = 0^\circ\text{C}$

где t_k - температура

в конце эксперимента

масса содержимого в сосуде не изменилась,

значит: $2m = M_B + M_1 = \frac{11}{9} M_1 + M_1 = \frac{20}{9} M_1$ (1)

$$\delta = \frac{m - M_1}{m} = 1 - \frac{M_1}{m} \Rightarrow \frac{M_1}{m} = 1 - \delta$$



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
15 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!

$$\text{из (1): } \frac{2m}{m_1} = \frac{20}{9} \frac{m_1}{m_1} = \frac{20}{9}$$

$$\frac{m}{m_1} = \frac{10}{9}$$

$$\frac{m_1}{m} = \frac{9}{10} = 1 - \delta$$

$$\delta = 1 - \frac{9}{10} = \frac{1}{10}$$

ЗАПИШЕМ УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА!

$$m_{c1} \cdot (t_k - t_2) + \delta \cdot m \delta + m_{cв} (t_k - t_1) = 0 \quad | : m$$

$$c_1 (t_k - t_2) + \delta - c_{в} (t_1 - t_k) = 0$$

$$c_1 (t_k - t_2) + \delta + c_{в} t_k = c_{в} t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{c_1 (t_k - t_2) + \delta}{c_{в}} + t_k$$

$$t_1 = \frac{2,1 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} (0 - (-20)) + \frac{3,36 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{10} + 0 =$$

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



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!

2 3. М.

$M_k \vec{a}_k = \vec{N} + \vec{N}_{k1} - \vec{F}_{тр12}$

ГДЕ M_k - МАССА КЛИНА

$M_k a_{k12} = N + N_{k12} - F_{тр12} = 0$

$N_{k12} = -N_{k1} \cos \alpha$

$F_{тр12} = F_{тр11} \sin \alpha$

$N = F_{тр12} - N_{k12} = F_{тр11} \sin \alpha + N_{k1} \cos \alpha =$

$= \mu_k N_k \sin \alpha + N_k \cos \alpha = N_k (\mu_k \sin \alpha + \cos \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})$

$\mu_k = \frac{2g(-k_1 - g \sin \alpha)}{\sqrt{4g^2 - (k_2 - k_1)^2}} = \frac{g(k_1 + k_2)}{g \sqrt{4g^2 - (k_2 - k_1)^2}}$



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
__ 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!

$$N = mg \cos \alpha \left(\frac{-g(k_1 + k_2)}{\sqrt{4g^2 - (k_2 - k_1)^2}} \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \right) =$$

$$= mg \left(\frac{-g(k_1 + k_2)}{\sqrt{4g^2 - (k_2 - k_1)^2}} \cdot \frac{k_2 - k_1}{2g} \sqrt{4 - \frac{(k_2 - k_1)^2}{4g^2}} + \left(1 - \frac{(k_2 - k_1)^2}{4g^2} \right) \right) =$$

$$= mg \left(\frac{-g(k_2^2 - k_1^2)}{4g^3} + \frac{4g^2 - (k_2 - k_1)^2}{4g^2} \right) =$$

$$= \frac{m}{4g} \left((k_1^2 - k_2^2) + 4g^2 - (k_2 - k_1)^2 \right) =$$

$$= \frac{0,4}{4 \cdot 10} \left((36 - 9) + 4 \cdot 10^2 - (3 + 6)^2 \right) =$$

$$= \frac{1}{100} (27 + 400 - 81) = 4 - 0,54 = 3,46 \text{ Н}$$

До остановки $N_{ки} \geq 0$, $-F_{трки} \geq 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_{трки} = N_{ки} \text{ и } -F_{трки}$$

После остановки



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!

