



10-76-27-28  
(76.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10-11 класс, вар. 1

Место проведения Москва  
город

+1 *[Signature]*

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по геологии  
профиль олимпиады

Горникова Ярослава Денисовича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

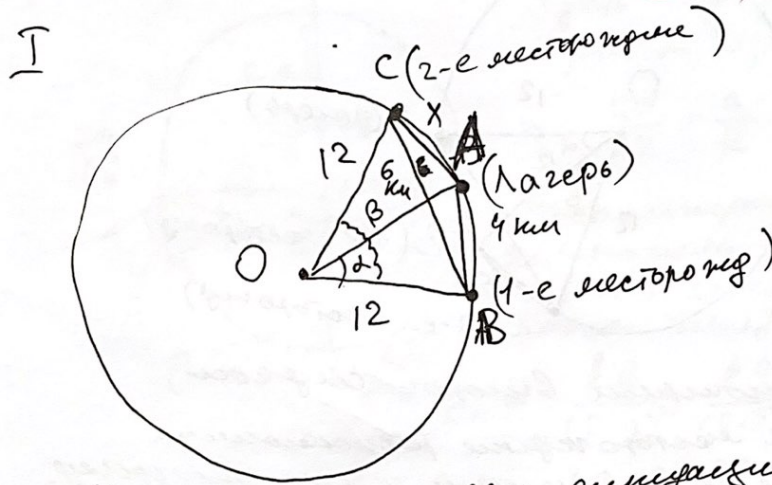
Дата  
«18» марта 2023 года

Подпись участника  
*[Signature]*

10-76-27-28  
(76.1)

Числовые  
Задание 1

Александр Ефимов  
Венатов



Рассмотрим две ситуации.  
В первом случае лагерь расположен между  
двумя местами, тогда  $AB = 4$  км,  $CB = 6$  км.  
Для равнобедр.  $\triangle C$  с углом  $\varphi$  при вершине, и стор.

а, длина основания равна  $l = 2a \sin \frac{\varphi}{2}$

Пусть  $\angle BOA = \alpha$ ,  $\angle BOC = \beta$ , тогда  
для равнобедр.  $\triangle AOB$  и  $\triangle COB$  получим:

$$4 = 2 \cdot 12 \sin \frac{\alpha}{2} \quad \text{и} \quad 6 = 2 \cdot 12 \sin \frac{\beta}{2}$$

(1)  $1 = 6 \sin \frac{\alpha}{2}$  и  $1 = 4 \sin \frac{\beta}{2}$  (2)

Рассмотрим  $\triangle AC$  по известным местоположе-  
ниям равно  $AC = 2 \cdot 12 \cdot \sin \frac{\beta - \alpha}{2} =$

$$= 24 \sin \left( \frac{\beta - \alpha}{2} \right) = 24 \left[ \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - \cos \frac{\beta}{2} \sin \frac{\alpha}{2} \right]$$

из (1) и (2) получим:  $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{6}$ ,  $\sin \frac{\beta}{2} = \frac{1}{4}$

Тогда  $\cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{1 - \frac{1}{36}} = \frac{\sqrt{35}}{6}$  и  $\cos \frac{\beta}{2} = \sqrt{1 - \frac{1}{16}} =$   
 $= \frac{\sqrt{15}}{4}$

Тогда  $AC = 24 \left[ \frac{1}{4} \cdot \frac{\sqrt{35}}{6} - \frac{\sqrt{15}}{4} \cdot \frac{1}{6} \right] = \sqrt{35} - \sqrt{15} =$   
 $= \sqrt{5} (\sqrt{7} - \sqrt{3})$  км.

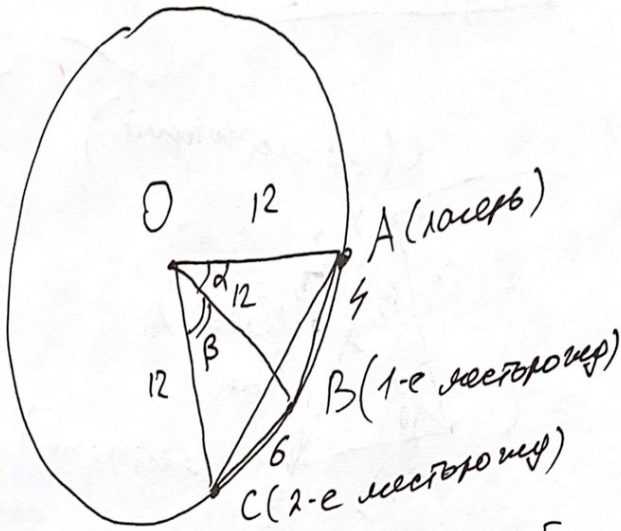
+

1

1/2/3/4/5/6/7  
15/10/20/15/15/15/90

Шешовик

II



Рассмотрим второй случай,  
когда 1-е место принадлежит расстоянию  
последнее между лавкой и 2-м местом.  
Тогда  $AB=4=2 \cdot 12 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ ;  $BC=6=2 \cdot 12 \cdot \sin \frac{\beta}{2}$   
 $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{6}$ ,  $\sin \frac{\beta}{2} = \frac{1}{4}$ ;  $\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{35}}{6}$ ,  $\cos \frac{\beta}{2} = \frac{\sqrt{15}}{4}$

Тогда найдем по формуле  
 $AC = 2 \cdot 12 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} = 24 \left[ \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2} + \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha}{2} \right] = 24 \left[ \frac{1}{6} \cdot \frac{\sqrt{15}}{4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{\sqrt{35}}{6} \right] = \sqrt{15} + \sqrt{35}$

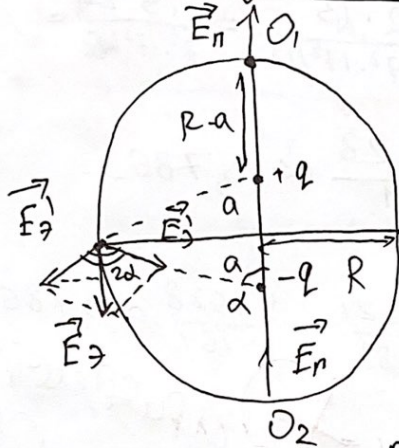
Ответ: в зависимости от расстояния между лавкой и 2-м местом относительно лавки, расстояние от лавки до второго места может быть равно  $\sqrt{35} - \sqrt{15}$  или  $\sqrt{15} + \sqrt{35}$  км

$L = \sqrt{35} - \sqrt{15}$  или  $L = \sqrt{35} + \sqrt{15}$  км

Волонтеры  
 ГРПК

10-76-27-28  
(76.1)

Шешовик  
Задача 2



Пусть радиус шара равен R, тогда

$$n = \frac{2a}{2R} = \frac{a}{R} = \frac{5}{12} \quad \checkmark$$

Рассмотрим напряженность эл. поля в точке северного полюса шара:

$$E_n = \frac{kq}{(R-a)^2} - \frac{kq}{(R+a)^2} = \frac{kq[(R+a)^2 - (R-a)^2]}{(R-a)^2(R+a)^2}$$

$$= \frac{kq(R+a-R+a)(R+a+R-a)}{(R-a)^2(R+a)^2} = \frac{kq \cdot 2a \cdot 2R}{(R-a)^2(R+a)^2} = \frac{4kqAR}{(R-a)^2(R+a)^2} \quad \checkmark$$

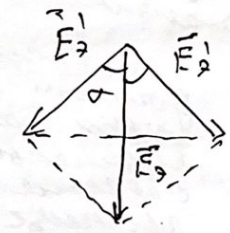
В точке южного полюса напряженность равна по модулю  $E_n$ , но обратна по знаку. ~~т.к. заряд -q расположен ближе~~  
 $\checkmark$  равна по модулю напряженности в точке северного полюса.  
 Напряженность из двух составивших

$\checkmark$   $E_2' = \frac{kq}{R^2+a^2}$  и направлена по касательной к поверхности в этой точке.

Этой точке, т.е. угол между двумя составившими равен  $2\alpha$ , где

$$\cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2+R^2}}$$

Тогда  $E_2 = 2 E_2' \cos \alpha =$   
 $= 2 E_2' \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2+R^2}} = \frac{2kq \cdot a}{(a^2+R^2)\sqrt{a^2+R^2}}$



Отношение  $\frac{E_n}{E_2} = \frac{4kqAR}{(R-a)^2(R+a)^2} \cdot \frac{(a^2+R^2)\sqrt{a^2+R^2}}{2kqa}$   
 $= \frac{2R(a^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}{(R-a)^2(R+a)^2} = \frac{2 \left(\left(\frac{5}{12}\right)^2 + 1\right)^{\frac{3}{2}}}{\left(1 - \frac{5}{12}\right)^2 \left(1 + \frac{5}{12}\right)^2} = \frac{2 \left(\frac{169}{144}\right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{7^2}{12^2} \cdot \frac{17^2}{12^2}} \Rightarrow$

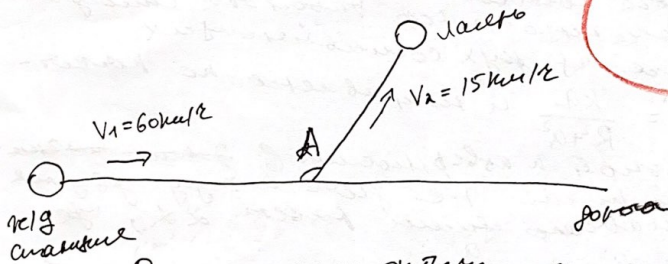
числовый

$$\Rightarrow \frac{E_n}{E_g} = \frac{2 \left( \frac{169}{144} \right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{7^2 \cdot 17^2}{12^2}} = \frac{2 \cdot 13^3}{7^2 \cdot 17^2 / 12} = \frac{13^3 \cdot 24}{7^2 \cdot 17^2} = \sqrt{\frac{169 \cdot 13 \cdot 24}{49 \cdot 289}} = \frac{52728}{14161} \approx 3,7863$$

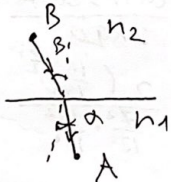
Ответ:  $\frac{E_n}{E_g} \approx \frac{169 \cdot 13 \cdot 24}{49 \cdot 289} = \frac{52728}{14161} \approx 3,7863 \approx 3,8$  раз

~~арифметическая прогрессия~~

Задача 3



Рассмотрим оптически однородную горизонтальную дорогу: как обычно, световые лучи распространяются по траекториям наименьшего времени, именно этим объясняется преломление лучей на границе двух сред и вытекающий отсюда закон Снеллиуса:



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta, \text{ где}$$

$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$  — отношение распр. скоростей света в каждой из сред

10-76-27-28 (76.1)

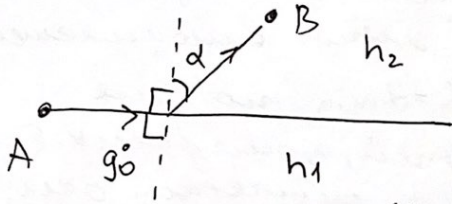
задание выделено цветом

A go  
и  
ст  
В сел  
лучей  
как г  
из B  
луч  
кв  
вет  
 $\frac{n_1}{n_2}$   
Тогда  
A =  
Ответ

луч  
боль  
луч  
прелом  
услов  
(по

10-76-27-28  
(76.1)

### Кинематика



и эту задачу можно представить как движение луча света вдоль

поверхности двух сред и последующий переход в более медленной среде  $n_2$  по закон преломления  $n$ , в силу закона обратности светового луча, свет может распространяться как прямая от  $A$  в  $B$ , так и обратная от  $B$  в  $A$  и наоборот, если угол  $\alpha$  будет

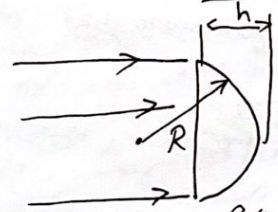
формулу - ~~выражение~~ ~~о~~ ~~минимизации~~ ~~нормы~~ ~~луча~~ ~~выражения~~ ~~о~~ ~~луча~~ ~~и~~ ~~к~~.  
 Итого:  $n_1 = n_2 \sin \alpha$ , а и к.

Задача  
Выпуклая  
Сфера

$\frac{n_1}{n_2} = \frac{h_2}{h_1}$ , то  $\sin \alpha = \frac{h_1}{h_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{15}{60} = \frac{1}{4}$   
 Тогда  $\sin \alpha = \frac{1}{4}$   $\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$

$A = \arcsin \frac{1}{4} + \frac{\pi}{2}$   
 Ответ:  $A = \arcsin \frac{1}{4} + \frac{\pi}{2}$   $A = \arcsin \frac{1}{4} + \frac{\pi}{2}$

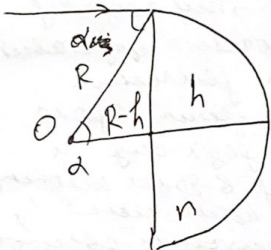
### Задача 4



$n_{max} < R$   
 Луч, улавливает на внутреннюю часть сферической поверхности, не пройдя через нее, если в точке падения угол падения ~~луча равен минимален~~ и больше или равен минималенному углу внутреннего отражения  $\alpha_{min}$ , при этом  $\sin \alpha_{min} = \frac{1}{n}$ . Найдем, что условие для  $n$  при  $\alpha$  в макс.

(Продолжение на след стр. →)

Частовик



Если для преломленного луча выполнено  $d = d_{min}$ , то для лучей, прошедших ближе к оптической оси,  $d < d_{min}$ , и лучи расходятся.

В нашем случае  $\sin \alpha = \frac{\sqrt{R^2 - (R-h)^2}}{R}$

~~В нашем случае  $\sin \alpha = \frac{h}{R}$~~

В крайнем случае, когда все лучи, направляемые на ось, сходятся в одной точке,  $d = d_{min}$  и  $h = h_{max}$ , т.е. при увеличении  $h$  будет увеличиваться и  $d$  у преломленного луча.

$\sin \alpha_{max} = \frac{\sqrt{R^2 - (R-h_{max})^2}}{R} = \frac{1}{h}$

~~В крайнем случае  $\sin \alpha_{max} = \frac{h_{max}}{R}$~~

$h = \frac{5}{4}$  и  $h_{max} = 2$  см. получаем:

~~Решение:  $\sin \alpha = \frac{h}{R}$   
 $\frac{1}{2} = \frac{h}{R}$   
 $R = 2h$   
 $R = 2 \cdot \frac{5}{4} = \frac{5}{2} = 2.5$  см~~

~~Решение:  $\sin \alpha = \frac{h}{R}$   
 $\frac{1}{2} = \frac{2}{R}$   
 $R = 4$  см~~

Ответ:  $R = 5$  см

6

задание выполнено верно

Как выгнуты

Для системы геооптики

1) Сейчас, мол, мы хотим более высокие виды во а также и Радар. (сигналы и релаксацию) увеличим расстояние а волны в ст. можем при по границе разности как же они будут описаны функцией и т.д. вы свое ли сигнал вот эти. Глубина в среде моря  $V = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ , где  $\rho$  — плотность зависит от а также т.е. Там какой-то эффект. на грани. если, вы сигнал на грани

ответ на вопрос

Тимонин

Задание 5

Как геолог определяет состав и внутреннее строение Земли?

Для изучения структуры внутренне строение Земли используют различные геофизические методы:

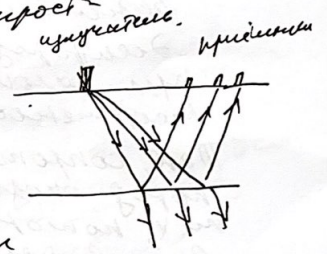
1) Сейсмографно - метод основан на том, что в разных слоях волны распространяются с разной скоростью. Более того, существуют несколько видов волн: продольные, поперечные, а также поверхностные; волны Лова и Рэлея. Скорость продольных волн выше скорости поперечных, поэтому они регистрируются первыми.

Изучением замедления скорости равнине амплитудное значение волны в среде, которая имеет непрозрачные для границы слоев, имеющих различные свойства, а также отражается. Поверхность волны отражается назад как фронтальной волной или импульсом. Глубину слоя можно вычислить, зная скорость волны в среде и время распространения. Известно скорость поперечных волн в среде можно вычислить по формуле

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

где E - модуль Юнга, а ρ - плотность.

Различная скорость распространения волн зависит от химического состава пород, а также от их физических характеристик. Так например, в твердых и жидких породах поперечные волны не распространяются. Из этого, что они исчезают на границе жидких и твердых сред, был сделан вывод о жидком строении внешней ядра Земли. Глубина границы его составляет 2900 и 5100 км.



обратная волна

+

ω  
мед  
δ  
и,  
тоб-  
 $\frac{R^2 - (R-h)^2}{R}$   
1  
ω  
1  
и  
уче  
= 1/5

23500

или  
также  
Амплитудно  
ВРРКО



Числовик

- 2) Локальное изменение плотности порных пород связывается на числами условия свободного расширения в той или иной мере.

Мембраны, которые характеризуются  $\nu$  имеют основную на числах  $\nu$  поровые условия расширения. Они направлены на выявление поровых структурных элементов в среднем верхнем слое в верхней части.

- 3) Электрометрия - примерная проверка соотношения пор, могут по их разветвлениям можно судить о среднем поре, ширине и различных соотношениях.

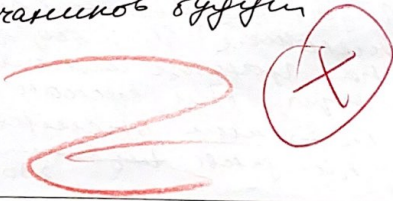
Электрометрия активно применяется при каротаже скважин и выявляет неортометричные и доломитовые пласты.

Так, сопротивление неортометричных пород оказывается гораздо выше, чем тех, которые содержат в себе трещиноватые воды.

- 4) Также при каротаже скважин можно использовать электрометрические методы в скважине. Разность потенциалов на трещине слое воды может быть функцией поров.

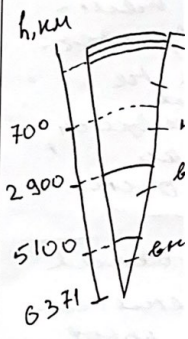
Так, например, если контактируется поров в проницаемой скважине выше, чем в водоносных условиях скважин, тоны будут функциями - неграфиком, а контактная поров и будет. Поэтому, контактные параметры контактирующей зоны и неграфиком будут описаны.

8



- 5) Ложка
- кап
- ш
- ср
- мф
- зо
- и
- В
- ув
- ср
- пр
- на
- та
- лет
- ме

- 6) Лю
- рег
- ра
- св
- вн
- Юли
- по
- на
- вн
- бос
- Сито
- Зел
- пом



Шеновик

5) Три бурения сверхглубоких скважин, как, например, на Кольской п-ове или в ЮАР, можно проследить существование состава пород с высокой плавкостью, силикатами и металлами - зольностью, химическим составом и наличием обилия радиоактивности.

В инициализируемых математически упрощенных породах могут содержаться керолиты - обломки пород верхней мантии, вынесенные на поверхность. Изучение их состава позволяет доложить представление о составе пород верхней мантии.

6) Любые внешние проявления геологической активности - вулканы, районы, тектоника, горячие источники, являющиеся источником и концентратом внутреннего строения Земли. Компьютерное моделирование позволяет установить сферическую модель на основе данных сейсмической активности и выявить наличие мезозонных и восточных магнитных полюсов (шпонов), ослабленных утолщений земной коры и зон сдвиговых напряжений, и т.д.



⊕ ответ полков

Тшшовик

Задача 6



Для изготовления  
 из бронзы  
 диаметр длина  
 цилиндра.

Угол (косость, сле-  
 зая поперек  
 при вершине  
 цилиндра)  
 замки практически  
 отсутствуют.

V

Можно при осевой  
 кривизне цилиндра,  
 поперек, поперек,  
 следа цилиндра,  
 следы цилиндра. Линия  
 максимального  
 перегиба кривизны  
 цилиндра - это  
 шероховатость. Для  
 изготовления из  
 бронзы ( $\alpha < 90^\circ$ ),  
 цилиндрические  
 цилиндры с  
 цилиндрическими  
 цилиндрами в  
 цилиндры.

Смазки

~~Смазка~~  
 За счет смазки  
 явление. В  
 поперечном  
 срезе блока.  
 При больших  
 диаметрах  
 цилиндра,  
 менее, в них  
 цилиндрические  
 цилиндры.

Блоки цилиндрические  
 цилиндры, цилиндры  
 цилиндры. В  
 цилиндры, кроме  
 цилиндры.

10

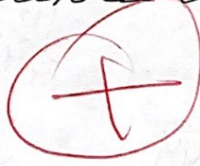
За  
78  
П  
K  
E

Мисловия

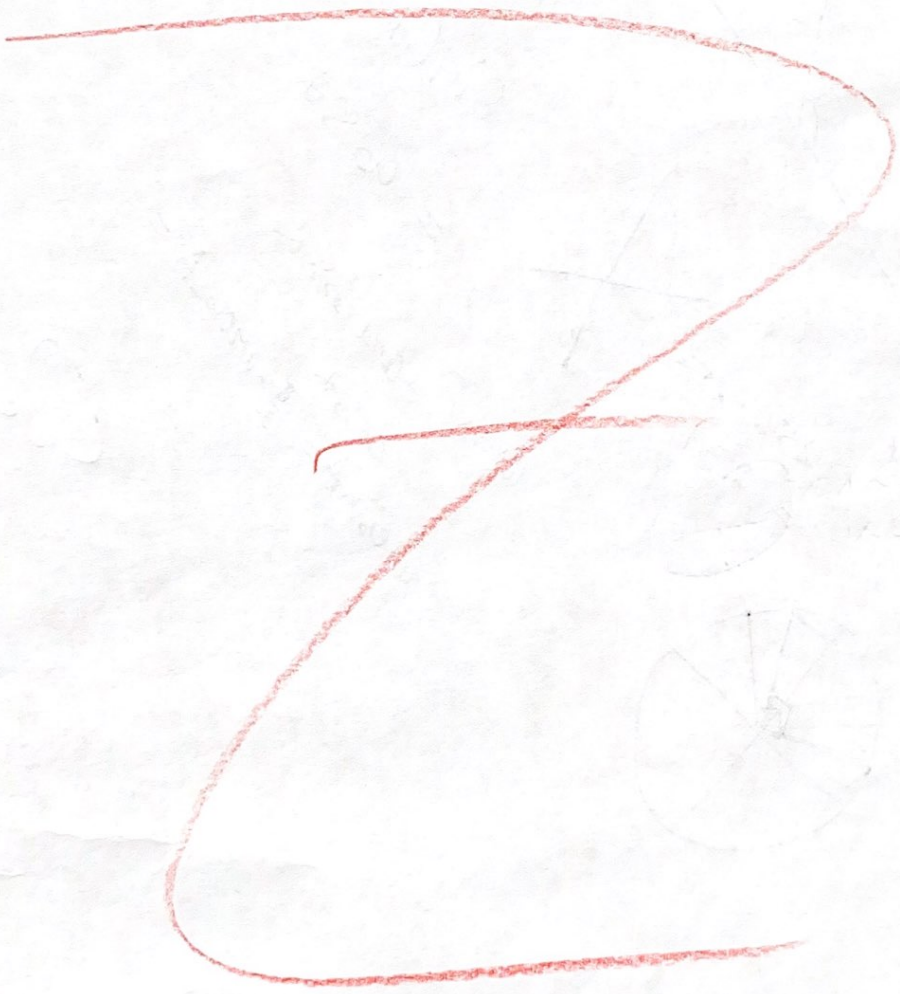
Они старовенные боси мисловия-  
Зобановими, мисловими.

Тан, о сагоные корбонашние пороги  
превращающиеся в драмоты, нектокики  
в кварциты.

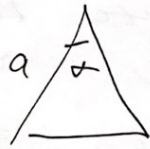
Многочисленные разрывные коруны-  
вилы, а также кристаллы графитовые  
зависят приводят к кристаллизации  
ориентации уже образованных  
сидеритов. Могут кристаллы их  
сформировать, но в итоге мисловия-  
галосия.



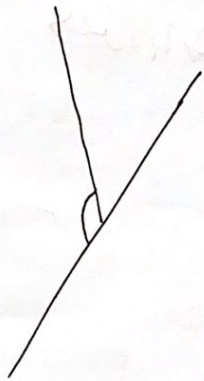
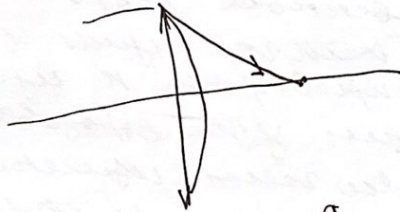
отчет  
полный



Черновик



$$b = a \sqrt{2 - 2\cos\alpha} = 2a \sin \frac{\alpha}{2}$$



$$\frac{25}{144} + 1 = \frac{169}{144}$$

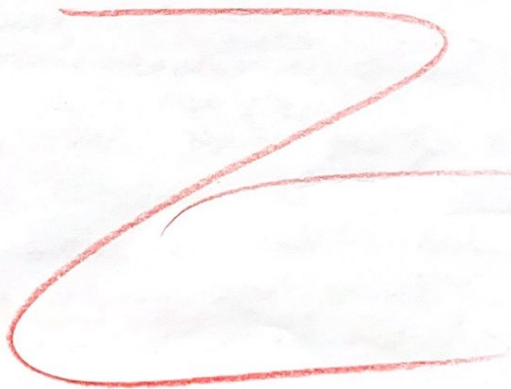
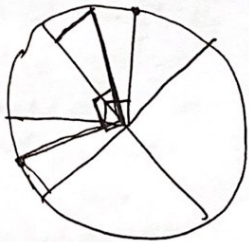
$$\sin(\theta + 90) = \cos \theta$$

$$256 - 25 = 231$$

$$\arcsin \cos \theta = \arccos \sin \theta$$

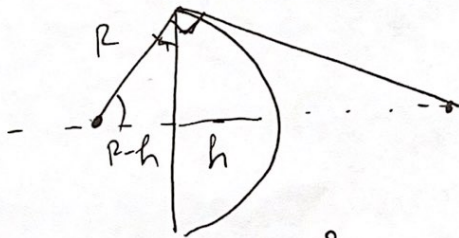
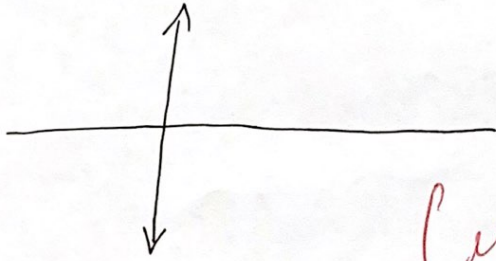
$$\arcsin \cos \theta = \frac{\pi}{2} - \arcsin \theta$$

Can



Черновик

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{1} \sqrt{1 - \frac{16}{25}}$$



$$\text{См } \sqrt{R^2 - (R-2)^2} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{R^2 - (R-2)^2}{R^2} = \frac{16}{25}$$

$$1 - \frac{(R-2)^2}{R^2} = \frac{16}{25}$$

$$F = \frac{h-1}{R}$$

$$1 - \left(1 - \frac{2}{R}\right)^2 = \frac{16}{25}$$

$$(R-h+F)^2$$

$$\frac{R-h}{R} = \frac{R-h+F}{R}$$

$$\frac{R}{R-2 + \frac{1}{4R}} = \frac{R-2}{R}$$

$$\frac{R}{R^2 - 2R + \frac{1}{4}} = R-2$$

$$\frac{R-h}{R} = \frac{R}{R-h + \frac{1}{4}}$$

$$\frac{R-2}{R} = \frac{R}{R-2 + \frac{1}{4R}} = \frac{R}{5R-2}$$

$$R^2 = 5R^2 + 4 - 8R$$

$$R^2 + 1 - 2R$$

$$R^2 - 2R + 1 = 0$$

$$R = 2$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{1} \sqrt{1 - \frac{16}{25}}$$

$$R = \frac{2}{1 - \sqrt{1 - \frac{16}{25}}}$$

$$= \frac{2}{1 - \frac{3}{5}} = \frac{2}{\frac{2}{5}} = 5$$

$$= \frac{\sin \alpha}{\sqrt{R^2 - (R-h)^2}}$$

Черновик

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 12 \\ \hline 338 \\ 1690 \\ \hline 2028 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 24 \\ \hline 52 \\ 260 \\ \hline 312 \end{array}$$

С

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 24 \\ \hline 128 \\ 640 \\ \hline 768 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ \times 6 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ \times 9 \\ \hline 2601 \\ 2601 \\ \hline 2601 \end{array}$$

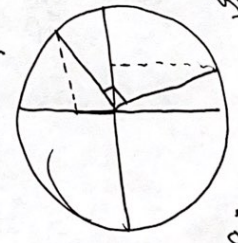
$$289 \cdot 50 - 289 = 14450 - 289 = 14161$$

$$\begin{array}{r} 10 \cdot 13 \\ \times 24 \\ \hline 130 \\ 200 \\ \hline 280 \end{array}$$

$$\frac{10 \cdot 13 \cdot 24}{49 \cdot 17} \approx 24$$

$$\begin{array}{r} -54628 \\ \times 289 \\ \hline 42483 \\ 111350 \\ 99127 \\ \hline 122230 \\ 113288 \\ \hline 89420 \\ 8986 \\ \hline 44540 \\ 42483 \\ \hline 2 \end{array}$$

$\arcsin \frac{1}{4} + 90^\circ$   
 $\arcsin x + \arccos x = \frac{\pi}{2}$   
 $\arccos(-\frac{1}{4})$   
 $\arcsin(90 - \arccos x) = 90 - \arccos x$

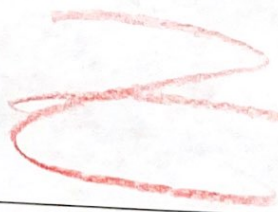


$$\begin{aligned} &= \frac{\sin(90^\circ + \alpha)}{\cos \alpha} \\ &= \frac{\cos(90^\circ + \alpha)}{\sin \alpha} \\ &= \frac{-\sin \alpha}{\sin \alpha} \\ &= -1 \end{aligned}$$

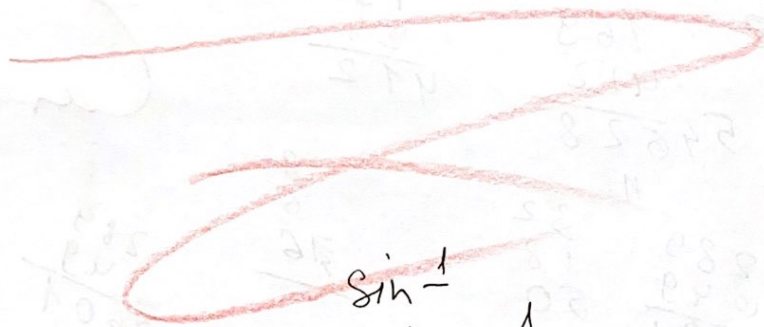
$$\begin{aligned} \sin A &= \cos \alpha \\ \cos \alpha &= \sin A \\ &= \sin \end{aligned}$$

$$90 - \arccos \frac{1}{4} + 90^\circ$$

$$A = 180 - \arccos x$$



Черновик



$$\sin \frac{1}{4}$$

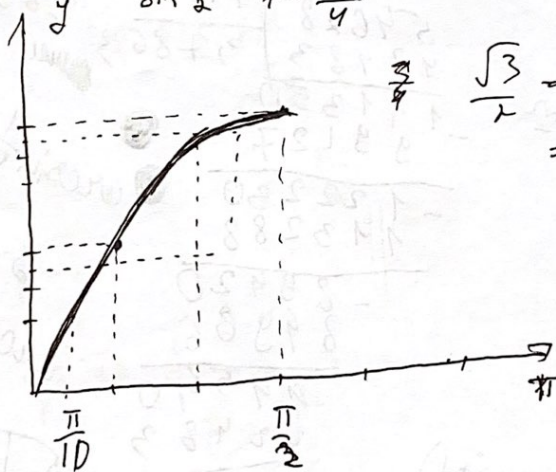
$$\text{or } \sin \alpha = \frac{1}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{\sqrt{15}}{8}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{\sqrt{15}}{4}$$

1,75  
1,8x



$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1,72}{2} = 0,86$$

