

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



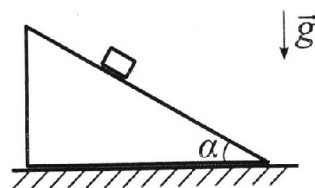
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t = T$.

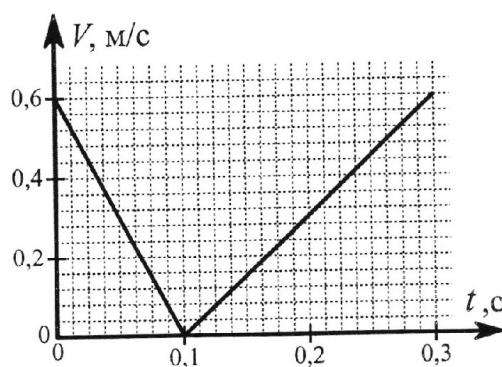
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





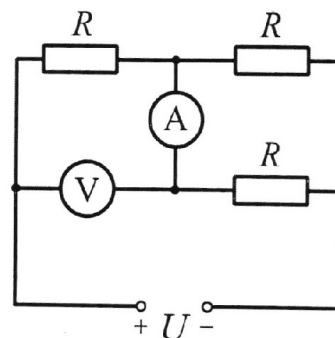
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



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

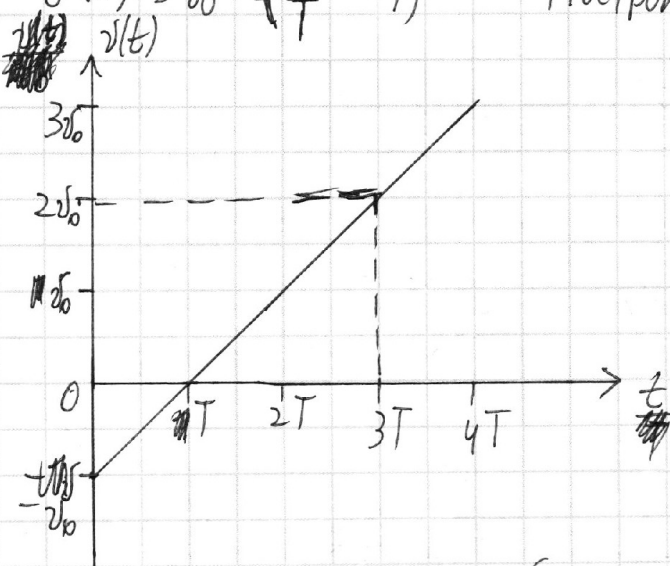
$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) \Rightarrow$ Движение происходило вдоль прямой
Построим график $v(t)$

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

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 $t=3T$

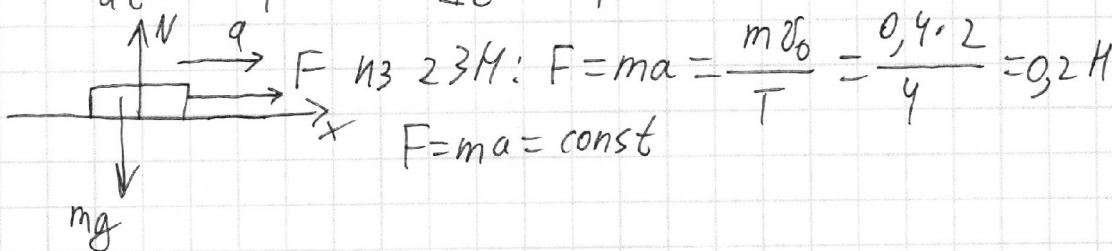
$$s = \frac{v_0 T}{2} + \frac{2T \cdot 2v_0}{2}$$

$t=0 \rightarrow 0 \quad t=3T$

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

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

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





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 ~~$A = F \cdot \vec{v}(t)$, $\vec{v}(t)$~~
 ~~$A = F \cdot \vec{v}(t)$, $\vec{v}(t)$~~ — 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) $A = -\frac{m v_0^2}{2} = -0,8 \text{ Дж}$



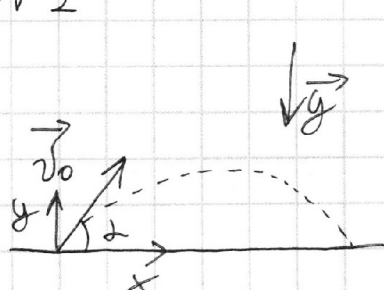
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

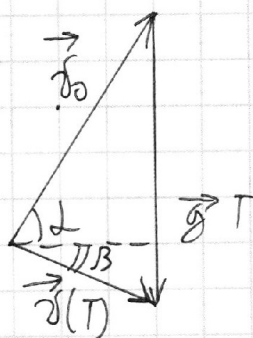


ЗАВИСИМОСТЬ скорости ШАЙБЫ $\vec{v}$ от времени

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

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

Изобразим Треугольник скоростей



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

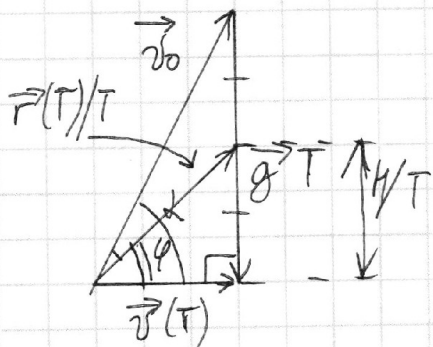
$$\Rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{v_0}{2} \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = 2 \cos \alpha = 2 \cos 60^\circ$$

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

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



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

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

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



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!

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

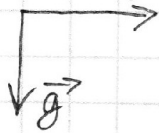
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{gT}{v_0} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2}; \quad \text{ОСН. ТРИГ. Т.} \quad \sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1 \Rightarrow \frac{1}{\sin^2 \varphi} = 1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}$$

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

$$|\vec{r}(T)| = \frac{gT^2}{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}} = \frac{gT^2}{2} \sqrt{1 + \frac{4}{\operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{gT^2}{2 \operatorname{tg} \alpha} \cdot \sqrt{4 + \operatorname{tg}^2 \alpha} =$$
$$= \frac{10 \cdot 2^2}{2} \sqrt{1 + \frac{4}{3}} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м}$$

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

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



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

$$R = \frac{v^2(T)}{g} = \left(\frac{gT}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2 \cdot \frac{1}{g} =$$
$$= \frac{gT^2}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{10 \cdot 2^2}{3} = \frac{40}{3} \text{ м}$$

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

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

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



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 $\dot{\varphi}$ уменьшалась, а потом стала увеличиваться
значит был разворот. $\Rightarrow$ сначала шайба двигалась
вверх по наклонной плоскости.

В момент $t = 0,1 \text{ c}$ $\dot{\varphi} = 0$. Произошла остановка

Затем шайба начала ускоряться вниз по накл. пл-ти

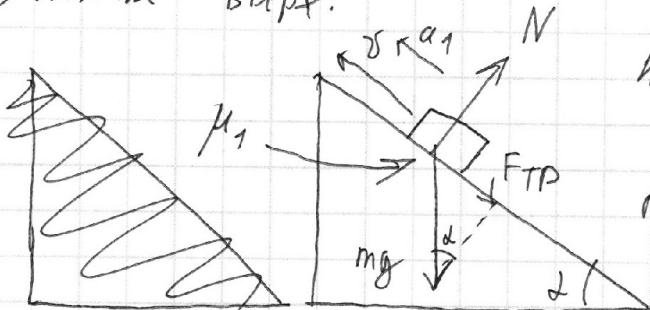
Ускорение при движении ^{вверх} равно угл. коэф. первого

уч-ка графика: $a_1 = -\frac{0,6}{0,1} = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Ускорение при движении вниз a_2 равно угл. коэф.

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

т.к. шайба не отрывалась от клина, а клин не двигался,
ускорение шайбы напр. вдоль накл. пл-ти
 $\rightarrow$ движение вверх:



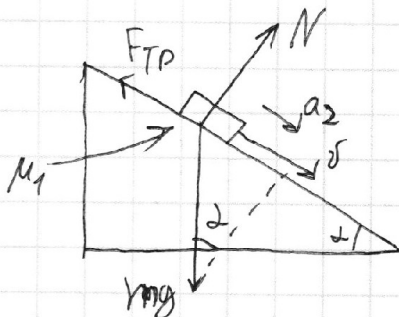
$$\text{из 23H: } N = mg \cos \alpha$$

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

$$ma_1 = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

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

$\rightarrow$ движение вниз:



$$\text{из 23H: } N = mg \cos \alpha$$

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

$$ma_2 = -F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$$

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



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, $a_2 > 0$

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

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

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

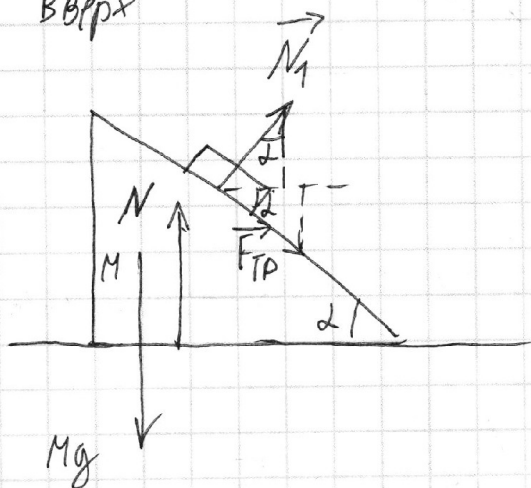
Проверим, что $\mu_1 < \tan \alpha$

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

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

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

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



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

ПО 3 ЗН: на клин
со стороны ШАЙБЫ действуют
силы
 $-\vec{N}_1$ и $-\vec{F}_{тр}$

M — МАССА КЛИНА; $M = 1,5 \text{ т}$

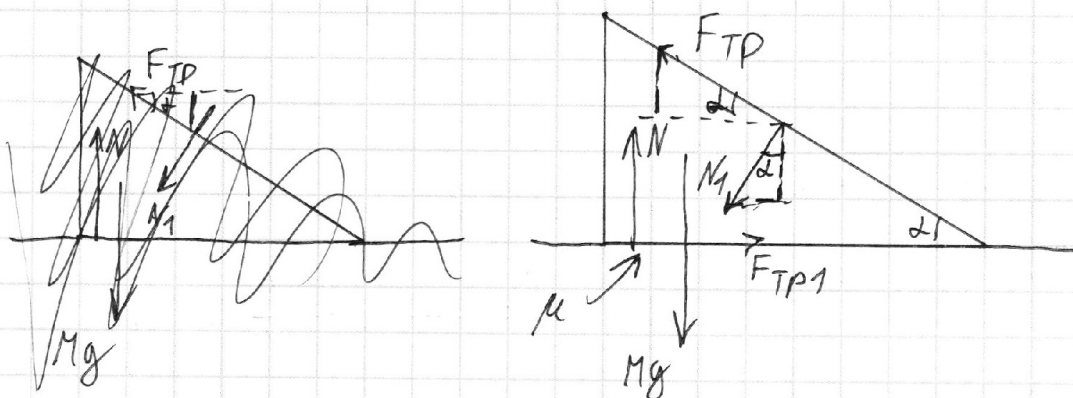


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
8 ИЗ 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!



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

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

$$\begin{aligned} 3) \quad F_{TP1} \quad N_3 \quad 23H: F_{TP1} &= F_{TP} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha = \\ &= mg (\mu_1 \cos^2 \alpha + \cos \alpha \sin \alpha) \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,63 \\ 4 \\ \hline 6,52 \end{array}$$

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



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.



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!

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

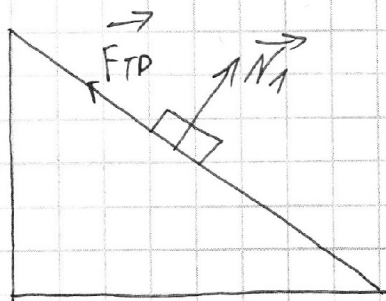
$$\mu \geq \frac{F_{TP1}}{N} = \frac{mg(\mu_1 \cos^2 \alpha + \cos \alpha \sin \alpha)}{mg(1,5 + 1 - \frac{4 \sin^2 \alpha}{3})} = \frac{\frac{4}{3} \sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha \sin \alpha}{2,5 - \frac{4 \sin^2 \alpha}{3}} =$$

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

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

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

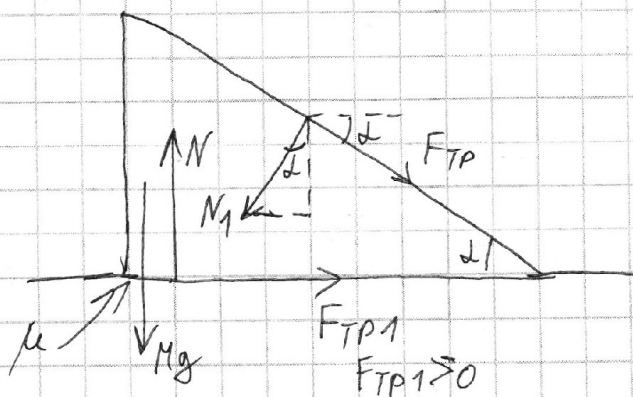
При движении вниз



$$N_1 = mg \cos \alpha$$

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

По 3ЗН на клин со стороны шайбы действуют силы $-N_1$ и $-F_{TP}$



$$43 \quad 23Н: Mg \quad N = Mg + N_1 \cos \alpha + F_{TP} \sin \alpha$$

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

$$N = Mg + mg \cos^2 \alpha + \mu_1 mg \cos \alpha \sin \alpha = Mg + mg(1 - \sin^2 \alpha + \frac{4}{3} \sin^2 \alpha) =$$

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



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!

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

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

$$F_{TP1} \leq \mu N \Rightarrow \mu \geq \frac{|F_{TP1}|}{N} = \frac{2 \cos \alpha \sin \alpha}{3(2,5 + \frac{4 \sin^2 \alpha}{3})}$$

$$= \frac{2 \cdot 0,45 \sqrt{1 - 0,45^2}}{3(2,5 + \frac{4 \cdot 0,45^2}{3})} = \frac{0,9 \sqrt{1 - 0,45^2}}{2,5 + 2 \cdot 0,45^2}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 0,45 \\ 0,45 \\ \hline 2,25 \\ + 180 \cdot \\ \hline 0,2025 \\ \times 0,2025 \\ \hline 0,04090 \end{array}$$

$$\mu \geq \max \left(\frac{45}{169} \sqrt{319}, \frac{45}{29,05} \sqrt{319} \right)$$

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

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

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

ОТВЕТ: 1) $\sin \alpha = 0,45$
2) $N = 6,46 \text{ Н}$
3) $\mu \geq \frac{90}{58,1} \sqrt{319}$

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

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



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.

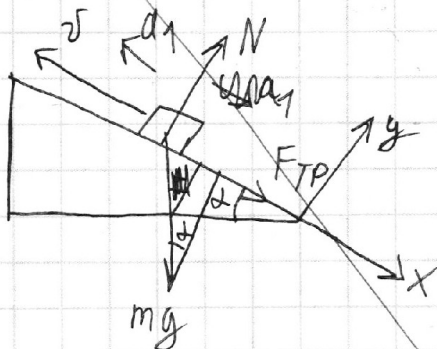
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 начале шайба замедляется, т.к. она едет вверх по накл. плоскости.~~
~~Клин покоится~~

При движении вверх по накл. плоскости



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

$$ma_x = F_{тр} + mg \sin \alpha$$

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

$$ma_x = mg(\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)$$

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

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

~~Ускорение шайбы~~

$$a_1 = -a_{1x}$$

т.к. движение происходит без отрыва $\Rightarrow a_y = a_{0y} = 0 \Rightarrow a_{1y} = 0$

~~Ускорение шайбы~~ a_0 - ускорение клина

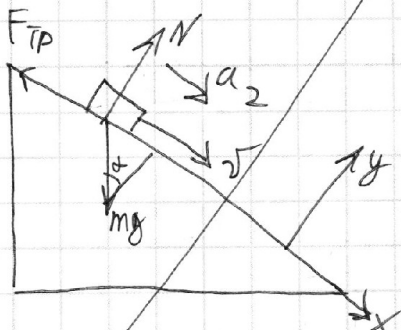
$a_x > 0 \Rightarrow$ ускорение на пр. против скорости

$a_0 = 0$, т.к. клин покоится

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

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

Движение вниз по накл. пл-ти:



2ЗМ: т.к. $a_{2y} = 0$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$ma_x = -F_{тр} + mg \sin \alpha$$

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

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



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!

Вначале $\vec{v}$ уменьшалась, а потом стала увеличиваться.
Значит произошёл разворот. $\Rightarrow$ вначале шайба
двигалась вверх по накл. пл-ти
В момент $t=0,1$ с $\vec{v}=0$. Произошла остановка
Затем шайба начала ускоряться вниз по ~~горизонтальной~~
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 ($\Delta 0 \leq t \leq 0,1$ 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)

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

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

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

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

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

Проверим, что $\mu_1 < \tan \alpha$

$$a_1 - a_2 = \mu_1 g \cos \alpha \Rightarrow \mu_1 = \frac{a_1 - a_2}{g \cos \alpha} = \frac{6 - 2}{10 \cos \alpha}$$

$$\tan \alpha = 0,4$$

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

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

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

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

$$-a_2 - a_1 = 2g \mu_1 \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{6 - 2}{20 \mu_1} = \frac{0,2}{\mu_1} \quad \tan \alpha = 0,4$$

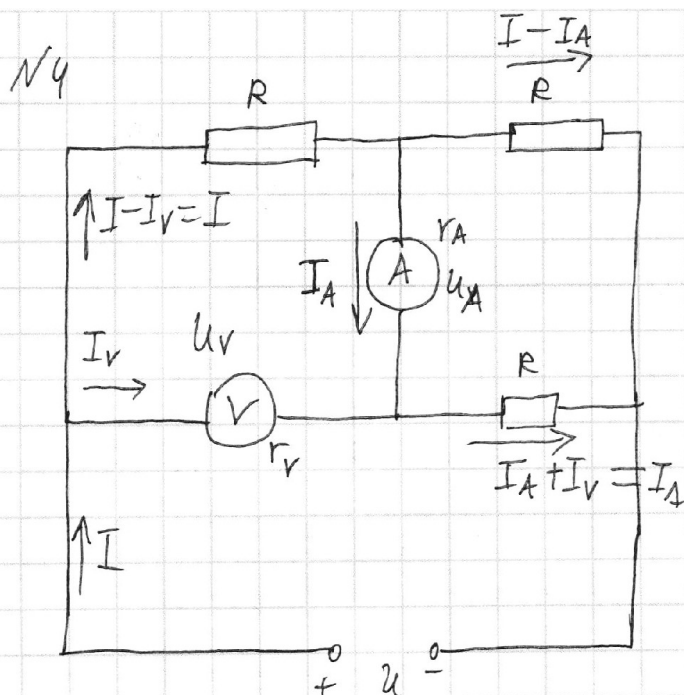


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$I_V = 0; U_A = 0$$

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

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

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

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

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

3) мощность рассеиваемая в цепи R, равна мощности выделяемой источником P₁

$$P_1 = IU$$

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

$$= 4 \cdot 12 = 48 \text{ Вт}$$

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



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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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_{B0} воды и

в него положили m_{A0} льда. $m_{A0} = m_{B0}$

После уст. теплового равновесия

в калориметре m_{B1} воды и m_{A1} льда

$$n = \frac{m_{B1}}{m_{A1}}$$

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

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

в воду превратилось $\Delta m_A = \delta m_{A0}$

~~уравнение теплового баланса~~

$$1) m_{A1} + \Delta m_A = m_{A0} \Rightarrow m_{A1} = m_{A0}(1 - \delta)$$

$$n = \frac{m_{B0}}{m_{A1}} = \frac{m_{B0}}{m_{A0}(1 - \delta)} \Rightarrow 1 - \delta = \frac{1}{n}$$

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

2) уравнение теплового баланса

$$c_B m_{B0} (t_0 - t_1) + c_A m_{A0} (t_0 - t_2) + \lambda \Delta m_A = 0$$

$$c_B m_{B0} (t_0 - t_1) + c_A m_{A0} (t_0 - t_2) + \lambda \cdot \delta m_{A0} = 0$$

$$c_B t_1 = \lambda \delta - c_A t_2 \Rightarrow t_1 = \frac{\lambda \delta - c_A t_2}{c_B} =$$

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