



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-04



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

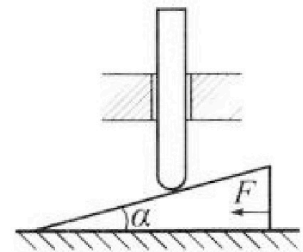
1. Два мотоциклиста едут по двум взаимно перпендикулярным дорогам. Один мотоциклист движется со скоростью $V_1 = 20$ м/с, другой мотоциклист движется с неизвестной скоростью V_2 . В момент времени $t = 0$ расстояние между мотоциклистами равно $d_0 = 3 \cdot S = 450$ м. Через $T = 15$ с расстояние между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



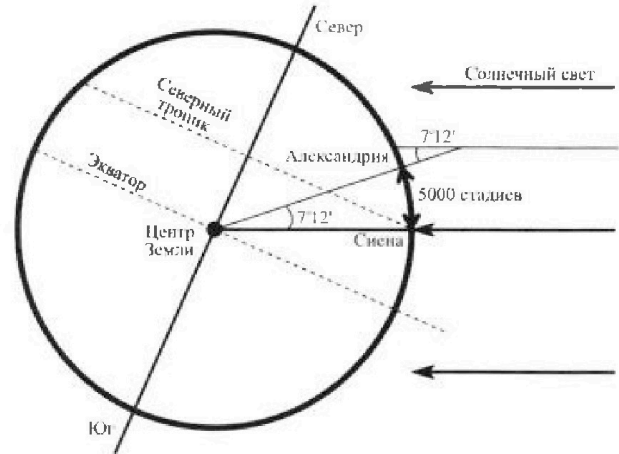
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

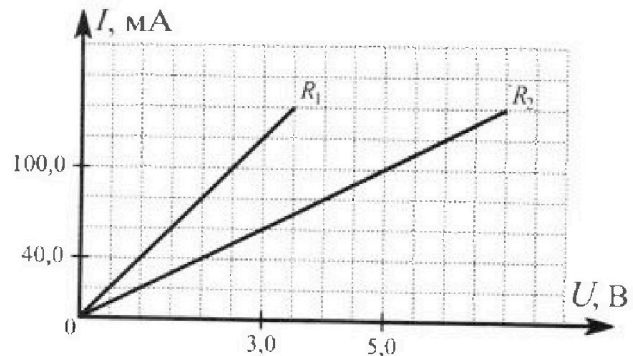
2. По дан ным задачи найдите продолжительность T полета до экватора. В полете на самолет действует горизонтальная сила лобового сопротивления $F=20$ кН. КПД двигателей самолета $\eta = 20\%$.
3. Какая масса M_1 керосина сгорит за $\tau = 1$ ч полета? Теплотворная способность керосина $q = 44 \cdot 10^6$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



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!

$$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

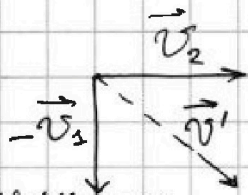
$$d_0 = 3S = 450 \text{ м}$$

$$T = 15 \text{ с}$$

$$S = 150 \text{ м}$$

$$v_2 = ?$$

В с.о. первого мотоциклиста, второй будет двигаться с какой-то скоростью v' .

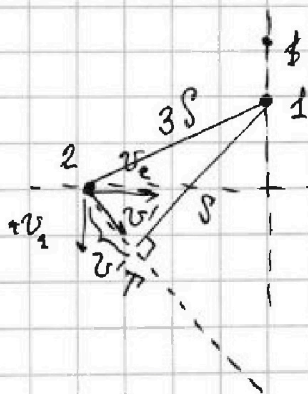


$$v'^2 = v_2^2 + v_1^2$$

По теор. Пифагора

1. Так от момента $t=0$ до $T=15 \text{ с}$ расстояние увеличивается между мотоциклистами, проекция относительной скорости на линию, соединяющую мотоциклистов была направлена от второго к первому.

Пусть их положения были как на картинке в момент времени $t=0$. Если бы какой-то из мотоциклистов оказался бы в другой части перекрестка, то ничего бы не произошло.



По теор. Пифагора

$$v'^2 \cdot T^2 + S^2 = 9S^2$$

$$v'^2 \cdot T^2 = 8S^2$$

$$(v_2^2 + v_1^2) \cdot T^2 = 8S^2$$

$$v_2^2 \cdot T^2 + v_1^2 \cdot T^2 = 8S^2$$

$$v_2^2 = \frac{\sqrt{8S^2 - v_1^2 \cdot T^2}}{T} = \frac{\sqrt{8 \cdot 150^2 - 20^2 \cdot 15^2}}{15}$$

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



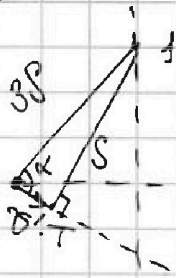
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

2. Для того, чтобы найти v_R , нужно взять проекцию v' на линию, соединяющую шину мотоциклиста.



$$v_R = v' \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{v' \cdot T}{3S}$$

$$v_R = v'^2 \cdot \frac{T}{3S} = (v_1^2 + v_2^2) \cdot \frac{T}{3S} =$$

$$= 800 \cdot \frac{15}{3 \cdot 150 \cdot 10} = \frac{800}{9 \cdot 10} = \frac{80}{3} \frac{m}{c}$$

$$v_R = \frac{80}{3} \frac{m}{c}$$



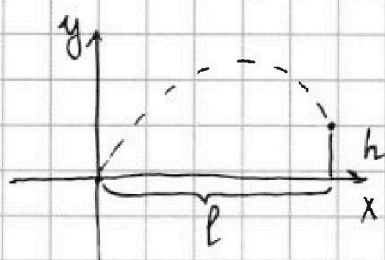
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$\begin{aligned} \tau &= 3\text{ с} \\ h &= 15\text{ м} \\ l &= 104\text{ м} \end{aligned}$$



v_{y0} - скорость по вертикали (НАЧАЛЬНАЯ)
 v_x - скорость по горизонтали
 v_y - скор. по вертикали

$$\begin{cases} y(t) = v_{y0}t - \frac{g}{2}t^2 \\ x(t) = v_x \cdot t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_{y0} = \frac{h + \frac{g}{2}t^2}{t} \\ v_x = \frac{l}{t} \end{cases}$$

$$v_y = v_{y0} - g \cdot t$$

1. На максимальной высоте осколки находимся когда $v_y = 0$.

То есть $v_{y0} = g t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_{y0}}{g}$

$$t_1 = \frac{h + \frac{g}{2}t^2}{g \cdot t}$$

$$t_1 = \frac{15 + \frac{10 \cdot g}{2}}{10 \cdot 3} = \frac{15 + 45}{30} = 2\text{ с}$$

2. Осколок упал на площадку, когда $y(t) = 0$

То есть $v_{y0} \cdot t_2 = \frac{g}{2} t_2^2$ (t_2 - время, через которое осколок упал).

$t_2 = 0$ не подходит, т.к. в этот момент осколок еще в начале движения, значит на t_2 можно сократить.

$$v_{y0} = \frac{g t_2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{2 v_{y0}}{g} = \frac{2}{g} \cdot \frac{h + \frac{g}{2} t^2}{t}$$

$$S = v_x \cdot t_2 = \frac{l}{t} \cdot \frac{2}{g} \cdot \frac{h + \frac{g}{2} t^2}{t} = \frac{104}{3} \cdot \frac{2}{10} \cdot \frac{60}{3} =$$

$$= \frac{104}{3} \cdot 2 \cdot 2 = \frac{104 \cdot 4}{3} = \frac{4}{3} \cdot 104\text{ м} = \frac{416}{3}\text{ м}$$



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
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!

$$3. v_0 = \sqrt{v_{y0}^2 + v_x^2}$$

$$v_{y0} = \frac{15 + 45}{3} = \frac{60}{3} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_x = \frac{104}{3}$$

$$v_0 = \sqrt{400 + \frac{104^2}{9}} = \sqrt{\frac{3600 + 104^2}{9}} = \frac{\sqrt{14416}}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. Наибольшая высота обеспечивается когда осколок летит вертикально вверх.

В момент когда он достигнет максимальной высоты $v_y = 0$

$$H = v_{y0}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_{y0} - gt$$

+ время подъема

$$t = \frac{v_{y0}}{g} \quad v_y = v_{y0} - gt \Rightarrow v_{y0} = gt \Rightarrow t = \frac{v_{y0}}{g}$$

$$H = v_{y0} \cdot \frac{v_{y0}}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_{y0}^2}{g^2} = \frac{2v_{y0}^2}{2g} - \frac{v_{y0}^2}{2g} = \frac{v_{y0}^2}{2g}$$

$$H = \frac{400}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м.}$$

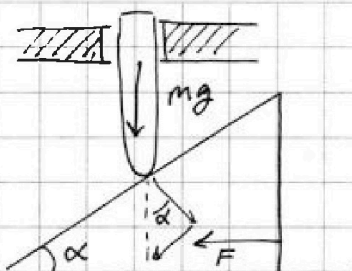


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

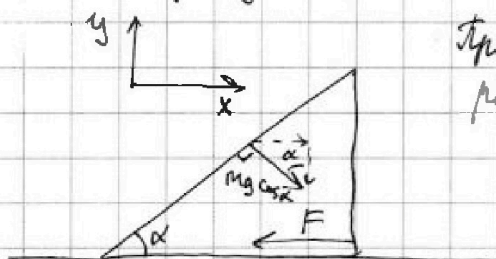


$$F = 17,3 \text{ Н}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1. Со стороны стержня на клин действует сила $mg \cdot \cos \alpha$ направленная перпендикулярно к клину и $mg \cdot \sin \alpha$ вдоль клина.



Проекция силы $mg \cos \alpha$ на Ox равна $mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha = F$

$$d(mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha) = dF$$

$$mg \cdot \sin \alpha d\alpha = dF$$

$$\sin \alpha d\alpha = \frac{dF}{mg}$$

$$d: \alpha = \arcsin \frac{2F}{mg}$$

$$\alpha = \frac{\arcsin \frac{2F}{mg}}{2} = \frac{\arcsin \frac{2 \cdot 17,3}{10}}{2} = \frac{\arcsin \frac{17,3}{5}}{2}$$

2. Так удар абсолютно упругий, скоростью с которой стержень ударяется об поверхность, с такой же он отлетит и отвечает.

~~Зная и скорость~~

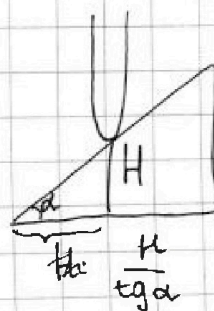
II закон Ньютона для клина: (проекция на Ox)

$$m a_k = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$a_k = g \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

Пусть, который клин должен пройти

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



$$\tan \alpha = \frac{H}{e}$$



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!

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

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$

II g . Нормальная сила N_1 перпендикулярна:

$$m a_{cr} = mg - mg \cos^2 \alpha = mg(1 - \cos^2 \alpha) = mg \cdot \sin^2 \alpha$$

$$a_{cr} = g \cdot \sin^2 \alpha$$

$$v = a_{cr} t = g \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} =$$

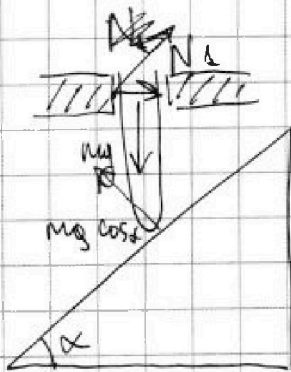
$$= \sqrt{2H \cdot g} \cdot \sin \alpha = \sqrt{2gh} \cdot \sin \alpha$$

По оси соударения $N_1 = 0 = v - g t_{tr} \Rightarrow t_{tr} = \frac{v}{g}$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{g}{2} \cdot \frac{v^2}{g^2} = \frac{v^2}{2g} = \frac{2gh \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = h \cdot \sin^2 \alpha$$

$$H = \frac{h}{\sin^2 \alpha}$$

3.



N_1 — нормальная сила перпендикулярна проекции $mg \cos \alpha$ на горизонтальную ось

$$N_1 = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{2mg \cos \alpha \sin \alpha}{2} = \frac{mg \cdot \sin 2\alpha}{2} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 17,3}{10} = 17,3$$



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.

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!

$$4. N_1 = \frac{mg}{2} \cdot \sin 2\alpha$$

$\sin \alpha$ максимум при $\alpha = 90^\circ$,
соответственно $\sin 2\alpha$ максимум
при $\alpha = 45^\circ$.

$$5. N_1 = \frac{mg}{2} \cdot \sin 2\alpha = 5 \cdot 1 = 5 \text{ Н}$$

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!

$$\varphi = 7^\circ 12' = \frac{2\pi}{50} = \frac{\pi}{25} \text{ рад} \quad \pi = \frac{22}{7}$$

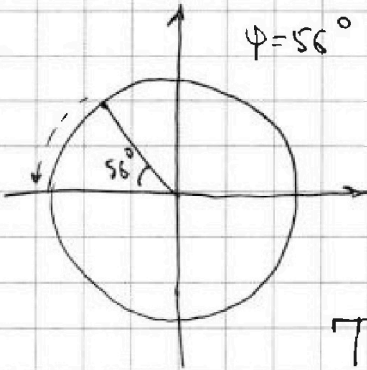
1. $L = 2R, \quad R = \frac{l}{\varphi}$ l - длина дуги Александрии - Суена.

$$R = \frac{5000 \text{ стадиев}}{\frac{\pi}{25}} = \frac{25 \cdot 5000 \cdot 157,5}{\pi} \mu =$$

$$= \frac{25 \cdot 5 \cdot 157,5 \cdot 10^3 \cdot 7}{22} \mu = \frac{25 \cdot 35 \cdot 157,5}{22} \text{ км} = \frac{875 \cdot 157,5}{22} \text{ км}$$

$$L = 2R = 2 \cdot \frac{875 \cdot 157,5}{22} = \frac{875 \cdot 157,5}{11} \text{ км}$$

2. $\varphi = 56^\circ \quad v = 880 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ l - длина дуги от Иерусалима до экватора



$$T = \frac{l}{v} = \frac{\varphi R}{v}$$

$$\varphi = 56^\circ = \frac{14}{45} \pi \text{ рад}$$

$$T = \frac{\frac{14}{45} \cdot \frac{22}{7} \cdot \frac{875 \cdot 157,5}{22}}{880} =$$

$$= \frac{14 \cdot 875 \cdot 157,5}{45 \cdot 7 \cdot 880} \text{ ч} = \frac{2 \cdot 875 \cdot 157,5}{45 \cdot 880} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 157,5}{5 \cdot 9 \cdot 196 \cdot 5} =$$

$$= \frac{2 \cdot 35 \cdot 157,5}{9 \cdot 196} = \frac{70 \cdot 157,5}{9 \cdot 196} \text{ ч}$$

П.к скорости постоянна - движение равномерное прямолинейное движение \rightarrow сила скомпенсирована

$$F_{\text{тяг}} = F$$

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}}$$



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!

$$\eta = \frac{F_{\text{магн}} \cdot l}{M_1 \cdot g} = \frac{F_{\text{магн}} \cdot v \cdot t}{M_1 \cdot g}$$
$$M_1 = \frac{F_{\text{магн}} \cdot v \cdot t}{\eta \cdot g} = \frac{F \cdot v \cdot t}{\eta \cdot g} = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 880 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 1 \text{ с}}{0,2 \cdot 44 \cdot 10^8 \cdot \frac{2 \text{ мс}}{\text{кВ}}} =$$
$$= \frac{2 \cdot 8,8 \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot \frac{10^3 \text{ м}}{3600 \text{ с}} \cdot 10^3 \text{ м}}{0,2 \cdot 44 \cdot 10^8 \cdot \frac{2 \text{ мс}}{\text{кВ}}} =$$
$$= \frac{2 \cdot 8,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 44} \text{ кВ} = \frac{2 \cdot 88 \cdot 10^2 \text{ м}}{0,2 \cdot 44} = \frac{4 \cdot 10^2}{0,2} \text{ кВ} = 20 \cdot 10^2 \text{ кВ} =$$
$$= 2 \text{ Т}$$

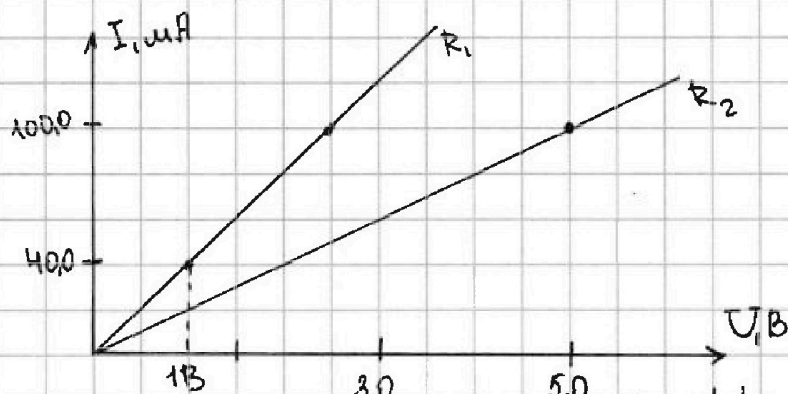
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



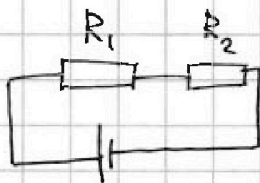
1. По 3. Ома: $U = IR \Rightarrow R = \frac{U}{I}$

График R_1 проходит через точку $U_1 = 1\text{ В}; I_1 = 40\text{ мА}$
 $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{1\text{ В}}{40 \cdot 10^{-3}\text{ А}} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-2}}\text{ Ом} = 0,25 \cdot 10^{-2}\text{ Ом} = 25\text{ Ом}$

График R_2 проходит через точку $U_2 = 5\text{ В}; I_2 = 100\text{ мА}$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{5\text{ В}}{100 \cdot 10^{-3}\text{ А}} = \frac{5}{10^{-1}}\text{ Ом} = 50\text{ Ом}$$

2. $I = 2\text{ А}$



$P = ?$

Искомое сопротивление
 для такой цепи будет

$$R_{\text{экв}} = R_1 + R_2$$

$$P = I \cdot U = I^2 \cdot R_{\text{экв}} = I^2 (R_1 + R_2)$$

$$P = 4 \cdot 75 = 300\text{ Вт}$$

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

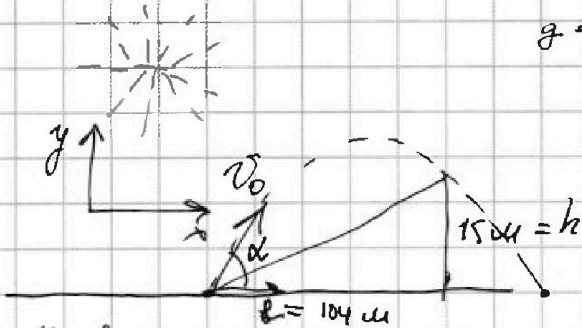
СТРАНИЦА
из

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!

Черновик

$z = 30$

$v_0 = ?$



$$g = 10 \frac{м}{с^2}$$

$$z^2 = g c^2$$

$$\begin{array}{r} 1 \cdot 6 \bar{1} \\ 360 \\ 144 \overline{) 4921} \\ \underline{-12} \\ 24 \\ \underline{-24} \\ 14416 = 4(3600+4) = \\ = 4 \cdot 3604 \\ 4 \cdot 60^2 \end{array}$$

Уравнения траектории:

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

$$y(t) = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = h$$

$$= v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{l}{v_0 \cdot \cos \alpha} = g$$

$$x^2(t) = v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot t^2$$

$$y^2(t) = h^2$$

$$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = l$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = h$$

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

$$v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot t^2 = l^2$$

$$v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot t^2 = (h + \frac{g t^2}{2})^2$$

$$l^2 - v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot t^2 + v_0^2 t^2 = l^2$$

$$v_0^2 (1 - \sin^2 \alpha) t^2 = l^2$$

$$v_0^2 t^2 - v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot t^2 = l^2$$

$$v_0^2 t^2 = (h + \frac{g t^2}{2})^2 + l^2$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{(h + \frac{g t^2}{2})^2 + l^2}}{t} = \frac{\sqrt{(15 + \frac{10 \cdot 9}{2})^2 + 104^2}}{4 \cdot 60 \cdot 20}$$

$$= 4 \cdot 60 \cdot 20 = 80 \cdot 60 \frac{м}{с}$$

$$(15 + 45)^2 = 60^2 + 104^2$$

$$3600 + 10816 = 14416$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 104 \\ \hline 416 \\ 1040 \\ \hline 10816 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10816 \\ + 3600 \\ \hline 14416 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 124 \\ \hline 496 \\ 148 \\ \hline 14384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14416 \\ \times 114 \\ \hline 456 \\ 144 \\ \hline 13096 \\ - 14416 \\ \hline 12 \\ \hline 124 \end{array}$$

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!

Черновик

$$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2$$

$$S = 150 \text{ м}$$

$$v_2 - ?$$

$$2$$

$$t_0 = 0 \quad d_0 = 3S = 450 \text{ м}$$

$$T = 15 \text{ с}$$

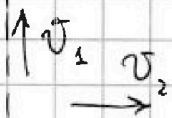
$$S = 150 \text{ - минимальное}$$

расстояние

$$125$$

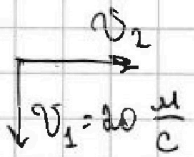
$$75$$

$$\hline 875$$



в с.о

1 в момент времени.



Скорость отдаления

$$v' = \sqrt{v_2^2 + v_1^2} \text{ отн. скор.}$$

$$2$$

$$225$$

$$400$$

$$90000$$

$$56^\circ = 56 \cdot \frac{2\pi}{360} =$$

$$= \frac{56\pi}{90} = \frac{28\pi}{45}$$

$$15^\circ = 225$$

$$T^2 = 225$$

$$90000 =$$

$$= 9 \cdot 10000 =$$

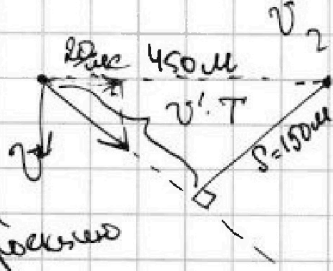
$$= 9 \cdot 10^4$$

$$d_0 = 450 \text{ м}$$

$$S = 150 \text{ м}$$

$$t_0$$

$$T = 15 \text{ с}$$



$$(v' \cdot T)^2 + 150^2 = 450^2$$

$$(v' \cdot T)^2 = 450^2 - 150^2$$

$$(\sqrt{v_2^2 + v_1^2} \cdot T)^2 = (450 - 150)(450 + 150)$$

$$(v_2^2 + v_1^2) \cdot T^2 = 300 \cdot 600$$

$$v_2^2 T^2 + v_1^2 T^2 = 180000$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{180000 - v_1^2 T^2}{T^2}} = \sqrt{\frac{180000 - 400 \cdot 225}{225}}$$

$$= \sqrt{\frac{180000 - 90000}{225}} = \sqrt{\frac{90000}{225}} = \frac{\sqrt{9 \cdot 10^4}}{15} = \frac{3 \cdot 10^2}{15}$$

$$\begin{array}{r} 875 \\ \times 157,5 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 880 \overline{) 5} \\ \underline{5} \\ 11 \end{array}$$

$$15$$

$$= \frac{3 \cdot 10^2 \cdot 5}{8 \cdot 5} = (20) \frac{\text{м}}{\text{с}} = v_2$$

$$= \frac{\sqrt{9 \cdot 10^4}}{15} = \frac{3 \cdot 10^2}{15}$$

$$\begin{array}{r} 232 \\ 157,5 \\ \times 875 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 875 \overline{) 5} \\ \underline{5} \\ 11 \\ \underline{10} \\ 100 \\ \underline{875} \\ 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 875 \\ \times 875 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 875 \overline{) 5} \\ \underline{5} \\ 11 \\ \underline{10} \\ 100 \\ \underline{875} \\ 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7875 \\ \times 875 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 875 \overline{) 5} \\ \underline{5} \\ 11 \\ \underline{10} \\ 100 \\ \underline{875} \\ 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7875 \\ \times 875 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 875 \overline{) 5} \\ \underline{5} \\ 11 \\ \underline{10} \\ 100 \\ \underline{875} \\ 125 \end{array}$$

$$886$$

$$\begin{array}{r} 875 \overline{) 5} \\ \underline{5} \\ 11 \\ \underline{10} \\ 100 \\ \underline{875} \\ 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 416 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 875 \overline{) 25} \\ \underline{75} \\ 125 \end{array}$$

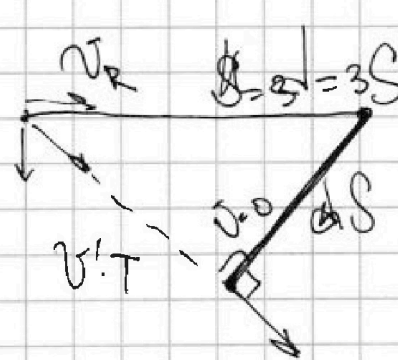
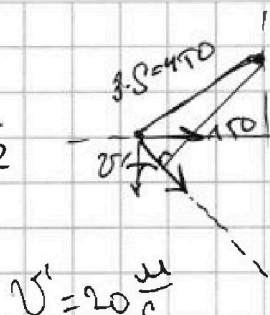
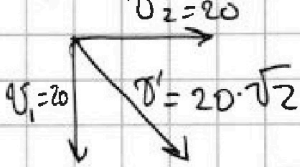
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

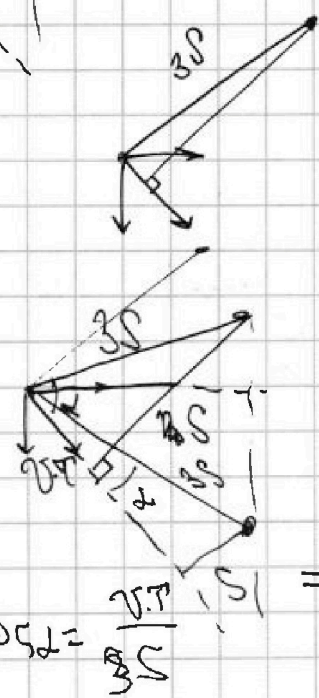
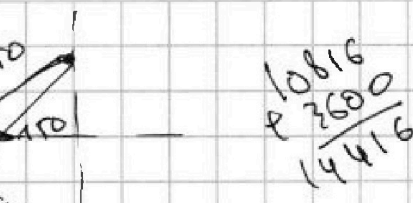
СТРАНИЦА
— ИЗ —

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!

Черновик



$\alpha = ?$



$$\cos \alpha = \frac{v''_T}{30} = \frac{20 \cdot \sqrt{2} \cdot 15}{3 \cdot 150} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{2 \cdot 17,3}{10} \Rightarrow \frac{20 \cdot \sqrt{2} \cdot 15}{3 \cdot 150} = \frac{2 \cdot 17,3}{10}$$

$$20 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = \frac{4 \cdot 20}{3}$$

$$v_R = v' \cdot \cos \alpha = 20 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 20$$

$$v' \cdot \cos \alpha = v_R$$

$$\cos \alpha = \frac{v'_T}{30} = \frac{20 \cdot \sqrt{2} \cdot 15}{3 \cdot 150} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

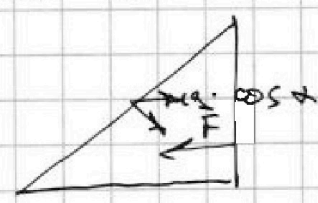
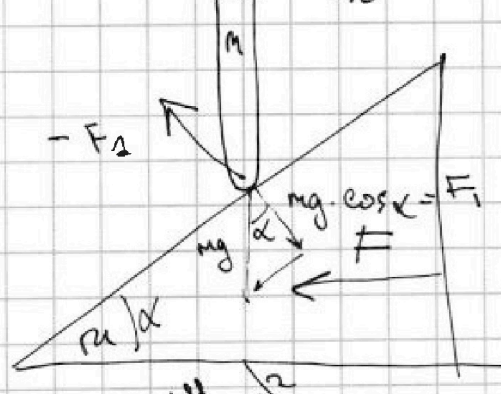
$$\frac{20 \cdot \sqrt{2} \cdot 15}{3 \cdot 150} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$(20 \cdot \sqrt{2})^2 = 400 \cdot 2 = 800$$

$$mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = F$$

$$2mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 2F$$

$$\sin 2\alpha = \frac{2F}{mg} = \frac{2 \cdot 17,3}{10}$$

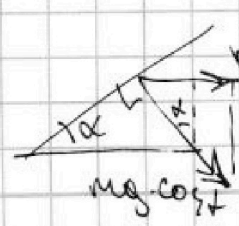


$$\frac{60}{30} = 2$$

$$u + \frac{u}{2} = \frac{c}{2}$$

$$\frac{3u}{2} = \frac{c}{2}$$

$$3u = c$$



$$mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{104}{104}$$

$$\frac{104}{108} = \frac{104}{108}$$



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!

Handwritten physics solution on grid paper for a problem involving a block on an inclined plane.

Initial Setup: A block of mass m is on an inclined plane at an angle α . The forces shown are gravity mg , normal force N , and friction F_{tr} . The angle between the normal force and the vertical is $90^\circ - \alpha$. The angle between the normal force and the horizontal is α .

Force Decomposition: The weight mg is decomposed into components along the plane: $mg \cos \alpha$ (normal to the plane) and $mg \sin \alpha$ (parallel to the plane, pointing down).

Equilibrium Equations:

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{tr} = mg \sin \alpha$$

$$N^2 = mg^2 \cos^2 \alpha + mg^2 \sin^2 \alpha = mg^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = mg^2$$

$$N = mg$$

Dynamic Case: The block is moving down the plane with acceleration a . The normal force is $N = mg \cos \alpha$. The net force along the plane is $mg \sin \alpha - F_{tr}$. The acceleration is $a = g \sin \alpha$.

Velocity and Height:

$$v_0 = 0$$

$$h = 0.3 \text{ м}$$

$$v = H = 0.2 \text{ м/с}$$

Maximum Normal Force: The maximum normal force occurs when $\alpha = 90^\circ$, where $N_{max} = mg$.

Diagram Labels:

- Force vectors: N , $mg \cos \alpha$, $mg \sin \alpha$, F_{tr} , mg .
- Angles: α , $90^\circ - \alpha$.
- Dimensions: H , h .
- Equations: $0 = v - gt$, $v = g \cdot \sin \alpha$, $N = mg \cos \alpha$.

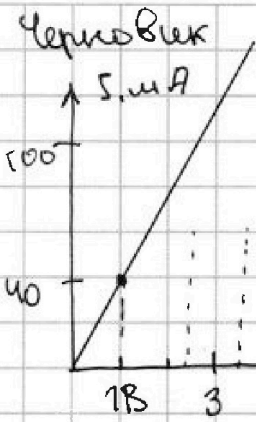


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

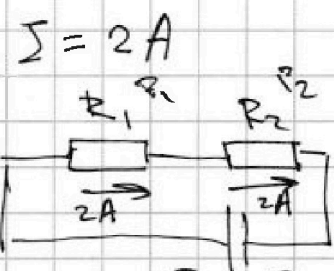
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$U_1 = 10^{-3}$
 $R, R_2 - ?$
 $U = I \cdot R$
 $R = \frac{U}{I}$
 $\frac{144 \cdot 10^3}{22} = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 8 \cdot 10^5 \cdot 10^3 = 1000 \cdot 10^{-3} = 1$
 $6 \cdot 10^5 \mu$
 $6 \cdot 10^3 \text{ км}$

$R_1 = \frac{18 \text{ В}}{40 \text{ мА}} = \frac{1}{40 \cdot 10^{-3}} \text{ Ом} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} = \frac{1}{4} \cdot 10^2 \text{ Ом} = 0.25 \cdot 10^2 \text{ Ом} = 25 \text{ Ом}$

$R_2 = \frac{5 \text{ В}}{100 \text{ мА}} = \frac{5}{100 \cdot 10^{-3}} \text{ Ом} = \frac{5}{1 \cdot 10^{-1}} \text{ Ом} = 50 \text{ Ом}$



$I = 2 \text{ А}$
 $P = U \cdot I$
 $P = P_1 + P_2 = I(U_1 + U_2) = I(IR_1 + IR_2) = I^2(R_1 + R_2) = 75 \cdot 4 = 300 \text{ Вт}$

$\frac{2\pi}{50} = \frac{\pi}{25} \text{ рад}$

$l = 5000 \text{ стаций} = 5000 \cdot 157,5 \text{ м км} = 787,5 \text{ км}$

$L - ? \quad L = 2R \quad l = \varphi R = \varphi \cdot R = \frac{\pi}{25} \cdot R \quad \text{М}$

$A = F \cdot S = F \cdot v \cdot t$
 $R = \frac{25 \cdot l}{\pi} = \frac{25 \cdot 5000 \cdot 157,5 \cdot 7}{22} = \frac{25 \cdot 5 \cdot 157,5 \cdot 7 \cdot 10^3}{22}$

$H = \frac{\text{км} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$

$\frac{1}{0,2} = \frac{1}{\frac{1}{5}} = 5$

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
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!

Черновик



$$F = 17,3 \text{ Н}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\alpha = ?$$

$mg \cdot \cos \alpha$ - вычитается

$$\sqrt{1,73}$$

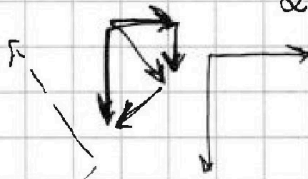
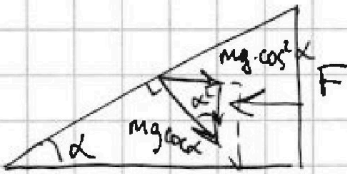
$$\frac{10}{1,0201}$$

$$1,0201$$

$$mg \cdot \cos^2 \alpha = F$$

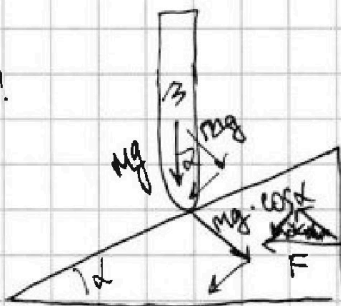
$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{F}{mg}} = \sqrt{\frac{17,3}{1 \cdot 10}} = \sqrt{1,73}$$

Вопрос? Ответ?



$$\alpha = \arccos \sqrt{1,73}$$

Муча?



$$mg \cos \alpha = F \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{mg}{F} = \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\frac{10}{17,3} = \tan \alpha$$

$$\eta = \frac{P_{\text{полез}}}{P_{\text{затр}}} = \frac{F_{\text{полез}} \cdot v}{F_{\text{затр}} \cdot v}$$

$$\eta = \frac{F \cdot v}{M_1 \cdot g}$$

$$M_1 = \frac{F \cdot v}{\eta \cdot g}$$

H-?

$$h = 0,3 \text{ м}$$

$$h = h$$

$\alpha = ?$
 $N_{\text{мощ}} = ?$

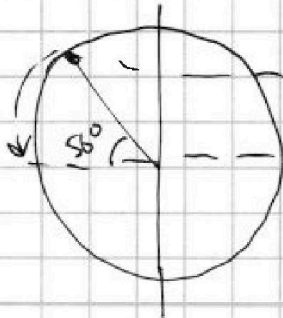
$M_1 = ?$

$$v = 880 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$T = ?$$

$$F_{\text{тр}} = F = 20 \text{ кН}$$

$$\eta = 0,2$$



$$T = l \cdot v$$

Необходимо
равенство

$$A = m_{\text{сат}} \cdot v = M_1 \cdot g$$

$$v = 14$$

$F_{\text{тр}} = F$
 $F_{\text{полез}} = \eta \cdot F$
создаётся такую