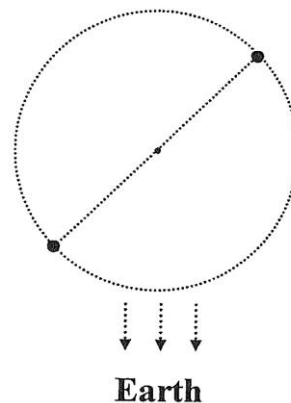


31.-(349)- El índice de refracción de un prisma se designa con  $n$ . a) Calcular la relación que existe entre el ángulo  $\alpha$  del prisma y el ángulo de incidencia  $i$ , para que se cumpla que la prolongación del rayo emergente  $e$ , sea perpendicular a la cara primera del prisma.  
b) Si  $n=1,4$  determinar a partir de qué valor de  $i$  no se puede cumplir la condición anterior.

32.-(370.-Dos lentes delgadas una convergente y otra divergente son coaxiales, tienen la misma distancia focal en valor absoluto y están separadas una distancia  $e$ . En el eje y a la izquierda de la lente convergente está colocado un objeto, siendo  $s_{o1}$  la distancia de la lente convergente al objeto. La imagen proporcionada por el sistema se forma en el infinito. Calcular el valor de  $s_{o1}$  en función de la distancia focal de la lente convergente y de  $e$ . Hacer un esquema de la marcha de los rayos si la distancia focal de la lente convergente es  $+10\text{ cm} = 10\text{ cm}$  y  $e = 5\text{ cm}$ .

33. (395.-Aproximadamente la mitad de las estrellas del firmamento son binarias, esto es, dos estrellas girando alrededor de un punto fijo, movimiento originado por su atracción mutua gravitatoria. Debido a que ambas estrellas se encuentran próximas entre sí al comparar esa distancia con respecto a nosotros en la Tierra, es por lo que aparecen como una sola estrella en el firmamento.

Considerar un sistema binario formado por dos estrellas de la misma masa que el Sol, siendo la distancia entre ellas una unidad astronómica (aproximadamente  $1,5 \cdot 10^{11}\text{ m}$ ). Ambas giran alrededor de un punto fijo describiendo circunferencias.



Propuesto en las Olimpiadas de Hong Kong

a) ¿Dónde se encuentra ese punto fijo?

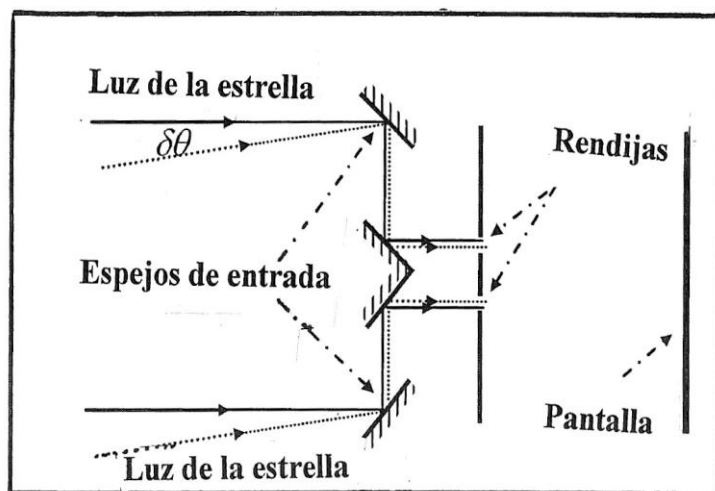
b) Determinar el periodo de revolución expresándolo en años terrestres.

$$G=6,67 \cdot 10^{-11}\text{ N m}^2\text{kg}^{-2} ; M_{\text{Sol}} = 1,989 \cdot 10^{30}\text{ kg}$$



f) El *Stella Interferometer* se utiliza para medir con precisión la separación angular entre las dos estrellas. Como se indica en la figura la luz proveniente de las estrellas se puede considerar como dos haces paralelos anchos de longitud de onda 500 nm. Una onda (onda 1) que viene de una de las estrellas incide normalmente sobre los espejos de entrada, otra onda (onda 2) procedente de la otra estrella incide con un pequeño ángulo sobre la perpendicular. Cada onda se divide a su vez en dos por los dos espejos de la entrada.

La distancia entre los espejos es  $D$ . No hay desfase entre los dos haces de luz en los que se divide la onda 1.



Stella Interferometer

Encontrar la diferencia de fase entre las dos ondas reflejadas a partir de la onda 2.

g) Las ondas son conducidas a dos rendijas dispuestas como en el experimento de Young. Considérese que no hay diferencia de recorrido de ambas ondas a través de la entrada superior y de la entrada inferior. Si en la pantalla se superponen las franjas brillantes de interferencia de luz de una estrella se superponen con las de interferencia oscura de la otra estrella, determinar la distancia mínima entre los espejos de la entrada.

En un experimento real los espejos de entrada se desplazan lentamente hasta que las franjas de la pantalla desaparecen.

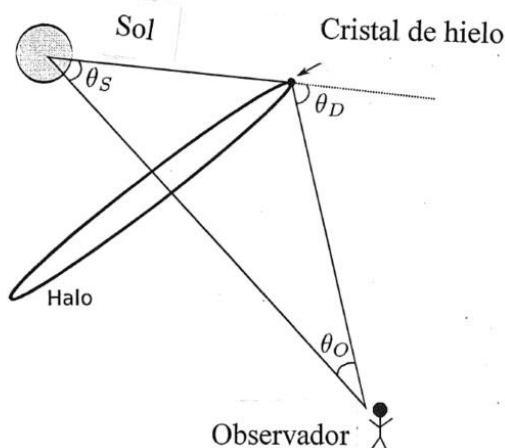
**34. (405.)- El fenómeno del halo  
Olimpiadas de Suiza 2013**

*Mirando al cielo es posible observar en alguna ocasión halos luminosos como el representado en la figura 1.*



**Fig.1**

*Este fenómeno óptico se origina por la refracción de los rayos del Sol a través de los cristales de hielo formados en los cirroestratos, nubes que se encuentran a una altitud de aproximadamente 5,5 km. La figura 2 ilustra este fenómeno.*



**Fig.2**

**Esquema de la formación de un halo**

*Se pretende encontrar el ángulo de desviación  $\theta_D$  y entender el fenómeno del halo. A partir de ahora se trabajará en dos dimensiones. Datos : índice de refracción del aire  $n_A=1$  y del hielo  $n_H=1,31$*

**Parte A**

**1.- Consideremos un cristal de hielo de forma hexagonal ¿Por qué cara saldrá el rayo refractado para que dé lugar a un halo?**

2.- Expresar las relaciones de los ángulos que intervienen en la marcha de los rayos a través del cristal, siendo  $n_A$  el índice de refracción del aire y  $n_H$  el del hielo

En el grafico de la figura, 4, se representa en el eje de abscisas los ángulos de incidencia y en el de ordenadas los valores que adquieren los ángulos de refracción en la primera cara y el de desviación. Observe que el ángulo de desviación presenta un mínimo de unos  $22^\circ$ .

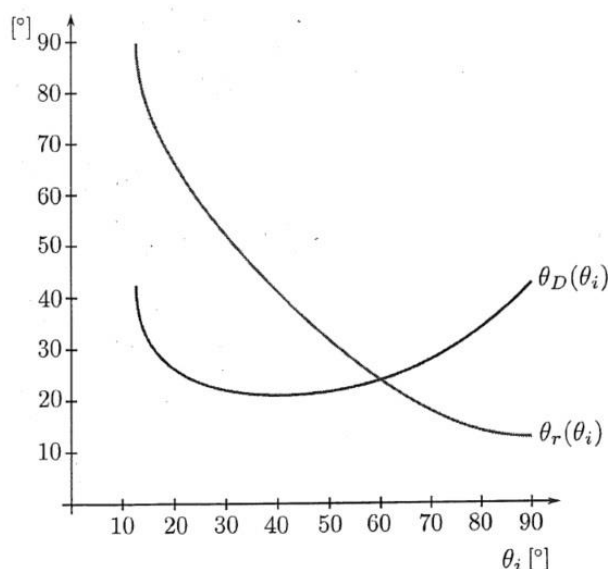


Fig.4

3.- Justificar mediante el cálculo la zona vacía correspondiente al ángulo de incidencia  $i \in [0^\circ, 13,5^\circ]$ .

4.- ¿Cuál es el ángulo  $\theta_D$  de un halo?

5.- ¿En la figura 1 se puede observar que la zona interior del halo es más oscura que la exterior ¿Por qué?

6.- Para un observador situado sobre el suelo el tamaño del halo debe corresponder a  $\theta_0$  de acuerdo con la figura 1. Por qué es, no obstante, razonable afirmar que el tamaño puede definirse a partir de  $\theta_D$

:

7.- La observación atenta de un halo permite discernir un espectro de la luz a lo largo de la circunferencia del halo. Teniendo en cuenta que el índice de refracción del hielo es función de la longitud de onda según la ecuación

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

Respecto al centro del halo y los colores rojo y azul cuál estará en el interior y cuál en el exterior.

Nota. Uno de los autores de esta web consiguió fotografiar un halo luminoso en las cercanías de Madrid.



35. (414).-Una carretera tiene un ancho  $D = 20 \text{ m}$ . En uno de sus bordes se colocan dos altavoces idénticos separados entre sí una distancia  $2d$ . Sea  $M$  el punto medio de la recta que une los altavoces y  $O$  el punto que se encuentra enfrente de  $M$  en el otro borde de la carretera. Los dos altavoces está alimentados por una corriente de  $f=50 \text{ Hz}$ , estando ambos en fase, siendo la velocidad del sonido  $340 \text{ m/s}$ . Determinar los máximos y mínimos que se producen a la derecha e izquierda de  $O$ , para:  $2d=10 \text{ m}$ . Si se aumenta la distancia entre los altavoces calcular las posiciones de los máximos y mínimos.

**Nota .Si este problema se resuelve gráficamente es preciso el uso de una hoja de cálculo.**

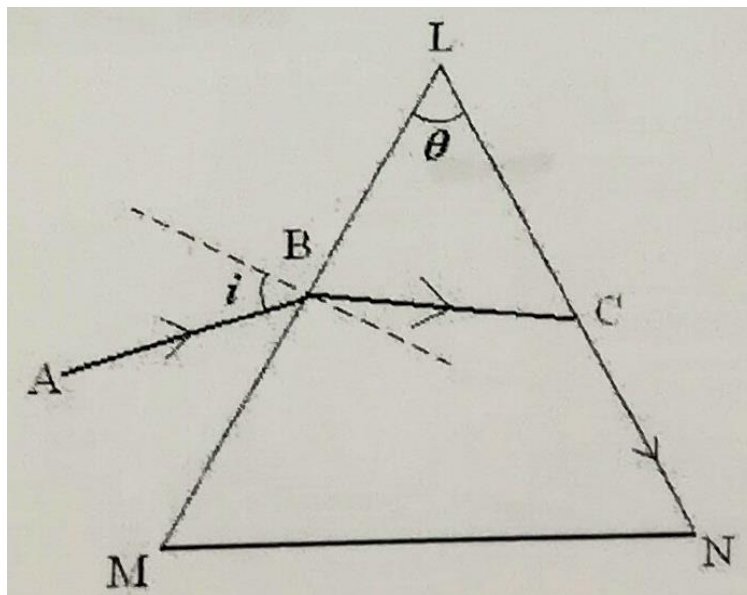
36. (440.-) Una radiación de  $\lambda = 480 \text{ nm}$  que proviene de dos fuentes coherentes que distan entre sí  $120 \mu\text{m}$  inciden sobre una pantalla que dista de las fuentes  $3,6 \text{ m}$ .

a) Se pide la distancia entre dos mínimos consecutivos del patrón de interferencia que aparece en la pantalla. ¿Cuál sería la distancia si la longitud de onda fuese  $650 \text{ nm}$ ?

b) Si las longitudes de onda fuesen  $480 \text{ nm}$  y  $600 \text{ nm}$ , cuándo se produce la primera coincidencia de máximos aparte del máximo principal.

c) Si las longitudes de onda fuesen  $550 \text{ nm}$  y  $962,5 \text{ nm}$ , cuándo se produciría coincidencia entre un mínimo de  $\lambda = 550 \text{ nm}$  con un máximo de  $\lambda = 965,5 \text{ nm}$

37. (453).- Un rayo de luz  $AB$  incide desde el aire con un ángulo  $i$  sobre una cara del prisma  $LMN$  ( ver figura ).



El rayo después de la refracción se desplaza a lo largo de  $CN$  en el aire. El ángulo del prisma es  $\theta$ . Comprobar que el índice de refracción  $n$  del prisma esta determinado por la ecuación

$$n = \left[ 1 + \left( \frac{\text{sen } i + \cos \theta}{\text{sen } \theta} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

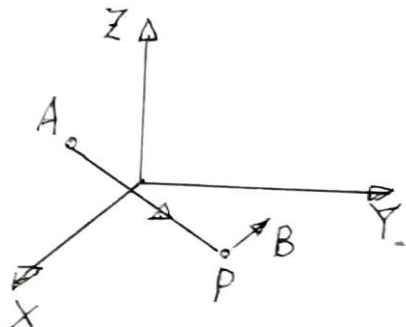
Olimpiadas de India.

38.- (506).- Dos rayos inciden sobre un espejo esférico cóncavo de radio  $R = 5 \text{ cm}$ . Estos rayos son paralelos al eje óptico del espejo siendo sus distancias al citado eje  $h_1 = 3 \text{ cm}$  y  $h_2 = 0,5 \text{ cm}$ . Los rayos reflejados en el espejo cortan al eje óptico. Se pide la distancia que existe entre los dos puntos de corte.

Olimpiadas de Moscú

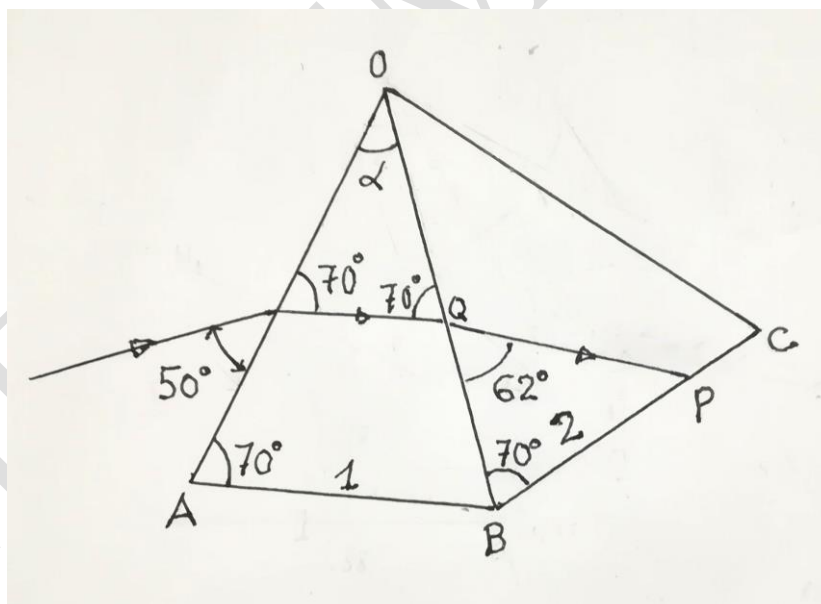


39. (531).- Un espejo plano esta situado en el plano  $Z=0$ . Desde  $A$ , de coordenadas  $(2,0,2)$  parte un rayo luminoso el cual incide en el punto  $P$  del espejo y después de reflejarse alcanza el punto  $B$  de coordenadas  $(2, 5, 1)$ .



- Aplicando el principio de Fermat deducir las coordenadas del punto  $P$ .
- Calcular los ángulos de incidencia y reflexión

40.-(538).- En la figura se representan las secciones de dos prismas 1, y 2 con índices de refracción  $n_1$  y  $n_2$  respectivamente y la marcha de un rayo luminoso.



Se pide

- Los índices de refracción  $n_1$  y  $n_2$
- El ángulo que forma el rayo que sale del punto  $P$  del segundo prisma respecto a  $BC$
- Para qué valor del ángulo de incidencia en la cara  $OA$  el rayo luminoso al llegar a la cara  $BC$  se refleje

41.-(553).- Una fuente de rayos luminosos se encuentra en  $S$  a una altura  $h$  respecto de una semiesfera de radio  $R$ , e índice de refracción  $n=1,5$ , tal como indica la figura inferior. Los rayos refractados llegan a la base circular de la semiesfera a una distancia que designamos con  $x$ .

a) Se pide establecer las ecuaciones que permitan calcular la distancia  $x$  en función del ángulo de incidencia. Dibujar la gráfica de  $x$  frente al ángulo de incidencia y determinar el radio de la mancha de luz en la base de la semiesfera, siendo  $R=10\text{ cm}$  y  $h=3\text{ cm}$

b) Calcular el radio máximo de la mancha para valores de  $h$  comprendidos entre  $0,05\text{ cm}$  y  $10\text{ cm}$ , siendo  $R=10\text{ cm}$ . Representar los  $h$  anteriores frente a los valores máximos.

Este problema requiere utilizar una hoja de cálculo

