

## COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES FRENTE A LA LUZ. MATERIALES OPACOS Y TRANSPARENTES

Cuando una onda electromagnética incide sobre un material, lo que se observa es que genera una oscilación de las partículas (electrones, átomos, moléculas, etc.) que lo componen. Dependiendo de la frecuencia de la onda incidente, pueden suceder diferentes fenómenos.

Cuando la frecuencia de luz incidente coincide o se aproxima a la frecuencia de oscilación de determinadas partículas del material se produce el fenómeno de resonancia. Esto hace que las oscilaciones aumenten de amplitud y perduren, siendo el material opaco a esa radiación, y el fenómeno que se produce se denomina absorción. En este caso la energía se transforma en su mayor parte en energía interna por lo tanto el material aumenta su temperatura. Un ejemplo de este fenómeno ocurre cuando se hace incidir luz visible sobre una prenda oscura: gran parte de la radiación es absorbida por el material

Las moléculas también pueden entrar en resonancia con ciertas radiaciones, pues realizan vibraciones en las cuales los átomos se mueven uno respecto al otro dentro de la molécula. Debido a la gran masa del núcleo, tales vibraciones tienen muy baja frecuencia.



Cuando la frecuencia de la radiación luminosa no coincide con la frecuencia de oscilación de las partículas del material, la energía se reemite en su interior siendo el material transparente a esa radiación. El retardo entre la incidencia y la reemisión de la radiación en el interior del material provoca que la velocidad promedio de propagación de la luz en el mismo sea menor que en el vacío produciéndose el fenómeno de refracción.

La molécula de agua, por ejemplo, es conocida por tener una frecuencia de resonancia en la zona de las microondas, por lo que es opaca a esta radiación. Es por esto que los alimentos que tengan agua (ya sea naturalmente o se los humedece) son calentados al colocarlo dentro del horno microondas. Sin embargo sabemos que el agua es transparente a la luz.

Sucede también que diferentes niveles de estructura tienen diferentes frecuencias de resonancia como es el caso del vidrio. La radiación ultravioleta coincide con la frecuencia de resonancia de los electrones del vidrio, por lo que es opaco a esta radiación. En cambio, sabemos por experiencia que el vidrio es transparente a la luz visible. Pero cuando incide radiación infrarroja (menor frecuencia) hace resonar la estructura del vidrio (no a los electrones sino a átomos y moléculas en su conjunto), lo que provoca que también sea

absorbida. Este es un claro caso donde un material es opaco a dos radiaciones (infrarroja y ultravioleta) pero transparente a frecuencias intermedias (visible).

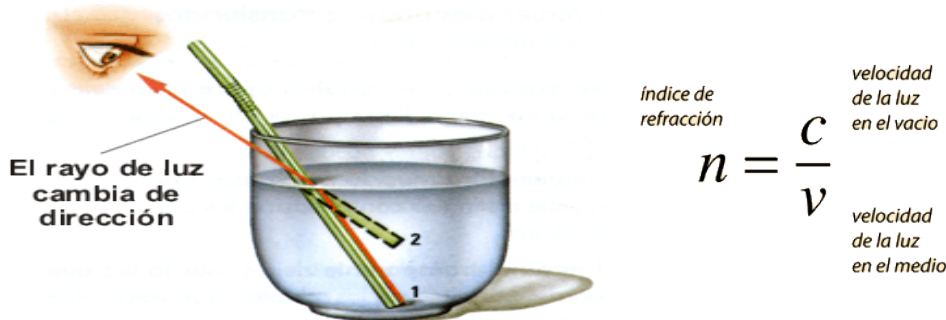
**Si la luz que incide sobre un material es reemitida por los átomos superficiales en dirección opuesta a la incidente se produce el fenómeno de reflexión**, que es lo que nos permite ver esa superficie. Este fenómeno es muy común en los metales ya que cuando la radiación llega a los electrones libres, estos se excitan por lo que reemite radiación con la misma frecuencia pero distinta dirección.

**Podemos concluir que según el material y el tipo de radiaciones que inciden sobre él, puede prevalecer el fenómeno de absorción, reflexión o refracción, pero que en términos generales los tres fenómenos se van a dar en alguna medida.**

## VELOCIDAD DE LA LUZ EN UN MEDIO. ÍNDICE DE REFRACCIÓN:

Debido al fenómeno de refracción, la onda EM en un material se propaga a una velocidad menor que en el vacío

El cociente entre la velocidad de luz en el vacío ( $c$ ) y su velocidad en un medio determinado ( $v$ ) define el índice de refracción de ese medio:



Este índice va a ser más grande mientras menor sea la velocidad en el medio, pero no va a ser menor que 1 ya que esa es la velocidad en el vacío. Por ejemplo, el aire (a presión atmosférica y temperatura de 0°C) tiene un índice de 1,0003 (por eso lo consideramos 1), el agua de 1,33, y la mayoría de los sólidos transparentes (vidrios, sales y plásticos) tienen índices de alrededor de 1,5. El diamante tiene un índice altísimo de 2,4, lo que quiere decir que la luz lo atraviesa a una velocidad menor que la mitad de su velocidad en el vacío

## ACTIVIDADES 1

1-Indica en cada caso que fenómeno prevalece: a) Luz que incide en un espejo.

b) Luz que incide en un vidrio.

c) Luz que incide en una carpeta negra.

d) Luz incidente sobre una pared.

2- Responde: a) ¿por qué en verano no es conveniente usar ropa oscura?

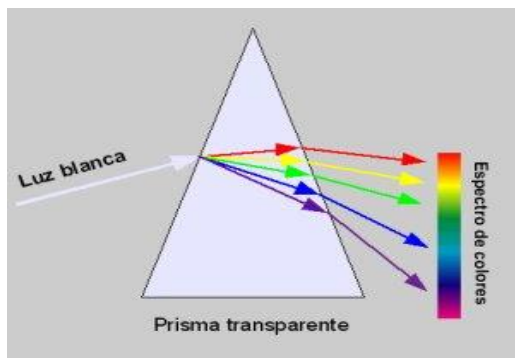
b) ¿Por qué la velocidad de la luz disminuye cuando atraviesa un medio transparente? ¿Este resultado coincide con el modelo de onda de Huygens?

c) Frecuencias más altas de la luz visible interactúan más fácilmente con los átomos del vidrio que frecuencias menores. ¿Qué luz tardará menos en atravesar el vidrio: rojo amarillo o azul? (para poder explicarlo recuerda en el espectro de luz visible el orden, según las frecuencias de los colores que lo componen)

d) ¿Por qué no nos bronceamos si estamos detrás de un vidrio?

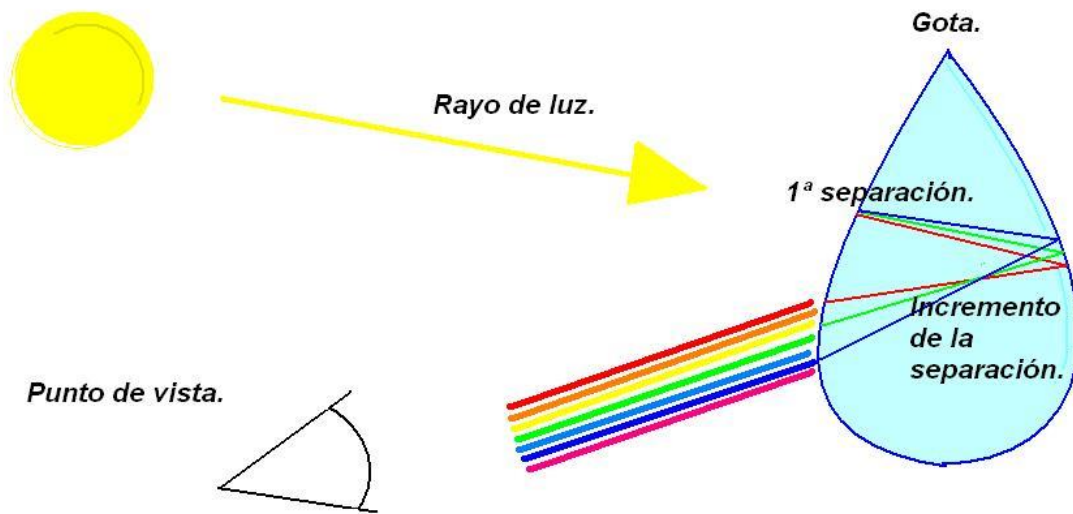
## DISPERSIÓN

Anteriormente señalamos que la velocidad promedio de la luz en un medio transparente es menor que su velocidad en el vacío ( $c$ ) debido al retraso entre las absorciones y reemisiones de la radiación en los átomos y moléculas del medio. También mencionamos que en estos medios se absorbe la luz cuya frecuencia coincide con la frecuencia natural de vibración de los átomos y moléculas del material. Esto provoca que la luz de frecuencia cercana a la de resonancia participe más seguido en la secuencia de absorción y reemisión, y en consecuencia se propague más despacio. Por lo tanto **la velocidad de la luz en un determinado medio transparente depende de la frecuencia de la radiación**. Como la frecuencia natural de la mayoría de los medios transparentes está en la parte del ultravioleta del espectro, la luz violeta (de frecuencia más cercana a la ultravioleta) se propaga más lentamente que la luz roja (más alejada). Resulta entonces que los colores de la radiación visible se propagan a distintas velocidades en los medios transparentes, por lo que se refractan de diferente forma. Cuando la luz blanca pasa a través de un bloque de vidrio, los colores que la forman son refractados o desviados en distinta medida.



Si los lados del bloque no son paralelos, las radiaciones se propagan con ángulos distintos, produciendo un abanico de colores. Este fenómeno se conoce como DISPERSIÓN. Así, la luz del

Sol se dispersa a menudo al atravesar por ejemplo un acrílico o un vidrio tallado. También las gotas de agua suspendidas en el aire pueden dispersar la luz solar, originando el arco iris.



## \*FENÓMENOS RELACIONADOS CON DISPERSIÓN:



**?** **El color del cielo** En 1971, el científico Inglés, Lord Rayleigh explicó la dispersión de la luz en los gases, y esto se utilizó para explicar la dispersión de la luz en la atmósfera. El aire está lleno de miles de moléculas de nitrógeno y oxígeno. Estas moléculas están diseminadas aleatoriamente. Cuando la luz incide sobre ellas, las moléculas absorben y emiten radiaciones que son dispersadas de una manera aleatoria por la ubicación casual de las moléculas. Las moléculas de nitrógeno y oxígeno tienen frecuencias naturales cercanas a la zona ultravioleta. Cuando la frecuencia de la luz se aproxima a la frecuencia UV (esto significa colores como el azul o el violeta), la radiación es dispersada más ampliamente.

De este modo, el cielo por ejemplo, parece ser azul porque cuando la luz blanca del sol es dispersada, el color azul se dispersa más. No parece ser violeta, porque no hay mucha luz violeta en la luz solar. El lado rojo del espectro puede viajar a través de la atmósfera más lejos porque no se dispersa mucho.

Pero el cielo no siempre es azul. Por momentos, durante el amanecer o el ocaso, el cielo parece ser rojizo. Esto se debe a que los rayos del sol se aproximan a la tierra en ángulos más cercanos a la atmósfera y tienen más moléculas por las que penetrar. La luz azul se dispersa muy lejos, y las luces roja y anaranjada son las únicas que pueden pasar a través de la atmósfera

## **❓ Faros antiniebla**

Las luces intensas de un auto no trabajan muy bien en presencia de neblina porque la luz se refleja en las partículas de agua y regresan hacia el vehículo del cual provienen. Usando el concepto de dispersión, las luces antiniebla han sido desarrolladas por los fabricantes de automóviles para solucionar esta situación. Sabemos que la luz en frecuencias cercanas a la parte ultravioleta del espectro electromagnético se dispersará más ampliamente. En la neblina, se necesita una luz que sea capaz de penetrar a través de las partículas de agua y sólo las radiaciones de menor frecuencia (cercanas al infrarrojo) pueden hacerlo. Las luces antinieblas emplean una fuente de luz naranja para penetrar a través de estas partículas. La luz roja no es usada porque la luz roja no ilumina lo suficiente como para servir como luz para visibilidad.

## **ACTIVIDADES 2**

Responde: a) ¿Qué es la luz blanca?

¿Cómo está formada? b) ¿Cómo se relacionan la frecuencia de una luz y su color?

c) ¿A qué llamamos luz monocromática y policromática? Cita un ejemplo de cada una.

d) ¿Qué entiendes por dispersión de la luz blanca?

## **MATERIALES TRANSLÚCIDOS**

Para la radiación visible, existe otro tipo de materiales llamados materiales translúcidos: si bien sus electrones reemiten un cierto porcentaje de la radiación visible incidente (es decir no son opacos) no nos permiten ver los objetos a través de ellos con nitidez. Esto se debe a que contienen impurezas (fenómeno de DISPERSIÓN) o a que la terminación superficial no es suficientemente lisa, por lo que las reemisiones de luz se hacen en todas direcciones (fenómeno de DIFUSIÓN). En ninguno de estos casos puede verse un objeto a través de estas sustancias. Ejemplos de estos materiales son los vidrios que se usan en baños y cocinas y en general en lugares en los cuales se quiere que entre luz pero que no se vea a través de los

mismos.



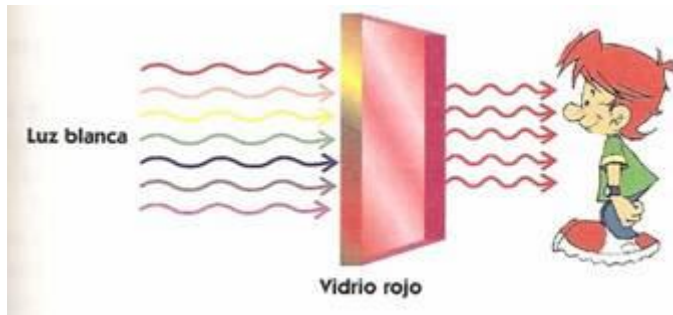
#### VISIÓN DEL COLOR. ABSORCIÓN SELECTIVA:

De todo lo expuesto nos queda claro que un mismo material se puede comportar como opaco para un determinado tipo de radiación y como transparente para otra. Más aún, un cuerpo se puede comportar como opaco para un rango de la radiación visible y en consecuencia ser más transparente o reflejar más en otro rango. Este comportamiento es lo que explica que veamos materiales transparentes o cuerpos opacos de color. Los mecanismos de observación del color pueden ser de dos tipos: por reflexión (materiales opacos) y por transmisión (materiales transparentes).

Cuando un material iluminado con luz blanca presenta un determinado color es porque ha absorbido todas las demás radiaciones, salvo la correspondiente a ese color, que, o bien es reflejada, si el material es opaco, o transmitida por el material hasta aparecer por el lado opuesto, si es transparente. A este proceso se le llama ABSORCIÓN SELECTIVA.

Si un material refleja todas las radiaciones del espectro visible será percibido como blanco, mientras que si las absorbe todas se verá negro. Por ejemplo, si consideramos dos cuerpos opacos A y B que reciben luz blanca, de manera que el cuerpo A aparece rojo a nuestra vista y el B de color verde, podemos decir que el cuerpo A tiene una absorción selectiva que hace que se perciba como un cuerpo color rojo: refleja principalmente la gama del rojo y absorbe más los otros colores; en cambio, el cuerpo B tiene una absorción menor en la zona del verde (refleja principalmente en la zona del verde) y absorbe más en el rango de los otros colores.

Te invito a visitar el siguiente link ,donde podrás observar este fenómeno en una simulación [https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_es.html)



De igual forma, un trozo de vidrio azul se ve azul debido a que absorbe todos los colores de la luz blanca excepto el azul, que se transmite a través de él. El material del vidrio que absorbe selectivamente los colores se conoce como pigmento.



Por lo tanto, el color observado es el resultado de la absorción selectiva de alguna de las frecuencias que pertenecen al espectro visible. El resto de las frecuencias llega a nuestros ojos después de haber sido reflejadas o transmitidas por el objeto. El color de un objeto depende de la luz que incide sobre él y de la naturaleza del propio objeto.

## ACTIVIDADES 3

1- Explica qué sucede con las distintas radiaciones que componen la luz blanca en las siguientes situaciones:

- Un trozo de vidrio transparente iluminado con luz blanca se ve de color azul

- b) Una carpeta iluminada con luz blanca se ve de color rojo
- c) Una remera iluminada con luz blanca se ve de color negro
- d) Una hoja de papel iluminada con luz blanca se ve de color blanco

**2-** ¿Qué se calienta con más rapidez expuesta a la luz solar: un trozo de vidrio incoloro o uno de color? Por qué?

**3-** Una superficie iluminada con luz blanca se ve de color rojo. ¿De qué color se verá si se la ilumina con luz monocromática roja? ¿Y si se la ilumina con luz de color verde?

**4-** ¿Qué es un pigmento? ¿Cómo se vinculan los pigmentos con el proceso de absorción selectiva?

#### BIBLIOGRAFÍA

FISICA CONCEPTUAL, Hewitt, Paul G. Editorial: PEARSON

PÁGINAS DE INTERNET:

file:///C:/Users/G%20r%20A%20c%20i%20E%20I%20A/Desktop/Graciela/fis, cuarto/7202-15%20FISICA%20Ondas%20electromagnéticas.pdf