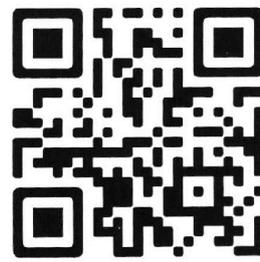


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



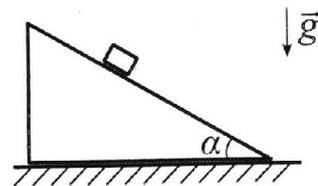
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t)=\vec{v}_0\left(\frac{t}{T}-1\right)$, здесь \vec{v}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $v_0=2$ м/с, постоянная $T=4$ с.

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 $t=T$.

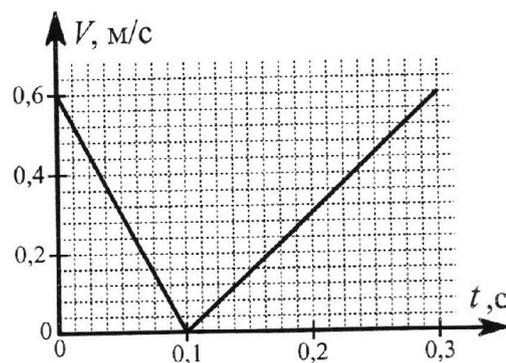
2. Камень брошен под углом $\alpha=60^\circ$ к горизонту. За первые $T=2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





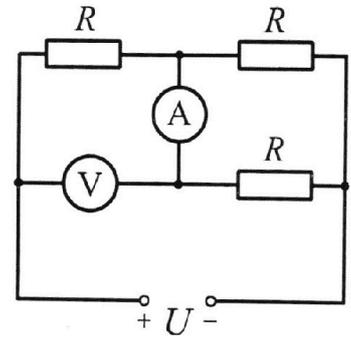
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 $c_{л} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{в} = 4,2 \cdot 10^3$ 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**.



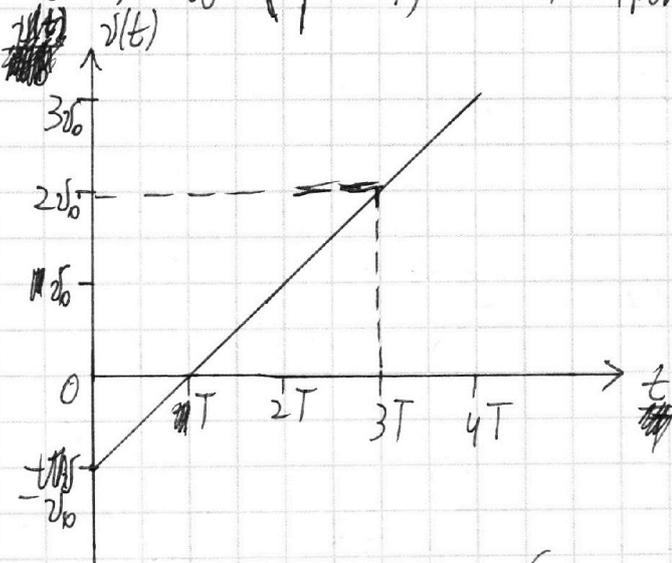
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 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!

№1

$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) \Rightarrow$ движение происходило вдоль прямой
Построим график $v(t)$



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

зависимость линейная

$$v(0) = v_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right) = -v_0$$

$$v(3T) = v_0 \left(\frac{3T}{T} - 1 \right) = 2v_0$$

1) пройденный путь S - площадь под графиком

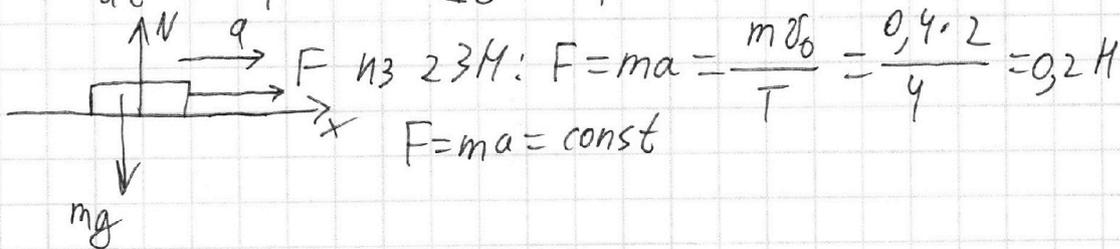
на промежутке от $t=0$ до $t=3T$

$$S = \frac{v_0 T}{2} + \frac{2T \cdot 2v_0}{2} \quad t=0 \rightarrow 0 \quad t=3T$$

$$S = v_0 T \left(\frac{1}{2} + 2 \right) = \frac{5}{2} v_0 T = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 4 = 20 \text{ м}$$

2) ускорение шайбы $a = \text{const}$, т.к. ^{график} $v(t)$ - линейный

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_0}{T} = \text{const}$$





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 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) т.к. $F = \text{const}$, то ~~$A = F \cdot \vec{v}(t)$, где $\vec{v}(t)$~~
 ~~$A = F \cdot \vec{v}(t)$, где $\vec{v}(t)$~~ — перемещение за время T

$$F = \text{const} \Rightarrow A = F \cdot \vec{s} \quad A = F \cdot s_x$$

\vec{s} — перемещение за время от $t=0$ до $t=T$

s_x — площадь под графиком $v(t)$, с учётом знака скорости

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

$$A = -F \cdot \frac{v_0 T}{2} = -\frac{m v_0}{T} \cdot \frac{v_0 T}{2} = -\frac{m v_0^2}{2} = -\frac{0,4 \cdot 2^2}{2} = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $s = \frac{5}{2} v_0 T = 20 \text{ м}$

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

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



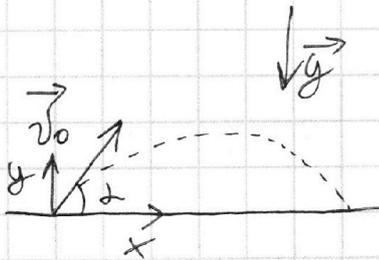
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

N 2

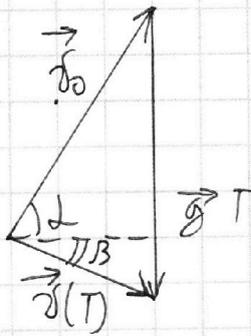


ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ШАЙБЫ \vec{v} ОТ
ВРЕМЕНИ

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

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

ИЗОБРАЗИМ ТРЕУГОЛЬНИК СКОРОСТЕЙ



$$|\vec{v}_0| \cos \alpha = |\vec{v}(T)| \cos \beta$$

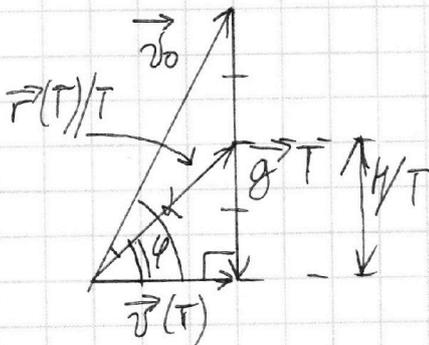
$$\Rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{v_0}{2} \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = 2 \cos \alpha = 2 \cos 60^\circ$$

$$\cos \beta = 1 \Rightarrow \beta = 0$$

Перемещение за время t : $\vec{r}(t) = \vec{v}_0 t + \vec{g} \frac{t^2}{2} =$

$$= t \cdot \frac{2\vec{v}_0 + \vec{g}t}{2} = t \cdot \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}}{2} \Rightarrow \frac{\vec{r}(t)}{t} - \text{МЕДИАНА В } \Delta \text{ СКОРОСТЕЙ}$$

Вертикальное перемещение H - проекция перемещения на вертикальную ось



$$\Rightarrow \frac{H}{T} = \frac{gT}{2}$$

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

$$2) \frac{|\vec{r}(T)|}{T} = \frac{gT}{2 \sin \varphi}$$



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 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!

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{gT}{\frac{v_0}{2}}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{gT}{\frac{v_0}{2}} = \frac{2gT}{v_0}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{gT}{v_0} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2}; \quad \text{ОСК. ТРИГ. Т.} \quad \sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1 \Rightarrow \frac{1}{\sin^2 \varphi} = 1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}$$

$$|\vec{r}(T)| = \frac{gT^2}{2 \sin \varphi}$$

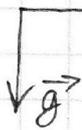
$$\frac{1}{\sin \varphi} = \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}}$$

$$|\vec{r}(T)| = \frac{gT^2}{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}} = \frac{gT^2}{2} \sqrt{1 + \frac{4}{\operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{gT^2}{2 \operatorname{tg} \alpha} \cdot \sqrt{4 + \operatorname{tg}^2 \alpha} =$$

$$= \frac{10 \cdot 2^2}{2} \sqrt{1 + \frac{4}{3}} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}$$

$$3) |\vec{v}(T)| = \frac{gT}{\operatorname{tg} \alpha} = v(T)$$

$\vec{v}(T)$ — ГОРИЗОНТАЛЬНА $\Rightarrow g \perp \vec{v}(T)$



$$g = a_n = \frac{v^2(T)}{R}$$

$$R = \frac{v^2(T)}{g} = \left(\frac{gT}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2 \cdot \frac{1}{g} =$$

$$= \frac{gT^2}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{10 \cdot 2^2}{3} = \frac{40}{3} \text{ м}$$

ОТВЕТ: 1) $H = \frac{gT^2}{2} = 20 \text{ м}$

2) $|\vec{r}(T)| = \frac{gT^2}{2 \operatorname{tg} \alpha} \sqrt{4 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}$

3) $R = \frac{gT^2}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{40}{3} \text{ м}$



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
6 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

В начале v уменьшалась, а потом стала увеличиваться значит был разворот. \Rightarrow сначала шайба двигалась вверх по наклонной плоскости.

В момент $t = 0,1$ с $v = 0$. Произошла остановка

Затем шайба начала ускоряться вниз по накл. пл-ти

Ускорение при движении ^{вверх} равно углу коэф. первого

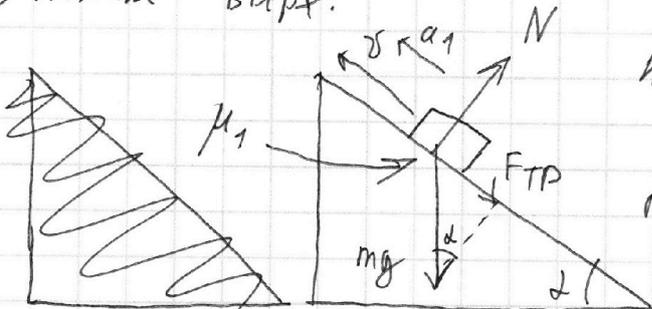
уч-ка графика: $a_1 = -\frac{0,6}{0,1} = -6 \frac{m}{c^2}$

Ускорение при движении вниз a_2 равно углу коэф.

второго уч-ка графика (после $t = 0,1$ с): $a_2 = \frac{0,6}{0,3 - 0,1} = 3 \frac{m}{c^2}$

т.к. шайба не отрывалась от клина, а клин не двигался, ускорение шайбы напр. вдоль накл. пл-ти

\rightarrow движение вверх:



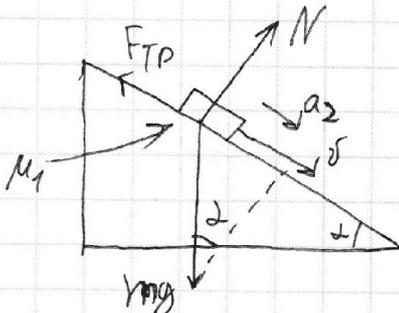
из 23M: $N = mg \cos \alpha$

$F_{тр} = \mu_1 N = \mu_1 mg \cos \alpha$

$ma_1 = -mg \sin \alpha - F_{тр}$

$a_1 = -g(\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha)$

\rightarrow движение вниз:



из 23M: $N = mg \cos \alpha$

$F_{тр} = \mu_1 N = \mu_1 mg \cos \alpha$

$ma_2 = -F_{тр} + mg \sin \alpha$

$a_2 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$



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
7 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!

Т.к. при движении вниз ШАЙБА УСКОРЯЛАСЬ, $a_2 > 0$

$$\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha > 0 \Rightarrow \tan \alpha > \mu_1$$

$$\begin{cases} 1) a_1 = -g(\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha) \\ a_2 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \end{cases} \Rightarrow a_2 - a_1 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_2 - a_1}{2g} = \frac{3 + 6}{2 \cdot 10} = 0,45$$

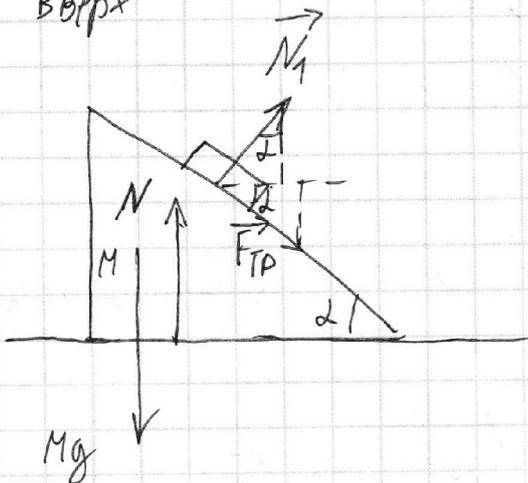
Проверим, что $\mu_1 < \tan \alpha$

$$-a_1 - a_2 = 2g\mu_1 \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{-(a_1 + a_2)}{2\mu_1 g}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{(a_2 - a_1)}{-(a_1 + a_2)} \cdot \frac{2\mu_1 g}{2g} = \mu_1 \cdot \frac{a_2 - a_1}{-(a_1 + a_2)} = \frac{9}{3} \mu_1$$

$$\tan \alpha = 3\mu_1 \Rightarrow \mu_1 < \tan \alpha \quad \mu_1 = \frac{\tan \alpha}{3}$$

2) В промежутке $0 < t < 0,1$ с ШАЙБА ДВИГАЛАСЬ ВВЕРХ



РАМЕР ВЫВЕДЕНО: $N_1 = mg \cos \alpha$
 $F_{TD} = \mu_1 mg \cos \alpha$

ПО 3 ЗН: НА КЛИН
СО СТОРОНЫ ШАЙБЫ ДЕЙСТВУЮТ
СИЛЫ
 $-\vec{N}_1$ и $-\vec{F}_{TD}$

M - МАССА КЛИНА; $M = 1,5 \text{ т}$

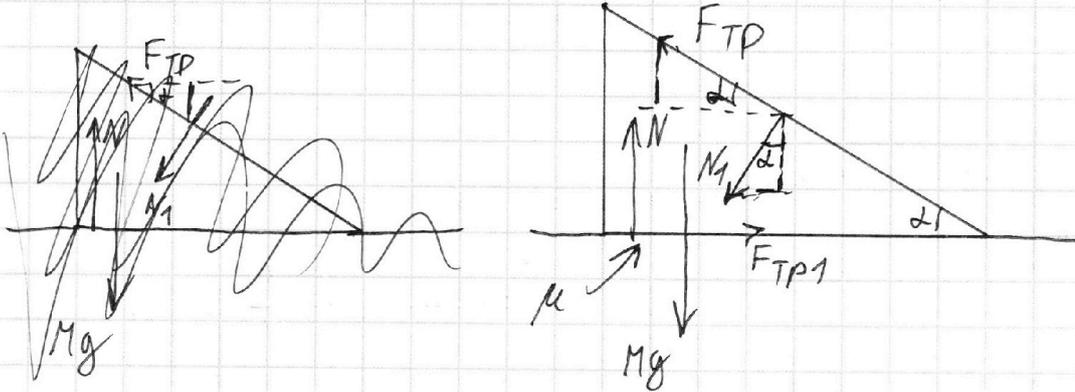


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
8 ИЗ 24

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!



$$N_3 \quad 23H: N + F_{TP} \sin \alpha = Mg + N_1 \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} N &= Mg + mg \cos^2 \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha \sin \alpha = \\ &= Mg + mg (\cos^2 \alpha - \mu_1 \cos \alpha \sin \alpha) = \\ &= Mg + mg (\cos^2 \alpha - \frac{4}{3} \sin^2 \alpha) = Mg + mg (1 - \sin^2 \alpha - \frac{4}{3} \sin^2 \alpha) = \\ &= Mg + mg (1 - \frac{7}{3} \sin^2 \alpha) = Mg + mg (1 - 2 \sin \alpha) (1 + 2 \sin \alpha) = \\ &= mg (1,5 + (1 - 2 \sin \alpha) (1 + 2 \sin \alpha)) = 0,4 \cdot 10 (1,5 + (1 - 0,9) (1 + 0,9)) = \\ &= 4 (1,5 + 0,7 \cdot 1,9) = 4 (1,5 + 0,13) = 4 \cdot 1,63 = \\ &= 6,52 \text{ Н} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \quad F_{TP1} \quad N_3 \quad 23H: F_{TP1} &= F_{TP} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha = & \begin{array}{r} \times 1,69 \\ 4 \\ \hline 6,76 \end{array} \\ &= mg (\mu_1 \cos^2 \alpha + \cos \alpha \sin \alpha) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{TP1} &\leq \mu N_1 \Rightarrow \mu \geq \frac{F_{TP1}}{N_1} = \frac{mg (\mu_1 \cos^2 \alpha + \cos \alpha \sin \alpha)}{mg \cos \alpha} \\ \mu &\geq \mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha = \frac{4}{3} \sin \alpha \cos \alpha + \sin \alpha = 4 \sin \alpha = 4 \cdot 0,45 = 1,8 \end{aligned}$$



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 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!

$$F_{TP1} \leq \mu N$$

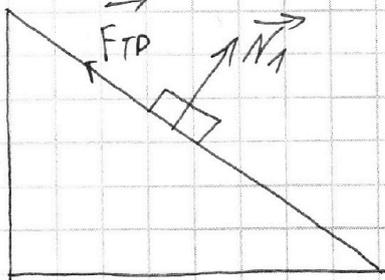
$$\mu \geq \frac{F_{TP1}}{N} = \frac{mg(\mu_1 \cos^2 \alpha + \cos \alpha \sin \alpha)}{mg(1,5 + 1 - \frac{4 \sin^2 \alpha}{3})} = \frac{\frac{2}{3} \sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha \sin \alpha}{2,5 - \frac{4 \sin^2 \alpha}{3}} =$$

$$= \frac{4 \sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{3(2,5 - \frac{4 \sin^2 \alpha}{3})} = \frac{4 \sin \alpha \sqrt{(1 - \sin \alpha)(1 + \sin \alpha)}}{1,5 + (1 - 2 \sin \alpha)(1 + 2 \sin \alpha)}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,45 \cdot \sqrt{0,55 \cdot 1,45}}{1,5 + (1 - 2 \cdot 0,45)(1 + 2 \cdot 0,45)} = \frac{4 \cdot 0,45 \cdot \sqrt{0,7925}}{1,5 + (1 - 0,9)(1 + 0,9)} = \frac{18}{1,69} \cdot \sqrt{11,29} =$$

$$= \frac{56}{169} \sqrt{319}$$

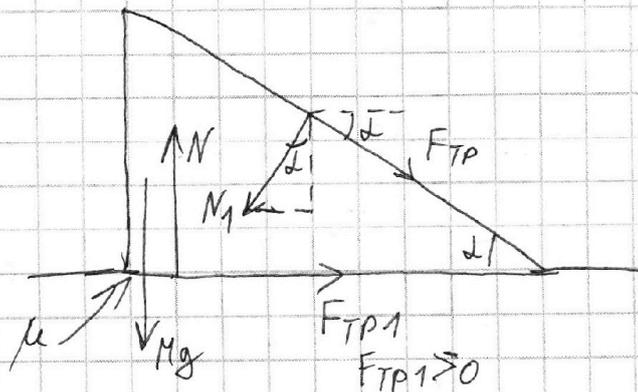
При движении вниз



$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$F_{TP} = \mu_1 mg \cos \alpha$$

По 33Н на клин со стороны шайбы действуют силы $-N_1$ и $-F_{TP}$



$$N = Mg + N_1 \cos \alpha + F_{TP} \sin \alpha$$

$$F_{TP1} = F_{TP} \cos \alpha - N_1 \sin \alpha$$

$$N = Mg + mg \cos^2 \alpha + \mu_1 mg \cos \alpha \sin \alpha = Mg + mg(1 - \sin^2 \alpha + \frac{2}{3} \sin^2 \alpha) =$$

$$= mg(1,5 + \frac{1 - 2 \sin^2 \alpha}{3}) = mg(2,5 - \frac{2 \sin^2 \alpha}{3})$$



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
10 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!

$$F_{TP1} = \mu mg \cos^2 \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha = mg \left(\frac{\mu \cos \alpha \sin \alpha}{3} - \cos \alpha \sin \alpha \right) =$$

$$= -mg \cos \alpha \sin \alpha \cdot \frac{2}{3} < 0$$

$$F_{TP1} \leq \mu N \Rightarrow \mu \geq \frac{|F_{TP1}|}{N} = \frac{2 \cos \alpha \sin \alpha}{3(2,5 + 2 \sin^2 \alpha / 3)}$$

$$= \frac{2 \cdot 0,45 \sqrt{1 - 0,45^2}}{3(2,5 + 2 \cdot 0,45^2 / 3)} = \frac{0,9 \sqrt{1 - 0,45^2}}{2,5 + 2 \cdot 0,45^2}$$

$$= \frac{4,5 \sqrt{319}}{2,5 + 2 \cdot 0,45^2} = \frac{4,5 \sqrt{319}}{2,905} = \frac{45}{29,05} \sqrt{319}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,45 \\ 0,45 \\ \hline 225 \\ + 180 \cdot \\ \hline 0,2025 \\ \times 0,2025 \\ \hline 0,4050 \end{array}$$

$$\mu \geq \max \left(\frac{45}{29,05} \sqrt{319}; \frac{45}{29,05} \sqrt{319} \right)$$

$$\begin{array}{r} \times 29,05 \\ 2 \\ \hline 58,10 \end{array}$$

$$\frac{45}{29,05} \sqrt{319} = \frac{90}{58,1} \sqrt{319} > \frac{90 \sqrt{319}}{169}$$

$$\mu \geq \frac{90}{58,1} \sqrt{319}$$

$$\mu \geq \max \left(\frac{2 \cos \alpha \sin \alpha}{3(2,5 + \frac{2 \sin^2 \alpha}{3})}; \frac{4 \sin \alpha \cos \alpha}{3(2,5 - \frac{4 \sin^2 \alpha}{3})} \right)$$

- ОТВЕТ: 1) $\sin \alpha = 0,45$
2) $N = 6,76 \text{ Н}$
3) $\mu \geq \frac{90}{58,1} \sqrt{319}$

- ОТВЕТ: 1) $\sin \alpha = 0,45$; 2) $N = mg(2,5 - \frac{4 \cdot 0,45^2}{3})$
3) $\mu \geq \max \left(\frac{2 \sqrt{1 - 0,45^2} \cdot 0,45}{2,5 + 2 \cdot 0,45^2}; \frac{4 \sqrt{1 - 0,45^2} \cdot 0,45}{3} \right)$



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

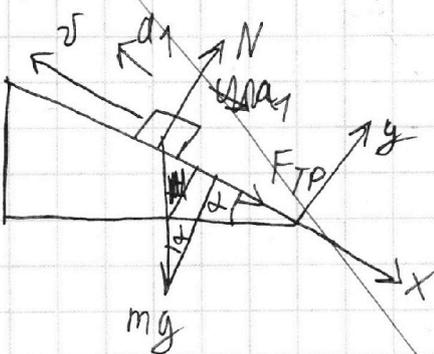
СТРАНИЦА 11 ИЗ 11

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

~~В) ЧАЧААР ШАЙБА ЗАМЕДЛЯЕТСЯ ⇒ НАЧАЛА ОНА ВЪЕЗДА В ВЕРХ ЧТО КАК ОН ПОИ ПЛОСКОСТИ.~~

При движении вверх по накл. плоскости



2ЗМ: $N = mg \cos \alpha$, т.к. $a_y = 0$

$m a_x = F_{тр} + mg \sin \alpha$

$F_{тр} = \mu_1 N = \mu_1 mg \cos \alpha$

$m a_x = mg (\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)$

μ_1 - коэф. трения ШАЙБЫ по накл. пл-ти

$a_{1x} = g (\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)$

~~Ускорение направлено вверх по накл. пл-ти~~

$a_1 = -a_{1x}$

т.к. движение происходит без отрыва $\Rightarrow a_y = a_{0y} = 0 \Rightarrow$

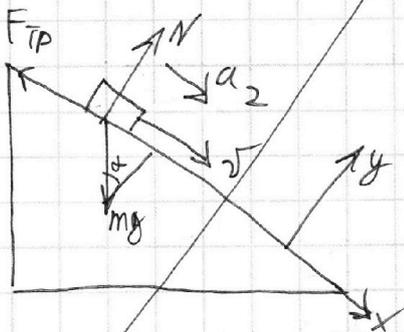
~~$a_{0y} = a_{0x} = a$ - ускорение клина~~

$a_0 = 0$, т.к. клин покоится

$a_{1x} > 0 \Rightarrow$ ускорение направлено против скорости.

$a_1 = -g (\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)$ ШАЙБА ЗАМЕДЛЯЕТСЯ

↓ движение вниз по накл. пл-ти:



2ЗМ: т.к. $a_{2y} = 0$

$N = mg \cos \alpha$

$F_{тр} = \mu_1 N = \mu_1 mg \cos \alpha$

$m a_x = -F_{тр} + mg \sin \alpha$

$a_{2x} = g (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$

$a_{2y} = 0 \Rightarrow a_2 = a_{2x} = g (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$

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
12 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!

Вначале v уменьшалась, а потом стала увеличиваться.
Значит произошёл разворот. \Rightarrow вначале шайба
двигалась вверх по накл. пл-ти
В момент $t=0,1$ с $v=0$. Произошла остановка
Затем шайба начала ускоряться вниз по ~~накл. пл-ти~~
накл. пл-ти
При движении вниз шайба ускорялась $\Rightarrow a_2 > 0$

$$\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha > 0 \Rightarrow \mu_1 < \tan \alpha$$

~~a_1 - угл. коэф. графика на 1 уч-ке ($\Delta t = 0,1$ с)~~

~~$$a_1 = \frac{-0,6}{0,1} \frac{m}{c^2} = 6 \frac{m}{c^2}$$~~

~~a_2 - угл. коэф. графика на 2 уч-ке (после $t=0,1$ с)~~

~~$$a_2 = \frac{0,6}{0,3} \frac{m}{c^2} = 2 \frac{m}{c^2}$$~~

~~$$a_1 = g(\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)$$~~

~~$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$$~~

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

~~$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6 + 2}{2 \cdot 10} =$$~~

~~Проверим, что $\mu_1 < \tan \alpha$~~

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

~~$$\tan \alpha =$$~~

~~$$a_1 = -g(\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)$$~~

~~$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$$~~

~~$$\Rightarrow a_2 - a_1 = 2g \sin \alpha$$~~

~~$$\sin \alpha = \frac{a_2 - a_1}{2g} = \frac{6 + 2}{2 \cdot 10} = 0,4$$~~

~~$$-a_2 - a_1 = 2g \mu_1 \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{6 - 2}{20 \mu_1} = \frac{0,2}{\mu_1} \quad \tan \alpha = 2 \mu_1$$~~

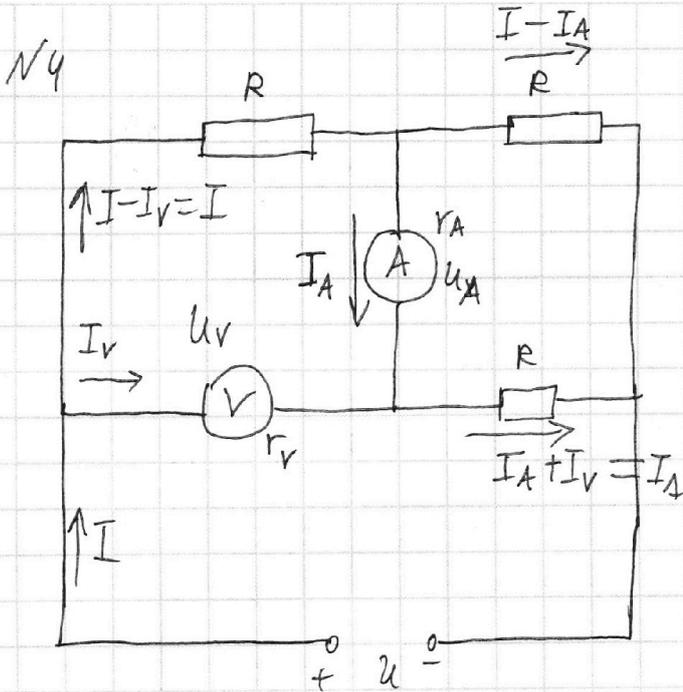


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 из 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!



$r_A \ll R \Rightarrow$ можно считать напряжение на амперметре пренебрежимо малым
 $r_v \ll R \Rightarrow$ ток через вольтметр пренебрежимо мал

$$I_v = 0; U_A = 0$$

$$1) U = IR \quad (I - I_A)R = U_A + I_A R = I_A R$$

$$IR = 2I_A R \Rightarrow I_A = \frac{I}{2}$$

$$U = IR + U_A + I_A R = IR + I_A R = \frac{3}{2} IR$$

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

$$2) I_A = \frac{I}{2} = \frac{4}{3R} = \frac{120}{3 \cdot 200} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

3) мощность рассеиваемая в цепи R, равна мощности выделяемой источником P_1

$$P_1 = I U$$

$$P = P_1 = I U = \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot 120^2}{3 \cdot 200} = \frac{120 \cdot 120}{3 \cdot 100} = \frac{12 \cdot 12}{3} =$$

$$= 4 \cdot 12 = 48 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } 1) I = \frac{2U}{3R} = 0,4 \text{ A}; 2) I_A = \frac{U}{3R} = 0,2 \text{ A}; 3) P = \frac{2U^2}{3R} = 48 \text{ Вт}$$



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

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

СТРАНИЦА
14 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!

$$= \frac{\frac{2}{11} \cdot 8 \cdot 42 + 42}{4,2} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{42}{4,2} \left(\frac{16}{11} + 1 \right) \text{ } ^\circ\text{C} = 10 \cdot \frac{27}{11} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{270}{11} \text{ } ^\circ\text{C}$$

ОТВЕТ: 1) $\delta = \frac{2}{11}$

2) $t_1 = \frac{270}{11} \text{ } ^\circ\text{C}$



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
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!

N5

Пусть изначально в калориметре было $m_{\text{ВО}}$ воды и

в него положили $m_{\text{ЛД}}$ льда. $m_{\text{ЛД}} = m_{\text{ВО}}$

После уст. теплового равновесия

в калориметре $m_{\text{В1}}$ воды и $m_{\text{Л1}}$ льда

$$n = \frac{m_{\text{В1}}}{m_{\text{Л1}}}$$

значит $n = \frac{11}{9} \Rightarrow$ при тепл. равновесии в

калориметре есть и вода и лед \Rightarrow уст. темп-ра $t_0 = 0^\circ\text{C}$

в воду превратилось $\Delta m_{\text{Л}} = \delta m_{\text{ЛД}}$

~~Уравнение теплового баланса:~~

$$(1) \quad m_{\text{Л1}} + \Delta m_{\text{Л}} = m_{\text{ЛД}} \Rightarrow m_{\text{Л1}} = m_{\text{ЛД}}(1 - \delta)$$

$$n = \frac{m_{\text{В1}}}{m_{\text{Л1}}} = \frac{m_{\text{ВО}}}{m_{\text{ЛД}}(1 - \delta)} \Rightarrow 1 - \delta = \frac{1}{n}$$

$$\delta = 1 - \frac{1}{n} = 1 - \frac{9}{11} = \frac{2}{11}$$

2) Уравнение теплового баланса

$$c_{\text{В}} m_{\text{ВО}} (t_0 - t_1) + c_{\text{Л}} m_{\text{ЛД}} (t_0 - t_2) + \lambda \Delta m_{\text{Л}} = 0$$

$$c_{\text{В}} m_{\text{ВО}} t_0 - c_{\text{В}} m_{\text{ВО}} t_1 - c_{\text{Л}} m_{\text{ЛД}} t_2 + \lambda \cdot \delta m_{\text{ЛД}} = 0$$

$$c_{\text{В}} t_1 = \lambda \delta - c_{\text{Л}} t_2 \Rightarrow t_1 = \frac{\lambda \delta - c_{\text{Л}} t_2}{c_{\text{В}}}$$

$$= \frac{\frac{2}{11} \cdot 3,36 \cdot 10^5 + 2,1 \cdot 10^3 \cdot 20}{4,2 \cdot 10^3} = \frac{\frac{2}{11} \cdot 336 + 42}{4,2} \text{ } ^\circ\text{C} =$$