

Шифр: 11-10

Всероссийская олимпиада школьников  
Региональный этап

по физике

2019/2020

Ленинградская область

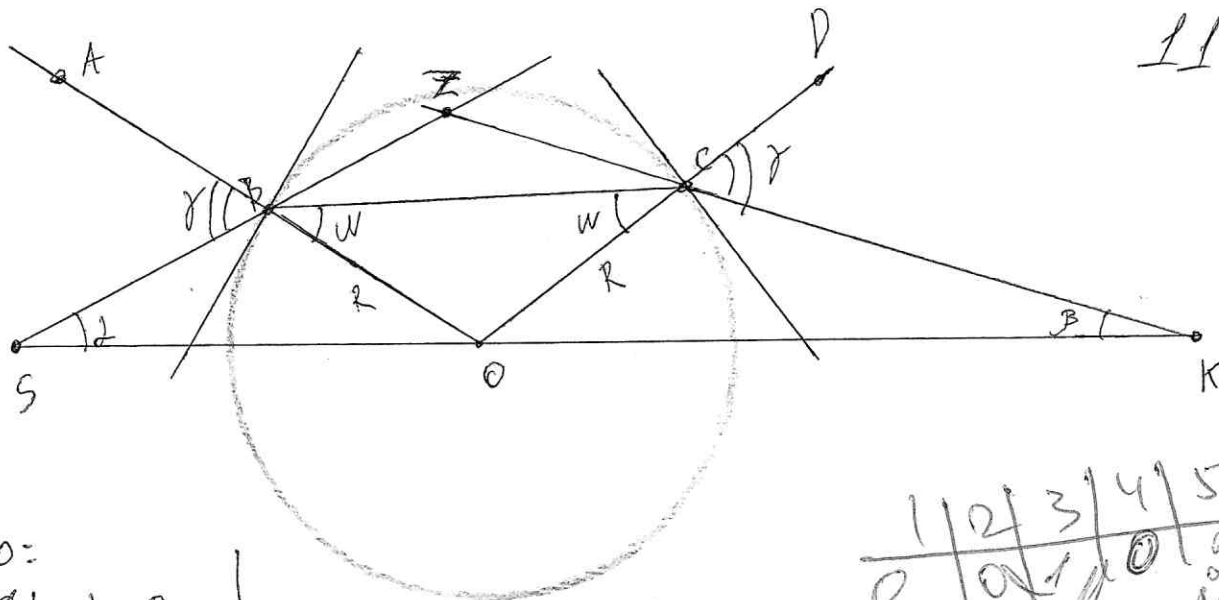
Район Выборгский

Школа 2-Светоррская

Класс 11<sup>А</sup>

ФИО Молчанов Иван

Юмариович



Дано:

1.  $n, \alpha, \beta, L$   
 $SK = L$

2.  $n = 2$   
 $\alpha = 60^\circ$   
 $\beta = 30^\circ$   
 $L = 10 \text{ см}$

Найти:  $\angle SO - ?$   
 $R - ?$

1	2	3	4	5	$\Sigma$
0	0	1	0	2	3

1. теорема Пелле

1. проведем лучи SB и KC, до пересечения  
 (-) Z, B и C - точки пересечения луча  
 сферы

2. восстановим касательные к точкам  
 B и C и перпендикуляры к ним, они  
 будут совпадать с радиусами BO и CO

3.  $\triangle BOC$  - равнобедренный  $m. BO = CO = R$  и, тогда  
 $\angle BCO = \angle CBO$  - это углы  $\angle BCO$  - угол падения и  
 $\angle CBO$  - угол преломления в разных переходах  
 если позволим переход из воздуха в воду левым, а  
 из воды в воздух правым, тогда левый переход  
 $\angle OVB, \angle CVO$  - является углом преломления в левом переходе  
 а  $\angle BCO$  - угол падения в правом переходе, то и  $\angle CBO$ :  
 $\angle BCO$ , то и углы в левом и правом переходах  
 или падения и преломления соответственно равны

4. обозначим угол падения в левом переходе  $\delta$ , а преломлен  
 $\eta$   
 5.  $\angle BOS = \angle ABE = \angle BSO$  - по правилу внешнего угла  $\angle ABS$

$$\angle BOS = \gamma - \alpha$$

$$\angle COK = \gamma - \beta - \text{около нуля}$$

$\angle SZK = 180 - \alpha - \beta$  - по правилу суммы углов треугольника, тогда  $\gamma = \omega + \angle ZBC$ ,  $\angle ZBC = \gamma - \omega = \angle ZCB$ , тогда  $\triangle ZBC$  - равнобедренный, тогда  $\angle ZBC = \angle ZCB$

$$\angle ZBC = \frac{180 - \beta - \alpha}{2} = \frac{\alpha + \beta}{2} = \angle ZCB$$

7.  $\gamma = \omega + \frac{\alpha + \beta}{2}$ , по закону преломления, при переходе границы двух сред:  $\sin \gamma = n \sin \omega$

$$\sin \gamma = n \sin \left( \gamma - \frac{\alpha + \beta}{2} \right)$$

$$\sin \gamma = n \sin \gamma \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} - \cos \gamma \cdot \sin \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$|\cdot \cos \gamma$   
м.к.  $\sin$ -не  
распредел.

$$\tan \gamma = n \tan \left( \gamma - \frac{\alpha + \beta}{2} \right)$$

$$\tan \gamma = \frac{\sin \frac{\alpha + \beta}{2}}{n \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} - 1}$$

$$\cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{\tan^2 \gamma + 1}}$$

$$\cos \gamma = \frac{(n \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} - 1)^2}{\sin^2 \frac{\alpha + \beta}{2} + n^2 \cos^2 \frac{\alpha + \beta}{2} - 2n \cos \frac{\alpha + \beta}{2} + 1} =$$

$$= \frac{n \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} - 1}{\sqrt{\sin^2 \frac{\alpha + \beta}{2} + (n \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} - 1)^2}}; \sin \gamma = \sqrt{1 - \cos^2 \gamma}$$

$$\sin \gamma = \sqrt{1 - \frac{n^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha + \beta}{2}}{\sin^2 \frac{\alpha + \beta}{2} + (n \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} - 1)^2}}$$

эмбли не парализован

8. необходимо для расчётов

8. по теореме синусов в  $\triangle SZK$ :

$$SK \cdot \sin \alpha = \frac{SK \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$KZ = \frac{SK \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

2.  $\Delta$   $SO$  и  $OK$ :  $BZ = X = ZC$ , по теореме синусов  $\frac{1}{2}$

$\Delta SO$  и  $\Delta OK$ :

11-10

$$\frac{SO}{\sin \gamma} = \frac{SZ - X}{\sin(\gamma - \alpha)} \quad \& \quad \frac{OK}{\sin \alpha} = \frac{ZK - X}{\sin(\gamma - \beta)}$$

$$SO + OK = SK$$

$$\frac{SK}{\sin \gamma} = \frac{SZ - X}{\sin(\gamma - \alpha)} + \frac{ZK - X}{\sin(\gamma - \beta)} \quad | \cdot \sin(\gamma - \alpha) \cdot \sin(\gamma - \beta)$$

$$\frac{SK \cdot \sin(\gamma - \alpha) \cdot \sin(\gamma - \beta)}{\sin \gamma} = SZ \cdot \sin(\gamma - \beta) - X \cdot \sin(\gamma - \beta) +$$

$$+ ZK \cdot \sin(\gamma - \alpha) - X \cdot \sin(\gamma - \alpha)$$

$$X = \frac{SZ \sin(\gamma - \beta) + ZK \cdot \sin(\gamma - \alpha)}{\sin(\gamma - \beta) + \sin(\gamma - \alpha)} - \frac{SK \cdot \sin(\gamma - \alpha) \cdot \sin(\gamma - \beta)}{\sin \gamma (\sin(\gamma - \alpha) + \sin(\gamma - \beta))}$$

$$X = BZ \quad SB = SZ - BZ$$

$$SO = \frac{BS \sin \gamma}{\sin(\gamma - \alpha)} \quad - \text{ по теореме синусов в } \Delta BS$$

$$BO = \frac{BS \sin \alpha}{\sin(\gamma - \alpha)} \quad BO = R \quad R = \frac{BS \sin \alpha}{\sin(\gamma - \alpha)}$$

$SO$  и  $R$  - найдены

2). Решение:

1. подставим величины в формулы:

$$\sin \gamma = 0,86268$$

$$BZ = 8,57968 \text{ см}$$

$$\cos \gamma = 0,50575$$

$$BS$$

$$ZS = 7,07106 \text{ см}$$

$$KZ = 12,25561 \text{ см}$$

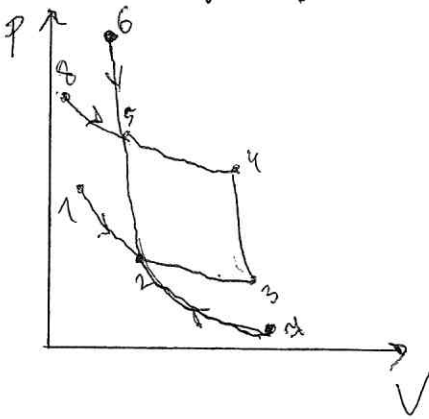
4-10 - 0

№ 11.3

т.к. графики параллельны осям координат, то  
всегда  $p \neq 0$  это изотермы и изобары.

$T > 0$  поэтому график находится выше оси  $O, u$ ,  
 $p > 0$  поэтому график лежит в I четверти.

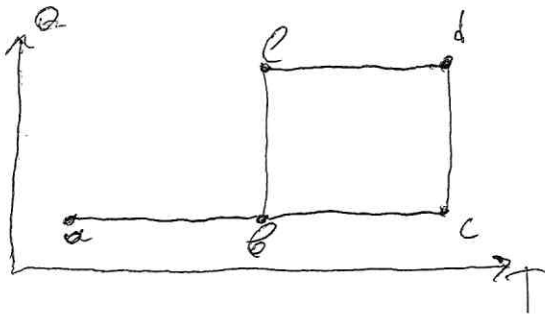
этому процессу могут соответствовать графики  
осей  $P, V$  :



точкам 1, 6, 7 и 8 соответствуют  
точки  $a, a$  для  $b, c, d, e, 2, 3, 4, 5$

во всех процессах начинающихся  
с 1, 8, 6 - отрицательная работа,  
за цикл, а при походе в 4 - работа

положительная, что соответствует расстановке осей :



- это и есть начальное  
расположение осей