



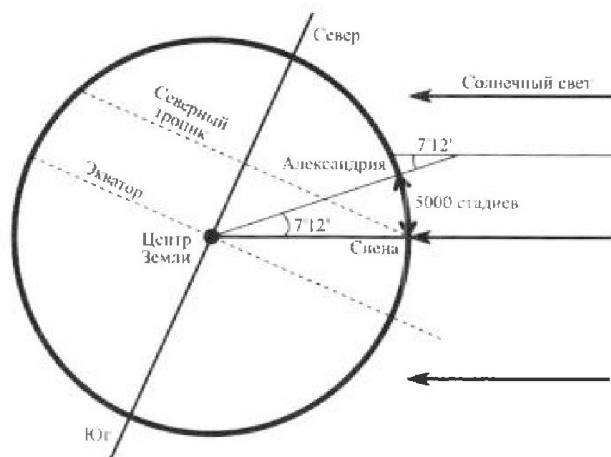
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Греческий математик, астроном Эратосфен приблизительно в 240 г до н.э. вычислил радиус Земли. 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. Дуга Александрия – Сиена 5000 стадиев.



1. Какую длину L земного экватора получил Эратосфен? Считайте, что один египетский стадий равен 157,5 м, в те времена $\pi = \frac{22}{7}$.

В наши дни МФТИ и аэропорт Шереметьево находятся на широте 56° в Северном полушарии. Студенты МФТИ, специализирующиеся на исследованиях циклонов, формирующихся в экваториальной зоне, вылетают из Шереметьево на летающей лаборатории и летят на юг со скоростью $V=880$ км/ч.

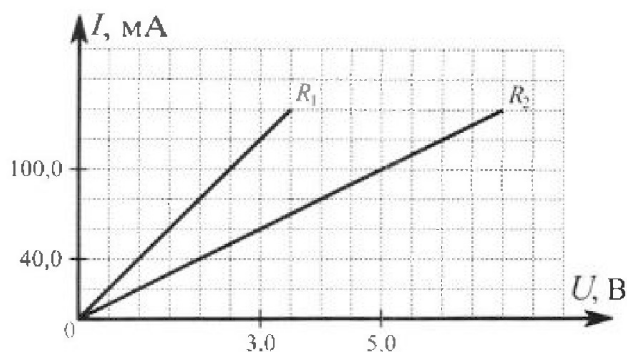
2. По дан ным задачи найдите продолжительность T полета до экватора.
В полете на самолет действует горизонтальная сила лобового сопротивления $F=20$ кН. КПД двигателей самолета $\eta = 20\%$.
3. Какая масса M_1 керосина сгорит за $\tau = 1$ ч полета? Теплотворная способность керосина $q = 44 \cdot 10^6$ Дж/кг.

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 последовательно и подключают к сети постоянного тока $I=2$ А.

2. Какая мощность P будет рассеиваться в такой цепи?





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Два мотоциклиста едут по двум взаимно перпендикулярным дорогам. Один мотоциклист движется со скоростью $V_1 = 20$ м/с, другой мотоциклист движется с неизвестной скоростью V_2 . В момент времени $t = 0$ расстояние между мотоциклистами равно $d_0 = 3 \cdot S = 450$ м. Через $T = 15$ с расстояние между мотоциклистами стало минимальным и равным $S = 150$ м.

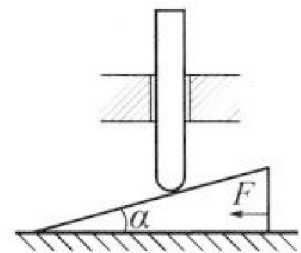
1. Найдите неизвестную скорость V_2 другого мотоциклиста.
2. С какой скоростью V_R уменьшалось расстояние между мотоциклистами в момент времени $t = 0$?

2. Находящийся на горизонтальной площадке фейерверк разрывается на множество осколков, летящих с одинаковой по модулю скоростью во всевозможных направлениях. Через время $\tau = 3$ с после разрыва один из осколков находится на высоте $h = 15$ м и на расстоянии $l = 104$ м по горизонтали от точки старта. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

1. Через сколько t_1 секунд после старта этот осколок находился на максимальной высоте?
2. На каком расстоянии S от точки старта этот осколок упал на площадку?
3. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
4. Найдите наибольшую высоту H полета осколков.

3. Клин с углом α при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис.). Однородный стержень, который может свободно перемещаться только по вертикали, касается наклонной плоскости клина (см. рис.). К клину приложена горизонтальная

сила $F = 17,3$ Н, удерживающая систему в покое. Массы стержня и клина одинаковы и равны $m = 1$ кг. Все поверхности гладкие. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите угол α , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

Силу F снимают, клин и стержень приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H стержень абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение стержня после соударения до первой остановки равно $h = 0,3$ м.

2. Найдите перемещение H стержня до соударения.
3. Найдите силу N_1 , с которой муфта действует на стержень в процессе разгона клина.
4. При каком значении угла α сила N_1 максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину $N_{\max}$ этой силы.



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!

$$(3S)^2 = (v_1^2 + v_2^2)T^2 + S^2$$

$$9S^2 = (v_1^2 + v_2^2)T^2 + S^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = \frac{8S^2}{T^2}$$

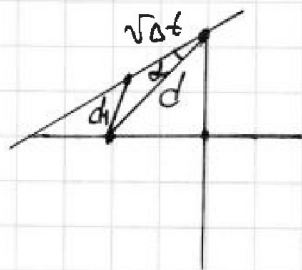
$$v_2^2 = \frac{8S^2}{T^2} - v_1^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{8S^2}{T^2} - v_1^2} = \sqrt{\frac{8(150\text{ м})^2}{(15\text{ с})^2} - (10\text{ м/с})^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{8 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 10}{15 \cdot 15} - 400} \text{ м/с} = \sqrt{900 - 400} \text{ м/с} =$$

$$= \sqrt{500} \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}.$$

Заметим, что $v_R = \frac{\Delta d}{\Delta t}$, где Δd — изменение расстояния между наблюдателями за время Δt .



d_1 — расстояние между наблюдателями через время Δt .

$$\Delta d = d - d_1$$

L — угол, отмеченный на рисунке.

Т.к. L — угол между d_1 и d , содержащий вектор скорости v , и d_1 — расстояние между наблюдателями, содержащий вектор скорости v , то L — угол между векторами v и d_1 .

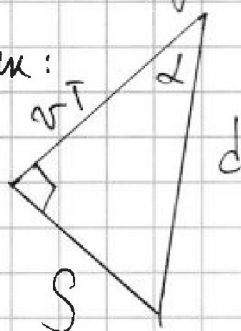


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

меню, но в предыдущих ~~рассуждениях~~ ^{рассуждениях} (через время T) была-
гипотеза:



$$\cos \alpha = \frac{vT}{d}$$

Затем рассмотрим векторы для предыдущих ~~рассуждений~~ ^{рассуждений} (через время Δt).

$$d_1^2 = d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2dv\Delta t \cos \alpha = d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2dv\Delta t \cdot \frac{vT}{d}$$

$$d_1 = \sqrt{d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2v^2 T \Delta t}$$

$$v_R = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d - d_1}{\Delta t} = \frac{d - \sqrt{d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2v^2 T \Delta t}}{\Delta t}$$

$$d - v_R \Delta t = \sqrt{d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2v^2 T \Delta t} \quad | \uparrow^2$$

$$d^2 + v_R^2 \Delta t^2 - 2d v_R \Delta t = d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2v^2 T \Delta t \quad | : \Delta t$$

$$v_R^2 \Delta t^2 - 2d v_R - v^2 \Delta t + 2v^2 T = 0$$

$$\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow v_R \Delta t$$

$$(m.k. \Delta t \rightarrow 0)$$

$$-2d v_R + 2v^2 T = 0 \quad ; \quad v_R = \frac{v^2 T}{d} = \frac{(v_1^2 + v_2^2) T}{3d} = \frac{800 \text{ км/ч}^2 \cdot 15 \text{ с}}{3 \cdot 150 \text{ м}} = 26 \frac{2}{3} \text{ м/с}$$

$$= 26 \frac{2}{3} \text{ м/с. Ответ: } 20 \text{ м/с; } 26 \frac{2}{3} \text{ м/с.}$$



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!

Пусть осколок, ~~оказавшийся~~^{на высоте h} и на расстоянии l , ~~полетел~~^{полетел под углом α к горизонту}.

$\downarrow g$

$\frac{v_0}{\alpha}$

(начальный момент времени)

Скорость осколка (в начальный момент времени):

по вертикали: $v_0 \sin \alpha$

по горизонтали: $v_0 \cos \alpha$.

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \quad (1)$$

$$l = v_0 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{l}{t} \quad (2)$$

На максимальной высоте осколок находится в тот момент, когда вертикальная составляющая его скорости стала равна 0 (заметим, что осколок начал падать).

$$0 = v_0 \sin \alpha - gt_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{h}{gt} + \frac{t}{2} =$$

$$= \frac{15 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с}} + \frac{3 \text{ с}}{2} = \frac{1}{2} \text{ с} + \frac{3}{2} \text{ с} = 2 \text{ с}.$$

Заметим, что осколок шел от высоты 1 до вершины 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.

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!

от верхней точки до нижней окру и после время t_1 .

Значит, от $\bullet$ вниз время $2t_1$.

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot 2t_1 = \frac{l}{c} - 2t_1 = \frac{104 \text{ м}}{3c} \cdot 2 \cdot 2c = \frac{416}{3} \text{ м} = 138 \frac{2}{3} \text{ м}.$$

Разделим ур.е (1) на ур.е (2):

$$\frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} = \left(\frac{h}{c} + \frac{gc}{2} \right) : \frac{l}{c}$$

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \left(\frac{h}{c} + \frac{gc}{2} \right) \cdot \frac{c}{l} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{h}{l} + \frac{gc^2}{2l} = \\ &= \frac{2h + gc^2}{2l} = \frac{30 \text{ м} + 10 \text{ м/с}^2 \cdot 9c^2}{2 \cdot 104 \text{ м}} = \frac{30 + 90}{2 \cdot 104} = \frac{120^{1/2}}{2 \cdot 104} = \frac{60^{1/2}}{104} = \frac{30^{1/2}}{52} = \\ &= \frac{15}{26} \end{aligned}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{15^2}{26^2} \Rightarrow \frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{15^2}{26^2}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1 = \frac{15^2}{26^2}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{15^2 + 26^2}{26^2}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{26^2}{15^2 + 26^2} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{26}{\sqrt{15^2 + 26^2}} = \frac{26}{\sqrt{801}}$$



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!

$$v_0 \cos \alpha = \frac{v}{v} \Rightarrow v_0 = \frac{v}{\cos \alpha} = \frac{104 \text{ м}}{3 \cdot \frac{26}{\sqrt{901}}} = \frac{104 \sqrt{901}}{26 \cdot 3} \text{ м/с} =$$
$$= \frac{26 \cdot 4 \cdot \sqrt{901}}{26 \cdot 3} \text{ м/с} = \frac{4 \sqrt{901}}{3} \text{ м/с}.$$

Заметим, что максимальная высота полёта H достигается, когда осколок летит вертикально вверх (т.к. в этот момент вертикальная составляющая начальной скорости максимальна).

$$H = \frac{0^2 - v_0^2}{-2g} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16 \cdot 901}{9 \cdot 2 \cdot 10} \text{ м} = \frac{4 \cdot 901}{9 \cdot 5} \text{ м} = \frac{3604}{45} \text{ м} =$$
$$= 80 \frac{4}{45} \text{ м}.$$

$$\text{Ответ: } 2 \text{ с}; 138 \frac{2}{3} \text{ м}; \frac{4 \sqrt{901}}{3} \text{ м/с}; 80 \frac{4}{45} \text{ м}.$$



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!

№3

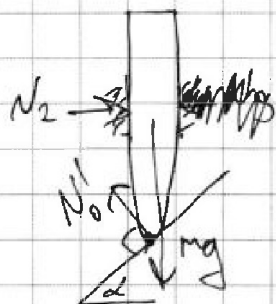
Рассмотрим цилиндр в равновесии.

Клик:



N - сила реакции опоры со стороны цилиндрической поверхности;
 N_0 - сила со стороны шнура.

Сфера:

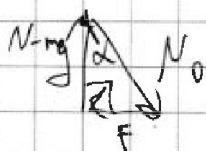


N_0' - сила реакции опоры со стороны шара, $N_0' = N_0$

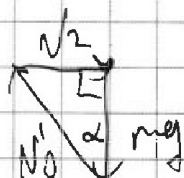
N_2 - сила со стороны шара.

Сфера в равновесии.

А что для клина:



А что для сферы:



$$F = N_0 \sin \alpha$$

$$mg = N_0' \cos \alpha = N_0 \cos \alpha$$

$$\frac{F}{mg} = \frac{N_0 \sin \alpha}{N_0 \cos \alpha} = \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{17,3 \text{ Н}}{125 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 1,73 \approx \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$



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!

~~Рассмотрим систему после того, как уберем силу F .~~

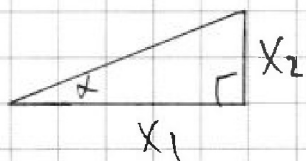
~~Запишем ЗСЭ для серпика. (рассмотрим начальный момент движения и момент, когда серпик остановится 1-й раз после соударения) Вм 2 момента скорость серпика $= 0$.~~

~~$$mgh + \frac{m \cdot 0^2}{2} = mgh + \frac{m \cdot 0^2}{2}$$~~

~~$$mgh = mgh$$~~

~~$$h = h = 0,5 \text{ м.}$$~~

Рассмотрим систему после того, как уберем силу F .
Рассмотрим произвольный момент времени, когда серпик и клин взаимодействуют. Пусть K — моменту времени клин пробегает расстояние x_1 , а серпик останавливается на расстоянии x_2 .



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_2}{x_1} \Rightarrow \frac{x_2}{x_1} = 1,73$$

П.к. данное соотношение выполняется для перемещений, оно выполняется и для скоростей, и для ускорений.

Пусть ускорение серпика a_c , ускорение клина a_k .

$$\frac{a_c}{a_k} = \operatorname{tg} \alpha = 1,73. \Rightarrow a_c = 1,73 a_k.$$



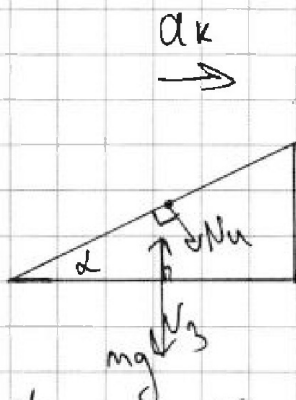
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

~~Решение~~ Рассчитать силы, действующие на клин и сферу.

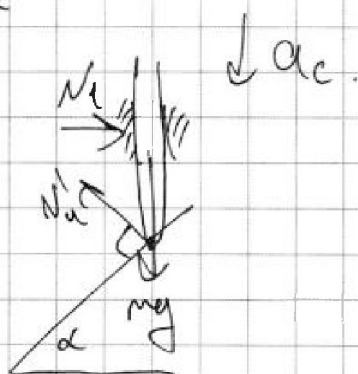


N_4 - сила со стороны сферы.

N_3 - сила реакции опоры со стороны горизонтальной поверхности.

2-й закон Ньютона (в проекции на горизонтальную ось):

$$ma_k = N_4 \sin \alpha$$



N_4' - сила реакции опоры со стороны клина, $N_4' = N_4$.

2-й закон Ньютона:

$$0 = N_4 \sin \alpha - N_1 \quad (\text{в проекции на горизонтальную ось})$$

$$ma_c = mg - N_4 \cos \alpha \quad (\text{в проекции на вертикальную ось})$$

$$\Rightarrow N_4 = \frac{N_1}{\sin \alpha} \Rightarrow ma_k = N_4 \sin \alpha = N_1; \quad ma_c = mg - N_4 \cos \alpha = mg - N_1 \cot \alpha$$

$$ma_k = N_4 \sin \alpha = N_1$$

$$\frac{ma_c}{ma_k} = \frac{mg - N_1 \cot \alpha}{N_1}$$



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 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!

$$\frac{a_c}{a_k} = \frac{mg}{N_1} - \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{mg}{N_1} - \cos \alpha$$

$$\frac{mg}{N_1} = \cos \alpha + \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha + \frac{1}{\cos \alpha}} = \frac{10 \text{ К} \cdot 1,23}{1,73 + 1} = \frac{12,3}{2,73} \text{ К} = \frac{123000}{273} \text{ К}$$

$$m_{\text{ак}} = N_1 \Rightarrow a_k = \frac{N_1}{m} = \frac{g}{\cos \alpha + \frac{1}{\cos \alpha}}$$

$$\frac{a_c}{a_k} = \cos \alpha \Rightarrow a_c = a_k \cos \alpha = \frac{g}{\cos \alpha + \frac{1}{\cos \alpha}} \cdot \cos \alpha = \frac{g}{1 + \frac{1}{\cos^2 \alpha}}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad | : \cos^2 \alpha$$

$$\cancel{\cos^2 \alpha} + \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

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



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
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!

Задача 5 - Скорость бисера после соударения с горизонтальной поверхностью (иголкой, т.к. удар абсолютно упругий).

$$\begin{aligned} H &= \frac{v^2}{2ac} \\ h &= \frac{v^2}{2g} \end{aligned} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{v^2}{2ac} : \frac{v^2}{2g} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{g}{ac}$$

$$H = h \cdot \frac{g}{ac} = h \cdot \frac{g}{g \sin^2 \alpha} = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{0,3 \text{ м}}{\sin^2 60^\circ} = 0,3 \text{ м} : \frac{3}{4} = 0,4 \text{ м}.$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$N_1 = \frac{mg}{\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha}} = \frac{mg \tan \alpha}{\tan^2 \alpha + 1} = mg \tan \alpha : \frac{1}{\cos^2 \alpha} = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \cos^2 \alpha =$$

$$= mg \sin \alpha \cos \alpha = \frac{mg}{2} \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{mg \sin 2\alpha}{2}$$

$$\frac{\partial N_1}{\partial \alpha} = \frac{mg}{2} \cdot 2 \cdot \cos 2\alpha = mg \cos 2\alpha$$

$$\text{Если } N_1 = N_{\max}, \text{ тогда } \frac{\partial N_1}{\partial \alpha} = 0 \Rightarrow mg \cos 2\alpha = 0$$

$$\cos 2\alpha = 0$$

$$2\alpha = 90^\circ; \alpha = 45^\circ$$

~~или 270°~~

$$N_{\max} = \frac{mg \cdot \sin 90^\circ}{2} = \frac{mg}{2} = 5 \text{ Н}.$$

Ответ: 60° ; $0,4 \text{ м}$; $\frac{113000}{39929} \text{ Н}$; 45° ; 5 Н .

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 ☐

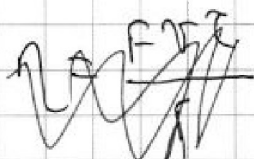
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

Работа двигателя при запуске:

$$A = F_T \cdot S = F \cdot v \cdot t$$

$$\eta = \frac{A}{E} \cdot 100\% \quad \text{где } E - \text{энергия выделяемая при сгорании топлива. керосина.}$$



$$E = qM$$

$$\eta = \frac{Fv t}{qM} \cdot 100\% \Rightarrow M = \frac{Fv t}{q\eta} \cdot 100\% = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 890 \text{ км}}{44 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 20\%}$$

$$\cdot 100\% = \frac{20 \cdot 10^3 \cdot 890 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{Н}}{44 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = \frac{20 \cdot 44 \cdot 20}{44 \cdot 0,2} \text{ кг} = \frac{20 \cdot 20 \cdot 10}{2} \text{ кг} =$$

$$= 2000 \text{ кг.}$$

$$\text{Ответ: } 39375 \text{ км; } \frac{275625 \sin 56^\circ}{39375} \text{ ч; } 2000 \text{ кг.}$$



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!

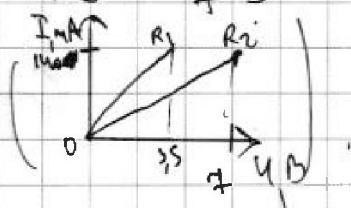
Закон Ома: $U = IR \Rightarrow I = \frac{U}{R}$

Знаем для тока $I(U)$ $\frac{1}{R}$ - у нас есть закон.

по закону определим у нас есть закон. 2-х значений.

$$\frac{1}{R_1} = \frac{140 \text{ мА}}{3,5 \text{ В}} \Rightarrow R_1 = \frac{3,5 \text{ В}}{140 \text{ мА}} = \frac{7}{2 \cdot 7 \cdot 20} \text{ кОм} = \frac{1}{40} \text{ кОм} = \frac{1000}{40} \text{ Ом} = 25 \text{ Ом}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{140 \text{ мА}}{7 \text{ В}} \Rightarrow R_2 = \frac{7 \text{ В}}{140 \text{ мА}} = \frac{7}{7 \cdot 20} \text{ кОм} = \frac{1}{20} \text{ кОм} = \frac{1000}{20} \text{ Ом} = 50 \text{ Ом}$$



Мощность эл. цепи: $P = IU = I \cdot IR = I^2 R$

$R = R_1 + R_2$ (п.к. резисторов соединены последовательно).

$$P = I^2 (R_1 + R_2) = 4 \text{ А}^2 \cdot 75 \text{ Ом} = 300 \text{ Вт}$$

Ответ: 25 Ом; 50 Ом; 300 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
 _ 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!

$$d_1^2 = d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2 d v \Delta t \cos \alpha = d^2 + v^2 \Delta t^2 - 2 d v \Delta t \cdot \frac{vT}{d}$$

$$d_1 = \sqrt{d^2 + (v_1^2 + v_2^2) \Delta t^2 - 2T \Delta t (v_1^2 + v_2^2)}$$

$$v_R = \frac{d - d_1}{\Delta t} = \frac{d - \sqrt{d^2 + (v_1^2 + v_2^2) (\Delta t^2 - 2T \Delta t)}}{\Delta t}$$

$$= \frac{d}{\Delta t} - \sqrt{\frac{d^2}{\Delta t^2} + (v_1^2 + v_2^2) \cdot \left(1 - \frac{2T}{\Delta t}\right)}$$

$$\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow \frac{1}{\Delta t} \rightarrow \infty$$

$$v_R = \frac{d}{\Delta t} - \sqrt{\frac{d^2}{\Delta t^2} + (v_1^2 + v_2^2) - (v_1^2 + v_2^2) \cdot \frac{2T}{\Delta t}}$$

$$= \frac{d}{\Delta t} - \sqrt{\frac{d^2}{\Delta t^2} - (v_1^2 + v_2^2) \cdot 2T + (v_1^2 + v_2^2)}$$

$$\cancel{v_R} \neq \cancel{v_R}$$

$$\left(\frac{d}{\Delta t} - v_R\right)^2 =$$

$$\cancel{v_R} d = \sqrt{(v_1^2 + v_2^2) \cdot 2T}$$

$$v_R = \frac{(v_1^2 + v_2^2) T}{d}$$

$$= \frac{900 \cdot 15}{3 \cdot 18 \cdot 10} = \frac{90}{3} \text{ м/с}$$

$$\frac{d^2}{\Delta t^2} + v_R^2 - \frac{2v_R d}{\Delta t} = \frac{d^2}{\Delta t^2} + (v_1^2 + v_2^2) - (v_1^2 + v_2^2) \cdot \frac{2T}{\Delta t}$$

$$\cancel{v_R^2 \Delta t} - 2v_R d = \cancel{(v_1^2 + v_2^2) \Delta t} - \cancel{(v_1^2 + v_2^2) 2T}$$

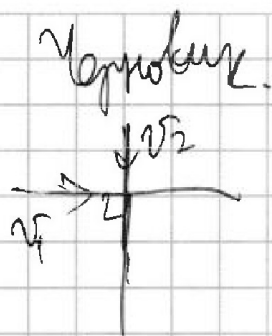


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

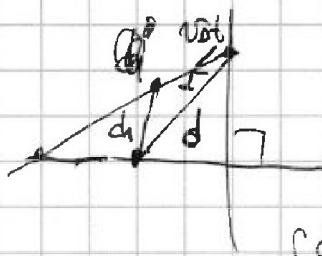
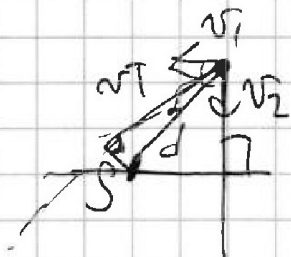
СТРАНИЦА
из

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!



$$v_R = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{8 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 10}{15 \cdot 15} - 20^2} = \sqrt{2800 - 400} = \sqrt{2400} = 20 \text{ м/с}$$



$$\cos \alpha = \frac{v_1}{d}$$

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{v_1}{d}$$

$$d^2 + S^2 = v^2 T^2$$
$$9S^2 + S^2 = (v_1^2 + v_2^2) T^2$$

$$S^2 + v^2 T^2 = d^2$$

$$S^2 + (v_1^2 + v_2^2) T^2 = 9S^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = \frac{8S^2}{T^2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{8S^2}{T^2} - v_1^2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{10S^2}{T^2} - v_1^2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{10 \cdot 150^2}{15^2} - 20^2} =$$

$$= \sqrt{1000 - 400} = \sqrt{600} = 10\sqrt{6} \text{ м/с.}$$

$$\frac{10 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 10}{15 \cdot 15} - 20^2 =$$



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

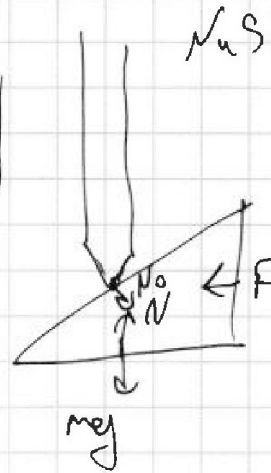
ИЗ

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!

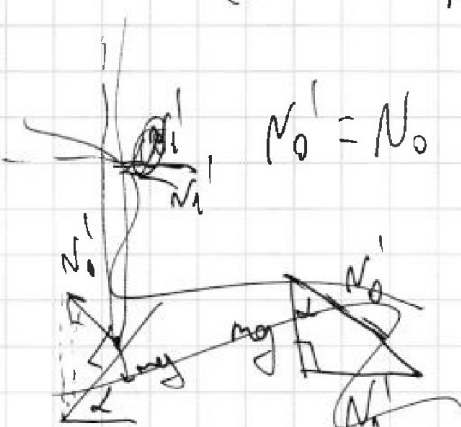
$$P = IU = I \cdot IR = I^2 R = I^2 (R_1 + R_2) \quad \text{проблем}$$



$$\begin{array}{r} 22 \cdot 6400 \\ \times 7 \\ \hline 19200 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 32 \cdot 11 = \\ = 352 \\ \times 11 \\ \hline 352 \\ + 3520 \\ \hline 38720 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 1731 \\ \times 25 \\ \hline 8655 \\ + 34620 \\ \hline 42975 \end{array}$$

$$F = N_0 \sin \alpha = 39375$$

$$mg = N_0 \cos \alpha$$

$$\frac{F}{mg} = \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{1731}{14 \cdot 10^4} = 1,73 \approx \sqrt{3}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$H = h \cdot \begin{array}{r} 62530 \\ \times 39375 \\ \hline 275625 \end{array}$$

$$6 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 11 = 32 \cdot 11 \cdot 11 \cdot 10$$

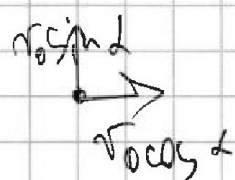


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{array}{r} 3604 \text{ мс} \\ - 360 \\ \hline 04 \text{ мс} \end{array}$$

$$l = v_0 \cos \alpha \cdot \tau \Rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{l}{\tau}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{h + \frac{g \tau^2}{2}}{\tau}$$

$$v_0 \sin \alpha - g \tau_1 = 0$$

$$\tau_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$= \frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2}$$

$$\tau_1 = \frac{h + \frac{g \tau^2}{2}}{g \tau} = \frac{h}{g \tau} + \frac{\tau}{2} = \frac{15 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с}} + \frac{\tau}{2} =$$

$$= \frac{1}{2} \tau + \frac{3}{2} \tau = 2 \tau$$

$$S = 2 \tau_1 \cdot v_0 \cos \alpha = 2 \tau_1 \cdot \frac{l}{\tau} = 4 \tau \cdot \frac{104 \text{ м}}{3 \text{ с}} = \frac{416 \text{ м}}{3}$$

$$\begin{array}{r} 26 \frac{2}{3} \text{ м/с} \\ \times 3 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 416 \\ \times 3 \\ \hline 1248 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 416 \text{ м} \\ \div 3 \\ \hline 138 \text{ м} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 26 \\ \hline 156 \\ + 520 \\ \hline 676 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 676 \\ + 225 \\ \hline 901 \end{array}$$