

MEDIA GENERAL



Ministerio
del Poder Popular
para la **Educación**
Inclusión y Calidad

Lunes 01 de Junio de 2021. Física

1er a 5to año

Tema indispensable: Petróleo y energía.

Tema generador: Aplicaciones tecnológicas de las radiaciones y física nuclear

Referentes teórico-prácticos:

3er año: Interferencia, difracción, polarización

4to año: La luz como partícula: teoría del fotón de luz

5to año: Naturaleza ondulatoria de la Luz

Desarrollo de la actividad:

El día de hoy estaremos hablando sobre la luz como partícula y la naturaleza ondulatoria de la luz. Ahora bien, en física la luz es una perturbación ondulatoria de tipo mecánico, al igual que el sonido, que se propaga en el espacio en todas direcciones a través de los cuerpos transparentes y a través del espacio interestelar. Los invito a esta interesante clase.

Teoría **ondulatoria**: desarrollada principalmente por Christian Huygens en 1690, puede resumirse así: los fenómenos luminosos y la naturaleza de la luz fueron desde siempre un misterio apasionante que acaparó la atención de los pensadores más antiguos. La historia de la ciencia nos proporciona sucesivas hipótesis que intentan dar una explicación a tales hechos. La principal controversia se centró, durante mucho tiempo, en si la luz era una onda o una partícula (corpúsculo). Hoy día los físicos entendemos que la luz es ambas cosas.

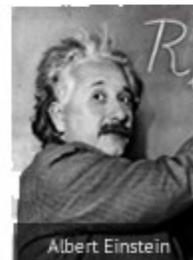
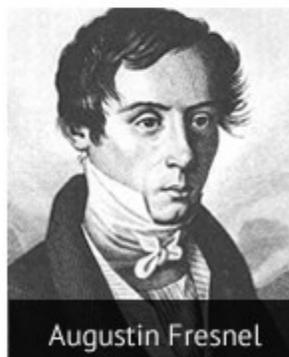
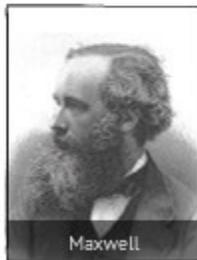
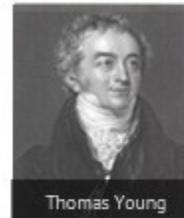
En este apartado veremos:

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



- Algunas de las primeras teorías formuladas
- Las principales controversias surgidas en el S. XVII en torno a si la luz era una onda o un corpúsculo
- El descubrimiento de un nuevo tipo de ondas, las electromagnéticas, y su relación con la luz
- Qué es la dualidad onda-corpúsculo de la luz.



La luz acompaña al hombre desde el comienzo de los tiempos: no podemos perder de vista que es esencial para el propio desarrollo de la vida. Por ello no es de extrañar que algunas de las mentes más brillantes de la historia de la ciencia se hayan dedicado a su estudio, llegando a distintas teorías sobre su naturaleza

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL

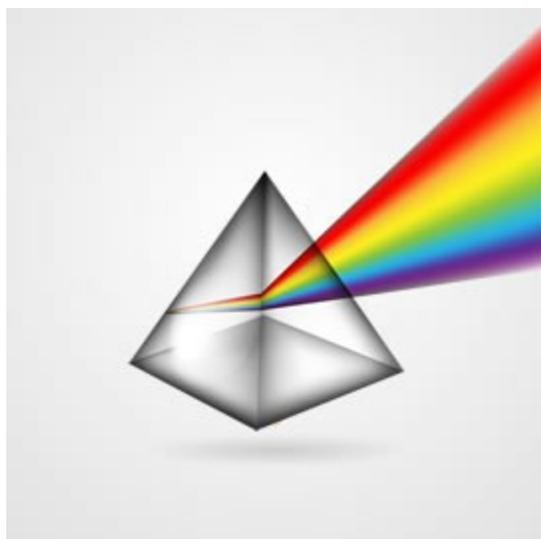


Ministerio
del Poder Popular
para la **Educación**
Inclusión y Calidad

que causaron gran controversia en su época. Su estudio nos ha facilitado grandes inventos como los telescopios y los microscopios, que nos permiten observar el mundo más lejano y el más inmediato, pero también ingenios ampliamente utilizados para la transmisión de información como la fibra óptica. A buen seguro, la Física del futuro traerá nuevos descubrimientos en torno a este apasionante fenómeno, pero ¿qué sabemos a día de hoy de la luz?

En este tema vamos a aproximarnos a la naturaleza de la luz y a algunos fenómenos lumínicos importantes como son la reflexión, la refracción y la dispersión. Todos ellos están relacionados con la propia naturaleza de la luz y su interacción con la materia.

Para entender plenamente los contenidos aquí descritos te recomendamos que estés familiarizado con las ondas, y los campos eléctricos y magnéticos tratados en un temas anteriores. Matemáticamente será suficiente con que estés familiarizado con la aritmética, el álgebra y la trigonometría propias del nivel.



Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

A lo largo de los siglos XVII, XVIII y primera mitad del XIX, gracias a los trabajos presentados años atrás por Huygens, Young o Fresnel en relación a la naturaleza de la luz, pareció quedar claro que la luz se comportaba como una onda, frente a las teorías que postulaban que podía tratarse más bien de una sucesión de partículas o corpúsculos. Sin embargo, aún quedaba abierta la cuestión de saber qué era exactamente lo que vibraba en este tipo de ondas. Fue el físico inglés James Clerk Maxwell (1831 - 1879) quien, en la segunda mitad del siglo XIX, estableció que la luz se comportaba como una onda electromagnética. En este apartado vamos a estudiar:

- Una breve introducción al concepto de las ondas electromagnéticas
- Sus características y por qué Maxwell las identificó con la luz
- Qué es el espectro electromagnético

Vamos a arrojar un poco luz sobre estos puntos...

¿Qué son las ondas electromagnéticas?

Hasta mediados del S XIX las distintas teorías relacionadas con la electricidad y el magnetismo estaban muy fragmentadas: Existían distintas obras que trataban de dar explicación a los experimentos magnéticos y eléctricos conocidos en la época, pero faltaba una teoría que los unificara. La síntesis electromagnética realizada por Maxwell permitió unificar y explicar mediante una sola teoría los fenómenos eléctricos, magnéticos y ópticos conocidos en la época.

Una onda electromagnética es una perturbación periódica del campo eléctrico $E \rightarrow$ y del magnético $B \rightarrow$ que se propaga en el espacio a la velocidad constante de la luz. Se trata de ondas transversales en las que el campo eléctrico y el mag-

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



nético, en fase, son perpendiculares entre sí y, a su vez, perpendiculares a la dirección de propagación.

Síntesis Electromagnética

El campo eléctrico, en naranja, y el magnético, en verde, son perpendiculares entre sí y, a su vez, perpendiculares a la dirección de propagación, indicada por el vector azul. Ambos constituyen una onda electromagnética.

Maxwell llegó a dos conclusiones importantes:

- Un campo magnético variable con el tiempo induce la aparición de un campo eléctrico proporcional a la rapidez con que cambia el flujo magnético y perpendicular a aquel
- Un campo eléctrico variable con el tiempo induce la aparición de un campo magnético proporcional a la rapidez con que cambia el flujo eléctrico y perpendicular a aquel

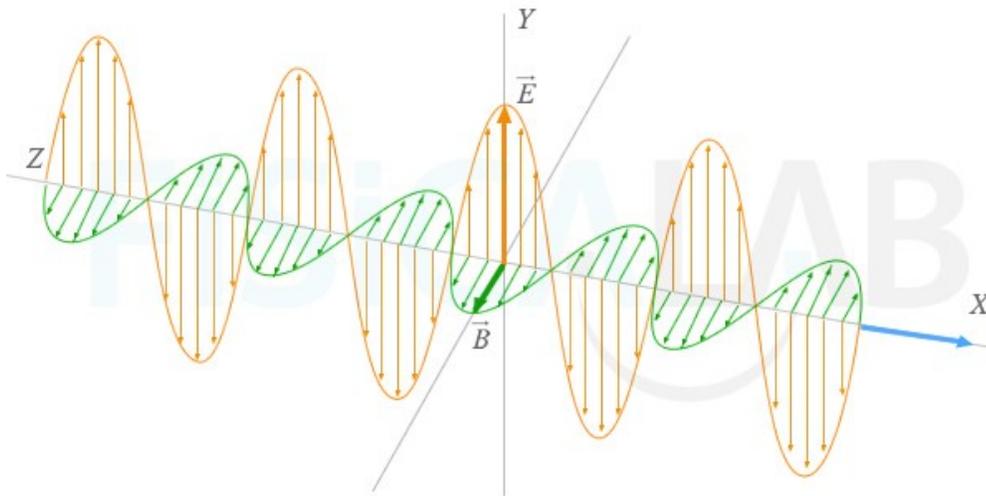
La conclusión es que:

Se producen ondas electromagnéticas cuando una partícula cargada se encuentre sometida a una aceleración o bien cuando existan corrientes variables. De esta manera la carga eléctrica, en movimiento da lugar a un campo eléctrico variable que, a su vez, crea un campo magnético también variable que, a su vez, crea un campo eléctrico variable y así sucesivamente. Así se generan y propagan las ondas electromagnéticas.

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

Características

- Al contrario que las ondas mecánicas, las ondas electromagnéticas pueden propagarse en el vacío, además de hacerlo en el aire o materiales sólidos
- Los módulos de los campos eléctricos y magnéticos están relacionados mediante la expresión $E=c \cdot B$
- La dirección de propagación de la onda, perpendicular a los vectores $E \rightarrow$ y $B \rightarrow$, es la misma que la del producto vectorial $E \rightarrow \times B \rightarrow$
- Si la onda electromagnética se propaga en el eje x , el campo eléctrico "apuntará" en el eje y y el magnético en el eje z y vendrán dados por las siguientes ecuaciones, que corresponden a las de una onda armónica unidimensional:



Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



Es importante saber que la luz se encuentra sometida, como cualquier otra onda, a los fenómenos de reflexión y refracción. En este apartado vamos a estudiar la reflexión de la luz y la refracción de la luz haciendo uso de la aproximación de rayos.



Refracción y reflexión de la luz

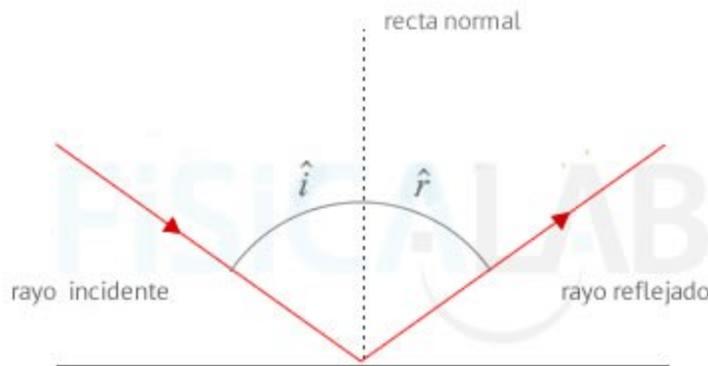
Cuando un rayo de luz se propaga en un medio transparente y llega a una superficie de separación con otro, también transparente, una parte sigue propagándose en el mismo medio, es decir, se refleja. Otra parte pasa al otro medio, es decir, se refracta. En esta imagen el haz de luz parte del foco abajo a la derecha. Al llegar a la superficie del líquido, además de continuar su camino hacia arriba por el aire refractándose, "rebota", es decir, se refleja de nuevo hacia abajo.

Reflexión

La **reflexión de la luz** es el cambio de dirección de los rayos de luz que ocurre en un mismo medio después de incidir sobre la superficie de un medio distinto. Se rige por dos principios o **leyes de la reflexión**:

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

- El rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano
- El ángulo del rayo incidente i^\wedge y el de reflexión r^\wedge son iguales
 $i^\wedge = r^\wedge$



Reflexión

El ángulo que forman el rayo incidente y el reflejado con la normal a la superficie de separación (en color rojo) es el mismo.

En la reflexión no cambia la velocidad de la luz v , ni su frecuencia f , ni su longitud de onda λ .

Atendiendo a las irregularidades que pueden existir en la superficie de reflexión, podemos distinguir dos tipos de reflexiones de la luz:

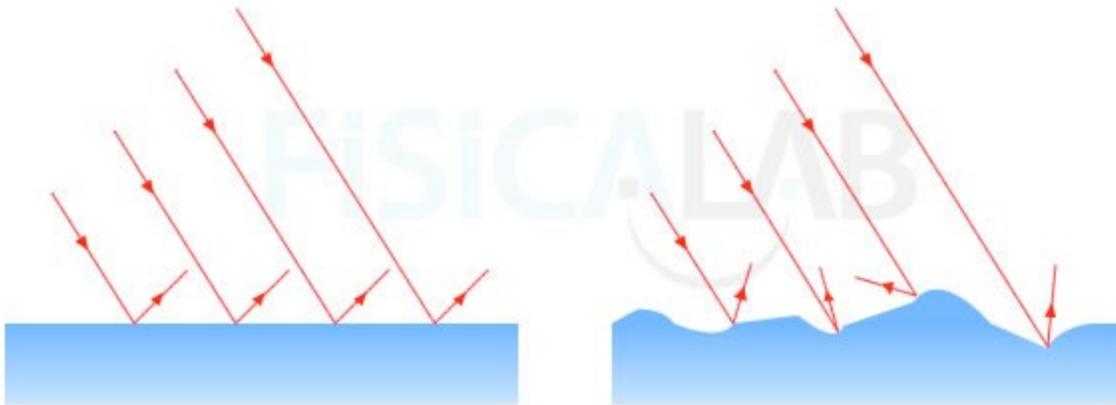
Reflexión especular: Se produce cuando las irregularidades del medio son pequeñas en comparación con la longitud de onda de la luz incidente y se proyectan varios rayos sobre este.

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



Reflexión difusa: Se produce cuando las irregularidades del medio son de un orden de magnitud comparable al tamaño de la longitud de onda de la luz incidente y se proyectan varios rayos sobre este



Reflexión especular y difusa

A la izquierda, la reflexión especular en la que los rayos se mantienen paralelos tras producirse la reflexión. A la derecha, la reflexión difusa donde los rayos se entrecruzan unos con otros en todas direcciones.

Refracción

La **refracción de la luz** es el cambio de dirección de los rayos de luz que ocurre tras pasar estos de un medio a otro en el que la luz se propaga con distinta velocidad. Se rige por dos principios o **leyes de la refracción**:

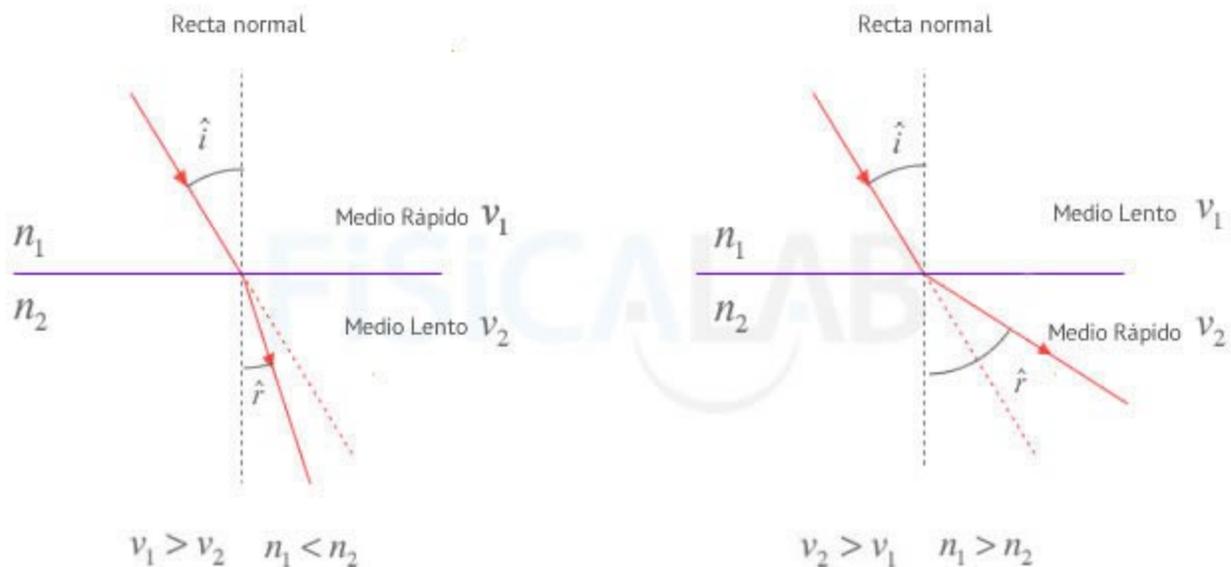
- El rayo incidente, el refractado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano
- La ley de Snell de la refracción, que marca la relación entre el ángulo de incidencia i^\wedge , el de refracción r^\wedge , y los índices de refracción absolutos de la luz en los medios 1 y 2, n_1 y n_2 , según:

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



$$\sin(\hat{i})\sin(\hat{r})=n_2n_1$$



Refracción

La refracción de la luz ocurre cuando esta pasa de un medio transparente con un determinado índice de refracción a otro, también transparente, con uno distinto. Observa, en la imagen de la izquierda, que cuando la velocidad de propagación en el nuevo medio es menor, y por tanto es mayor el índice de refracción, el rayo se acerca a la normal. En la imagen de la derecha vemos el caso contrario, en el que el rayo se aleja de la normal.

No confundas el ángulo \hat{r} en los casos de reflexión y refracción. Hemos optado por darles el mismo nombre ya que lo habitual es que te centres en uno u otro fenómeno. Si vas a resolver un ejercicio en el que tengas que estudiar ambos a la vez, te recomendamos que cambies el nombre a cualquiera de ellos. Ten presente que el rayo reflejado permanece en el medio del rayo incidente. El rayo refractado, en cambio, pasa a uno distinto.

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



Aunque hoy sabemos que la velocidad de la luz es finita, hasta la época de Galileo era común la creencia de que la luz se transmitía instantáneamente. Galileo trató en vano de determinarla, pero consiguió allanar el camino para la elaboración de métodos que lo consiguiesen. A día de hoy:

El valor de la velocidad de la luz en el vacío es una constante, introducida en el Sistema Internacional de Unidades en 1983, y se define como la distancia que recorre la luz en el vacío en $1/299792458$ segundos. *Su valor es independiente de la longitud de onda y viene dado por:*

$$v_{\text{luz}} = c = 299792458 \text{ m/s}$$

Este valor se suele aproximar a $3 \cdot 10^8$ m/s.

La dispersión de la luz es el fenómeno por el cual distintas longitudes de onda se refractan con ángulos distintos al atravesar medios materiales.



El Arco Iris, es quizás el ejemplo más conocido de dispersión que se da en la naturaleza de forma natural. En este apartado vamos a desvelar algunas claves para que puedas entender por qué se produce este fenómeno.

A continuación, vamos a ver:

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

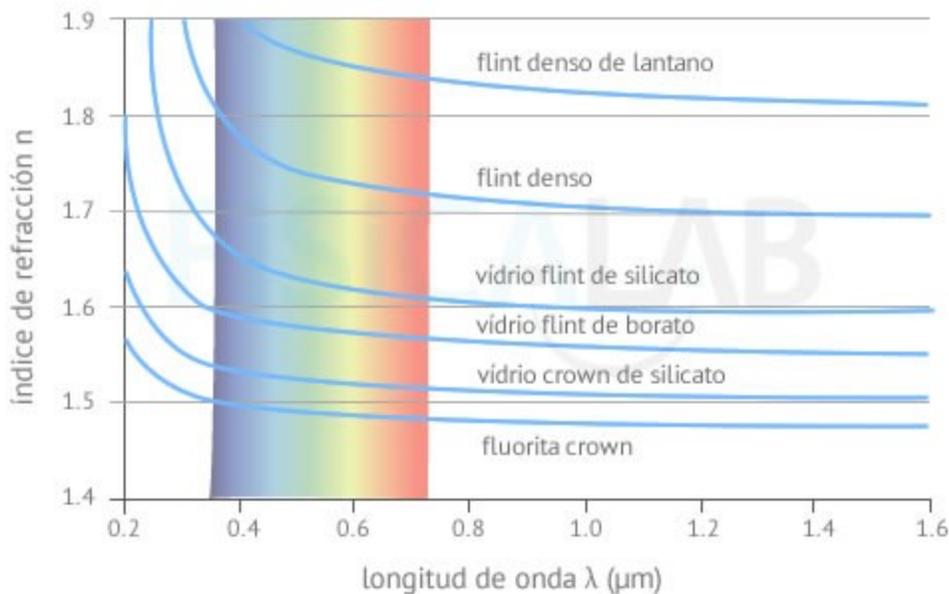
MEDIA GENERAL



- Por qué se produce
- Cómo medirla, a través del número de Abbe
- Algunos ejemplos habituales

Causas

Sabemos que la velocidad de la luz en el vacío es constante e independiente de su longitud de onda. Sin embargo, su velocidad en cualquier otro medio distinto del vacío sí que depende de la longitud de onda que tenga. Esta dependencia se debe a las estructuras moleculares de los materiales y es la responsable de que, en última instancia, el índice de refracción dependa de la longitud de onda.



Índice de refracción de distintos medios en función de la longitud de onda.

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



Las curvas azules de la figura representan la variación con la longitud de onda del índice de refracción de distintos cristales. La luz visible se encuentra en el rango aproximado de 400 - 700 nm.

La ley de Snell de la refracción determina que el ángulo de refracción dependa de los índices de refracción de los medios según:

$$n_1 \cdot \sin(i^\wedge) = n_2 \cdot \sin(r^\wedge) \Rightarrow r^\wedge = \sin^{-1}(n_1/n_2 \cdot \sin(i^\wedge))$$

Así, podemos afirmar que:

El ángulo de refracción de un rayo de luz al atravesar un medio material depende de su longitud de onda. En el fenómeno de la dispersión de la luz las distintas longitudes de onda que componen un rayo tomarán un ángulo de refracción ligeramente distinto.

Observa que para que se produzca dispersión la luz debe estar compuesta por varias longitudes de onda. A este tipo de luz se la denomina luz policromática y como ejemplo más claro podemos señalar la luz que proviene del sol.

Número de Abbe

Utilizamos el número de Abbe para cuantificar la dispersión de un material. Generalmente se obtiene midiendo el índice de refracción a distintas longitudes de onda (amarillo, azul y rojo) y aplicando la siguiente expresión:

$$V = n_D - 1/n_F - n_C$$

Donde:

- V : Es el número de Abbe, también denominado *valor v* o *valor V*. Se trata de un número adimensional

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



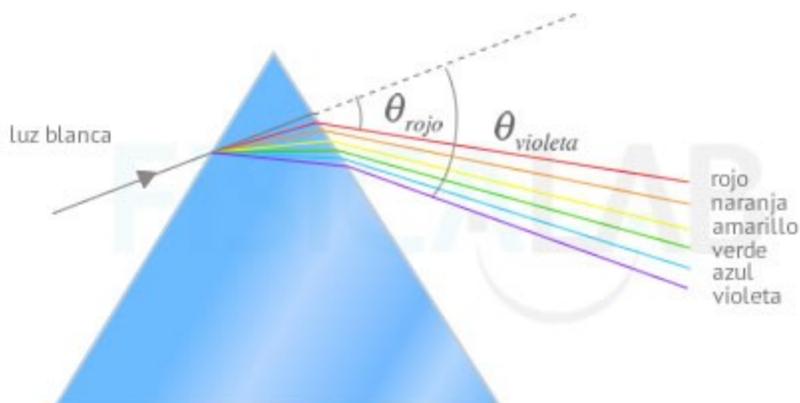
- n_D , n_F y n_C : Son los índices de refracción del material a la frecuencia del amarillo, azul y rojo respectivamente. Recuerda que el índice de refracción es un número dimensional y observa que el amarillo se encuentra, en el espectro visible, entre el azul y el rojo, situados mucho más en los extremos

Observa que un número de Abbe alto implica que la dispersión es pequeña, al tener que ser la diferencia entre n_F y n_C , en el denominador, pequeña. Por otro lado, un número de Abbe pequeño implica una dispersión alta, al ser la diferencia entre n_F y n_C alta.

A los materiales con $V \geq 50$ se les denomina materiales *crown*. A los materiales con $V < 50$ se les denomina materiales *flint*.

Ejemplos

El fenómeno de la dispersión fue explicado por primera vez por Newton, a quien debemos el conocido prisma de Newton.



Prisma de Newton

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

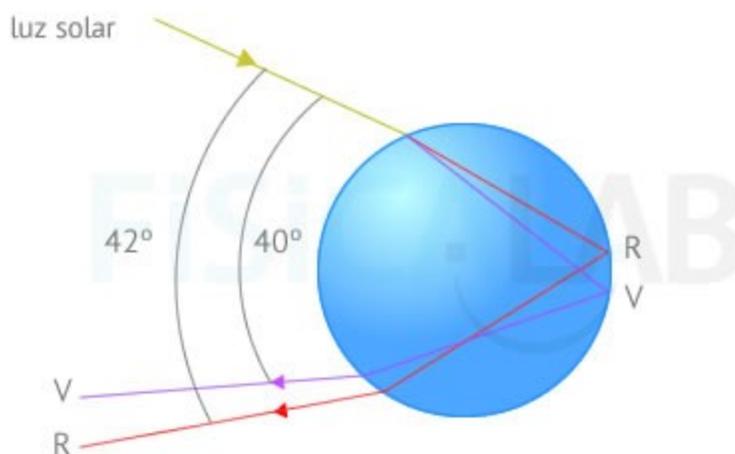
MEDIA GENERAL



Al incidir luz blanca sobre el prisma, las longitudes de onda más cortas (el violeta) se desviarán más que las más largas (el rojo).

De esta manera Newton demostró que, en contra de la creencia de la época, los colores de las sustancias no provenían del interior de las mismas, sino que se debían a la descomposición de la luz blanca.

Por otro lado, como hemos comentado al comienzo de este apartado, los arcos iris tienen su fundamento físico en la dispersión, como se pone de relevancia en la siguiente imagen:



Refracción luz solar en gota de agua

La gota de agua sirve de dispersor de las distintas longitudes de onda de la luz solar a partir de una doble refracción y una reflexión. Dicha reflexión provoca que el color superior sea el violeta en lugar del rojo, como en el caso del prisma. Para poder observar el arco iris el Sol debe estar en nuestra espalda.

En la fibra óptica la dispersión causa que la señal transmitida, que es en definitiva un pulso de luz, se degrade con la distancia debido a las distintas velocidades de las distintas componentes de la luz.

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



El fenómeno de la dispersión es ampliamente utilizado en espectroscopia.

La espectroscopia es una técnica de análisis que consiste en el estudio de las distintas componentes de la radiación electromagnética que emiten o absorben los cuerpos en ciertas condiciones.

Al conjunto de componentes monocromáticos obtenido se le denomina espectro. Así, cada elemento químico presenta un espectro característico cuando es excitado. El estudio de este patrón permite, por ejemplo, descubrir la composición de estrellas o planetas.

Existen dos tipos de espectros:

- De emisión: La sustancia a estudiar se excita (mediante una descarga eléctrica o un calentamiento, por ejemplo) y la energía comunicada es devuelta en parte en forma de radiación electromagnética con frecuencias características para cada elemento. Para estudiar dicha radiación se usan prismas que separen claramente cada una de las componentes de frecuencias de la radiación
- De absorción: La sustancia a estudiar absorbe parte de la radiación electromagnética que le llega y la radiación sobrante se descompone igualmente en un prisma para estudiar las frecuencias ausentes

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



Ministerio
del Poder Popular
para la **Educación**
Inclusión y Calidad

Hidrógeno H

Espectro de absorción



Espectro de emisión



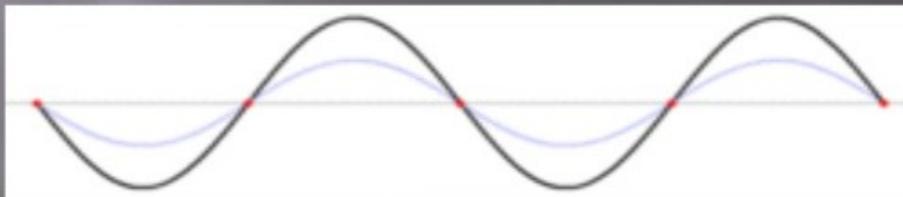
Espectros de emisión y absorción respectivamente del hidrógeno

Observa como las componentes emitidas en el de emisión son justamente las que faltan en el de absorción.

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

¿QUÉ SON LAS ONDAS?

Una **onda** es una propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, densidad, presión, campo eléctrico o campo magnético, que se propaga a través del espacio transportando energía. El medio perturbado puede ser de naturaleza diversa como aire, agua, un trozo de metal o el vacío.

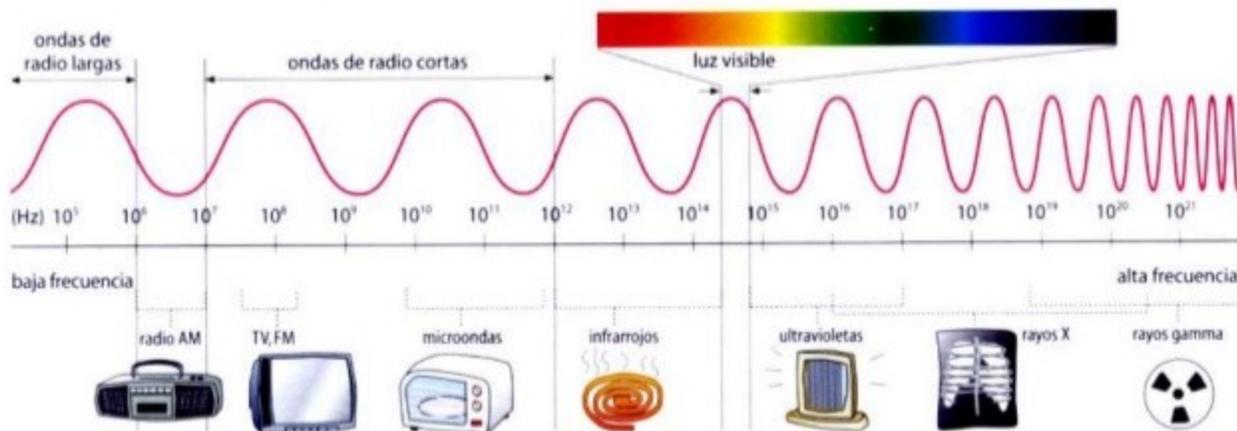


Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

¿Qué es la luz?

Cuanto mayor es la frecuencia de la onda, mayor es su energía.

Las ondas *electromagnéticas* se clasifican según su frecuencia como se detalla en el siguiente diagrama, que se conoce con el nombre de espectro electromagnético.



La luz es la radiación visible del espectro electromagnético que podemos captar con nuestros ojos.

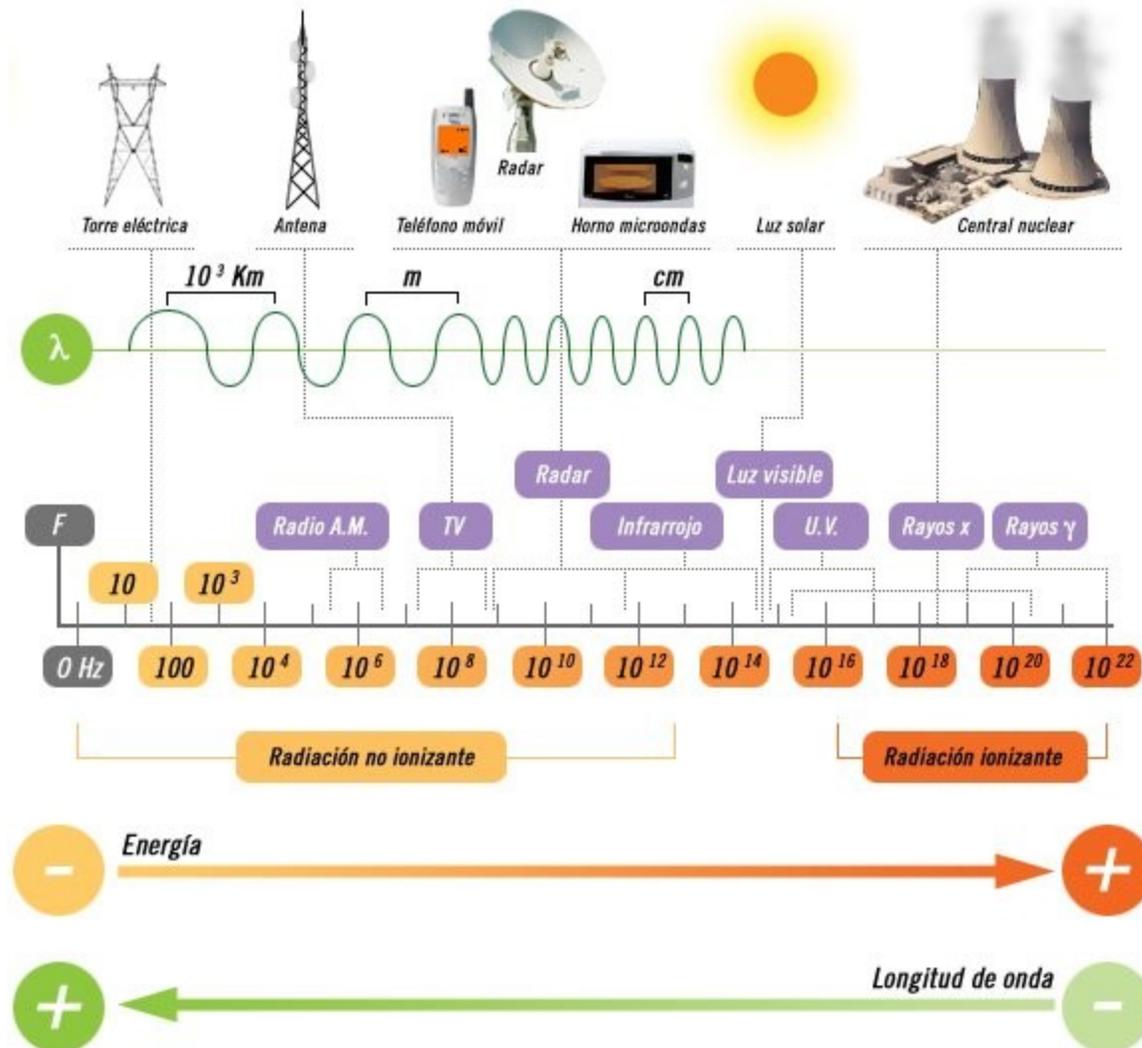
Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del **Ministerio del Poder Popular para la Educación** www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

MEDIA GENERAL



Ministerio del Poder Popular para la Educación
Inclusión y Calidad

El espectro de frecuencias.



Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la página web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve

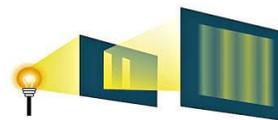
MEDIA GENERAL



Ministerio
del Poder Popular
para la Educación
Inclusión y Calidad

Experiencias vividas (actividad de evaluación):

3ero y 4to año: Dibuja la siguiente figura en una hoja en blanco e identifique el punto donde se encuentran las dos ondas o varias ondas según lo que observa en la imagen y explique qué es la interferencia y la difracción.



5to año: Velocidad de la luz al cambiar de medio

Un rayo de luz cuenta con una longitud de onda en el vacío de 640 nm. Determina su velocidad y su longitud de onda, tras penetrar en otro medio cuyo índice de refracción es de 1.45.MH

(**visite** el siguiente enlace <https://www.fiscalab.com/tema/luz-en-fisica/ejercicios>)

Materiales o recursos a utilizar:

- Colección Bicentenario de 3° año Ciencia Naturales.
- Colección Bicentenario de 4° año Energía para la vida.
- Colección Bicentenario de 5° año Construyamos el futuro.

Orientaciones a la familia:

El y la estudiante deberán ser acompañado por los integrantes de la familia, y registrar por escrito aquellas ideas que les parezcan interesante acerca del tema, la familia a través del acompañamiento directo.

Si quieres profundizar en los diferentes temas de educación media técnica y en la modalidad de especial y adulto, así como todos los niveles y modalidades, visita la pagina web del Ministerio del Poder Popular para la Educación www.me.gob.ve y accede al enlace del programa "Cada familia una escuela" o directamente a través de cadafamiliaunaescuela.me.gob.ve