

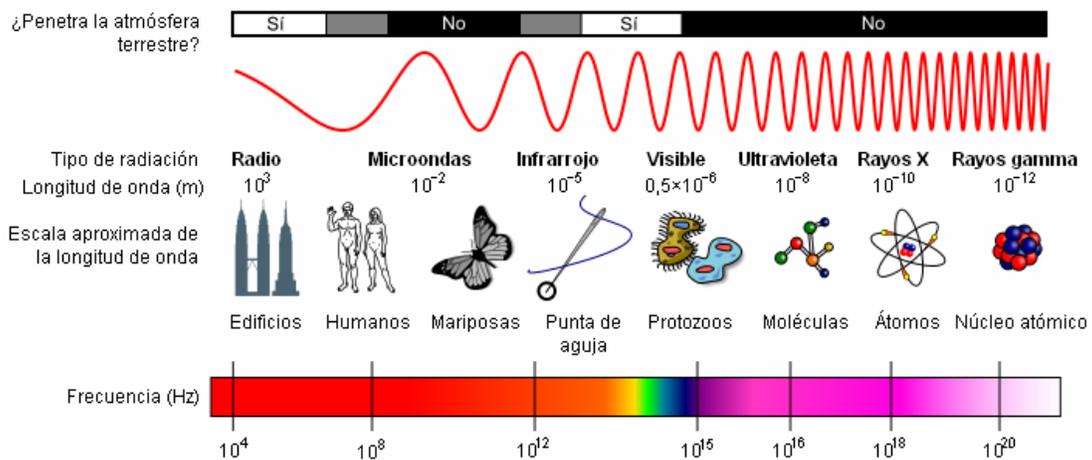
8. Qué es la luz, cómo mirarla y qué podemos mirar con luz

Material de lectura sugerido:

- *Física para la ciencia y la tecnología. Mecánica. Oscilaciones y ondas. Termodinámica.* Paul A. Tipler. Cap. 31
- *The Feynman Lectures on Physics.* Richard Feynman. Cap. 35-36
- *Molecular Biology of the Cell.* Alberts et al. Cap. 9: Visualizing Cells

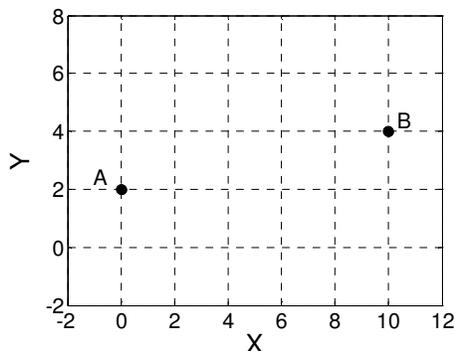
Problemas para hacer y discutir en clase:

- 1) *¿A qué llamamos luz?* El espectro electromagnético muestra una descripción continua de las ondas electromagnéticas caracterizándolas por su energía, su frecuencia o su longitud de onda, y abarca desde las ondas de radio ($\lambda \sim 10^3$ m) hasta los rayos X ($\lambda \sim 10^{-12}$ m). Lo que comúnmente llamamos luz es una región de este espectro comprendida entre los 400 y 700nm.

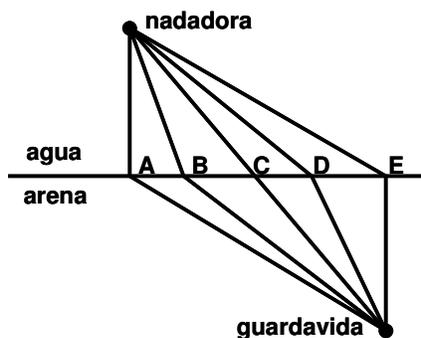


- a) En base a esto, discuta si existe o no una distinción física entre la "luz visible" y el resto de las ondas del espectro. Si piensa que sí, ¿cuál es esta distinción? Si piensa que no, ¿a qué llamamos entonces luz?
- b) ¿Conoce algún ejemplo de organismos capaces de sensor otras regiones del espectro electromagnético?

- 2) *Principio de Fermat.* Un rayo de luz que pasa por el punto $A = (0, 2)$ luego de reflejarse en un espejo plano que corresponde al plano $y = 0$, pasa por el punto $B = (10, 4)$. Calcule la posición x en la cual el rayo se refleja en el espejo.



- 3) *Principio de Fermat II – Ley de Snell.* Una nadadora sufre un calambre mientras se encuentra nadando cerca de la orilla de un lago en calma y pide ayuda. Un guardavidas que la ve, puede correr a 9 m/s y nada a 3 m/s. Estudió física y sabe elegir la trayectoria según la cual tardará menos tiempo en alcanzar a la nadadora. ¿Cuál de las trayectorias que se muestran en la figura elige? ¿Qué tiene que ver esto con la ley de Snell?



- 4) ¿Cómo se explica la descomposición de la luz en colores al pasar por un prisma?



- 5) Los fotones tienen una energía E , frecuencia f y longitud de onda λ dada por la ecuación de Einstein

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

- a) Calcule las energías de los fotones de longitud de onda correspondiente a los extremos del espectro visible (tome $\lambda=400$ nm y $\lambda=700$ nm).

Datos: $h = 4.136 \cdot 10^{-15}$ eV seg

;

$hc = 1240$ eV nm

- 6) *Líneas espectrales.* La espectroscopia es el estudio de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, con aplicaciones en química, física y astronomía, entre otras disciplinas científicas. Existen diferentes técnicas espectroscópicas pero esencialmente consisten en analizar la composición (en frecuencia/long de onda) de la luz emitida o absorbida por un elemento. El espectro de la luz solar es continuo pero si se analiza la luz emitida por gas de Hidrógeno (el ejemplo de la figura) se encuentra que contiene solamente un conjunto discreto de longitudes de onda, y diferentes gases tienen diferentes patrones de líneas espectrales. ¿Cómo se explica esto?



líneas espectrales del hidrógeno

(en color en el original, la longitud de onda crece de izquierda a derecha)

- 7) *¿Con qué luz se pueden ver qué cosas?* Los microscopios son instrumentos que permiten observar objetos usando una fuente de iluminación y un sistema óptico compuesto de varios lentes que dirigen y enfocan los rayos de luz. Mediante el uso de un microscopio, podemos magnificar la imagen de un objeto, y así podemos 'ver' cosas que no podríamos ver con el ojo desnudo. El límite de resolución* de un microscopio está dado por la siguiente relación:

$$resolucion = \frac{0.61 * \lambda}{n * sen\theta}$$

donde λ es la longitud de onda de la luz utilizada, n es el índice de refracción del medio y $sen\theta$ es una magnitud relacionada a la apertura numérica del sistema de lentes y vale como máximo 1. Los microscopios *ópticos* utilizan luz visible. Los microscopios *electrónicos* utilizan como fuente de iluminación un haz de electrones en vez de luz visible, los cuales tienen una longitud de onda de aproximadamente 0.004nm.

- Por qué diferentes fuentes de luz permiten ver diferentes cosas?
- Discuta por qué la resolución de un microscopio está limitada por la longitud de onda de la fuente de radiación electromagnética utilizada por el sistema.
- Un microscopio óptico tiene una resolución típica de 200 nm, mientras que para un microscopio electrónico la resolución es de 0.1-1 nm. ¿A qué se debe esta diferencia? ¿Por qué los microscopios electrónicos no tienen mayor resolución?
- Si los rayos de electrones nos permiten ver, entonces ... ¿los electrones son también un tipo de luz?

- 8) Ping-pong de preguntas:
- a) ¿Las ondas de radio son luz?
 - b) ¿Por qué no se ven las ondas de radio?
 - c) ¿El sonido es luz?
 - d) ¿La luz siempre se ve?
 - e) ¿Qué es un color? ¿Una sola frecuencia corresponde a un solo color?
 - f) ¿Existen colores primarios? ¿Hay colores *más primarios* que otros?
 - g) Si tengo una linterna azul, roja y verde, ¿puedo generar sensación de cualquier otro color? ¿y si tengo linternas de color verde, amarillo y violeta? ¿y si tengo sólo dos linternas?
 - h) ¿Por qué si mezclo pinturas de los colores primarios formo el negro pero no si superpongo luz de todos los colores?
 - i) Dos objetos se ven del mismo color. ¿Implica esto que sus espectros de absorción deben ser idénticos?
 - j) ¿Varias superposiciones de frecuencias pueden dar la misma sensación de color?
 - k) ¿Es el color una cualidad física de una onda electromagnética?
 - l) ¿En qué casos vale la óptica geométrica?
 - m) Dar algún ejemplo en el que se manifieste la naturaleza ondulatoria de la luz.