



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

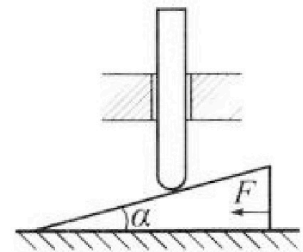
1. Два мотоциклиста едут по двум взаимно перпендикулярным дорогам. Один мотоциклист движется со скоростью  $V_1 = 20$  м/с, другой мотоциклист движется с неизвестной скоростью  $V_2$ . В момент времени  $t = 0$  расстояние между мотоциклистами равно  $d_0 = 3 \cdot S = 450$  м. Через  $T = 15$  с расстояние 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/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  $\alpha$ , 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  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой силы.



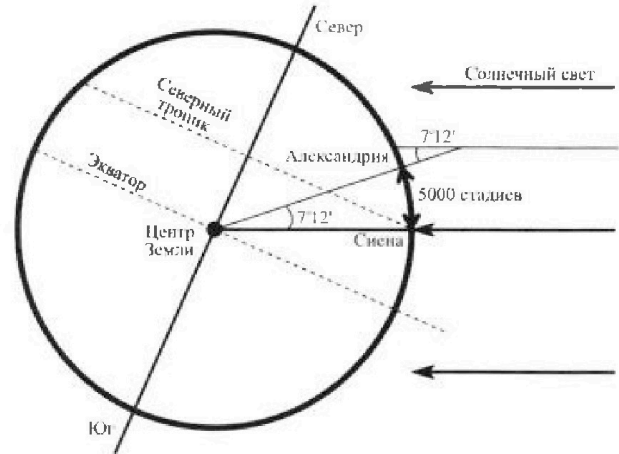
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $56^{\circ}$  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.

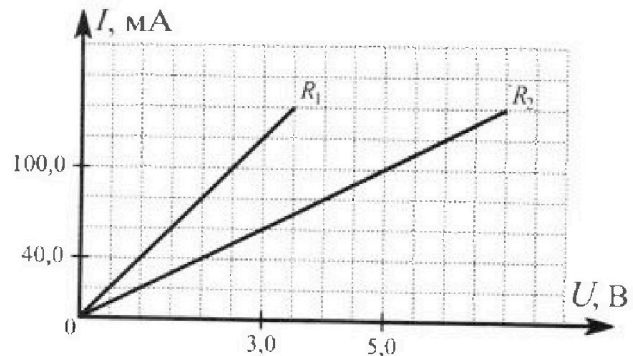
2. По дан ным задачи найдите продолжительность  $T$  полета до экватора. В полете на самолет действует горизонтальная сила лобового сопротивления  $F=20$  кН. КПД двигателей самолета  $\eta = 20\%$ .
3. Какая масса  $M_1$  керосина сгорит за  $\tau = 1$  ч полета? Теплотворная способность керосина  $q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



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!

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

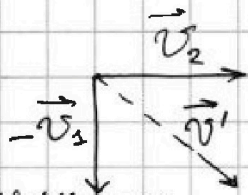
$$d_0 = 3S = 450 \text{ м}$$

$$T = 15 \text{ с}$$

$$S = 150 \text{ м}$$

$$v_2 = ?$$

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

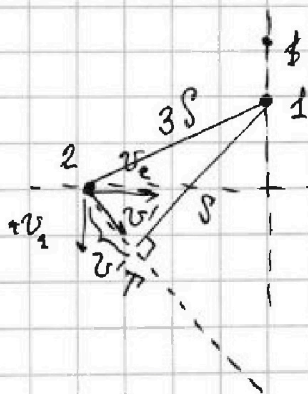


$$v'^2 = v_2^2 + v_1^2$$

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 положение было 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

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

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

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

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

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

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



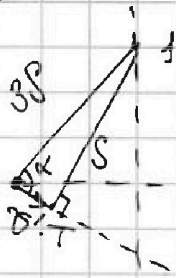
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



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

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

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

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

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



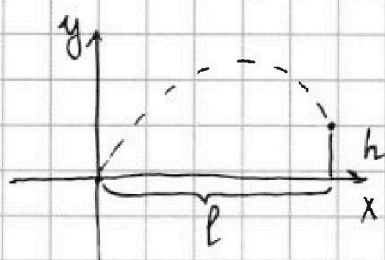
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



$v_{y0}$  - 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  $v_{y0} = g t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_{y0}}{g}$

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

$$t_1 = \frac{15 + \frac{10 \cdot 9}{2}}{10 \cdot 3} = \frac{15 + 45}{30} = 2\text{ c}$$

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

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

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

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

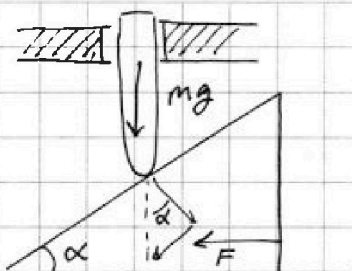


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

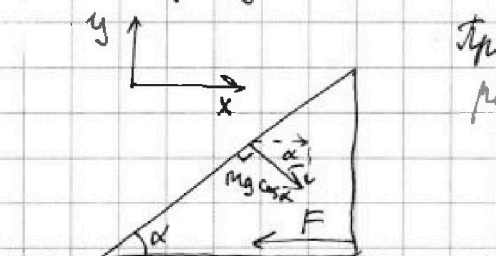


$$F = 17,3 \text{ Н}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

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

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

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

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

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

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

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

2. Так удар абсолютно упругий, скоростью с которой стержень ударяется об поверхность, с такой же он от нее и отскакивает.

~~Зная высоту~~

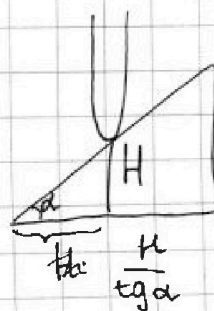
II закон Ньютона для клина: (проекция на  $Ox$ )

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

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

Пусть, который клин должен пройти

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



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

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{H}{\tan \alpha}$$



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!

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

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

II  $g$ . Нормальная сила  $N_1$  перпендикулярна:

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

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

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

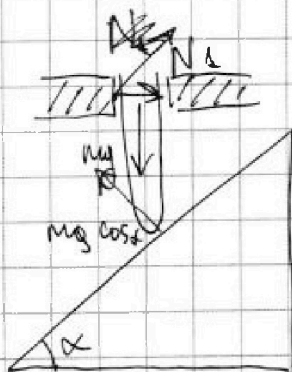
$$= \sqrt{2H \cdot g} \cdot \sin \alpha = \sqrt{2gh} \cdot \sin \alpha$$

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

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

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

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!

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

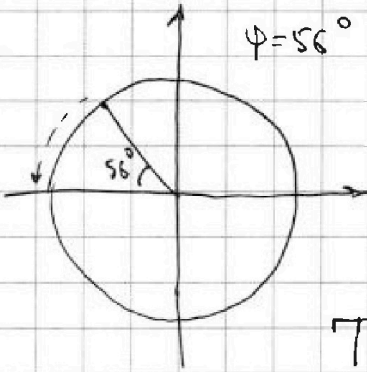
1.  $L = 2R, \quad R = \frac{l}{\varphi}$   $l$  - длина дуги Александрии - Сена.

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

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

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

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!

$$\eta = \frac{F_{\text{магн}} \cdot l}{M_1 \cdot g} = \frac{F_{\text{магн}} \cdot v \cdot t}{M_1 \cdot g}$$

$$M_1 = \frac{F_{\text{магн}} \cdot v \cdot t}{\eta \cdot g} = \frac{F \cdot v \cdot t}{\eta \cdot g} = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 880 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 1 \text{ ч}}{0,2 \cdot 44 \cdot 10^8 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кВ}}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 8,8 \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{кВ}}{\text{Дж}} \cdot \frac{10^3 \text{ м}}{3600 \text{ с}} \cdot 10^3 \text{ с}}{0,2 \cdot 44 \cdot 10^8 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кВ}}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 8,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 44} \text{ кВ} = \frac{2 \cdot 88 \cdot 10^2 \text{ м}}{0,2 \cdot 44} = \frac{4 \cdot 10^2}{0,2} \text{ кВ} = 20 \cdot 10^2 \text{ кВ} =$$

$$= 2 \text{ Т}$$

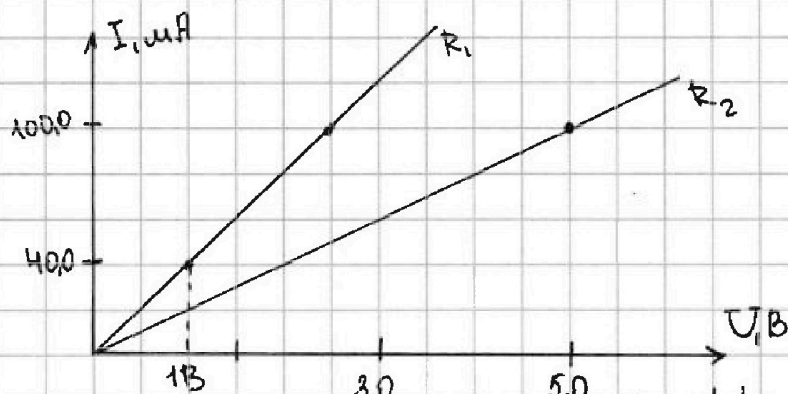
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



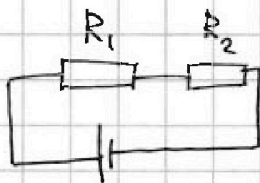
1. По 3. Ома:  $U = IR \Rightarrow R = \frac{U}{I}$

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.  $I = 2\text{ А}$



$P = ?$

Найденное 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

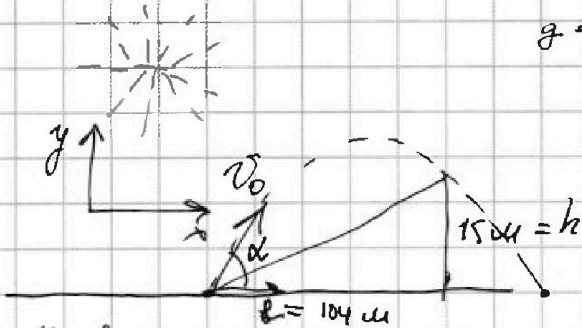
СТРАНИЦА  
из

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

$z = 30$

$v_0 = ?$



$$g = 10 \frac{м}{с^2}$$

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

$$1 \frac{м}{с^2}$$

$$\begin{array}{r} 144 \overline{) 14921} \\ \underline{-12} \phantom{00} \\ 24 \phantom{00} \\ \underline{-24} \phantom{00} \\ 14416 = 4(3600+4) = \\ = 4 \cdot 3604 \\ 4 \cdot 60^2 \end{array}$$

Уравнение траектории:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$3600 + 10816 = 14416$$

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

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

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 124 \\ \hline 496 \\ 148 \\ \hline 14376 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14416 \\ \times 114 \\ \hline 14416 \\ 15856 \\ 16056 \\ \hline 164136 \end{array}$$

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

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

$$T = 15 \text{ с}$$

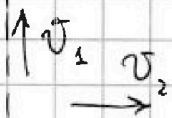
$S = 150$  - минимальное

расстояние

$$125$$

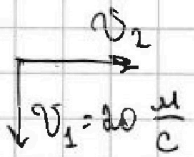
$$75$$

$$\hline 875$$



в с.о

1 в момент времени.



Скорость отдаления

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

2

$$225$$

$$400$$

$$90000$$

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

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

$$15^\circ = 225$$

$$\frac{56\pi}{16}$$

$$T_2 = 225$$

$$90000 =$$

$$= 9 \cdot 10000 =$$

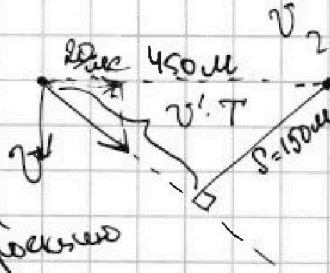
$$= 9 \cdot 10^4$$

$$d_0 = 450 \text{ м}$$

$$S = 150 \text{ м}$$

$t_0$

$$T = 15 \text{ с}$$



Велич. скорости

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

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

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

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

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

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

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

$$875$$

$$\times 157,5$$

$$232$$

$$\times 875$$

$$7875$$

$$5$$

$$88015$$

$$-5$$

$$3860000$$

$$875$$

$$175$$

$$196$$

$$15$$

$$3 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 5$$

$$= 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = v_2$$

$$875$$

$$75$$

$$125$$

$$= 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = v_2$$

$$104$$

$$\times 416$$

$$875$$

$$75$$

$$125$$

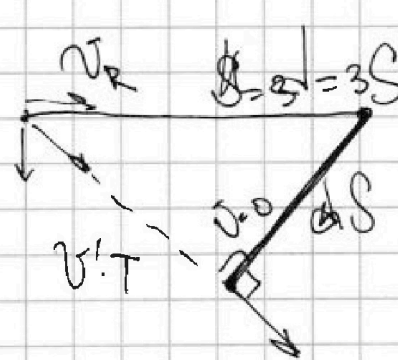
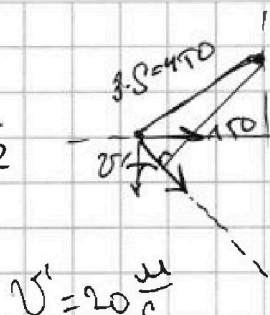
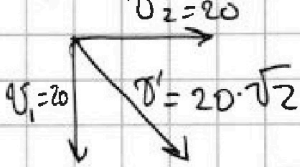
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

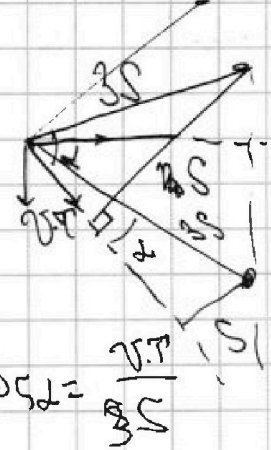
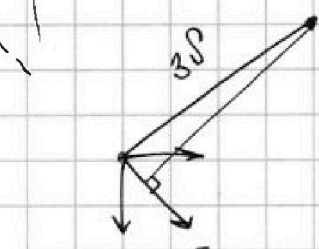
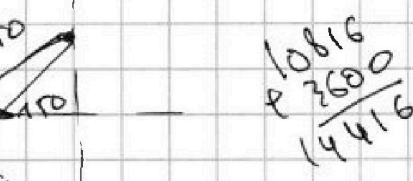
СТРАНИЦА  
— ИЗ —

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



$\alpha = ?$



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

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

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

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

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

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

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

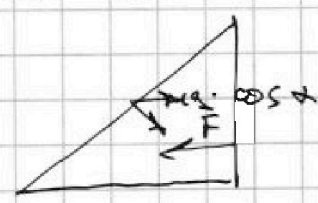
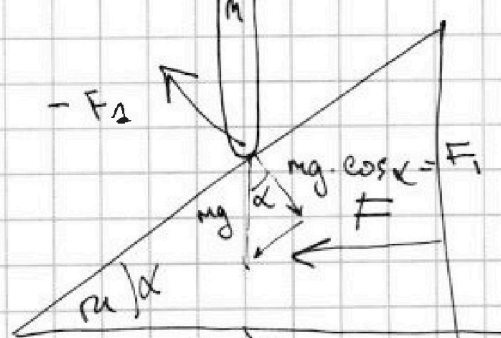
$$\frac{60}{30} = 2$$

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

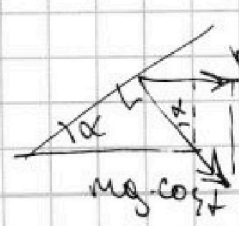
$$2mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 2F$$

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

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



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



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

$$\frac{104}{108} = 6$$



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!

The handwritten solution on grid paper details the forces on a block on an inclined plane. It includes several vector diagrams and mathematical derivations.

- Top Left Diagram:** Shows a force vector  $N$  and weight components  $mg \cos \alpha$  and  $mg \sin \alpha$ . An angle of  $90^\circ - \alpha$  is marked between the normal force and the weight.
- Top Middle Diagram:** A vector triangle with sides  $mg$ ,  $mg \cos \alpha$ , and  $mg \sin \alpha$ . The hypotenuse is labeled  $N = mg \sin \alpha$ .
- Top Right Diagrams:** A vector triangle with sides  $mg \cos \alpha$ ,  $mg \sin \alpha$ , and  $N$ . The angle  $\alpha$  is between  $mg \cos \alpha$  and  $N$ . The hypotenuse is  $N^2 = mg^2 \cos^2 \alpha + mg^2 \sin^2 \alpha - 2mg^2 \cos \alpha \sin \alpha$ . This leads to  $N^2 = mg^2 (1 - \sin 2\alpha)$  and  $N = mg \sin 2\alpha$ .
- Middle Left Diagram:** Shows a vector triangle with sides  $mg \cos \alpha$ ,  $mg \sin \alpha$ , and  $N$ . The angle between  $mg \cos \alpha$  and  $mg \sin \alpha$  is  $90^\circ - 2\alpha$ .
- Middle Right Diagrams:** Shows the maximum normal force  $N_{max} = mg \sin 2\alpha$  occurs when  $2\alpha = 90^\circ$ , so  $\alpha = 45^\circ$ . A note says "максимум при  $\alpha = 90^\circ$ ".
- Bottom Left Diagram:** Shows a block on an inclined plane. The height is  $h = 0.3 \text{ m}$  and  $v_0 = 0$ . The weight  $mg$  is shown acting vertically down.
- Bottom Middle Diagrams:** Shows a vector triangle with sides  $H$ ,  $H$ , and  $H$ . The angle  $\alpha$  is between the two  $H$  sides. The hypotenuse is  $N = mg \cos \alpha$ .
- Bottom Right Diagrams:** Shows a vector triangle with sides  $mg \sin \alpha$ ,  $mg \cos \alpha$ , and  $N$ . The angle  $\alpha$  is between  $mg \sin \alpha$  and  $N$ . The hypotenuse is  $N^2 = mg^2 \sin^2 \alpha + mg^2 \cos^2 \alpha - 2mg^2 \sin \alpha \cos \alpha$ .

Other notes include "После соудр." (After collision) and  $h = H = 0.3 \text{ m}$ .



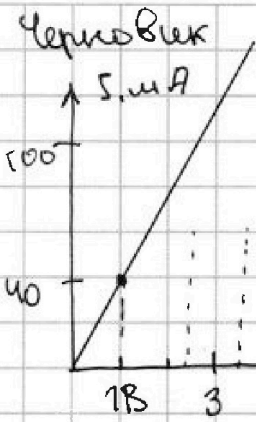


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

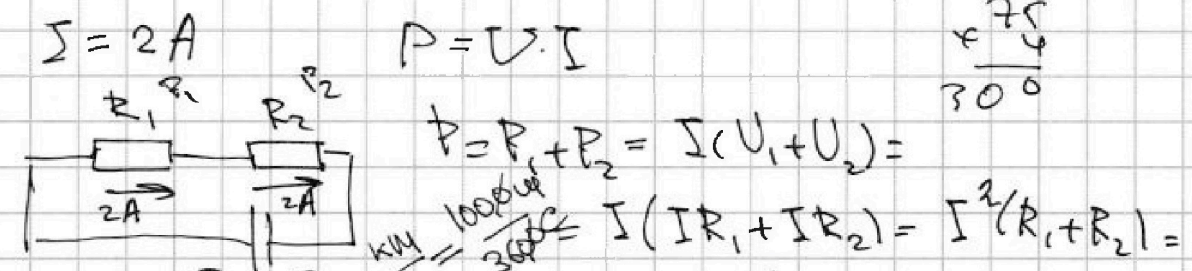
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

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

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



$\frac{2\pi}{50} = \frac{\pi}{25} \text{ рад}$   
 $\frac{1000 \mu\text{В}}{36 \text{ В}} = \frac{1000}{36} = 27.77$   
 $\frac{1}{2} = \frac{22}{2}$   
 $75 \cdot 4 = 300 \text{ Вт}$   
 $\text{стадии}$   
 $D_{\text{м}} = A \cdot F \cdot S$

$l = 5000 \text{ стадии} = 5000 \cdot 157.5 \text{ м км} = 787.5 \text{ км}$   
 $L - ? \quad L = 2R$   
 $l = \varphi R = \varphi \cdot R = \frac{\pi}{25} \cdot R \quad \text{М}$

$A = F \cdot S = F \cdot \pi \cdot r^2$   
 $R = \frac{25 \cdot l}{\pi} = \frac{25 \cdot 5000 \cdot 157.5 \cdot 7}{22} = \frac{25 \cdot 5 \cdot 157.5 \cdot 7 \cdot 10^3}{22}$

$\frac{1}{0.2} = \frac{1}{\frac{1}{5}} = 5$   
 $H = \frac{\text{км} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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



$$F = 17,3 \text{ H}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$\alpha = ?$

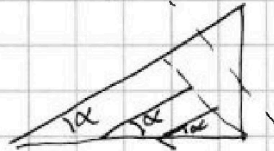
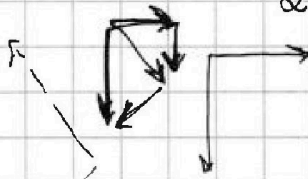
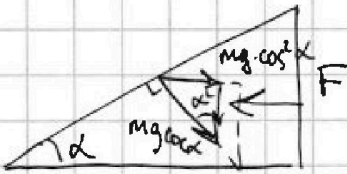
$mg \cdot \cos \alpha$  - вычитается

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

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

Вопрос? Справка!

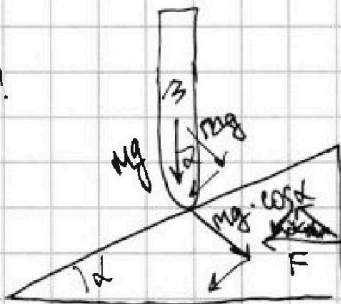
$$\alpha = \arccos \sqrt{1,73}$$



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

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

Муча?



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

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

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

$$\text{ctg } \alpha = 1,73$$

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

H-?

$$h = 0,3 \text{ м}$$

$$h = h$$

$\alpha = ?$

$N_{\text{матр}} = ?$

$M_1 = ?$

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

T-?

$$T = l \cdot v$$

Нужно было равному

$$A = m_{\text{матр}} \cdot g =$$

$$\alpha = 14 = M_1 \cdot g$$

$$F_{\text{тр}} \leftarrow F \rightarrow F = 20 \text{ кН}$$

$$\eta = 0,2$$

$$F_{\text{мех}} = F$$

$$F_{\text{электр}} = \eta \cdot F$$

создаётся ток в коло