



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-03



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

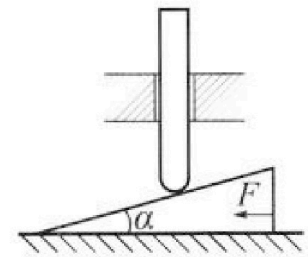
1. Два мотоциклиста едут по двум взаимно перпендикулярным дорогам. Первый мотоциклист движется со скоростью $V_1 = 15$ м/с, второй мотоциклист движется с неизвестной скоростью V_2 . В некоторый момент времени расстояние между мотоциклистами стало наименьшим и равным $S = 220$ м. Через $T = 10$ с расстояние между мотоциклистами удвоилось.

1. Найдите скорость V_2 второго мотоциклиста.
2. С какой скоростью V_R увеличивается в этот момент расстояние между мотоциклистами?

2. Находящийся на горизонтальной площадке фейерверк разрывается на множество осколков, летящих с одинаковой по модулю скоростью во всевозможных направлениях. Через время $\tau = 1$ с после разрыва один из осколков находился на высоте $h = 15$ м и на расстоянии $l = 34,6$ м по горизонтали от точки старта. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

1. Определите продолжительность T полета этого осколка.
2. Найдите наибольшую высоту полета этого осколка.
3. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
4. Найдите площадь S круга, на который упали осколки.

3. Клин с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$ находится на горизонтальной поверхности. Однородный стержень, который может свободно перемещаться только по вертикали, касается наклонной плоскости клина (см. рис.). К клину приложена горизонтальная сила, удерживающая клин и стержень в покое. Массы стержня и клина одинаковы и равны $m = 0,5$ кг. Все поверхности гладкие. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите горизонтальную силу F , которой систему удерживают в покое.

Силу F снимают, клин и стержень приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H = 0,6$ м стержень абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение h стержня после соударения до первой остановки.
3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.
4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?
5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.



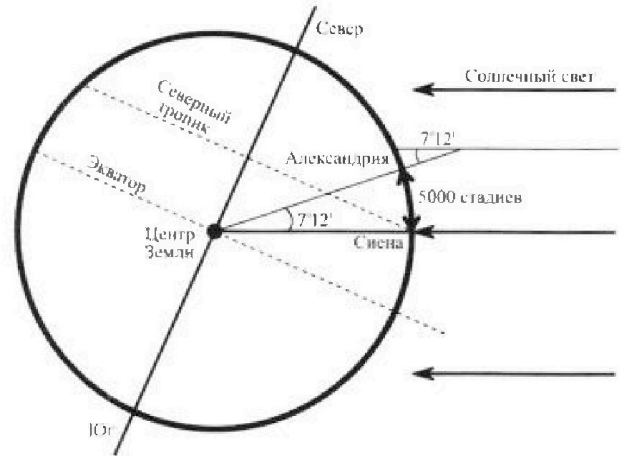
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Греческий математик, астроном Эратосфен приблизительно в 240 г до н.э. вычислил радиус Земли и длину земного экватора. Эратосфен предположил: так как Солнце находится на большом расстоянии, его лучи падают на Землю параллельно. Если Земля плоская, то одинаковые предметы в один и тот же день и час должны отбрасывать одинаковую тень вне зависимости от того, где они находятся. Но тени предметов отличались, следовательно, Земля не была плоской. В полдень в день летнего солнцестояния в Александрии Эратосфен измерил угол, на который солнечные лучи отстоят от вертикали. Этот угол составил $1/50$ окружности ($7^{\circ}12'$ – семь градусов, 12 угловых минут). Предположив, что Земля имеет форму шара, а Александрия расположена «на одном меридиане» к северу от Сиены, где в полдень солнечные лучи отражаются от поверхности воды на дне глубоких колодцев, Эратосфен вычислил радиус Земли и длину земного экватора. Дуга Александрия – Сиена 5000 стадиев.



1. Какой результат для радиуса R Земли получил Эратосфен? Считайте, что один египетский стадий равен 157,5 м, в то время $\pi = \frac{22}{7}$.

В наши дни МФТИ и аэропорт Шереметьево находятся на широте 56° в Северном полушарии. Студенты МФТИ, специализирующиеся на исследованиях Арктики, вылетают на летающей лаборатории из Шереметьево и летят на север со скоростью $V=900$ км/ч.

2. По дан ным задачи найдите продолжительность T полета из Шереметьево до Северного полюса Земли. В полете КПД двигателей самолета составляет $\eta = 20\%$, расход керосина $m_1=2000$ кг/ч, теплотворная способность керосина $q = 45 \cdot 10^6$ Дж/кг.

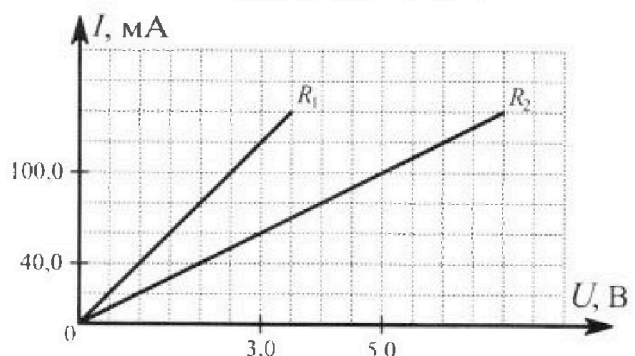
3. Какую силу F тяги развивают двигатели в полете?

5. На графике к задаче представлены зависимости силы тока от напряжения для двух резисторов.

1. По графикам определите сопротивления R_1 и R_2 резисторов.

Резисторы соединяют параллельно и подключают к сети постоянного напряжения $U=50$ В.

2. Какая мощность P будет рассеиваться в такой цепи?





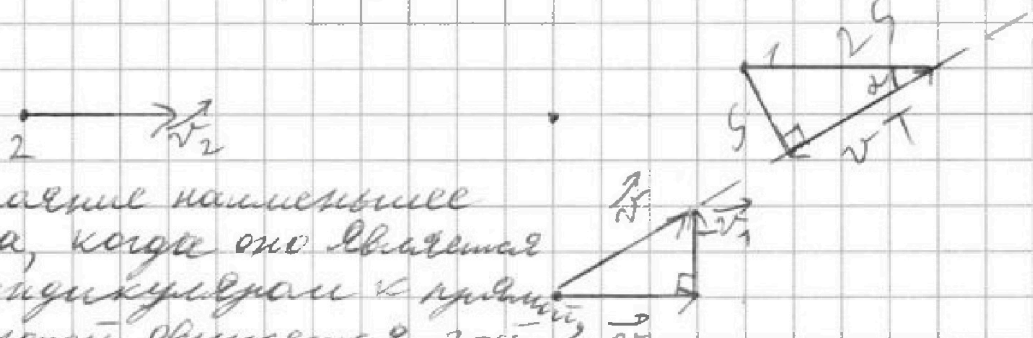
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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. ≈ 1
 В С.О. Земли
 Перейдем в С.О. \vec{v}_1 \vec{v}_2
 1-го наблюдателя:
 В к-во 2-й наблюдатель имеет скорость $\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$
 При этом $v^2 = v_1^2 + v_2^2$, т.к. $v_1 \perp v_2$



Рассмотрим наименьшее тогда, когда она является перпендикулярной к прямой по которой движется 2-й в С.О. 1-го. Если проведем отрезок 2S, то получим прямоугольный треугольник, где катетов угла 2 между прямой движением 2-го и 2S равен катет, равный половине гипотенузы. Значит $\angle = 30^\circ$. Тогда $v \cos 30^\circ = \frac{25\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}$. Подставим $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$:

$$\sqrt{v_1^2 + v_2^2} \cos 30^\circ = 5\sqrt{3} \quad | \cdot 2$$

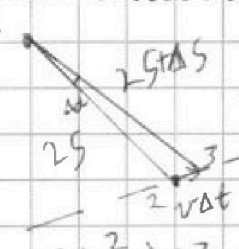
$$T(v_1^2 + v_2^2) = 35^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = \frac{35^2}{T}, \text{ откуда } v_2^2 = \frac{35^2}{T} - v_1^2 = \frac{35^2 - v_1^2 T}{T} =$$

$$= \frac{3 \cdot 4900 - 22500}{100} = 1452 - 225 = 1227 \text{ м}^2/\text{с}^2, \text{ а } v_2 =$$

$$= \sqrt{1227} \text{ м/с. Тогда } v = \sqrt{225 + 1227} = \sqrt{1452} \text{ м/с}$$

2. Рассмотрим изменение расстояния ΔS за очень малый промежуток времени Δt : ($\Delta S = v_R \Delta t$)
 Т.к. угол Δ очень мал, то $\cos \Delta \approx 1$.
 Заменим среднюю косинусов для дуги Δ треугольника:



$$v^2 \Delta t^2 = 45^2 + (45^2 + \Delta S^2 + 45 \Delta S) - 2 \cdot 25(25 + \Delta S)$$

$$2 v^2 \Delta t^2 = 85^2 + \Delta S^2 + 45 \Delta S - 1250 - 45 \Delta S$$

$$v^2 \Delta t^2 = \Delta S^2 = v_R^2 \Delta t^2; v^2 = v_R^2 \Rightarrow v_R = v = \sqrt{1452} \text{ м/с}$$

Ответ: 1. $v_2 = \sqrt{1227} \text{ м/с}$; 2. $v_R = \sqrt{1452} \text{ м/с}$

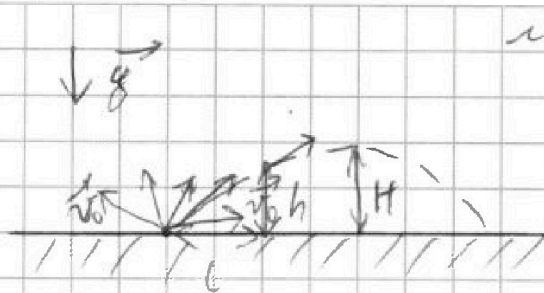


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



12
Запишем уравнения перемещения осколка по вертикали и горизонтально за время $t = t_0$:

$h = v_y t - \frac{g t^2}{2}$, v_y — вертикальная составляющая скорости v_0 в момент разрыва

$$v_y = \frac{h + \frac{g t^2}{2}}{t} = \frac{2h + g t^2}{2t} = \frac{2 \cdot 15 + 10 \cdot 1^2}{2 \cdot 1} = \frac{40}{2} = 20 \text{ м/с}$$

$l = v_x t$, v_x — горизонтальная составляющая скорости v_0 в момент разрыва:

$$v_x = \frac{l}{t} = \frac{34,0}{1} = 34,6 \text{ м/с. М.к. векторы } \vec{v}_x \text{ и } \vec{v}_y \text{ образуют скорость } \vec{v}_0, \text{ т.е. } v_0^2 = v_x^2 + v_y^2, \text{ а т.к. } v_x \perp v_y, \text{ то } v_0^2 = v_x^2 + v_y^2 = 34,6^2 + 20^2 = 400 + 1200 = 1600 \text{ м}^2/\text{с}^2, \text{ откуда } v_0 = 40 \text{ м/с.}$$

Тогда предельная высота $T = \frac{2v_y}{g} = \frac{2 \cdot 20}{10} = 4 \text{ с}$, а максимальная высота

$$\text{подъёма } H = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = \frac{400}{20} = 20 \text{ м.}$$

Границы круга, на который упали осколки, определяются осколками, упавшими дальше других от точки старта. Горизонтальный путь $L = v_x T = v_0 \cos \alpha T$, где α — угол между направлением начальной скорости и горизонталью, а время $T = \frac{2v_y}{g} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$. Подставив v_x и T , получим: $L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$. L максим.

ально при $\alpha = 45^\circ$, т.к. $\sin(2 \cdot 45^\circ) = \sin 90^\circ = 1$ и равно $L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{1600}{10} = 160 \text{ м}$. Отсюда площадь круга $S = \pi L_{\max}^2 = \pi \cdot 160^2 = 25600\pi \approx 80364 \text{ м}^2$



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 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!

Ответ: 1. $T = 4 \text{ с}$; 2. $H = 20 \text{ м}$; 3. $v_0 = 40 \text{ м/с}$; 4.
 $S = 80384 \text{ м}^2$



1 2 3 4 5 6 7

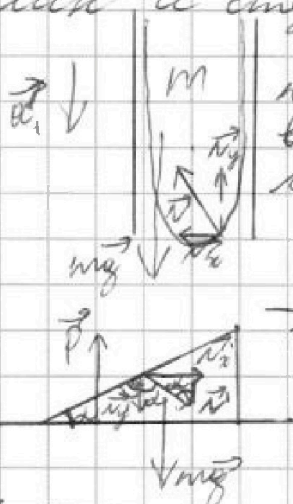
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

~ 3

Рассмотрим ситуацию, в которой сила F направлена, и клин со стержнем приходят в движение. Тогда, из-за того, что стержень движется по клину, пока стержень пройдет расстояние $s_1 = \frac{a_1 t^2}{2}$, a_1 — ускорение стержня, клин пройдет по горизонтальной в $t \cdot \operatorname{tg} \alpha \approx \sqrt{3}$ раз больше, чем стержень. При этом путь стержня $s = \frac{a t^2}{2} = \frac{a_1 t^2 \operatorname{tg} \alpha}{2}$, a — ускорение клина
 $a = a_1 \operatorname{tg} \alpha$; $a_1 = \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} = a \operatorname{tg} \alpha$

Рассмотрим силы, действующие на клин и стержень в процессе движения:



Разложим векторы N и N' на два перпендикулярных друг другу вектора N_x и N_y для N , а также N_x' и N_y' для N' .

Заменим Второй Закон Ньютона для клина и стержня в проекциях на оси их движения:

$$\begin{cases} m a_1 = m g - N_y \\ m a = N_x \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_x = m a \\ N_y = m g - a_1 \end{cases}$$

Заметим, что реакция опоры N должна быть направлена перпендикулярно поверхности клина. А м.к. N_x — горизонтальная проекция силы N , но $\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_x}{N_y} = \frac{a_1}{a}$.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_x}{N_y} = \frac{m a}{m(g - a_1)} = \frac{a_1}{a}. \text{ Раскроем проекции:}$$

$$a^2 = a_1 g - a_1^2. \text{ Подставим } a_1 = a \operatorname{tg} \alpha.$$

$$a^2 = g a \operatorname{tg} \alpha - a^2 \operatorname{tg}^2 \alpha$$

$$a = g \operatorname{tg} \alpha - a \operatorname{tg}^2 \alpha$$

$$a(\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = g \operatorname{tg} \alpha, \text{ откуда } a = \frac{g \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} = \frac{g \cdot 1}{\sqrt{3}^2 (1 + \frac{1}{3})} = \frac{g \sqrt{3}}{4} = 5 \frac{\sqrt{3}}4 \text{ м/с}^2. \text{ Чтобы удерживать клин в равновесии,}$$

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!

К телу необходимо прикладывать силу, строго равную $F = mg = 5\sqrt{3} \text{ Н}$. Ускорение же имеет вид $a_1 = \frac{g}{\sqrt{3}} = 2,5 \text{ м/с}^2 = \frac{g}{4}$. За время движения из состояния покоя до столкновения с горизонтальной поверхностью он совершит путь s , вычислив для которой можно записать следующее уравнение:

$$v^2 - 0^2 = 2a_1 H, \quad v - \text{скорость тела перед ударом.}$$

$$v^2 = \frac{2gH}{4} = \frac{gH}{2}.$$

После упругого удара о неподвижную поверхность скорость будет иметь ту же скорость v , что и до удара. Остановится он лишь тогда, когда его скорость в воздухе будет равна нулю. Тогда можно записать:

$$h = vt - \frac{gt^2}{2}, \quad \text{при этом время после удара до остановки } t = \frac{v}{g}.$$

$$\text{Тогда } h = \frac{v \cdot v}{g} - \frac{gv^2}{2g^2} = \frac{v^2}{g} - \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} = \frac{gH}{4g} = \frac{H}{4} = 0,15 \text{ м.}$$

Перепишем формулу для полученного значения a : $a = \frac{g \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$. Возьмем производную от этого выражения. Значение a будет максимальным в случае, когда производная равна нулю.

$$\left(\frac{1}{a}\right)'(\operatorname{tg} \alpha) = -\frac{1}{g \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha + g} = 0; \quad \frac{1}{g} - \frac{1}{g \operatorname{tg}^2 \alpha} = 0$$

$$1 = \operatorname{tg}^2 \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ. \text{ Найдем } a_{\max}, \text{ подставив } \operatorname{tg} \alpha = 1 \text{ в формулу } a(\operatorname{tg} \alpha) =:$$

$$a_{\max} = \frac{g \cdot 1}{1 + 1^2} = \frac{g}{2} = 5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 1. $F = \frac{5\sqrt{3}}{4} \text{ Н}$; 2. $h = 0,15 \text{ м}$; 3. $a = \frac{5\sqrt{3}}{2} \text{ м/с}^2$; 4. $\alpha = 45^\circ$; 5. $a_{\max} = 5 \text{ м/с}^2$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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. Переведем длину дуги Александрия - Сена из сагитов в километры: $5000 \text{ сагитов} = 5000 \cdot 157,5 = 787,5 \text{ км}$. А так как дуга составляет $\frac{1}{50}$ окружности, то и длина дуги составляет $\frac{1}{50}$ от длины всей окружности, т.е. $787,5 \text{ км} = \frac{2\pi R}{50} = \frac{\pi R}{25}$. Отсюда выразим радиус Земли

$$R: R = \frac{787,5 \cdot 25}{\pi} = \frac{787,5 \cdot 25}{22} = \frac{787,5 \cdot 25 \cdot 7}{22} \approx 6264 \text{ км}$$

2. Так как Меркутеево находится на широте 56° с.ш., то дуга от Меркутеево до северного полюса Земли равна $90^\circ - 56^\circ = 34^\circ$. Это в $\frac{34^\circ}{7^\circ 12'} = \frac{34}{7,2} \approx 4,7$ раз больше, чем дуга Александрия - Сена, т.е. её длина равна $4,7 \cdot 787,5 = 3631,25 \text{ км}$. Тогда продолжительность полёта $T = \frac{3631,25}{900} \approx 4,03 \text{ ч}$.

3. Переведем расход керосина из кг/ч в кг/с: $m_1 = \frac{2000 \text{ кг}}{1 \text{ ч}} = \frac{2000 \text{ кг}}{3600 \text{ с}} = \frac{5}{9} \text{ кг/с}$. Тогда развиваемая мощность $P = \eta q m_1 = \frac{20}{100\%} \cdot 9,5 \cdot 10^6 \cdot \frac{5}{9} = 0,2 \cdot 2,5 \cdot 10^6 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Вт} = 500 \text{ кВт}$. С другой стороны, $P = Fv_{19}$

F — развиваемая сила тяги, $v = 900 \text{ км/ч} = 250 \text{ м/с}$
Тогда $F = \frac{P}{v} = \frac{500000}{250} = 2000 \text{ Н}$
Ответ: 1. $R = 6264 \text{ км}$; 2) $T = 4,03 \text{ ч}$; 3. $F = 2000 \text{ Н}$

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
1 ИЗ 1

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!

№ 5
1. По заданным средним значениям напряжений U_i и силы тока I_i , по формуле $R_i = \frac{U_i}{I_i}$ найдем сопротивления резисторов:

$$U_1 = 3,5 \text{ В}, I_1 = 140 \text{ мА} = 0,14 \text{ А}$$

$$U_2 = 7 \text{ В}, I_2 = 140 \text{ мА} = 0,14 \text{ А}$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{3,5}{0,14} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{7}{0,14} = \frac{100}{2} = 50 \text{ Ом}$$

2. Определим общее сопротивление в цепи R при параллельном подключении резисторов R_1 и R_2 :

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{25 \cdot 50}{25 + 50} = \frac{25 \cdot 50}{25 \cdot 3} = \frac{50}{3} \text{ Ом}$$

Тогда в цепи будет выделяться мощность

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{50^2}{\frac{50}{3}} = 150 \text{ Вт}$$

Ответ: 1. $R_1 = 25 \text{ Ом}, R_2 = 50 \text{ Ом}$; 2. $P = 150 \text{ Вт}$

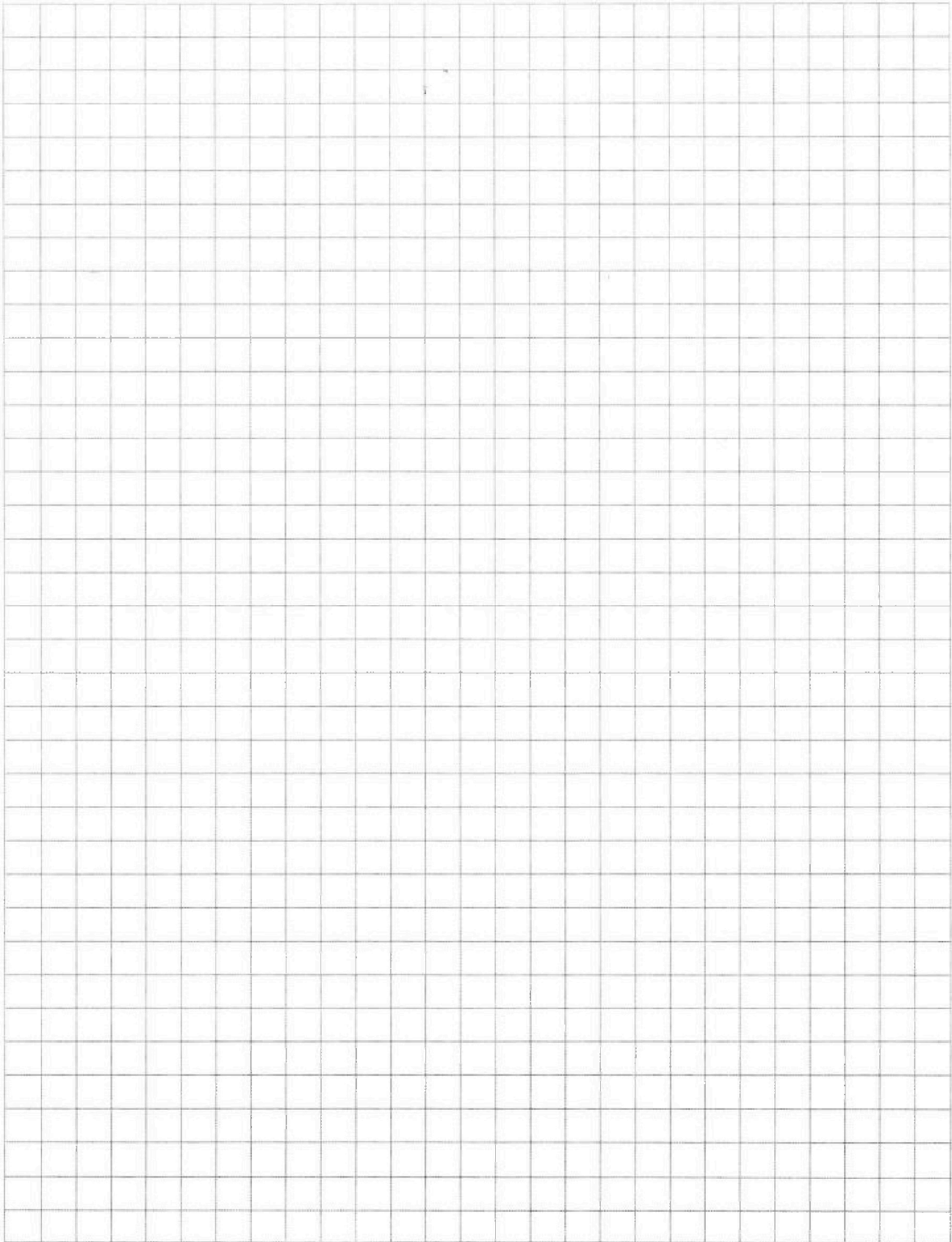


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



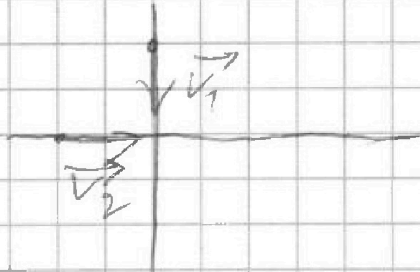


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

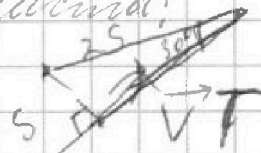
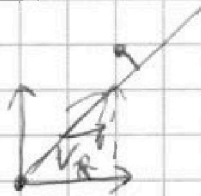
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



Решение. 1-20 м/с; 20 м/с; 35 м/с; 25 м/с; 30°

$$\vec{v} = \vec{v}_2 + \vec{v}_1$$



$$\sin \alpha = \frac{5}{25} = \frac{1}{5} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

$$v_T = 25 \cos 30^\circ = 5\sqrt{3}$$

$$v = \frac{5\sqrt{3}}{T} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$\frac{35^2}{T^2} = v_1^2 + v_2^2$$

$$v_2^2 = \frac{35^2 - v_1^2 T^2}{T^2} = 1227 \text{ м}^2/\text{с}^2 \Rightarrow v_2 \approx 35 \text{ м/с}$$

220
x 220

48400

22
x 22

484
x 34

145200
- 22500

122700

15^2 = 225

1227 + 225 = 1452

1225 + 71 = 1296
+ 73

35^2 = 1225

56 + 71 = 127

7
x 3

1452

39 + 40 = 79

39 + 36 = 74

36^2

$$v^2 \Delta t^2 = 45^2 + (45^2 + v_2^2 \Delta t^2 + 45 v_2 \Delta t) - 45(45 + v_2 \Delta t)$$

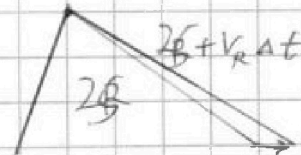
$$v^2 \Delta t^2 = 45^2 + 2 \cdot 45 v_2 \Delta t + v_2^2 \Delta t^2 - 45^2 - 45 v_2 \Delta t$$

$$v^2 \Delta t^2 = 45^2 + 2 \cdot 45 v_2 \Delta t + v_2^2 \Delta t^2$$

$$v^2 \Delta t^2 = 45^2 + v_2^2 \Delta t^2 + 45 v_2 \Delta t$$

$$v^2 \Delta t^2 + 45 v_2 \Delta t = 45^2 + v_2^2 \Delta t^2 + 45 v_2 \Delta t$$

1) $v_2 \approx 35 \text{ м/с}$; 2) $v_2 = \sqrt{1452} \text{ м/с}$



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
_ 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!

$$R_1(140; 3,5); R_2(140; 7)$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 25 \text{ Ом}; R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{7}{0,14} = 50 \text{ Ом}$$

$$\frac{3,5(100)}{0,14} = \frac{350}{0,14} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Ом}$$

$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 R_1}{3} = \frac{50}{3} = 16,67 \text{ Ом}$$

$$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{3 \cdot 2500}{50} = 150 \text{ Вт}$$

1) $R_1 = 25 \text{ Ом}, R_2 = 50 \text{ Ом}; 2) P = 150 \text{ Вт}$

$$L = 5000 \text{ м} = 5 \text{ км} = 5000 \text{ м} = 5 \text{ км}$$

$$R = 50 \text{ Ом}; R = \frac{50 L}{20} = \frac{50 \cdot 7,5}{20} = 18,75$$

$$275625 \div 22 = 12528,4$$

$$787,5 \times 5 = 3937,5$$

$$3937,5 \times 2,5 = 9843,75$$

$$90 - 56 = 34^\circ$$

$$\begin{array}{r} 275625 \overline{) 44} \\ - 264 \\ \hline 116 \\ - 110 \\ \hline 62 \\ - 55 \\ \hline 7 \\ - 7 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 275625 \overline{) 22} \\ - 22 \\ \hline 55 \\ - 44 \\ \hline 110 \\ - 110 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 275625 \overline{) 11} \\ - 11 \\ \hline 62 \\ - 55 \\ \hline 7 \\ - 7 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 275625 \overline{) 4} \\ - 264 \\ \hline 116 \\ - 110 \\ \hline 62 \\ - 55 \\ \hline 7 \\ - 7 \\ \hline 0 \end{array}$$



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
__ ИЗ __

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

$$\begin{array}{r} 4^{\text{ст}} \\ \times 5 \\ \hline 2395 \end{array}$$

~~3631,25~~

$$\begin{array}{r} 4^{\text{ст}} \\ 48125 \\ + 31500 \\ \hline 3631,25 \text{ км} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9000 \overline{) 36} \\ 1250 \text{ м/с} \\ 1000 \overline{) 4} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3631,25 \overline{) 900} \\ - 3600 \\ \hline 31,25 \end{array}$$

$$T = 4,03 \text{ м}$$

$$M_1 = \frac{2000 \text{ кВ}}{3000 \text{ с}} = \frac{2000}{3000} = \frac{500}{900} = \frac{5}{9} \text{ км/с}$$

$$P = \eta q m_1 = FV = 4,5 \cdot 10^6 \cdot \frac{5}{9} = 5 \cdot 10^5 \text{ Дж/с}$$

$$F = \frac{P}{v} = \frac{500000}{250} = 2 \text{ кН}$$

$$4,5 \cdot 10^6 = 4,5 \cdot 10^5$$

$$L_{\text{max}} = \frac{1600}{g} = \frac{1600}{10} = 160 \text{ м}$$

$$4,5 \cdot 10^5 \cdot \frac{5}{9} = 5 \cdot 10^5$$

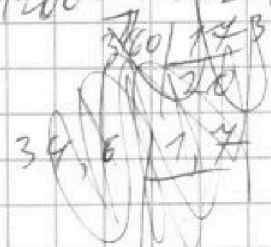
$$S = 2\pi L_{\text{max}}$$

$$h = v_y t - \frac{gt^2}{2} \quad v_y = \frac{2h + gt^2}{2t} = \frac{30 + 10}{2} = 20 \text{ м/с}$$

$$L = v_{0x} t = 7 \quad v_x = \frac{L}{t} = \frac{34,6}{7} = 34,6 \text{ м/с}$$

$$v_0^2 = v_x^2 + v_y^2 = 400 + 1200 = 1600 = 40^2 \Rightarrow v_0 = 40 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 34,6 \\ \times 34,6 \\ \hline 2076 \\ + 1384 \\ \hline 1038 \\ + 1038 \\ \hline 1197,16 \end{array}$$



$$\sin \alpha = \frac{v_y}{v_0} = \frac{20}{40} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{1600 \cdot 0,25}{20} = 20 \text{ м}$$

$$T = \frac{2v_y}{g} = \frac{40}{10} = 4 \text{ с}$$

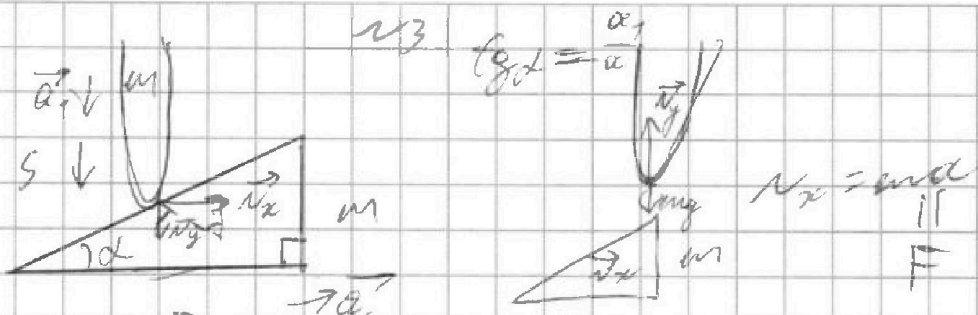


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$a_1 = a \sqrt{1 + \tan^2 30^\circ} = a \sqrt{1 + \frac{1}{3}} = a \sqrt{\frac{4}{3}} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$m a_1 = N_y - m g$$

$$\frac{m a_1}{m} = g - \frac{N_y}{m} \quad N_x = m a = m g \sqrt{3} = 7 a = g \sqrt{3}$$

$$m g \sqrt{3} = - m a = m a \Rightarrow a = \frac{g \sqrt{3}}{2} \quad F = \frac{m g \sqrt{3}}{2}$$

$$a_1 = g - \frac{N_y}{m} = g - \frac{N_x \tan \alpha}{m} = a \tan \alpha$$

$$m g - N_x \tan \alpha = F \tan \alpha$$

$$m g = 2 F \tan \alpha = 7 a \tan \alpha$$

$$a_1 = g - \frac{N_y}{m} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\tan \alpha = \frac{a_1}{a} = \frac{N_x}{N_y} = \frac{m a}{m(g - a_1)} \quad m a_1 = m g - N_y$$

$$a^2 = a_1 g - a_1^2$$

$$a^2 = g a \tan \alpha - a^2 \tan^2 \alpha$$

$$\frac{g \sqrt{3}}{\sqrt{3}} \left(\frac{4}{3} \right) = \frac{3g}{4\sqrt{3}} = \frac{g \sqrt{3}}{4}$$

$$a(1 + \tan^2 \alpha) = g \tan \alpha$$

$$\frac{g \tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{g}{2} \frac{g \tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{g \tan \alpha} + \frac{\tan \alpha}{g}$$

$$\left(\frac{1}{a} \right)' = -\frac{1}{g \tan^2 \alpha} + \frac{1}{g} = 0$$

$$\frac{1}{\tan^2 \alpha} = 1 \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$