



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 $t = T$.

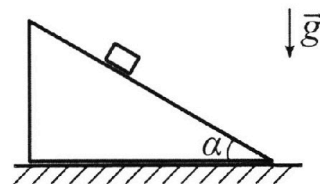
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{v_{MAX}}{v_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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

1. Найдите максимальную высоту H полета.

2. Найдите горизонтальную дальность S полета.

3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

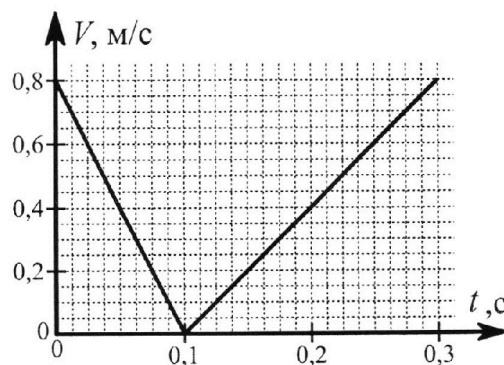
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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 клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





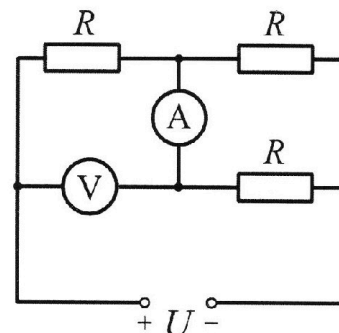
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 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!

Дано:

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

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = ? \text{ (от } t=0 \text{ до } t=T)$$

$$F = ?$$

$$A = ? \text{ (от } t=0 \text{ до } t=T)$$

Решение:

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

Тк $\vec{v}(t)$ - это $\vec{v}_0$ умножили на какой-то ~~коэф~~, то

вектор скорости всегда лежит

вдоль одной прямой. Заметим, что

к моменту времени $t = T$

вектор скорости уже перевер-

нется. Тк вектор лежит всегда вдоль

и прямой, то мы можем перейти от

векторов к проекциям на ось движения

Вдоль ~~прямой~~ ось x

2) Возьмем производную по t от функции

$$v_x(t). \text{ И } \left(v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)\right)' = \left(v_0 - \frac{v_0 t}{T}\right)' = -\frac{v_0}{T} = -\frac{4}{2} = -2 \text{ м/с}^2$$

т.е. ускорение направлено против скорости

в начальный момент

3) Разобьем весь путь S пройденный

матбод за время от 0 до T на 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 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!

части: движение в сторону напр. $\vec{V}_0$ и
противополож. сторону. ~~Рассмотрим, когда~~

~~тело останавливается~~

Рассмотрим, когда тело
развернется

~~$$V_0 - a\tau = 0$$~~

~~$$V_0 - \frac{V_0}{T} \tau = 0$$~~

$$V_x(t) = 0, \text{ т.е. } V_{0x} \left(1 - \frac{t}{T}\right) = 0$$

$$t = T$$

~~$t = T$, т.е. тело развернется в момент $t = T$~~

Используем формулу перемещения
без времени

Путь за время от 0 до $t = T$

$$S_1 = \frac{0^2 - V_0^2}{2a} = \frac{-V_0^2}{-2 \frac{V_0}{T}} = \frac{V_0 T}{2}$$

Перемещ. т.е. путь, т.к. тело не меняло направ. дви-
Путь за время от $t = T$ до $t = 4T$

скорость при $t = 4T$

$$V_x(t) = V_{0x} \left(1 - \frac{4T}{T}\right) =$$

$$= -3V_{0x} = -3V_0$$

(против оси)

~~$$S_2 = \frac{V_0^2 - 0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{-2 \frac{V_0}{T}} = -0.5 V_0 T$$~~

S_2 - получилось отриц., т.к. тело движется

против оси движения (направ. оси дви- =



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

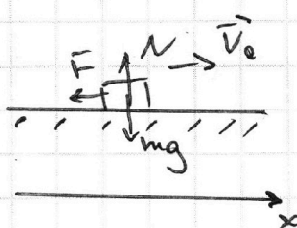
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= \cancel{g} \text{ напр. } \vec{V}_0)$$

⇓

$$S = |S_1| + |S_2| = \frac{V_0 T}{2} + \frac{g}{2} V_0 T = 5 V_0 T = 5 \cdot 4 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} =$$
$$= 40 \text{ м}$$

2) Так как плоскость шероховатая, то трение присутствует



ИЗН

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}$$

ось x:

$$-F = ma$$

$$-F = -m \frac{V_0}{T}$$

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

3) За время от $t=0$ до $t=T$

Тело проехало $|S_1| = \frac{V_0 T}{2}$

$$\Downarrow$$
$$A = -F |S_1| = -\frac{m V_0}{T} \cdot \frac{V_0 T}{2} = -\frac{m V_0^2}{2} = -\frac{0,2 \cdot 4^2}{2} =$$

$= -1,6 \text{ Дж}$ (минус так сила действовала против оси движения, уменьшала кин. энергию шайбы)



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!

Отв:

$$S = 5 \text{ V}_0 T = 40 \text{ м}$$

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

$$|A| = 1,6 \text{ Дж} = \left| -\frac{m V_0^2}{2} \right|$$



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!

Дано:

$$T = 4c$$

$$V_{\max}/V_{\min} = n = 2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$H = ?$$

$$S = ?$$

$$R = ?$$

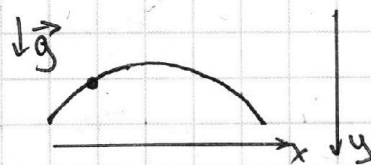
Решение:

1) Выведем формулы для дальности и высоты полета, а также и

для времени полета.

Начнем со времени:

~~Тк у тел~~

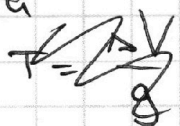


Тк на мяч всегда действует только сила тяжести, то его ускорение в любой момент полета $\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ (равноускор. движ.)

Рассмотрим движение вдоль оси y , тогда скорость в начальный момент $V_n = V_{y0} = -V_0 \sin \alpha$

(V_0 - начальная скорость тела, α - угол, под которым бросили тело, V_{y0} - проекция V_0 на ось y в нач. мом.)

В конечный $V_k = V_{y0} = V_0 \sin \alpha$, тогда время полета



$$T = \frac{V_k - V_n}{g} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

Теперь рассмотрим дальность полета, т.е. надо рассмотреть это движение в проекции на ось x || $\vec{v}_x$ поперек. Тк $\vec{g} \perp O.x$, то $a_x = 0$



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
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!

тогда тела во время всего полета $\vec{v}$ вдоль оси x движется с постоянной скоростью $\vec{V}_x$ (проекция $\vec{V}_0$ на ось x) $|\vec{V}_x| = |\vec{V}_0| \cos \alpha$
 $\Rightarrow H = V_x T = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$

Теперь к высоте полета. В вершечной точке траектории $\vec{v}_y$ тело имеет только горизонтальную компоненту скорости, т.е. $V_0 \cos \alpha$. Запишем формулу для перемещения H во времени в проекции на ось y
 $H = \frac{V_y^2}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

2) $V_{\max} = V_0$ — нач. скорость

$$V_{\min} = V_x = V_0 \cos \alpha$$

Утверждение (1) верно в силу того, что

$V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$, V_x в любой момент константа, тк $\vec{v} \perp OX$
А вот V_y меняется от 2

след образом (t — время от момента начала полета)



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!

$$V_y(\tau) = V_{y0} - g\tau \quad (0 \leq \tau \leq \frac{2V_0 \sin \alpha}{g})$$

$$V_y^2(\tau) = (V_{y0} - g\tau)^2 \quad (0 \leq \tau \leq \frac{2V_0 \sin \alpha}{g})$$

Заметим, что график этой функции парабола, причем точкой кусок параболы, на

у этой части параболы есть особенность она симметрична сама себе, от кос оси симметрии параболы, тк вершина параболы равноудалена от крайних значений

max достигается в двух точках при $\tau=0$ или $\tau = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1}{\cos \alpha} = h \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{h} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{h^2 - 1}}{h}$$

в эту ОТТ

$$H = \frac{V_0^2 (\sin^2 \alpha)}{2g}$$

$$T = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow V_0 \sin \alpha = \frac{Tg}{2}$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(gT)^2}{8g} = \frac{gT^2}{8} = \frac{10 \cdot 4^2}{8} = 20 \text{ м}$$

$$S = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha}{g \sin \alpha} = 2 \cdot \frac{10^2}{h^2} \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{h} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 - 1}} =$$



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
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!

$$= \frac{gT^2}{2\sqrt{h^2-1}} = \frac{10 \cdot 16}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{10 \cdot 16 \cdot \sqrt{3}}{6} = \frac{16 \cdot 5 \cdot \sqrt{3}}{3} =$$

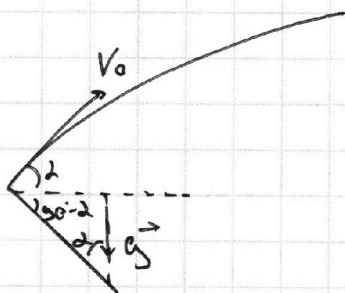
$$= \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

3) Радиус кривизны

$$a_n = \frac{V^2}{R}$$

$$a_n = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_0^2}{a_n}$$

a_n - нормальное ускор. в кач. мом
← проекция полного ускор. на ось $\perp \vec{V}_0$



$$a_n = g \cos \alpha$$

$$R = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha}{2 \sin^2 \alpha g \cos \alpha} =$$

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

$$= H \cdot \frac{4}{2} \cdot \frac{h^2}{h^2-1} \cdot h =$$

$$= \frac{gT^2}{4 \cancel{V_0^2}} \cdot \frac{h^3}{h^2-1} = \frac{10 \cdot \cancel{16}^4}{4 \cancel{16}} \cdot \frac{2^3}{3} =$$

$$= \frac{320}{3} \text{ м}$$

Ответ:

$$H = \frac{gT^2}{2} = 20 \text{ м}$$

$$S = \frac{gT^2}{2\sqrt{h^2-1}} = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

$$R = \frac{gT^2 h^3}{4(h^2-1)} = \frac{320}{3} \text{ м}$$



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 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!

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$2m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

+ график

$$\sin \alpha = ?$$

$$F_{\text{тр}} = ?$$

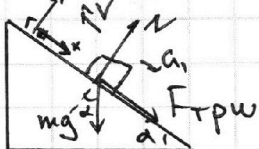
$$\mu = ?$$

Решение:

1) В условии сказано, что шайба движется по покоящейся клину $\Rightarrow$ у клина нет ни скорости, ни ускорения $\Rightarrow$ скорость

2) На графике видны 2 участка:

Первый участок — это торможение, второй — ускорение. Так первый — торможение, то шайбу толкнули вверх (вдоль клина)



ИЗН

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{трw}} = m\vec{a}$$

$$\text{Ось } z \quad N = mg \cos \alpha$$

$$\text{Ось } x \quad F_{\text{трw}} + mg \sin \alpha = ma,$$

По закону Ам.-Кулона $F_{\text{трw}} = \mu N$, тогда

$$\mu N + mg \sin \alpha = ma,$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma, (1)$$





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

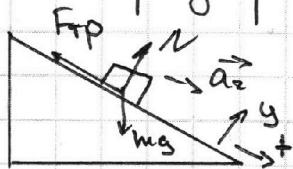
☐ 6

☐ 7

СТРАНИЦА
2 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!

теперь рассмотрим второй участок, когда тело разворачивается



ИЗН:

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

Ось y: $N = mg \cos \alpha$

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

Из закона Ам. Кулона $F_{тр} = \mu N$

$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2 \quad (2)$$

Сложим (1) и (2)

$$2mg \sin \alpha = m(a_1 + a_2)$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$$

a_1 и a_2 — это ускорения, т.е. модули коэф.

наклона графиков

$$a_1 = \frac{0,8 \text{ м/с}^2}{0,1 \text{ с}} = 8 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{0,8 \text{ м/с}^2}{0,2 \text{ с}} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = \frac{8 + 4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{5^2 - 3^2}}{5} = \frac{4}{5}$$



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
☐

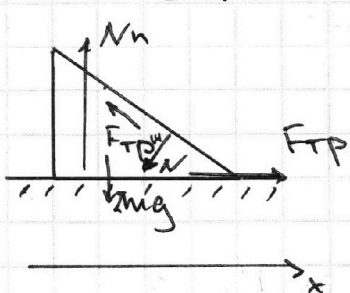
СТРАНИЦА
3 из 5

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!

2) Для ответа на ~~этот~~ ^{след.} вопрос рассмотрим ~~как~~ ^{какие} силы действуют на ~~кин.~~ ^{кин.}
но III ЗИ

В обеих сит.

Сит 1:



~~II ЗИ~~ II ЗИ

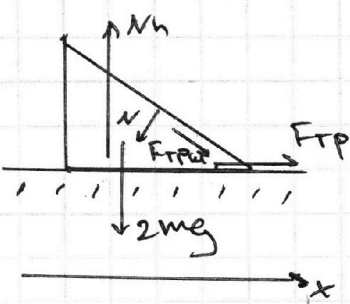
$$\vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{F}_{тр\pi} + \vec{N} + 2mg = 0$$

Ось x:

$$F_{тр} - F_{тр\pi} \cos \alpha - N \sin \alpha = 0$$

$$|F_{тр}| = |F_{тр\pi} \cos \alpha + N \sin \alpha|$$

Сит 2:



II ЗИ

$$\vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{N} + \vec{F}_{тр\pi} + 2mg$$

Ось x:

$$F_{тр} + F_{тр\pi} \cos \alpha - N \sin \alpha = 0$$

$$|F_{тр}| = |N \sin \alpha - F_{тр\pi} \cos \alpha|$$

Очевидно сила трения в первом случае больше. Из ур-е замис выше

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр\pi} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow F_{тр} = \mu mg \cos^2 \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha$$



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 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!

Втр

Вернемся к первой ситуации и найдем

μ

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma,$$

$$\mu = \frac{a - g \sin \alpha}{\cos \alpha g} = \frac{8 - 10 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{4}{5} \cdot 10} =$$

$$= \frac{(8-6) \cdot 5}{8} = \frac{1}{4}$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos^2 \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha = (a - g \sin \alpha) m \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{4^2}{5^2} + 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{5^2} (4 + 12) = \frac{2 \cdot 16}{25} = \frac{32}{25} = 1,28 \text{ Н}$$

$$N = 3mg \leftarrow 12 \text{ Н ось } y$$

Ам. куклы

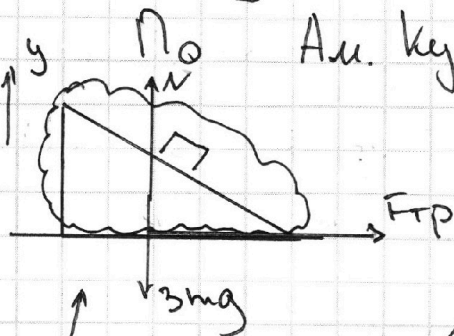
$$F_{тр} = \mu N$$

$$\mu = \frac{F_{тр}}{N} = \frac{F_{тр}}{3mg} = \frac{a \cos \alpha}{3g}$$

$$\mu \geq \frac{1,28 \text{ Н}}{6 \text{ Н}} = \frac{128}{600} = \frac{64}{300} = \left(\frac{64}{3}\right) \cdot \frac{1}{100}$$

$$\approx 0,213$$

Объединим
тела в систему





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!

Ответ: 1) $\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{3}{5}$

2) $F_{\text{тр}} = (a_1 - g \sin \alpha) m \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha =$
 $= m a_1 \cos \alpha = 1,28 \text{ Н}$

3) $\mu \geq \frac{a_1 \cos \alpha}{3g} = 0,213$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



Дано:

$$R = 100 \text{ Ом}$$

$$U = 30 \text{ В}$$

$$R_v \gg R$$

$$R_A \ll R$$

$$I_A = ?$$

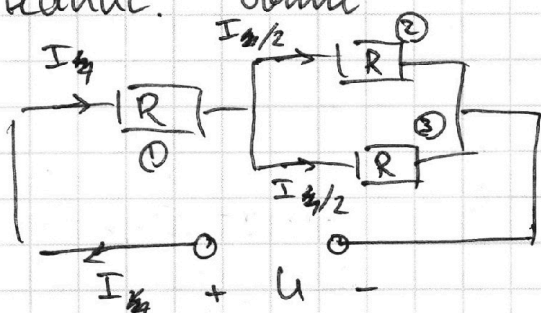
$$U_B = ?$$

$$P = ?$$

Решение:

1) Так $R_v \gg R$, то вольтметр можно рассматривать как разрыв цепи, а амперметр — проводом, т.к. $R_A \ll R$ перемычкой

2) Перерисуем схему с учетом, того что напис. выше



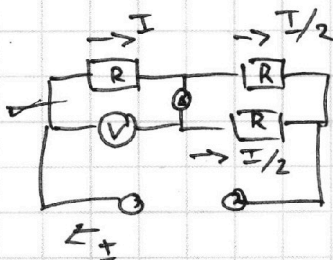
Так сопр. первого и второго резисторов равны, а третьему через них течет равный ток, т.е. $I_A/2$ (в силу Закона Ома)

$$I = \frac{U}{R_2} = \frac{U}{R + \frac{R \cdot R}{R + R}} = \frac{U}{1,5R} = \frac{30 \text{ В}}{1,5 \cdot 100 \text{ Ом}} = \frac{20 \text{ В}}{100 \text{ Ом}} \text{ @}$$

R_2 — эквивалентное сопр. цепи @ 0,2 А

3) Вольтметр подключен || к первому резистору

$$\Rightarrow U_B = I R = \frac{U}{1,5} = 20 \text{ В} = 0,2 \text{ А} \cdot 100 \text{ Ом}$$



4) Мощность, которая

рассеивается в цепи — это мощность, которая



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!

вырабатывается на источнике.

По закону Джоуля - Ленца $P = IU = 0,2 \text{ A} \cdot 30 \text{ В} =$
 $= 6 \text{ Вт}$

$$\frac{U}{1,5R} \cdot U = \frac{U^2}{1,5R}$$

Ответ: 1) $I = \frac{U}{1,5R} = 0,2 \text{ A}$

2) $U_B = \frac{U}{1,5} = 20 \text{ В}$

3) $P = \frac{U^2}{1,5R} = 6 \text{ Вт}$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 1 ИЗ 2

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

Дано:	Решение:
$t_1 = 10^\circ\text{C}$	m_B - масса воды до начала теплообмена
$m_B = m_A^m$	m_A - масса льда до начала теплообмена
$\frac{m_A}{m_B} = n = \frac{9}{4}$	m_A' - масса льда после начала ^{окончания} теплообмена
$\delta = ?$	m_B' - масса воды после ^{окончания} теплообмена
$t_2 = ?$	

1) Так как после того, как теплообмен завершился, в калориметре есть и вода, и лед, то температура смеси 0°C , $t_k = 0^\circ\text{C}$

t_k - температура смеси после окончания теплообмена

2) Так как $n > 1$ ($n = \frac{9}{4}$), то во время теплообмена вода ~~остывала~~ остывала до 0°C , потом часть ее кристаллизовалась, а лед параллельно с этим нагревался до 0°C (но не таял!)

2) Пусть замерзла вода массой Δm , тогда

$$m_A' = m_A + \Delta m = m + \Delta m$$

$$\frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = n$$

$$\text{тогда } \delta = \frac{\Delta m}{m}$$

$$m_B' = m_B - \Delta m = m - \Delta m$$

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

3) Запишем УТБ:

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

$$m_B c_B (t_k - t_1) + m_A c_A (t_k - t_2) - \lambda \Delta m = 0 \quad \Delta m = m \cdot \frac{n-1}{n+1} \quad (1)$$

Подставим (1) в УТБ

$$\delta = \frac{\Delta m}{m} = \frac{n-1}{n+1} = \frac{1}{8}$$

$$m c_B (t_k - t_1) + m c_A (t_k - t_2) - \lambda m \cdot \frac{n-1}{n+1} = 0$$



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
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!

$$c_B(t_k - t_1) + c_L(t_k - t_2) - \lambda \frac{n-1}{n+1} = 0$$

$$c_B(t_k - t_1) - \lambda \frac{n-1}{n+1} = c_L(t_2 - t_k)$$

подставим $t_k = 0$

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

$$t_2 = - \frac{c_B t_1 + \lambda \frac{n-1}{n+1}}{c_L} = - \frac{4200 \cdot 10 + 336 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{8}}{2100} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= - \left(+20 + \frac{336}{2,1 \cdot 8} \right) \text{ } ^\circ\text{C} = - \left(20 + \frac{42}{2,1} \right) \text{ } ^\circ\text{C} = -40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r|l} 336 & 8 \\ \hline 32 & 42 \\ \hline 16 & \\ \hline 16 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Ответ: $\delta = \frac{n-1}{n+1} = -\frac{1}{8}$

$$t_2 = - \frac{c_B t_1 + \lambda \frac{n-1}{n+1}}{c_L} = -40 \text{ } ^\circ\text{C}$$



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
__ 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!

$$m_1 = m_B$$

$$m_A' = m + \Delta m$$

$$m_B(t_k - t_1) + m_A$$

$$m_B' = m - \Delta m$$

$$c_A m_A(t_k - t_2) = m_B c_B(t_1 - t_k) + \lambda \Delta m$$

$$m \quad m + \Delta m$$

$$m_B c_B(t_k - t_1) + c_A m_A(t_k - t_2) - \lambda \Delta m = 0$$

$$\frac{\frac{9}{4} - 1}{\frac{9}{4} + 1} = \frac{\frac{9-4}{4}}{\frac{9+4}{4}} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8} \quad \frac{V^2}{R} = a_n$$

$$\frac{4200 \cdot 10 + 336 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{8}}{2100} = \quad \begin{array}{r} 336 \overline{) 8} \\ \underline{32} \\ 42 \\ \underline{16} \end{array}$$

$$= 20 + \frac{336}{21} \cdot \frac{1}{8}$$

$$\frac{420}{21} =$$

$$= \frac{210 + 210}{21} =$$

$$= 20$$

$$T = U_C$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = h = 2$$

$$g = 10^4 / c^2$$

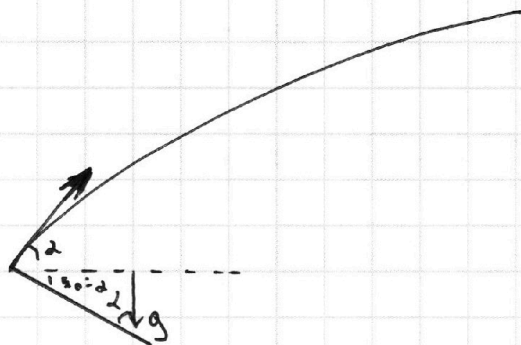


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$V_0 \quad a_n = g \cos \alpha$$

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

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

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

$$\int_0^S dS = \int_0^T V_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt$$

$$S = V_0 \left($$

$$\frac{V_0^2}{g \cos \alpha} =$$

$$= \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g \sin^2 \alpha g \cos \alpha} =$$

$$= \frac{T}{\sin^2 \alpha \cos \alpha}$$

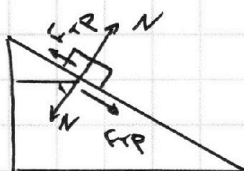
$$a = \frac{dV}{dt}$$

$$V_0$$

$$\left(V_0 - \frac{V_0 t}{T} \right)'_+ =$$

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

$$-\frac{4}{2} = -2 \text{ м/с}$$



$$F_{\text{тр}} \cos \alpha - N \sin \alpha = 2ma$$

$$\mu N \cos \alpha - N \sin \alpha = 2ma$$



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!

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = (V_0 \sin \alpha)^2 \cdot \frac{1}{2g} = \frac{g^2 T^2}{8} \cdot \cancel{\frac{3}{8}} g =$$
$$= \frac{g T^2}{8}$$

$$\frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2 \cos \alpha}{g \sin \alpha} \cdot \frac{g^2 T^2}{4} =$$

$$= \frac{T^2 g}{2} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{k}{\sqrt{n^2 - 1}} =$$

$$= \frac{T^2 g}{2 \sqrt{n^2 - 1}} = \frac{16 \cdot 10}{2 \cdot \sqrt{8}} = \frac{80\sqrt{2}}{3}$$

$$\frac{V_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{V_0^2 \sin^2 \alpha} \cdot \frac{1}{g \cos \alpha \sin^2 \alpha} =$$

$$\frac{g^2 T^2}{4} \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{n^2}{n^2 - 1} =$$
$$= \frac{g T^2 n}{4(n^2 - 1)}$$

$$= \frac{g^2 T^2}{4} \cdot \frac{1}{g \cos \alpha \sin^2 \alpha} = \frac{g T^2}{4}$$

$$= \frac{4^2 \cdot 10}{4 \cdot 4} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2^2}{2^2 - 1} = \frac{16 \cdot 10 \cdot 8}{3} =$$
$$= \frac{160}{3}$$

$$= \frac{4 \cdot 10 \cdot 2}{3} = \frac{80}{3}$$



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.

☐☐☐☐☐☐☐

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!

$$R = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$4 \cdot 8 = 32$$

$$\frac{10 \cdot 4^2 \cdot 2^3}{4 \cdot (4-1)} = \frac{320}{3}$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha \cdot \frac{1}{g \cos \alpha \sin^2 \alpha} =$$
$$= \frac{g T^2 n^3}{4g(n^2-1)}$$

$$\frac{128}{300} \approx \frac{64}{300}$$

$$\frac{10 \cdot 4^2 \cdot 2^3}{4(4-1)} =$$
$$\frac{64}{3} \cdot 21,33 = \frac{10 \cdot 4 \cdot 8}{3} = \frac{320}{3}$$

$$\frac{a \cdot g \sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{m g \cos^2 \alpha}{m g} =$$

$$0,2 \cdot 8 \cdot \frac{4}{5} = \frac{32}{25}$$



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!

