

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



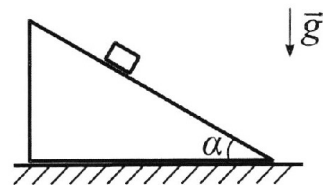
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

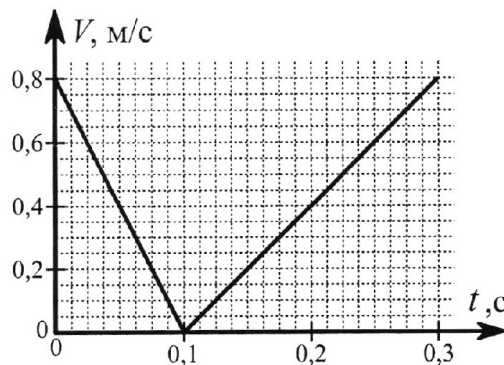
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.
2. Найдите горизонтальную дальность S полета.
3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

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 $m = 0,2$ кг, масса клина $2m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль $F_{тр}$ наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ с.
3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клин по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





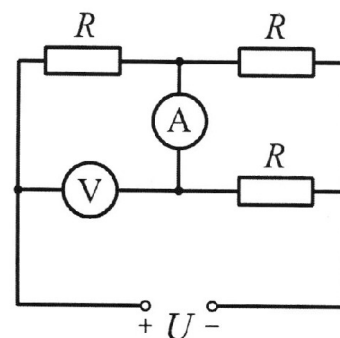
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30$ 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 U_V вольтметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10$ °С, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

1. Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

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

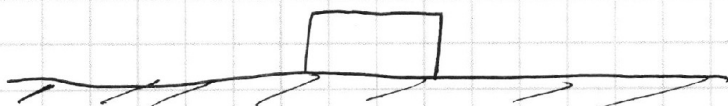


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



1. Введем ось Ox ^{со направ. $\vec{v}_0$} и запишем уравнение движения в проекциях на нее

$$V_x = V_{0x} \left(1 - \frac{t}{T}\right) \quad V_0 = V_{0x} \text{ (см. введение осей)} \Rightarrow$$

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

Построим график $V_x(t)$

$V_x = V_0 - \frac{V_0}{T} \cdot t$. Как мы видим, это прямая. Для простоты подставим числа

$$V_x = 4 - 2t. \text{ Строим по 2 точкам}$$

t	0	1
V_x	4	2



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

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

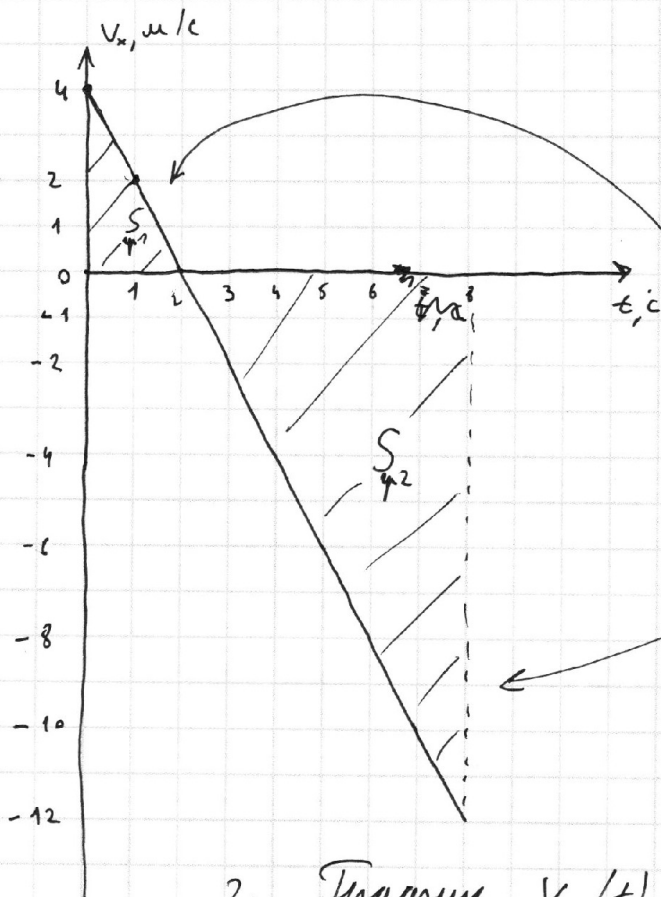
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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



Путь будет
равен сумме модулей
площадей
под указанными
участками
графика.
Вычислим его

$$S = S_1 \cdot \frac{4 \cdot 2}{2} + \frac{12 \cdot 6}{2} =$$
$$= \frac{80}{2} = 40 \text{ м}$$

2. График $v_x(t)$ имеет линейный вид. Это значит, что ускорение, действующее на тело постоянно и равно $a_x = \left\{ \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \right\} = \left\{ \frac{-2 \text{ м/с}^2}{1 \text{ с}} \right\} = -2 \text{ м/с}^2$. Кроме силы F на тело не действуют другие горизонтальные силы.

II закон Ньютона впр. на Ox :

$$m a_x = F_x$$

$$F = |F_x| = |m a_x| = 40 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с}^2 = 80 \text{ Н}$$



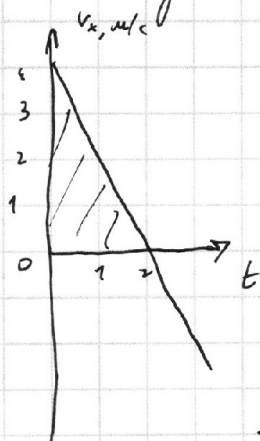
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

3. Вычислим перемещение тела
от 0 до T



$$r = \frac{4 \cdot 2}{2} = 4 \text{ м}$$

$$A = \vec{F} \cdot \vec{r} = -Fr \text{ (т.к. } F \text{ направл. пр. } O_x, \text{ а перем. } \text{блжно по } O_x)$$

$$A = -Fr = -1,6 \text{ Дж}$$

Ответ: 1. $S = 4 \text{ м}$; 2. $F = 0,4 \text{ Н}$; 3. $A = -1,6 \text{ Дж}$



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 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!

1. Очевидно, что максимальной скоростью мяча $V_{\max}$ будет его начальная скорость V_0 .

Минимальная же скорость будет в нижней точке траектории. Там, как известно, проекц. мом. скорости на верт. ось равна 0, т.е. $V_{0y} = 0$. Значит,

$V_{\min} = V_{0x}$ - проекция нач. скорости на гориз. ось ($V_x, V_{0x} = \text{const}$, т.к. сопр. пренебреж.)

По условию

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 2$$

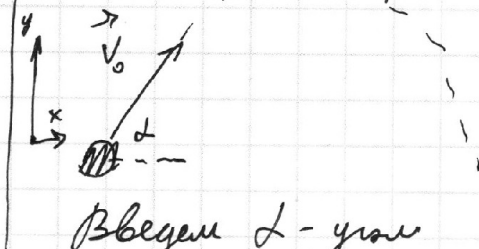
$$\frac{V_0}{V_{0x}} = 2$$

$$\text{т.е. } \frac{1}{\cos \alpha} = 2$$

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

$$\alpha = 60^\circ$$

Вв. мест. коорд. x, y , пом. совмещим с точкой бросания



Введем α - угол между век. мом.

скор. V_0 и горизонтал.

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha; V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$



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
2 из 4

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

Запишем ур-ния координат тела x и y
в зав. от времени t

$$x = V_0 \cos \alpha t$$

$$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$y_{\max} = H$. Вопросим, при каком t

$y \rightarrow \max$

$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$ макс. тогда, когда $y(t)$ -
прибавля ввелим возр $\Rightarrow$

макс. ее значение
в вершине, т.е. при $t =$
$$= \frac{-V_0 \sin \alpha}{-g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = y_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \text{ м}$$

Когда тело упадет, то $y = 0$

$$V_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$2V_0 \sin \alpha = gT$$

$$V_0 = \frac{gT}{2 \sin \alpha}$$

$$V_0 = \frac{gT}{2 \sin \alpha}$$

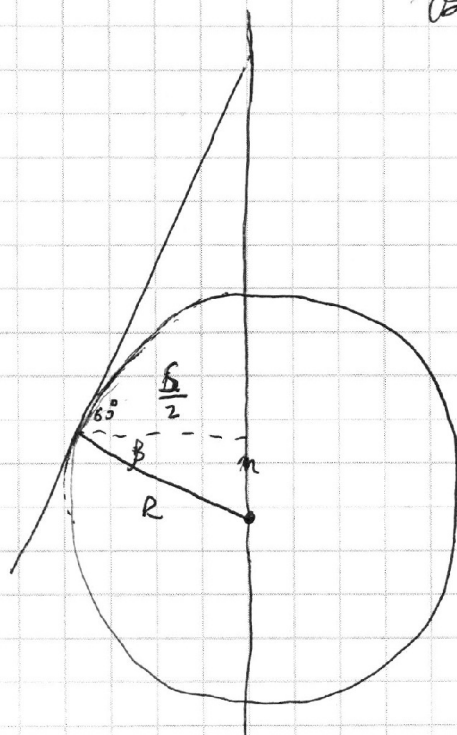


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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



Выпишем R .

Метод кас. к окруж-
-ти и радиусом,
провед. к точке
касания

угл, равном 90° ,
т.е

$$\beta + 60^\circ = 90^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$R = \frac{\frac{S}{2}}{\cos \beta} = \frac{S}{2 \cos \beta} =$$

$$= \frac{S}{\sqrt{3}} = \frac{80}{3} \text{ м}$$

Ответ: 1. $H = 20 \text{ м}$; 2. $S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$; 3. $R = \frac{80}{3} \text{ м}$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

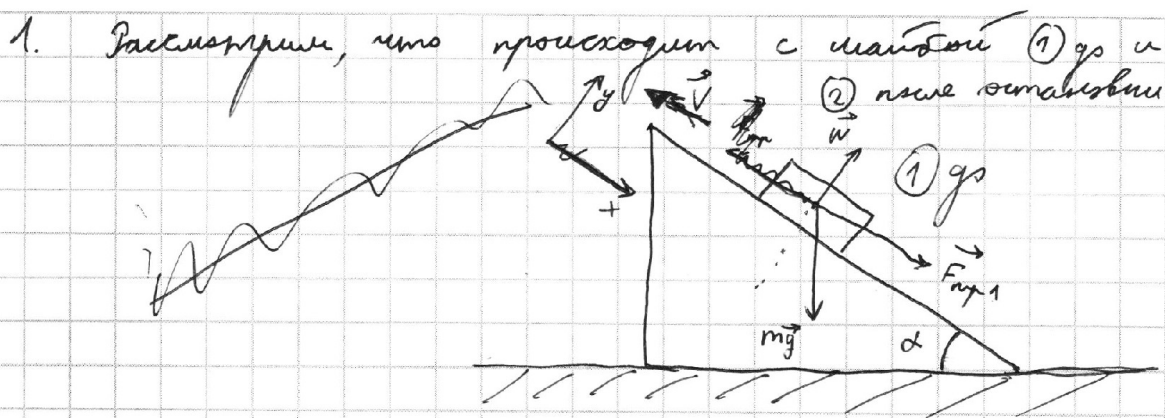
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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



Введем оси Ox и Oy
 $Ox: \cancel{m \cdot a_x} \quad m \cdot a_x$

$$\begin{cases} m a_x = F_{\text{тр}} + m g \sin \alpha \\ m a_y = 0 = N - m g \cos \alpha \end{cases}$$
$$a_y = 0 \Rightarrow |a_x| = a_{gs}$$

~~$m a_{gs} = \mu_0 N + m g \sin \alpha$~~

$m a_{gs} = \mu_0 N + m g \sin \alpha$
коэфф-т трения между
брусом и клином

$$N = m g \cos \alpha$$

$$a_{gs} = g (\mu_0 \cos \alpha + \sin \alpha)$$

Вычисляем a_{gs} при помощи графика

$$a_{gs} = |K_{\text{тр}}| - \text{модуль укл. коэфф-та трения до } t=0,1 \text{ с}$$



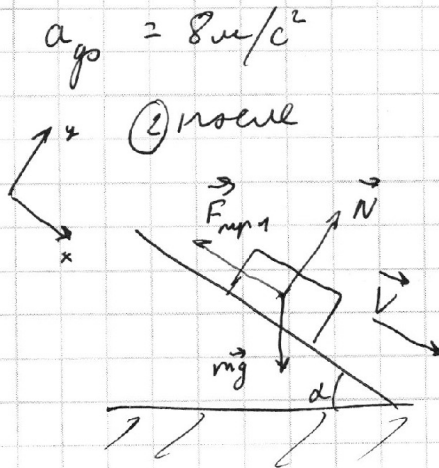
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

2 ИЗ 4

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



$$\begin{aligned} \text{ОУ: } N &= mg \cos \alpha = 0 \\ \text{ОХ: } ma'_x &= mg \sin \alpha - F_{тр1} \\ a'_y &= 0 \Rightarrow |a'_x| = a_{\text{норме}} \end{aligned}$$

$$a_{\text{норме}} = g(\sin \alpha - \mu_0 \cos \alpha) = 4 \text{ м/с}^2 \quad (\text{из графика})$$

Составим систему

$$\begin{cases} g(\sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha) = 8 \text{ м/с}^2 \\ g(\sin \alpha - \mu_0 \cos \alpha) = 4 \text{ м/с}^2 \end{cases}$$

$$2g \sin \alpha = 12 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = 0.6$$

6 пр. ответа

2. На кинк действует сила $\vec{F}$ или реакция опоры со стороны груза, сила $\vec{F}$ такая, что

$$\vec{F} = -\vec{F}_{тр1}, \text{ а сила тяжести,}$$

или реакция опоры со ст. плоскости и

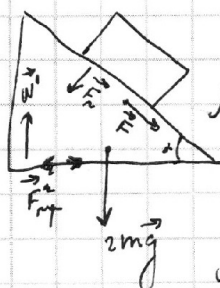


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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



~~F cos alpha~~ no 0x

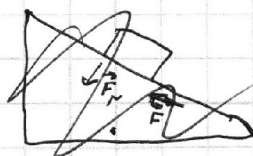
$$\mu(2mg + F_f \cos \alpha + F \sin \alpha) \geq -F \cos \alpha + F_f \sin \alpha$$

$$\mu \cdot 2,76mg \geq 0,3mg$$

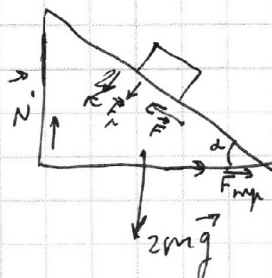
$$\mu \geq \frac{30}{276}$$

$$\mu \geq \frac{10}{92}$$

$$\mu \geq \frac{5}{48}$$



~~нормаль 0x~~



$$\mu(2mg + F_f \cos \alpha - F \sin \alpha) \geq F_f \sin \alpha + F \cos \alpha$$

$$\mu \cdot 2,52mg \geq 0,64mg$$

$$\mu \geq \frac{64}{252}$$

$$\mu \geq \frac{32}{126}$$

$$\mu \geq \frac{16}{63}$$

$$\mu \geq \frac{16}{63} - \text{самое простое др.} \Rightarrow \text{берем его}$$

ответ: 1. $\sin \alpha = 0,6$; 2. $1,28 \text{ Н}$; 3. $\mu \geq \frac{16}{63}$

$$\mu \geq \frac{16}{63}$$



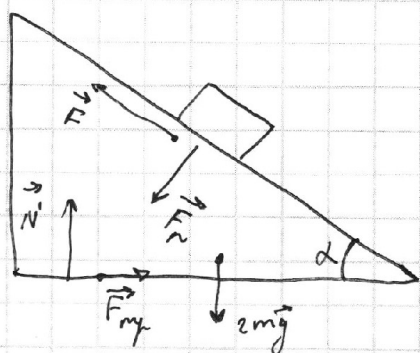
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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

сила пружины. Заметим, что
 $F_{\text{пр}} \rightarrow \text{max}$ при $\vec{F}$ макс. по модулю вверх
(см. рис.) / $F = \text{const} =$



$$m(g \sin \alpha - a_x) =$$
$$= 0,2 mg$$

$$F_n = N = mg \cos \alpha = 0,8 mg$$

Введем Ox

и z -уравнения:

$$F_x + F_{\text{пр}x} + F_{\text{пр}z} = 0$$

$$F \cos \alpha + F_n \sin \alpha = F_{\text{пр}}$$

$$F_{\text{пр}} = 0,16 mg + 0,48 mg =$$
$$= 0,64 mg = 1,28 \text{ Н}$$

Рассмотрим движение шайбы
по Ox , против Ox и воб. сур.
на μ . Т.к. $\mu N' \geq F_{\text{пр}}$

(по Ox): при $\mu N' \geq F_{\text{пр}}$

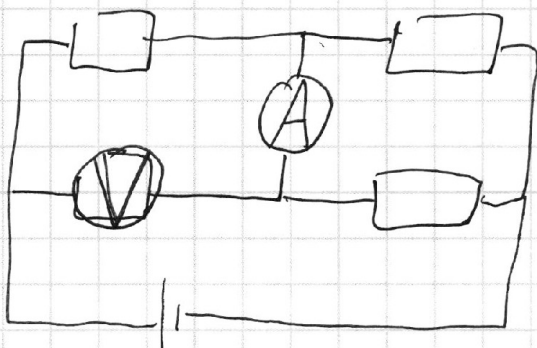


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

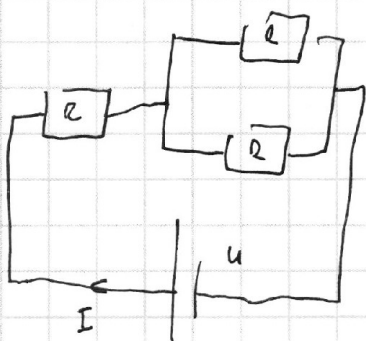
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!



989
45
40

1. Раз сопротивление вольтметра очень велико, а сопр. амперметра крайне мало, то мы можем ^{внешний} "выключить" из схемы $\odot$ и измерить на проводе амперметр. Переделаем схему так:



$$R_{\text{общ}} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2} R$$
$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{24}{3R} = \cancel{2A} \quad 0,2A$$

3. $P = UI = \cancel{18W} \quad 6WT$

2. Возьмем вольтметр и амперметр, кот. мы moments убрание обратно на

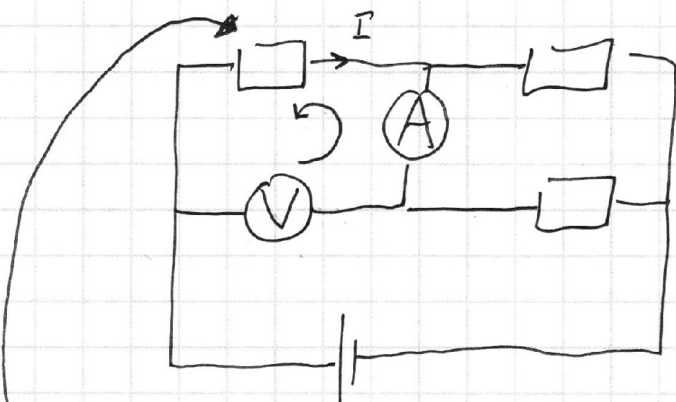


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!



Как было написано выше, ток на (V) не течет, а значит, он ~~идет~~ весь идет на этот резистор).

Ток на нем тогда, очевидно, равен I . Запишем II правило Кирхгофа для контура, содержащего ~~ук.~~ выше резистор, вольтметр и амперметр — напр. на (A)

$$-IR + U_A + U_B = 0$$

$U_A = 0$ (т.к. ток, текущий через (A) не больше I , а сопр. (A) очень мало)

$$-IR + U_B = 0$$

$$U_B = IR = 20 \text{ В}$$

Ответ: 1. $I = 0,2 \text{ А}$; 2. $U_B = 20 \text{ В}$;
3. $P = 6 \text{ Вт}$

~~Ответ: 1. $I = 0,5 \text{ А}$; 2. $U_B = 50 \text{ В}$; 3. $P = 25 \text{ Вт}$~~



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
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!

Запишем уравнение

В задании происходят 3 процесса:
вода охлаждается до t_0 , мед нагре-
вается до t_0 , часть воды δ кристаль-
лизуется $\Rightarrow$

$$Q_{\text{в}} + Q_{\text{м}} + Q_{\text{кр}} = 0$$

$$c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_0 - t_1) + c_{\text{м}} m_{\text{м}} (t_0 - t_2) - \lambda \delta m_{\text{в}} = 0$$

$$-c_{\text{в}} m_{\text{в}} t_1 - c_{\text{м}} m_{\text{м}} t_2 - \lambda m_{\text{в}} \delta = 0 \quad | \cdot (-1)$$

$$c_{\text{в}} t_1 + c_{\text{м}} t_2 = -\lambda \delta$$

$$c_{\text{м}} t_2 = -\lambda \delta - c_{\text{в}} t_1$$

$$t_2 = \frac{-\lambda \delta - c_{\text{в}} t_1}{c_{\text{м}}} =$$

$$= \frac{-42000 - 42000}{2100} = -\frac{420 + 420}{21} = -40^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: } 1. \delta = \frac{1}{8}; 2. t_2 = -40^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r|l} 336 & 8 \\ \hline 32 & \\ \hline 16 & 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2100 \\ - 40 \\ \hline 84000 \end{array}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Отношение массы льда к массе воды
в конце опыта больше, чем в начале
($n > 1$). Суммарная масса льда и воды,
очевидно, равна постоянной. Введем
следующие обозначения: m_0 - масса воды
в начале эксперимента, m_1 - масса льда
в начале эксперимента, Δm - масса
кристалл. в процессе воды.
По условию

$$\begin{cases} m_0 = m_1 \\ \frac{m_1 + \Delta m}{m_0 - \Delta m} = n \end{cases}$$

$$m_0 + \Delta m = n m_0 - n \Delta m$$

$$(n-1) m_0 = (n+1) \Delta m$$

$$\Delta m = \frac{n-1}{n+1} m_0 = \frac{\frac{2}{7}}{\frac{16}{7}} m_0 = \frac{1}{8} m_0$$

По условию

$$\beta = \frac{\Delta m}{m_0} = \frac{1}{8}$$



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.

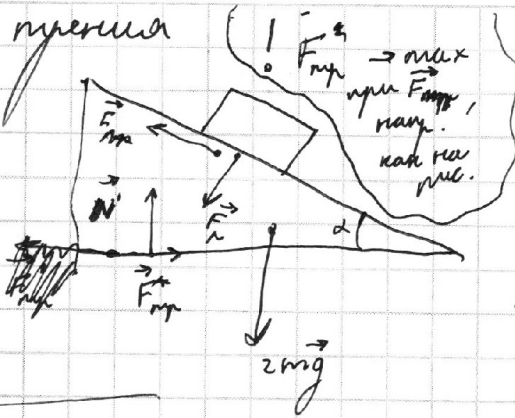
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

сила трения



F всегда одинакова по модулю и равна $F = \mu_0 mg \cos \alpha$.
Укажем F численно

$$F = m \cdot (g \sin \alpha - a_x) = m \cdot 10 \text{ м/с}^2 = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = mg \cos \alpha = 0,8 mg$$

II з. ускорения в нр. на Oz

$$F \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha - F_{\text{тр}}^* = 0$$

$$F_{\text{тр}}^* = 0,8 mg + 0,48 mg = 1,28 mg = 2,56 \text{ Н}$$

3. Заметим, что блок будет покоиться

при $\mu \cdot N \geq F_{\text{тр}}^*$. В 2-м пред. случае

3-м случае когда масса кат. по x Oz или против нее и введем ограничение

по Oz

$$F \cos \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha \leq$$

$$\mu \cdot (2mg +$$

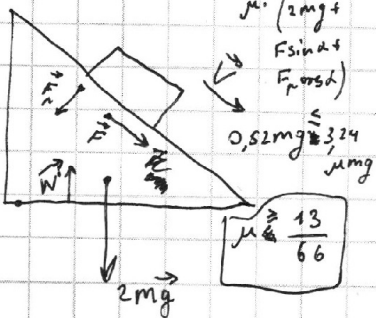
$$F \sin \alpha +$$

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha)$$

$$0,52 mg \leq 3,24$$

$$\mu mg$$

$$\mu \geq \frac{13}{66}$$



против Oz

$$F \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha \leq$$

$$\mu \cdot (2mg + F_{\text{тр}} \cos \alpha -$$

$$F \sin \alpha)$$

$$1,28 mg \leq 3,24 mg$$

$$\mu \geq \frac{32}{51}$$

$$\mu \geq \frac{32}{51}$$

Таким образом,

$$\mu \geq \frac{32}{51}$$

$$\text{Ответ: 1. } \sin \alpha = 0,6;$$

$$2. F_{\text{тр}} = 2,56 \text{ Н}; 3.$$

$$\text{при } \mu \geq \frac{32}{51}$$