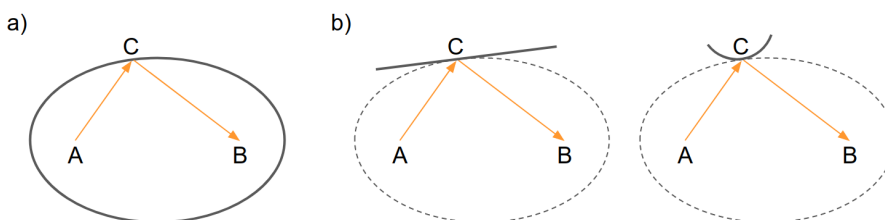


## Principio de Fermat

1. Considere un rayo que parte del punto  $A = (0, 1, 0)$ , se refleja en un espejo plano situado en el plano  $xz$ , y finalmente pasa por el punto  $B = (4, 3, 0)$ . Emplee el principio de Fermat para responder las siguientes preguntas. Interprete físicamente los resultados.
  - a) ¿En qué punto sobre el plano del espejo se produce la reflexión?
  - b) ¿Cuánto valen los ángulos de incidencia y reflexión?
  - c) Un rayo directo entre  $A$  y  $B$  recorre un menor camino óptico que el hallado en los ítems  $a$  y  $b$ , ¿es esto contradictorio?
2. A partir del principio de Fermat, deduzca la ley de Ibn Sahl-Snell para la refracción de la luz entre dos medios con índices de refracción  $n_1$  y  $n_2$ , separados por una superficie plana.
3. Considere un espejo elíptico con focos  $A$  y  $B$ . En  $A$  hay una fuente puntual. Uno de los rayos emitidos por la fuente impacta en el punto  $C$  y se refleja hacia el otro foco  $B$ .
  - a) Muestre que el camino óptico del rayo mencionado es estacionario en la elipse.
  - b) Considere ahora que se reemplaza la elipse por un espejo plano o uno esférico, tangentes a la elipse en el punto  $C$ . Determine cualitativamente si el camino óptico del rayo que impacta en  $C$  es máximo, mínimo o estacionario cuando se refleja en cada uno de los espejos.

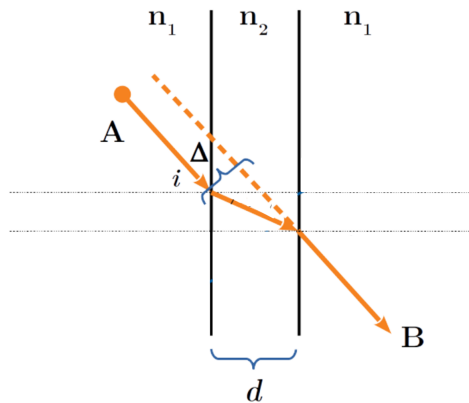


## Reflexión y refracción

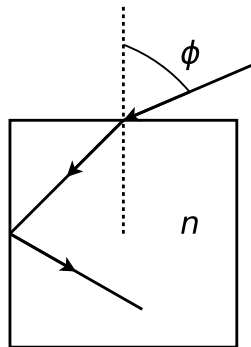
4.
  - a) Un rayo de luz llega a una interfaz aire-líquido con una inclinación respecto a la normal de  $55^\circ$ . El rayo refractado se transmite formando un ángulo igual a  $40^\circ$ . ¿Cuál es el índice de refracción del líquido?
  - b) Un haz de luz incide desde aire sobre una lámina de vidrio de índice de refracción desconocido y espesor  $d$ . Al otro lado del vidrio hay agua ( $n_{\text{agua}} = 1.333$ ). El ángulo de incidencia en la interfaz aire-vidrio es  $30^\circ$ . Calcule el ángulo que el rayo refractado forma con la normal a la superficie en el agua.
  - c) Un rayo de luz se propaga en un medio cuyo índice de refracción es  $n_1 = 2$ . Dicho rayo incide sobre otro medio de índice de refracción  $n_2 = 1.5$ , formando un ángulo de  $30^\circ$  respecto a la normal a la superficie de separación. Calcule el ángulo que forma el rayo transmitido con la normal a la superficie. ¿Con qué inclinación mínima debería incidir el rayo para que no haya transmisión?

5. Considere un rayo que incide sobre una lámina de caras paralelas de espesor  $d$  inmersa en un medio único.

- Demuestre que el rayo incidente no se desvía al atravesarla (es decir, que el rayo emergente B tiene la misma inclinación que el rayo incidente A).
- Calcule el desplazamiento lateral  $\Delta$  en términos del espesor y el índice de refracción de la lámina.
- Demuestre que el rayo que se refleja en la primera cara y el que emerge luego de reflejarse en la segunda son paralelos.
- Si el medio exterior es único, ¿existe algún ángulo de incidencia tal que produzca reflexión total en la segunda cara?



6. Un rayo incide con ángulo  $\phi$  sobre la superficie horizontal de un cubo de material transparente, de índice  $n$ , inmerso en aire.



- ¿Para qué valores de  $\phi$  hay reflexión total en la cara vertical?
  - Si  $\phi = 60^\circ$ , ¿cuál es el máximo  $n$  para que no haya reflexión total en la cara vertical?  
¿Se puede reflejar totalmente en la cara superior?
7. Los índices de refracción de cierta clase de vidrio para las longitudes de onda correspondientes al rojo ( $\lambda_{\text{rojo}} \sim 665 \text{ nm}$ ) y violeta ( $\lambda_{\text{violeta}} \sim 470 \text{ nm}$ ) valen 1.51 y 1.53, respectivamente.
- Halle los ángulos límite de reflexión total para rayos de luz que incidan en la superficie de separación vidrio-aire, para esas longitudes de onda.
  - ¿Qué ocurre si un rayo de luz blanca incide formando un ángulo de  $41^\circ$  sobre dicha superficie? **Sugerencia:** Extrapole el índice de refracción para longitudes de onda visibles a partir de la información para las longitudes extremas del mismo, y determine el comportamiento en función de la longitud de onda.

---

## Prismas

8.
  - a) Calcule analíticamente el ángulo de desviación mínima del prisma. Justifique por qué este valor es único. Haga un gráfico cualitativo de la desviación como función del ángulo de incidencia.
  - b) Calcule la desviación mínima para prismas delgados, en función de los datos constructivos.
  - c) Si el prisma es delgado y el ángulo de incidencia es pequeño, calcule la desviación.
9.
  - a) En un vidrio óptico común se propaga un haz de luz blanca, ¿qué componente viaja más rápido: la roja o la violeta?
  - b) ¿Para cuál de ambos colores será mayor la desviación en un prisma? ¿Qué puede decir del ángulo de desviación mínima? Justifique sus respuestas.
10. Dado un prisma de vidrio crown<sup>1</sup> de ángulo  $\alpha = 4^\circ$  calcular, para las líneas de absorción de Fraunhofer **F** ( $\lambda_F = 486.134 \text{ nm}$ ), **D** ( $\lambda_D = 589.293 \text{ nm}$ ) y **C** ( $\lambda_C = 656.281 \text{ nm}$ ), las desviaciones de rayos que inciden casi perpendicularmente. Los respectivos índices de refracción son:  $n_F = 1.513$ ;  $n_D = 1.508$  y  $n_C = 1.504$ .

---

<sup>1</sup>El vidrio crown se caracteriza por tener muy baja dispersión cromática.