

Luz

¿Qué es la Óptica? _____

La Óptica es una rama de la Física que se dedica al estudio de la luz en si misma (naturaleza), y a todos los fenómenos que están asociados a ésta. Naturalmente que el valor de la Óptica, como ocurre cualquier otra rama de la Física, pasa en gran medida por las aplicaciones prácticas y técnicas que surgen del entendimiento que se tenga de ésta.

¿Qué es la luz? (primer intento) _____

Pero, ¿qué es la luz? Como definición provisoria podemos decir que es el agente físico que hace posible la visión. . . lisa y llanamente sin luz no podemos ver.

Luminosos e iluminados _____

En Óptica básicamente podemos distinguir entre dos tipos de cuerpos: unos luminosos y otros iluminados (por los primeros).

Los cuerpos **luminosos** en sí mismo son fuentes o generadores de luz. Sobran ejemplos. . . la más importante fuente de luz para nosotros es el Sol (como cualquier otra estrella), pero también son fuentes de luz los relámpagos, los arcos eléctricos, el fuego, las lámparas de cualquier tipo, los láseres. . .

Los cuerpos **iluminados** son los no generadores de luz capaces de reflejarla, y por lo tanto resultamos visibles. Ejemplos de estos cuerpos son los que más abundan. . . solo voy a mencionar a uno bien grande y bien conocido por todos: la Luna.

Cuerpos opacos, translúcidos, transparentes _____

Todos los cuerpos que son iluminados, en mayor o en menor medida, reflejan la luz que incide sobre ellos. Para fijar ideas, cuando decimos que los cuerpos reflejan luz, podemos provisoriamente aceptar que la luz “rebota” en los cuerpos, y de acuerdo a la cantidad de luz reflejada por dicho cuerpos iluminados, surge la siguiente clasificación:

Los cuerpos **opacos** son los que más porcentaje de luz incidente reflejan. En particular los cuerpos con superficies planas y pulimentadas, como por ejemplo los espejos, son los que más porcentaje de luz incidente reflejan, y por lo tanto, los espejos están dentro de los cuerpos más opacos.

En el otro extremo se tienen los cuerpos **transparentes**, como el vidrio, donde el mayor porcentaje de luz se trasmite a través de él, o dicho de otra forma, los cuerpos transparentes son los que reflejan el menor porcentaje de luz incidente.

Finalmente entre los cuerpos opacos y transparentes se tienen los **translúcidos**, como el vidrio esmerilado, que permite el paso de la luz a través de él, sin permitir ver lo que hay detrás de éste. En este caso el porcentaje de luz reflejada y transmitida son casi del mismo orden.

Los colores están asociados a la luz. De la escuela saben que la luz natural (o blanca) procedente del Sol esta compuesta por todos los colores, algo que se puede comprobar fácilmente si se la hace pasar por un prisma, y luego la luz emergente del prisma se la proyecta, por ejemplo, sobre una hoja de papel blanca. Supongamos que la luz natural incide sobre un cuerpo de color verde, por ejemplo pasto. Si vemos al pasto de color verde, ¿qué significa? Significa que el pasto absorbe todos los colores menos el verde que lo refleja.



A que no lo sabías

Los colores fuera de nuestra mente no existen. Los colores son la forma en como nuestro cerebro “procesa” a la luz.

En las personas daltónicas, el cerebro no “procesa” bien los colores, o una gama de colores en particular.

Máxima velocidad

Nada se mueve o propaga más rápido que luz en el vacío.

Un valor para esta velocidad aceptado en la actualidad es: 299 729 458 m/s, o de forma aproximada en tres unidades distintas:

300 000 000 m/s, o
300 000 km/s, o
1 080 000 000 km/h.

No importa en cual de estas unidades expresemos la velocidad de propagación de la luz: el número que antecede a la unidad es enorme. Sabemos que es una gran velocidad, pero ¿qué tan grande es esta velocidad? Intenten responder a las siguientes preguntas:

1. Si la luz pudiera dar la vuelta al mundo, ¿en qué tiempo daría una vuelta completa? Asumir que el radio de la Tierra es $R = 6378$ km. Res.: 0,1336 s
2. ¿La luz, en un segundo, cuántas vueltas le daría a la Tierra? Res.: 7,47 vueltas.
3. Un año luz es la distancia que recorrería la luz en un año. ¿A cuantos km equivale un año luz? Res.: $9,46 \times 10^{12}$ km, es decir: más de 9 billones de kilómetros.
4. La distancia promedio entre la Tierra y el Sol es de 150 000 000 km, ¿cuanto demora la luz en recorrer dicha distancia? Expresar el resultado en minutos. Res.: $\cong 8$ min.

El gran debate: ¿ondas o partículas?

Buena parte de la información que nos llega del mundo exterior lo hace a través de la luz: sin ella no podemos ver. De aquí que entender a la luz, como un fenómeno de la naturaleza, haya estado desde el comienzo de la Física entre sus principales objetivos.

El primer intento riguroso de explicar y entender los fenómenos luminosos, lo hizo **Newton** en 1672 cuando propone su teoría corpuscular. Newton, según este enfoque, imaginó que la luz estaba formada por partículas microscópicas (o corpúsculos) hechas de un material perfectamente elástico. Estos corpúsculos se propagarían en el aire a altísima velocidad, y en línea recta formando así los haces de luz. Así Newton podía explicar la propagación rectilínea^a de la luz y la reflexión, fenómenos bien conocidos desde hacia mucho tiempo y muy poco comprendidos hasta ese momento.

^aSiempre que la luz se propague en un medio homogéneo, es decir, en un medio cuyas propiedades no cambian de un punto a otro.

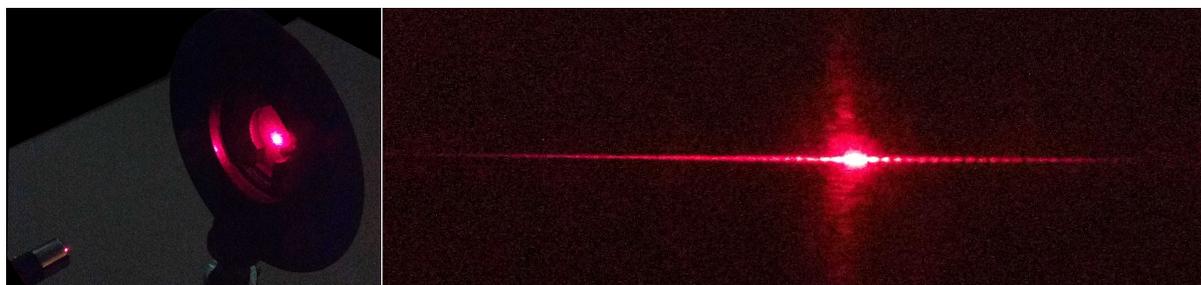


Sin embargo, fenómenos como la difracción y la interferencia tienen el “sello” indiscutible de las ondas, razón por la cual **Huygens** en 1690 propone la teoría ondulatoria de la luz.

A partir de 1690 comienza uno de los debates más perdurables en la historia de la Física, pues ambas teorías “chocaban frontalmente” una con la otra.



Si la luz se comportaba como suponía Newton, al pasar por una rendija muuuuy estrecha (foto de la izquierda), no formaría la imagen que se ve en la foto de la derecha, que se proyecta sobre la pared que esta detrás de la rendija, un comportamiento “típico” de las ondas.



Debido al enorme prestigio con el que contaba Newton, la mayoría de los Físicos de ese época se alinearon con su teoría corpuscular de la luz.

Sin embargo con el correr del tiempo la teoría ondulatoria, por la fuerza de los hechos, se fue imponiendo progresivamente, ya que podía explicar todo lo que explicaba la teoría corpuscular más todo lo que ésta no podía explicar, como por ejemplo, el experimento de la doble rendija (1801) de **Young**: si la luz esta hecha de partículas, ¿cómo es posible que una misma partícula o corpúsculo de luz, pueda pasar al mismo tiempo por las dos rendijas. . . no hay dudas la luz debe ser una onda.



En el año 1865 **Maxwell** publica su tratado sobre la Teoría Electromagnética (de aquí en más TEM). Maxwell con su TEM fortalecía y ampliaba el radio de entendimiento que se tenía sobre la naturaleza misma de la luz, dada por la “primitiva” teoría ondulatoria propuesta muchos años a tras por Huygens.



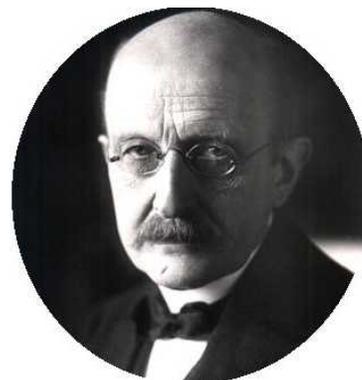
Al esfuerzo de Maxwell se le sumó **Hertz**, que contribuyó aun más a mejorar la TEM de Maxwell. Más aun, la TEM de Maxwell sugiere como generar y detectar ondas de naturaleza electromagnética, algo que Hertz llevó a la práctica con éxito en el año 1885. Las ondas generadas por Hertz (ondas herzianas^a) demostraron tener un comportamiento similar al de la luz en casi todo, lo que demostró sin lugar a dudas que la luz es una onda electromagnética, “enterrando” así a la teoría corpuscular de Newton.



Al año siguiente (1886) el mismo Hertz descubre el efecto fotoeléctrico, imposible de explicarlo con la teoría ondulatoria.

^aSon ondas de radio de baja frecuencia.

En el año 1900 **Planck** introduce la hipótesis de la cuantificación de la energía (base de la Mecánica Cuántica). Según esta hipótesis (confirmada) existe un valor mínimo de energía no fraccionable^a, y cualquier otro valor de energía será un múltiplo entero de esta cantidad, que el propio Planck denominó cuantos de energía.



^aEs decir, no se puede dividir. Es similar a lo que ocurre en cualquier sistema monetario. En especial, en nuestro sistema monetario, la moneda de un peso es la de menor valor. No podemos comprar o vender una mercancía que tenga un valor menor al de un peso: o vale un peso o su valor será un múltiplo entero de éste.

Einstein en 1905, aprovechando la hipótesis de Planck, “desentierra” y corrige la casi olvidada teoría corpuscular de Newton. Para Einstein los corpúsculos propuestos por Newton, en realidad son cuantos de energía (“paquetitos” de energía) que él denominó fotones. A partir de ésta idea explica el efecto fotoeléctrico, poniendo al mismo tiempo en vigencia la teoría corpuscular. Según esta “nueva” teoría corpuscular, la luz se comporta como un “gas” de fotones.



¿Qué es la luz? (segundo intento)

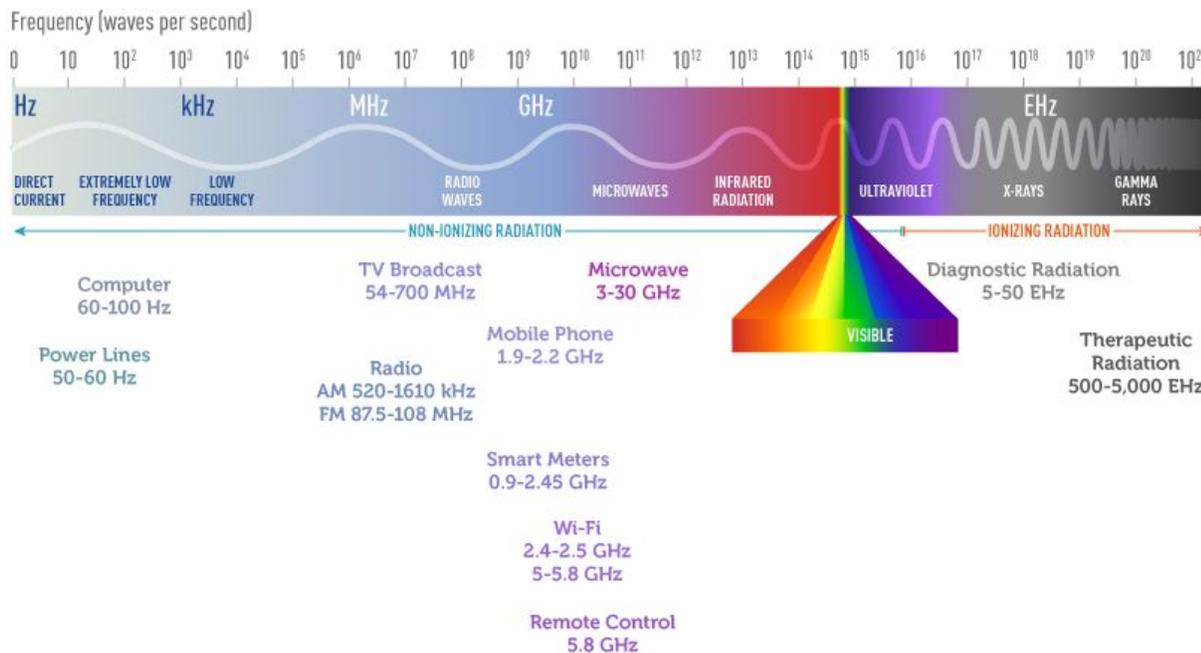
Pero en definitiva... ¿qué es la luz?

Es radiación electromagnética que tiene un comportamiento dual, dos caras de una misma moneda: la luz se puede manifestar como un gas de fotones o como una onda, dependiendo frente al fenómeno que se esté.

Así por ejemplo durante el efecto fotoeléctrico la luz se presenta como un “gas” de fotones, y frente a un fenómeno de difracción la luz se comporta como una onda.

Que poquito (menos mal)

De toda la radiación electromagnética existente, solo podemos ver menos del 1 %, y a éste 1 % de radiación electromagnética que podemos ver le llamamos luz.



Los rayos de luz no existen en la naturaleza. Son idealizaciones de los haces de luz que sí existen. Dicho de otra forma, los rayos de luz son construcciones geométricas o simplificaciones de los haces de luz.

En la teoría corpuscular de la luz, los rayos representarían las trayectorias seguidas por los fotones.

En la teoría ondulatoria los rayos admiten otra interpretación que se verá llegado el momento.

Alternativamente podemos imaginar que los haces están “formados” por una multitud de rayos que entre ellos tienen la misma dirección. De aquí en más, por simplicidad, hablaremos de rayos y no de haces, aunque lo correcto sería decir, por ejemplo, el “haz láser” y no el “rayo láser”.

