

¿Por qué es azul el cielo?

Edades: 10-18, Grado Escolar: 5-12

Descripción: Esta actividad demuestra el efecto de dispersión de diferentes longitudes de onda en partículas pequeñas (~1/10 de la longitud de onda).



Materiales

- Una botella de agua transparente larga
- Unas pocas gotas de leche
- Bombillas o LEDs Rojo, Verde y Azul
- Filtros (OPCIONALES) - Pueden crearse con celofán de diferentes colores
- Bombilla o LED blanco (una bombilla fluorescente compacta es preferible, OPCIONAL)

Contexto e ideas equivocadas

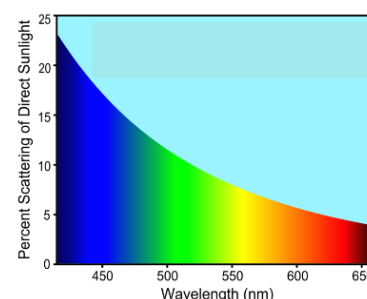
La luz blanca, como la del sol, está compuesta por diferentes colores. Cada uno de estos colores tiene una longitud de onda diferente que compone el espectro electromagnético. El rojo tiene la longitud de onda más larga, el verde está cerca de la mitad, y el azul, seguido del violeta, tiene la longitud de onda más corta. Cuando observamos el cielo, que contiene pequeñas moléculas de agua, oxígeno y nitrógeno, surge la pregunta: ¿Por qué es azul el cielo? El espectro de luz emitido por el sol y el tamaño de las moléculas, comparado con la longitud de onda, revela un fenómeno especial conocido como Dispersión de Rayleigh. En él se encontró que los rayos de luz interactúan y se dispersan de estas pequeñas moléculas, pero cada longitud de onda experimenta una cantidad de dispersión diferente descrita por la relación:

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

I es la intensidad de la dispersión y λ la longitud de onda de la luz. Esto significa que la luz con longitud de onda menor (como el azul o el violeta) se dispersará más que la luz con longitudes de onda mayores (como el rojo). Cuando la luz del sol pasa a través de nuestra atmósfera una parte se dispersa, siendo la de menor longitud de onda la más dispersada. Como consecuencia de esto, más luz azul y violeta es dispersada, especialmente cuando el sol está en lo alto del cielo, estamos en el ángulo adecuado para ver la luz dispersada. A pesar de que la luz violeta es la más dispersada, nuestros ojos no son muy sensibles a esta longitud de onda así que vemos un cielo azul. Al diluir leche en agua simulamos el cielo, donde las pequeñas moléculas de grasa en la leche toman el lugar de las moléculas en el aire y dispersan la luz de la misma manera. Por lo tanto, la leche en nuestra botella debería dispersar la luz azul más y la luz roja menos.



Referencia para la imagen superior: Gafas de Difracción - ¿Qué hay en el Color? Mike McKee



La cantidad de cada longitud de onda que se dispersa en nuestra atmósfera.

Preguntas Guiadas por el Docente para Indagar

Utiliza estas preguntas para que los estudiantes comiencen su propia indagación

1. **¿De qué color es la luz del sol?** (Blanca)
2. **¿Qué colores componen la luz blanca?** (todos los colores)
3. **¿Qué compone nuestra atmósfera?** (diferentes moléculas de oxígeno, nitrógeno, argón y dióxido de carbono)
4. **¿Con qué interactúa la luz solar cuando pasa a través de nuestra atmósfera?** (las moléculas)
5. **¿Qué pasa con la luz solar cuando interactúa con las moléculas de nuestra atmósfera?** (una parte de la luz se dispersa por las moléculas)

Referencia para la imagen superior: By Original uploader was User:Dragons flight at en.Wikipedia.derivative work:KES47 (talk) (converted to SVG). - File:Rayleigh sunlight scattering.png, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curi>

Actividad Guiada

1. Llena la botella transparente con agua, dejando espacio para la leche.
2. Añade unas gotas de leche al agua en la botella, ciérrala y agítala para diluir la leche.
3. Ubica la botella en su costado e ilumínala con los LEDs de diferentes colores desde la base. Observa qué tanta luz se dispersa con cada longitud de onda o color.
4. Usa los LEDs por pares y observa qué color domina.
5. (opcional) Ilumina la base de la botella con la luz blanca ubicando los diferentes filtros de colores entre la bombilla y la botella con leche diluida. Observa cómo cambia la dispersión con las diferentes configuraciones de colores.



Indagación Guiada

1. ¿Crees que la cantidad de luz dispersada cambia para diferentes colores/longitudes de onda? (La luz con longitudes de onda más cortas es dispersada más que la luz con longitudes de onda más largas). Ilumina con las diferentes luces individualmente, a través de la botella desde la base y nota cuáles parecen ser las más dispersas o más intensas (nuestros ojos son más sensibles al verde, por lo que las luces azul y verde parecerán comparables a pesar de que la luz azul es dispersada más intensamente. Similarmente, cuando tomamos fotos con una cámara, los sensores están diseñados para detectar más verde para que las imágenes nos resulten más realistas). **Nota:** el LED azul tiene un poco de longitudes de onda del violeta que podrían verse cerca del final de la luz dispersada en el ejemplo con azul.
2. ¿Cómo cambia la cantidad de luz que ves con los diferentes colores con los que iluminas la solución de leche? (las luces azul y verde son mucho más brillantes que la roja).
3. ¿Qué pasa cuando usas las luces de colores por parejas? ¿Qué colores observaste? (Cuando el verde y rojo están juntos, sólo el verde puede verse. Cuando el rojo y el azul están juntos, sólo el azul puede verse). Cuando el verde y el azul están juntos, sólo el azul puede verse).
4. Usa dos colores diferentes en pareja para iluminar la base de la botella. Alterna los colores emparejados hasta que hayas usado todas las combinaciones. (El azul domina a las otras longitudes de onda, indicando que es el más dispersado y explicando por qué el cielo se ve azul).

Colour	Wavelength	Example
Red	620-750 nm	
Green	495-570 nm	
Blue	450-495 nm	

Preguntas de Análisis

1. ¿Cuál color es el más dispersado por las partículas de leche? (Azul) Piensa en el color de la luz en términos de la longitud de onda; ¿Las longitudes de onda más dispersadas por las moléculas de leche son las mayores o las menores? (las longitudes de onda menores son más dispersadas: El verde es más dispersado y domina al rojo, y el azul es más dispersado y domina tanto al verde como al rojo).
2. Si la botella es nuestra atmósfera y las partículas de leche son las moléculas que la componen, ¿qué crees que significa esto para la luz solar que atraviesa nuestro cielo? ¿Qué pasa con los diferentes colores en la luz solar cuando se dispersan en las moléculas del cielo? (Ocurre Dispersión de Rayleigh. Las longitudes de onda menores se dispersan más que las mayores, por lo que cuando miramos al cielo vemos las longitudes de onda que más se dispersaron. La luz azul brilla más que los otros colores dispersados y, por lo tanto, vemos el cielo azul).

Colour Pair	Example
Red, Green	
Blue, Red	
Green, Blue	
All colours	