



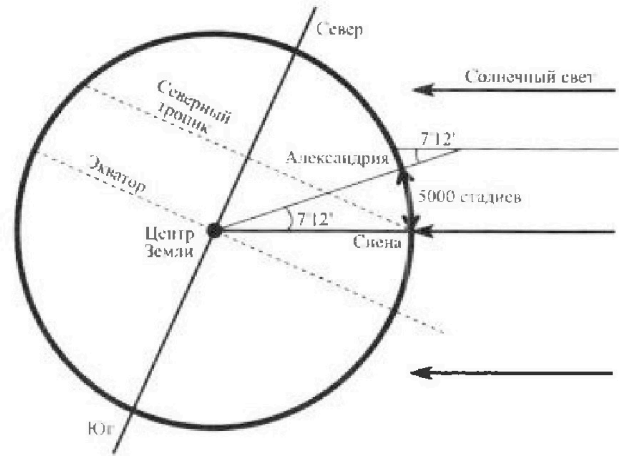
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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. Каковую 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  $56^{\circ}$  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.

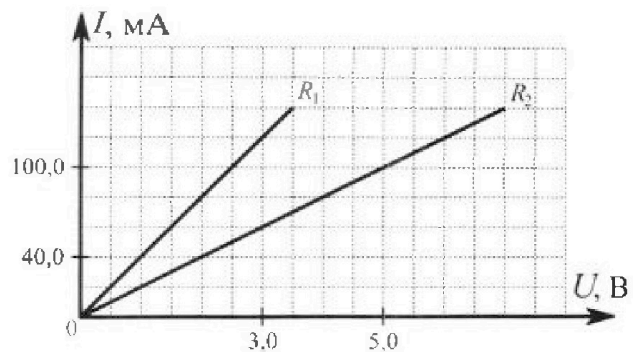
2. По дан ным задачи найдите продолжительность  $T$  полета до экватора. В полете на самолет действует горизонтальная сила лобового сопротивления  $F=20$  кН. КПД двигателей самолета  $\eta = 20\%$ .
3. Какая масса  $M_1$  керосина сгорит за  $\tau = 1$  ч полета? Теплотворная способность керосина  $q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

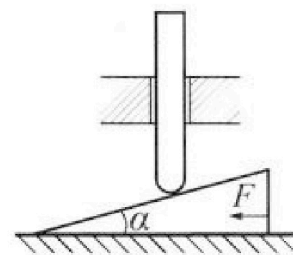
1. Найдите неизвестную скорость  $V_2$  другого мотоциклиста.
2. С какой скоростью  $V_R$  уменьшалось расстояние между мотоциклистами в момент времени  $t = 0$ ?

2. Находящийся на горизонтальной площадке фейерверк разрывается на множество осколков, летящих с одинаковой по модулю скоростью во всевозможных направлениях. Через время  $t = 3$  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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.



1. Найдите угол  $\alpha$ , которым 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  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину  $N_{\text{MAX}}$  этой силы.



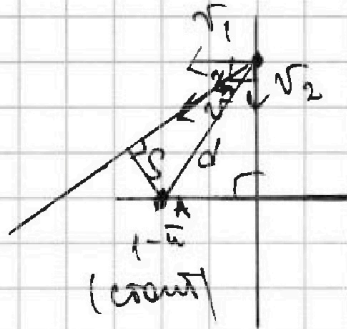
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

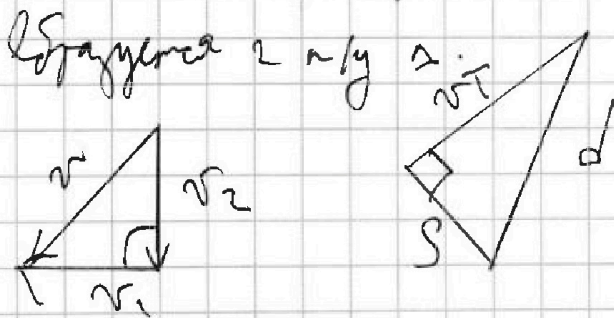
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Перелом в С.О. 1-го мая



$v$  - скорость 2-го мая в системе С.О.

Заметим, что в момент  $T$  рассматриваем плоские маятники, следовательно, возможно это перпендикуляр, отсчитанный от  $y$  (т.е. от маятника) на линию движения 2-го мая.



Заметим формулу Пифагора для катетов  $d$ .

$$v_1^2 + v_2^2 = v^2$$

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

$$d^2 = (v_1^2 + v_2^2) + S^2$$



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!

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

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

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

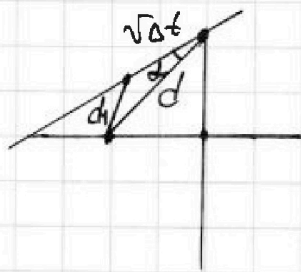
$$v_2^2 = \frac{8S^2}{T^2} - v_1^2$$

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

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

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

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



$d$  — расстояние между маячками через время  $\Delta t$ .

$$\Delta d = d - d_1$$

$\alpha$  — угол отмеченный на рисунке.

т.к.  $\alpha$  — угол между  $v$  и  $d$ , следовательно вектор скорости  $v$  и  $d$  соприкасаются, следовательно параллельные стороны



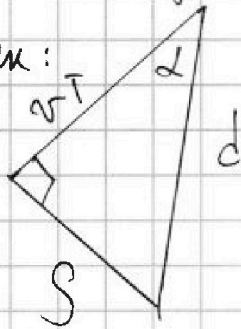


1  2  3  4  5  6  7

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!

меньше, но в промежуток ~~рассмотрим~~ (через время  $T$ ) время  
 мин макс:



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

Рассмотрим расстояние  $d_1$  между объектами для промежуток ~~рассмотрим~~ (через время  $\Delta t$ ).

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

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

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

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

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

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

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

(м.к.  $\Delta t$  равно)

$$-2d v_R + 2v^2 T = 0 \quad ; \quad v_R = \frac{v^2 T}{d} = \frac{(v_1^2 + v_2^2) T}{3S} = \frac{800 \text{ м/с}^2 \cdot 15 \text{ с}}{3} = \frac{900 \text{ м/с}}{3} = 300 \text{ м/с}$$

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

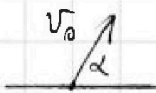


1  2  3  4  5  6  7

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!

Треть осколка ~~оказавшись~~ <sup>√2</sup> окажется на высоте  $h$  и на расстоянии  $l$ , ~~оказавшись~~ <sup>√2</sup> полетев под углом  $\alpha$  к горизонту.



(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 (заметно ~~то~~ 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 высоты  $h$





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!

он вернется назад по касательной окружности и море время  $t_1$ .

Значит, он олен время  $2t_1$ .

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot 2t_1 = \frac{l}{c} \cdot 2t_1 = \frac{104 \text{ м}}{3c} \cdot 2 \cdot 2c = \frac{4104}{3} \text{ м} = 1368 \frac{2}{3} \text{ м}.$$

Разделим ур. (1) на ур. (2):

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

$$\text{tg } \alpha = \left( \frac{h}{c} + \frac{gc}{2} \right) \cdot \frac{c}{l} \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{h}{l} + \frac{gc^2}{2l} =$$

$$= \frac{2h + gc^2}{2l} = \frac{30 \text{ м} + 10 \text{ м/с}^2 \cdot 9 \text{ с}^2}{2 \cdot 104 \text{ м}} = \frac{30 + 90}{2 \cdot 104} = \frac{120}{2 \cdot 104} = \frac{60}{104} = \frac{30}{52} =$$

$$= \frac{15}{26}$$

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

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

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

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

$$\cos^2 \alpha = \frac{26^2}{15^2 + 26^2} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{26}{\sqrt{15^2 + 26^2}} = \frac{26}{\sqrt{1001}}$$





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!

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

$$= \frac{26 \cdot 4 \cdot \sqrt{901}}{26 \cdot 3} \text{ м/с} = \frac{4 \sqrt{901}}{3} \text{ м/с}.$$

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

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

$$= 80 \frac{4}{45} \text{ м}.$$

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

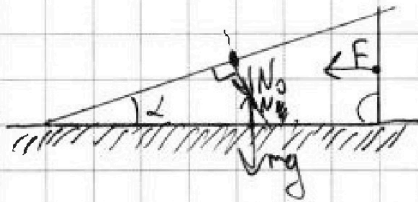
СТРАНИЦА  
1 из 5

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

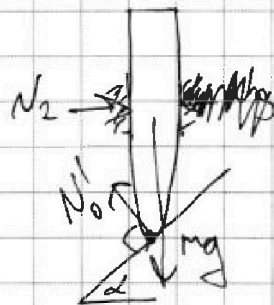
Рассмотрим систему в равновесии.

Клук:



$N$  - сила реакции опоры со стороны горизонтальной поверхности;  
 $N_0$  - сила со стороны скатки.

Скрепка:

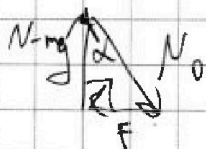


$N_0'$  - сила реакции опоры со стороны  
шпала,  $N_0' = N_0$

$N_2'$  - сила со стороны шпала.

Скрепка в равновесии.

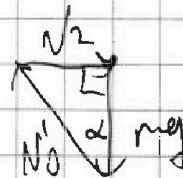
Δ сил для клука:



$$F = N_0 \sin \alpha$$

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

Δ сил для скрепки:



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



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 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  $F$ .~~

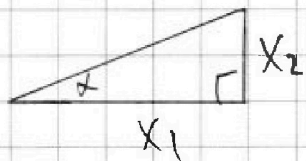
~~Запишем ЗСЭ для центра. (рассмотрим наименьший момент отнесения и момент, когда центр остановится (1-й раз после соударения) в этот момент скорость центра  $= 0$ ).~~

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

~~$$mgh = mgh$$~~

~~$$h = h = 0,5 \text{ м.}$$~~

Рассмотрим систему после того, как уберем силу  $F$ .  
Рассмотрим произвольный момент времени, когда центр и клин взаимодействуют. Пусть  $K$  — точку опоры клина, рассмотрим расстояние  $x_1$ , а центр отстоит на расстояние  $x_2$ .



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

П.к. данное соотношение выполняется для равновесия, оно выполняется и для скорости, и для ускорения.

Пусть ускорение центра  $a_c$ , ускорение клина  $a_k$ .

$$\frac{a_c}{a_k} = \operatorname{tg}^2 \alpha = 1,73. \Rightarrow a_c = 1,73 a_k.$$





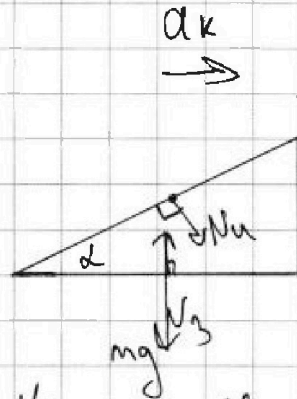
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  $a_{\text{к}}$ , гистерезиса на клин и поверхность.



$N_4$  - сила со стороны центра.

$N_3$  - сила реакции опоры со стороны вертикальной поверхности.

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

$$ma_{\text{к}} = N_4 \sin \alpha$$



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

2-й закон Ньютона:

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

$$ma_{\text{с}} = mg - N_4 \cos \alpha \quad (\text{в проекции на горизонтальную ось}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_4 = \frac{N_4'}{\sin \alpha} \Rightarrow ma_{\text{с}} = mg - N_4 \cos \alpha = mg - N_4' \cos \alpha$$

$$ma_{\text{к}} = N_4 \sin \alpha = N_4'$$

$$\frac{ma_{\text{с}}}{ma_{\text{к}}} = \frac{mg - N_4' \cos \alpha}{N_4'}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

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

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

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

$$N_1 = \frac{mg}{\frac{ctg\alpha + 1}{ctg\alpha}} = \frac{10\text{К} \cdot 1,23}{1,73 + 1} = \frac{123}{3,9929} \text{ К} = \frac{123000}{39929} \text{ К}$$

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

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

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

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

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





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 15 - Скорость блока после соударения с горизонтальной поверхностью (угол наклона, т.к. удар абсолютно упругий).

$$\begin{aligned} K &= \frac{v^2}{2ac} \\ h &= \frac{v^2}{2g} \end{aligned} \Rightarrow \frac{K}{h} = \frac{v^2}{2ac} : \frac{v^2}{2g} \quad | \cdot h = \frac{v^2 \cdot 2g}{v^2 \cdot 2ac}$$

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

$$= 0,4 \text{ м}. \quad \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

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

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

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

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

$$\cos 2\alpha = 0$$

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

~~2\alpha = 90^\circ~~

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

Ответ:  $60^\circ; 0,4 \text{ м}; \frac{173000}{39929} \text{ Н}; 45^\circ; 5 \text{ Н}.$





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 2

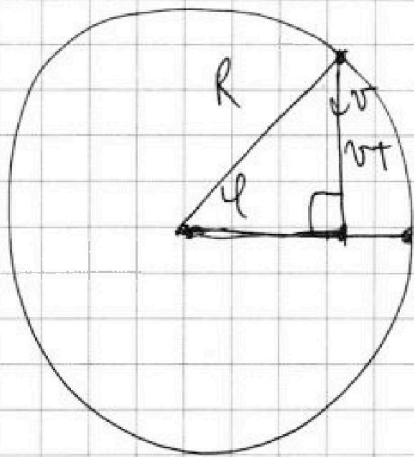
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{7^{\circ}12'}{360^{\circ}} = \frac{5000 \text{ м}}{L} \Rightarrow \frac{1}{50} = \frac{5000 \cdot 1575 \text{ м}}{L}$$

~~(м.к. самолета летит по дуге)~~  $L = 50 \cdot 5000 \cdot 1575 \text{ м} = 39375000 \text{ м} = 39375 \text{ км}$ .  
 (м.к. самолета летит по дуге)  $L$  — минимальная длина всевозможных маршрутов (самые дуги).

$L = 2\pi R$ , где  $R$  — радиус Земли.

$$R = \frac{L}{2\pi} = \frac{39375 \text{ км}}{2 \cdot \frac{22}{7}} = \frac{59375 \text{ км}}{44} \cdot 7 = \frac{275625}{44} \text{ км}$$



$\varphi = 56^{\circ}$  — широта.

~~$\cos \varphi = \frac{vt}{R}$~~ 

$$\sin \varphi = \frac{vT}{R} \Rightarrow T = \frac{R \sin \varphi}{v} = \frac{275625}{44 \cdot 980} \cdot \sin 56^{\circ} \varphi = \frac{275625}{396720} \cdot \sin 56^{\circ} \varphi.$$

м.к. самолета летит с постоянной скоростью, но сила тяги  $F_T = F$ .

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

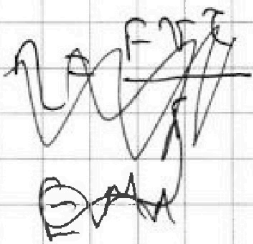
СТРАНИЦА  
2 из 2

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:

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

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



$$E = qM$$

$$\eta = \frac{Fv t}{qM} \cdot 100\% \Rightarrow M = \frac{Fv t}{q\eta} \cdot 100\% = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 990 \text{ км}}{44 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 20\%}$$

$$\cdot 100\% = \frac{20 \cdot 10^3 \cdot 990 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{Н}}{44 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = \frac{20 \cdot 44 \cdot 20}{44 \cdot 0,2} \text{ кг} = \frac{20 \cdot 20 \cdot 10}{2} \text{ кг} =$$

$$= 2000 \text{ кг.}$$

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





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!

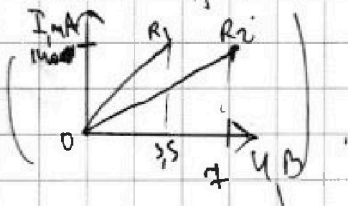
$$\text{Закон Ома: } U = IR \Rightarrow I = \frac{U}{R}$$

Значения для графика  $I(U)$   $\frac{1}{R}$  - угловой коэффициент.

По графику определим угловые коэффициенты 2-х прямых.

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

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



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

$$R = R_1 + R_2 \text{ (п.к. резисторов соединены последовательно)}$$

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

$$\text{Ответ: } 25 \text{ Ом}; 50 \text{ Ом}; 300 \text{ Вт}$$





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  
\_\_ 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!

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

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

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

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

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

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

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

~~$$v_R \neq v_R - d$$~~

~~$$\left(\frac{d_1}{\Delta t} - v_R\right)^2 =$$~~

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

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

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

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

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

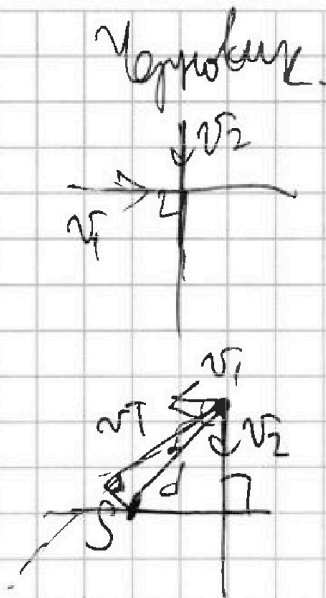


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

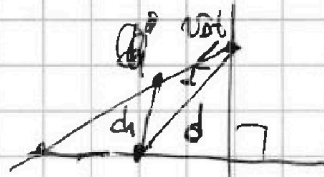
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

$$v_2 = \sqrt{\frac{8 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 10}{15 \cdot 15} - 20^2}$$

$$= \sqrt{2800 - 400} = \sqrt{2400} = 20 \text{ м/с}$$



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

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

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

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

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

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

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

~~$$v_1^2 + v_2^2 = \frac{10S^2}{T^2}$$~~

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

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

~~$$v_2 = \sqrt{\frac{10 \cdot 150^2}{15^2} - 20^2} = \sqrt{1000 - 400} = \sqrt{600} = 10\sqrt{6} \text{ м/с}$$~~

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

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





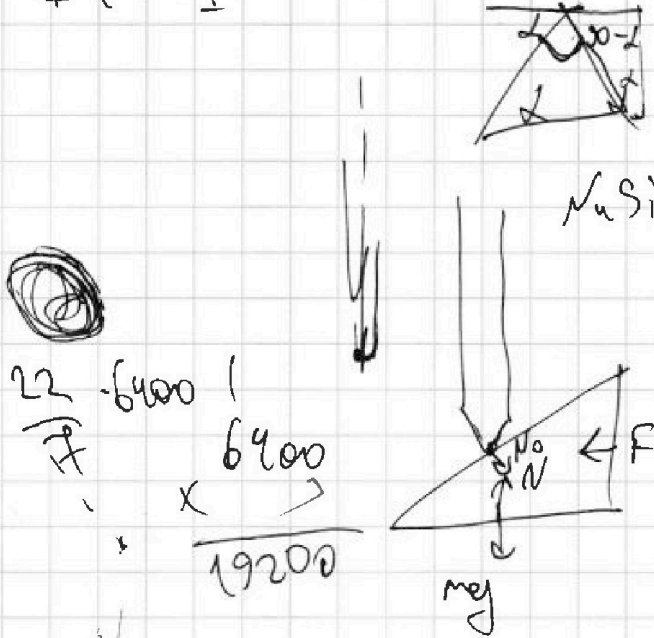
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

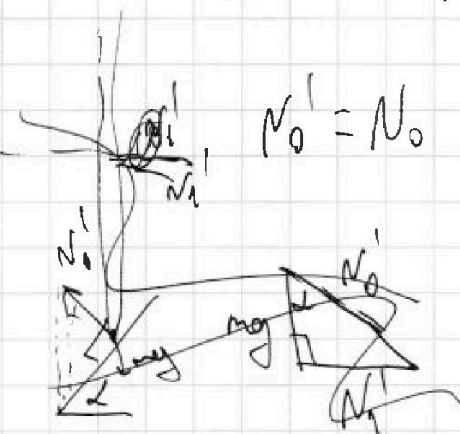
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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



$$\frac{22}{7} \cdot 6400 \cdot x = 6400$$

$$\frac{19200}{19200}$$



$$F = N_0 \sin \alpha$$

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

$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 173 \\ \hline 519 \\ 1211 \\ \hline 29929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1731 \\ \times 25 \\ \hline 8655 \\ 3462 \\ \hline 42975 \end{array}$$

$$mg = N_0 \cos \alpha$$

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

$$H = h \cdot \frac{62530}{39375}$$

$$\begin{array}{r} 62530 \\ \times 1 \\ \hline 275625 \end{array}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

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

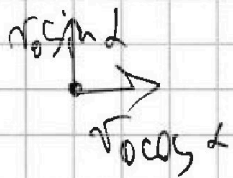


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

$$v_0 \sin \alpha - gt = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$= \frac{h}{t} + \frac{gt}{2}$$

$$t_1 = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{gt} = \frac{h}{gt} + \frac{t}{2} = \frac{15 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с}} + \frac{t}{2} =$$

$$= \frac{1}{2} \text{ с} + \frac{3}{2} \text{ с} = \textcircled{2 \text{ с}}$$

$$S = 2t_1 \cdot v_0 \cos \alpha = 2t_1 \cdot \frac{l}{t} = 4 \cdot \frac{104 \text{ м}}{3 \text{ с}} = \frac{416 \text{ м}}{3}$$

$$\begin{array}{r} 26 \frac{2}{3} \text{ м/с} \\ \times 3 \\ \hline 26 \\ \hline 200 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 416 \text{ м} \\ \div 3 \\ \hline 138 \\ \hline 26 \\ -24 \\ \hline 2 \\ \hline 26 \\ \times 4 \\ \hline 104 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 26 \\ \hline 156 \\ + 52 \\ \hline 676 \end{array}$$

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