



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B$  в безветренную погоду составляет  $T_0=400$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=9,6$  км.

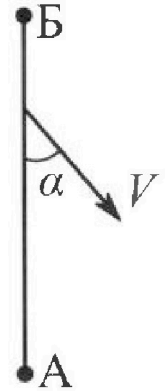
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 16$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой  $AB$  (см. рис.) таким, что  $\sin \alpha = 0,6$ .

2. Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту  $A \rightarrow B$  в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .

3. При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  максимальная? Движение аппарата прямолинейное.

4. Найдите максимальную продолжительность  $T_{MAX}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ . Движение аппарата прямолинейное.



2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 2$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол  $2\beta = 60^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до падения на площадку.

2. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.

3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в момент времени  $t_1 = 1$  с.

3. Клин с углом при вершине  $\alpha = 30^\circ$  находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=1$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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

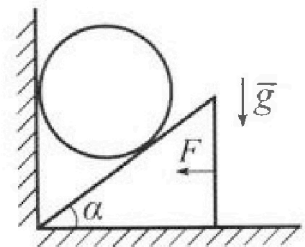
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение  $h$  шара после соударения до первой остановки.

3. Найдите ускорение  $a$  клина в процессе разгона.

4. При каком значении угла  $\alpha$  ускорение клина максимальное?

5. Найдите максимальное ускорение  $a_{MAX}$  клина.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

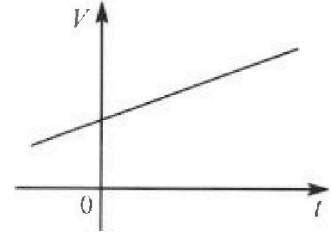
## Вариант 09-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 42^\circ\text{C}$  равно  $L=5$  см. В термометре находится  $m=2$  г ртути.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$  раза больше объема ртути при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность ртути при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 13,6$  г/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

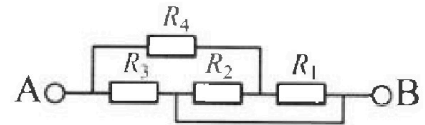


1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 10$  Ом,  $R_4 = 6$  Ом.

1. Найдите эквивалентное сопротивление  $R_{ЭКВ}$  цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения  $U=10$  В.



2. Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{MIN}$ .



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 4

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) Г. к движению летательного аппарата равномерное и прямолинейное, в вертикальном:

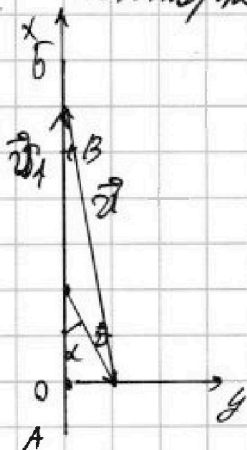
$S = u \cdot t$ , где  $u$  - скорость движения аппарата.

$$\text{То } u = \frac{S}{t_0} = \frac{96 \text{ км}}{400 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{96 \text{ м}}{4 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{скорость}$$

летательного аппарата.

2) В случае, если по маршруту идет ветер,

придется направлять вектор скорости аппарата так, чтобы лететь по прямой АБ. Пусть при этом абсолютная скорость аппарата  $v_1$ , то  $v_1 = u + v$ , где  $u$  - скорость аппарата относительно берега;  $v$  - скорость ветра. Тогда векторно:



Тогда в проекции на ОА:  $u \cdot \sin \beta = v \cdot \sin \alpha$

на ОХ:  $v_1 = u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha$ . По абсолютной тригонометрической тождеству:  $u^2 \cdot \cos^2 \beta + u^2 \cdot \sin^2 \beta = v^2$ . То

$$u \cdot \cos \beta = \frac{\sqrt{u^2 - u^2 \cdot \sin^2 \beta}}{\sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{\sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}} \cdot \cos \alpha. \text{ Тогда } v_1 =$$

$$u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha. \text{ Тогда при } u \text{ } \alpha \text{ } \beta \text{ } \text{знаем } t = \frac{S}{v_1} = \frac{S}{u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha}$$



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 4

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!

Если  $\sin \alpha = 0,6$ , то по основному тригонометрическому тождеству  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = 0,8$   
 Подставим:

$$T_1 = \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{24^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 0,36 \cdot 16^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 0,8 \cdot 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}}}$$

$$24^2 = 480 + 24 \cdot 4 = 576$$

$$16^2 = 256$$

$$16 \cdot 0,8 = 12,8$$

$$\begin{array}{r} \times 256 \\ 0768 \\ \hline 1536 \\ 256 \\ \hline 4 \mid 0,96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 256 \\ 0,36 \\ \hline 1536 \\ 768 \\ \hline 92,16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \mid 23 \\ \hline 23 \mid 1,043 \dots \\ \hline - 100 \\ \hline 92 \\ \hline - 80 \\ \hline 69 \\ \hline 21 \dots \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 576,00 \\ 92,16 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\text{То } T_1 = \frac{9600 \text{ м}}{(\sqrt{483,84} - 12,8) \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{9600}{\sqrt{483,84} - 12,8} \text{ с.}$$

$$\text{Т.к. } 483,84 \approx 484 = 22^2, \text{ то } T_1 \approx \frac{9600}{22 - 12,8} \text{ с.}$$

$$\frac{9600}{9,2} \text{ с} = \frac{96000}{92} \text{ с} = 1000 \cdot \frac{24}{23} \text{ с} = \frac{24000}{23} \text{ с} \approx$$

$$1,043 \cdot 1000 \text{ с} \approx 1043 \text{ с.}$$

3) Пленерь каждаи, кожду аделькатуу скоросту  $v_2$  бузт илметь летательной



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 4

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

5)  $\eta \alpha = 0$  при  $\alpha = 0^\circ$  (или  $180^\circ$ ), то

$$T_{\max} = \frac{25 \cdot u}{u^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 9600 \text{ м} \cdot 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{24^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 16^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 96 \cdot 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}}{576 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 256 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}$$

$$= \frac{2 \cdot 24 \cdot 96 \cdot 100}{320} \text{ с} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 96 \cdot 100}{64 \cdot 5} \text{ с} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 100}{2 \cdot 5} \text{ с} =$$

$$48 \cdot 3 \cdot 10 \text{ с} = 1440 \text{ с}.$$

ответ: 1)  $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$2) T_1 = \frac{9600}{\sqrt{48964} - 120} \text{ с}$$

3)  $\alpha = 0^\circ$  (или же  $180^\circ$ )

$$4) T_{\max} = 1440 \text{ с}.$$



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

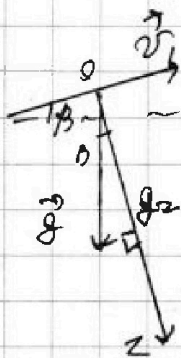
СТРАНИЦА  
2 из 2

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!

$$\frac{225}{20} \text{ м} = 11,25 \text{ м}.$$

3. Т.к. с  $t_1$  до  $t_2$  вектор скорости повернулся на  $2\beta = 60^\circ$ , модули равны;  $-v_{1y} = v_{2y}$ ;  $v_x$  - постоянна, то равны и углы векторов скорости к горизонту.

Они равны  $\beta = 30^\circ$ . Пусть такая скорость в момент  $t_1$   $v_1$ , то  $v_1 = \frac{v_{1y}}{\sin \beta} = \frac{5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{1}{2}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Введем ось, перпендикулярную вектору скорости в момент  $t_1$ :



Поскольку проекция скорости на эту ось равна  $g \cdot \sin \beta$ . То

Если радиус кривизны траектории  $R$ , нормальное ускорение  $a_n$

$$R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v^2}{g \cdot \sin \beta} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}.$$

ответ: 1)  $T = 3\text{с}$

2)  $h = 11,25 \text{ м}$

3)  $R = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$



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  
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!

1) ~~Т.к мяч находится~~

Т.к соприкосновения нет, то

горизонтальная составляющая - скорости

мяча неизменна и равна  $v_x$ . Т.к в

момента  $t_1$  и  $t_2$  модуль скорости

равна,  $v_x = \text{const}$ , то по модулю

равны и вертикальные составляющие,

при этом  $v_{2y} = -v_{1y}$ . Тогда

$$2v_{1y} = g(t_2 - t_1).$$

$$v_{1y} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{с}}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Пусть изначальная скорость мяча равна

$v$ , тогда пусть начальная вертикальная

составляющая равна  $v_y$ . То за время  $t_1$

$$v_{1y} = v_y - g t_1, \quad v_y = g t + v_{1y} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{с} + 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Тогда падёт длина } T = \frac{2 \cdot v_y}{g} = \frac{2 \cdot 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 3 \text{с}.$$

2) Максимальная высота  $H$  достигается через  $\frac{T}{2}$  и равна  $H = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{15^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$

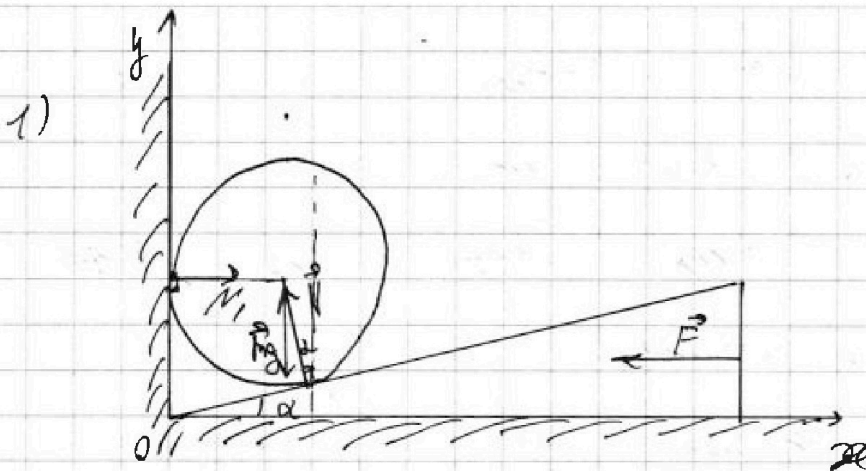


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 6

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!



Расставим силы, действующие на шар, с условием, что шар скользит.

В проекции на  $Ox$  для сил, действующих на шар:  $N_1 = N \cdot \sin \alpha$ .

По  $Oy$ :

$$mg = N \cdot \cos \alpha, \text{ то } \frac{N_1}{mg} = \frac{N \cdot \sin \alpha}{N \cdot \cos \alpha}, \text{ т.е.}$$

$N_1 = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha$ . При рассмотрении всей системы в проекции на  $Ox$ :

$$F = N_1, \text{ тогда } F = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

$$\alpha = 30^\circ, \text{ то } \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}, \text{ тогда } F = 1 \text{ кН} \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{кН}}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н.}$$

2) При всех остальных шарик  $g_0$





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

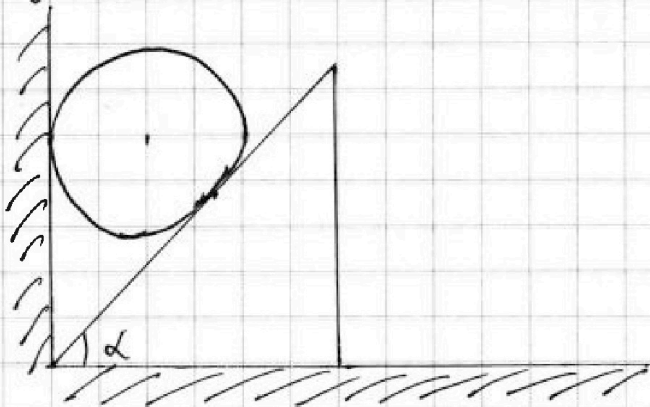
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 6

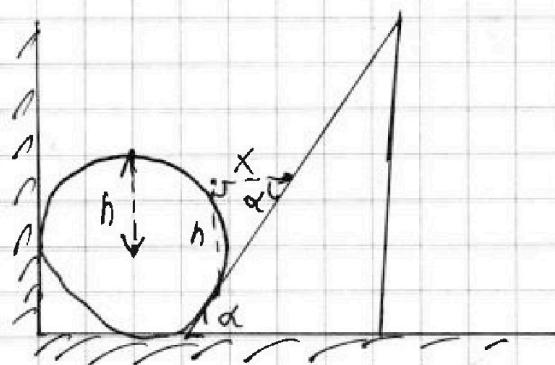
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

создания будет касаться стены (иначе бы он начал скатываться с клина), т.е. движение перестало быть место поступательным! и в концы - концы все равно концы стенки. Находим тогда кинематическую связь между перемещениями, скоростями и ускорениями шара и клина:

взяв начало:



В момент создания



все точки шара спустились на  $h$ ,



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  
3 из 6

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!

тогда и точка касания тоже отсутствует на  $n$ . Т.к. угол при нижней вершине клина  $\alpha$ , то и связь между обозначениями на рисунке  $x \cdot \operatorname{tg} \alpha = h$ ,  $x$  - перемещение клина. Рассмотрим малые перемещения времени  $\Delta t$  получим, что если скорость клина  $v_k$ , шарика -  $v_m$ , ускорения -  $a_k$  и  $a_m$ . Т.к.  $v_k = x'$ ,  $v_m = h'$ , где произвольная берется по времени, то  $a_m = a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha$  и  $v_m = v_k \operatorname{tg} \alpha$ . Т.к. сила трения отсутствует, то выполняемая ЗЦЗ, тогда:  $m g h = \frac{m v_k^2}{2} + \frac{m v_m^2}{2}$ . (т.к. масса одинаковая). Тогда  $g h = \frac{v_k^2 + v_m^2}{2}$ .  
 $g h = \frac{v_m^2 (1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha})}{2}$ , то  $2 g h = (1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}) v_m^2$   
 $v_m^2 = \frac{2 g h}{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}$ . Т.к. удар абсолютно упругий, то шарик полечет направлением скорости на противоположное, т.е. направится вверх. В первый раз его скорость



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 6

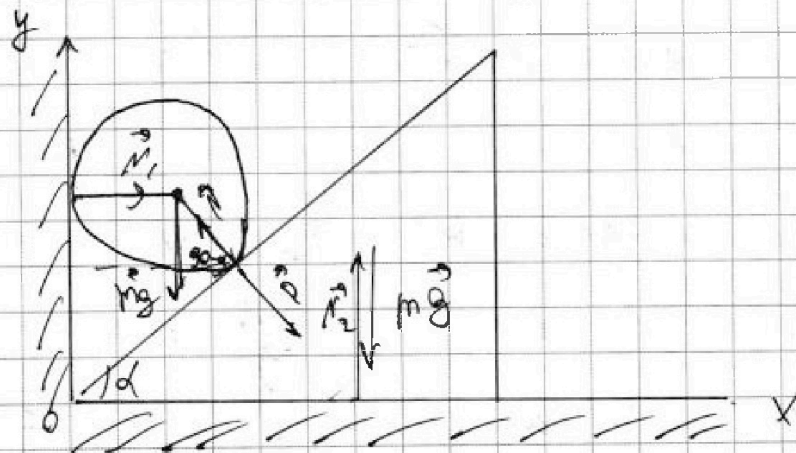
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

скорость равна 0 в высшей точке траектории на высоте  $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$  шарик при этом же уменьшается от стены!

$$\text{То } h = \frac{2gk(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha})}{2g} = k(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}) =$$

$$0,8 \text{ м} \cdot (1 + \frac{1}{\frac{1}{3}}) = 0,8 \cdot (1 + 3) = 3,2 \text{ м.}$$

3. Найти  $\alpha$  составили шара, гладкую поверхность на шар, если извержен  $\alpha$  и то, что  $a_k \cdot \tan \alpha = a_{ш}$ .



По 3-й координате  $N_1 = -P$ .

При в проекции на ось. На Oy:

$$ma_{ш} = mg - N_1 \cdot \cos \alpha$$

на Ox для шара:

$$ma_{ш} = N_1 \cdot \sin \alpha.$$



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 6

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!

Т.к.  $a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = a_{\text{н}} \cdot \sin \alpha$  получим:

$$m a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = mg - N \cdot \cos \alpha$$

$$m a_k = N \cdot \sin \alpha \quad \text{Тогда}$$

$$N = \frac{m a_k}{\sin \alpha}$$

$$m a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = mg - \frac{m a_k \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$a_k \left( \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) = g$$

$$a_k \left( \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = g$$

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

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

Тогда при  $\alpha = 30^\circ$  получим, что

$$a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{10\sqrt{3}}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

4) Найдем максимум функции выстрела. Пусть  $\sin \alpha = b$ , тогда

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - b^2}$$

$$b \sqrt{1 - b^2} = \sqrt{b^2 - b^4} \quad \text{Для нахождения}$$

параметра найдем максимум.

$-b^4 + b^2$  - парабола <sup>открытая вниз</sup> с вершиной вверху.

Ю максимум при  $b^2 = \frac{1}{-2} = \frac{1}{2}$  - в вершине параболы



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  
6 ИЗ 6

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!

Пока  $b^2 = \frac{1}{2}$ . То  $b^* = \pm \sqrt{\frac{1}{2}} = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}$

г.  $\sin \alpha > 0$ , то найдем, что  
максимум при  $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$ , г. е при

$$\alpha = 45^\circ.$$

5) Ускорение  $a_{\max} = g \cdot \sin 45 \cdot \cos 45 =$   
 $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{2}{4} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$

ответ: 1)  $F = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$

2)  $h = 3,2 \text{ м}$

3)  $\alpha = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

4)  $\alpha = 45^\circ$

5)  $a_{\max} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



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

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!

1) По условию видно, что зависимость объема шара, при том  $V(t) = V_0 (1 + \alpha (t - t_0))$ , где  $V_0$  - объем при  $0^\circ\text{C}$ ,  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  - начальная температура. Т.к. при  $t_0$  плотность шара равна  $\rho$ , а масса  $m$ , то  $V_0 = \frac{m}{\rho}$ .

Известно, что при  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$   $V(t_{100}) = \beta V_0$ .

Тогда  $\beta V_0 = V_0 (1 + \alpha (t_{100} - t_0))$ . То  $\beta = 1 + \alpha (t_{100} - t_0)$ .

$\alpha (t_{100} - t_0) = \beta - 1$ ,  $\alpha = \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}$ . Тогда при

температуре  $t$  объем шара равен

$$V(t) = V_0 (1 + \alpha (t - t_0)) = \frac{m}{\rho} \cdot (1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t - t_0)).$$

2) При температуре  $t_1$  объем равен

$$V_1 = \frac{m}{\rho} (1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_1 - t_0)).$$

$$V_2 = \frac{m}{\rho} (1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_2 - t_0)).$$

$$\text{Кл} \Delta V = V_2 - V_1 = \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_2 - \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_0 = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot (t_2 - t_1).$$

Подставив  $\Delta V = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{1360 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{0,018}{100^\circ\text{C}} \cdot 7^\circ\text{C} =$

$$\frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,018}{1360 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = \frac{14 \cdot 0,018}{1360} \text{ см}^3 = \frac{0,001 \cdot 18 \cdot 14}{1360} \text{ см}^3 =$$



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  
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!

$$0,0001 \cdot \frac{18 \cdot 14}{136} \text{ см}^3 = 0,0001 \cdot 1000 \cdot \frac{2 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 7}{34 \cdot 4} \text{ мм}^3 =$$

$$\cancel{0,01} \quad 0,1 \cdot \frac{2 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 7}{8 \cdot 17} \text{ мм}^3 = 0,1 \cdot \frac{9 \cdot 7}{17 \cdot 2} \text{ мм}^3 =$$

$$\frac{63}{340} \text{ мм}^3.$$

3. Считаю, что стекло не расширяется, если известно, что рассмотренные моменты отметками  $t_1$  и  $t_2$  равно  $\Delta$  получены:

$\Delta S = \Delta V$ ,  $S$  — площадь сечения термометра. По

$$S = \frac{\Delta V}{\Delta L} = \frac{63}{340 \cdot 50} \text{ мм}^2 = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2 -$$

площадь сечения колбы

ответ: 1)  $V(t) = \frac{m}{\rho} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t - t_0) \right)$

2)  $\Delta V = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_2 - t_1) = \frac{63}{340} \text{ мм}^3$

3)  $S = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$



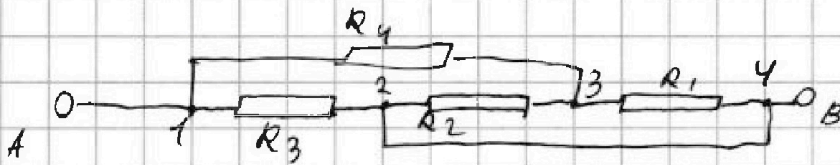
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

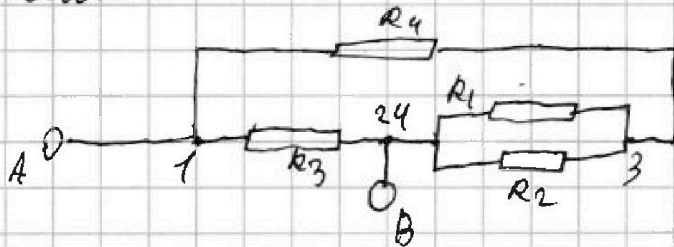
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

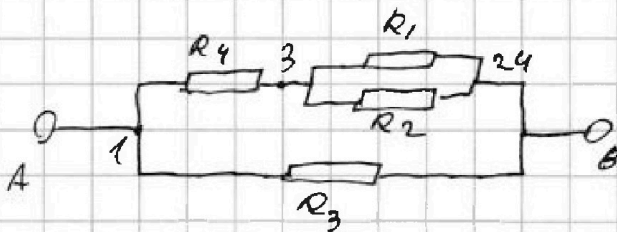
1)



Так как между точками 2 и 4 есть перемычка, то резисторы  $R_2$  и  $R_1$  соединены параллельно. Тогда эквивалентная схема:



Окончательная схема эквивалентная схема:



Параллельно соединены две ветви:

снизу с  $R_3$  и сверху, 4 ветви остаются. Метод резисторам. Сопротивление между точками

3 и 24  $R_{32} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$  (т.к. соединены параллельно).

$R_{32} = \frac{50 \text{ Ом} \cdot 20 \text{ Ом}}{50 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом}} = \frac{100 \text{ Ом}^2}{70 \text{ Ом}} = 1.43 \text{ Ом}$ . Сопротивление

верхней ветви тогда равно  $R_B = R_4 + R_{32}$  (т.к. соединены эти участки последовательно). Тогда

$R_B = 4 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}$ .





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!

Т.к в нижней ветви только резистор  $R_3$ ,  
то эквивалентно  $R_{экв} = \frac{R_6 \cdot R_3}{R_6 + R_3} = \frac{10 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} =$   
 $\frac{100}{20} \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}$  — эквивалентное сопротивление

2) Т.к по закону Джоуля — Ленца  $P = \frac{U^2}{R}$ ,  
тогда для всей цепи рассеиваемая  
мощность  $P = \frac{U^2}{R_{экв}}$ ;  $U = 10 \text{ В}$ ;  $R_{экв} = 5 \text{ Ом}$ .  
то  $P = \frac{100 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = 20 \text{ Вт}$ .

3) Напряжением на сопротивлении, и, соответственно,  
мощности, выделяющиеся на резисторах  
для  $R_3$  напряжение равно  $U_3 = U = 10 \text{ В}$ , то  
 $P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{100 \text{ В}^2}{10 \text{ Ом}} = 10 \text{ Вт}$ . Т.к в верхней ветви

$R_4$  подключен последовательно с участком 324, то  
 $U_{324} + U_4 = U = 10 \text{ В}$ . Так, ток, текущий через верхнюю  
ветвь равен  $I_6 = \frac{U}{R_6} = \frac{10 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$ . Тогда напряже-  
ние на  $R_4$  равно  $U_4 = R_4 \cdot I_6 = 6 \text{ В}$ . И мощность  
 $P_4 = \frac{U_4^2}{R_4} = \frac{36 \text{ В}^2}{6 \text{ Ом}} = 6 \text{ Вт}$ . Напряжение на  $R_1$  и  $R_2$  совпа-  
дет и равно тогда  $U_1 = U_2 = U_{324} = U - U_4 = 4 \text{ В}$ .  
то  $P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{16 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = 3,2 \text{ Вт}$ . то  $P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{16 \text{ В}^2}{20 \text{ Ом}} = 0,8 \text{ Вт}$ .

тогда  $P_2 < P_1 < P_4 < P_3$ . Минимальная мощность  $P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$ .  
Ответ: 1)  $R_{экв} = 5 \text{ Ом}$ ; 2)  $P = 20 \text{ Вт}$ ; 3) на  $R_2$ ;  $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$



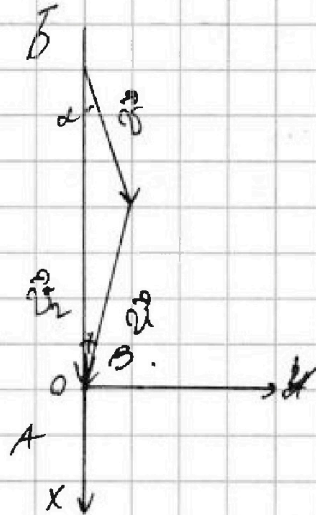
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 4

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!

аппарат при движении из Б в А:



т.к.  $\alpha$  и  $v_1$  остались прежними,  $v_2$

и  $v_1 \cdot \sin \alpha$  прежние  $\Rightarrow u \cdot \sin \beta$  - прежние  $\Rightarrow$

$u \cdot \cos \beta$  не изменилось. т.к. ветер дует

в противоположном направлении, то  $v_2 = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + v_1 \cdot \cos \alpha$ . Тогда маршрут из Б в А

обратно займет:

$$\begin{aligned} T &= \frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2} = S \left( \frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right) = S \left( \frac{1}{v_1} + \frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + v_1 \cos \alpha} \right) \\ &= \frac{1}{2S} \cdot \frac{2S \cdot \left( \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + v_1 \cos \alpha \right)}{u^2 - v^2} = \frac{2S}{u^2 - v^2} \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} \end{aligned}$$

Максимум скорости при максимуме подкоренного выражения т.к.  $\frac{2S}{u^2 - v^2} = \text{const}$ .  
Поиск корней:  $u^2 - v^2 \sin^2 \alpha$ . Максимум будет при минимуме  $\sin^2 \alpha$ . т.к. минимально значение



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!

$$\begin{array}{r} 3600 \cdot 2 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\frac{1}{9} \cdot 1$$

$$\frac{242}{1}$$

$$\begin{array}{r} 24 - 76 \\ \hline 220 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ + 96 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$\frac{600}{3}$$





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  
\_\_ 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!

$$\frac{63 \cdot 0,0001}{34 \cdot 50} = \frac{63}{170} \cdot 0,0001 \quad N.$$

18

51

$$\frac{15^2}{2 \cdot 10} = \frac{225}{20} = 11,25$$

$$\frac{225}{20} = 11,25$$

$$\frac{15 \cdot 2}{10} = 3$$

$$\frac{2 \cdot 96}{18} = 10,66$$

$$\frac{630}{1200} = 0,525$$

$$\frac{9600}{400} = 24$$

$$\frac{96}{4} = 24$$

$$\sqrt{2 \cdot 9600} = \sqrt{19200}$$

$$\frac{15 \cdot 2}{4} = 7,5$$

$$\frac{55}{4} \cdot 20 = 275$$

$$16 \cdot 0,6 = 9,6$$

$$9,6 \cdot 9,6 = 92,16$$

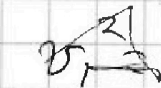
$$92,16 - 92,16 = 0$$

$$\sqrt{v^2 - 2^2 \cdot \sin^2 \alpha} - 2 \cdot \cos \alpha$$

$$\sqrt{v^2 - 2^2 \cdot \sin^2 \alpha} + 2 \cdot \cos \alpha$$

$$576 - 92,16 = 483,84$$

$$\frac{483,84}{92,16} = 5,25$$



$$v^2 = 2^2 + v_1^2 + 2 \cdot 2 \cdot v_1 \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{5}{v_1} + \frac{5}{v_2} = 5 \sqrt{\frac{\sqrt{v^2 - 2^2 \cdot \sin^2 \alpha} + 2 \cdot \cos \alpha + \sqrt{v^2 - 2^2 \cdot \sin^2 \alpha} - 2 \cdot \cos \alpha}{v^2 - 2^2 \cdot \sin^2 \alpha}}$$

$$2 \cdot 5 \frac{\sqrt{v^2 - 2^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{v^2 - 4}$$

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  
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!



$$V = V_0(1 + d(t - t_0))$$

$$B = 1 + d(t_{100} - t_0)$$

$$B - 1 = d(t_{100} - t_0)$$

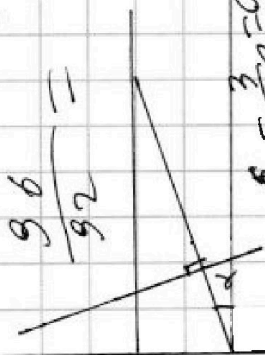
$$d = \frac{B - 1}{t_{100} - t_0}$$

$$V = V_0 \left( 1 + \frac{B - 1}{t_{100} - t_0} (t - t_0) \right)$$

$$22 - 12,8 = 9,2$$

$$\sqrt{350} = 18,7$$

$$576 - 256 = 320$$



$$\text{Pong} \quad \frac{510}{10} = 51$$

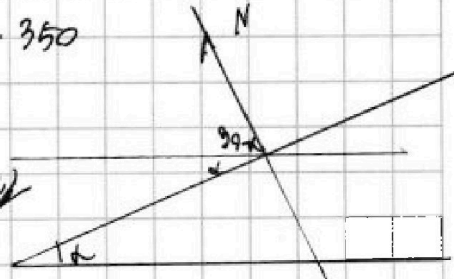
$$\frac{30}{20} = 1,5$$

$$\frac{6}{10} = 0,6$$

$$0,018 \quad 1600 \quad \sqrt{9 \cdot 350}$$

$$0,00018 \cdot 100 =$$

$$0,00018 \cdot 100 = 0,018$$



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

$$0,018 \cdot 100 = 1,8$$

$$\sin(90 - \alpha) = \cos \alpha$$

$$\frac{136}{12} = 11,33$$

$$\frac{12}{2} = 6$$

$$0,15$$

$$17 \cdot 18 \cdot 0,0001 = 0,0306$$

$$0,1 \cdot 17 \cdot 8 = 13,6$$

$$17 \cdot 8 \cdot \frac{2 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 0,0001}{17 \cdot 8} = 0,0001$$

$$\frac{236}{12} = 19,67$$

$$\frac{12}{16} = 0,75$$

$$\frac{78}{18,5} = 4,22$$

$$\frac{63 \cdot 0,0001}{17 \cdot 2} = \frac{63}{34} \cdot 0,0001$$

$$-22$$

$$22$$

$$2152$$

$$6142$$

$$2398$$

$$8$$