

La Nueva Definición para la Unidad de Intensidad Luminosa: la Candela

La luz es forma de energía que nos permite ver lo que nos rodea. Es toda radiación electromagnética que se propaga en formas de ondas en cualquier espacio, ésta es capaz de viajar a través del vacío a una velocidad de aproximadamente 300 000 kilómetros por segundo. La luz también es conocida como energía luminosa. Existen diferentes fuentes de luz que las podemos clasificar en naturales y artificiales. El Sol es la principal fuente natural e importante de luz sobre la Tierra. En cuanto a las fuentes artificiales se estaría hablando de la luz eléctrica de una lámpara, la luz de una vela, de las lámparas de aceite, entre otras.

La visión humana depende de la luz. La luz se refleja en las superficies hacia los ojos, pasa a través de la córnea y la pupila para formar una imagen en la retina. El ojo es sensible a una gama muy amplia de intensidades de luz, pero a bajos niveles pierde la capacidad de discernir detalles. Es por eso que el trabajo de precisión, como las cirugías, la medición o el montaje se realizan mejor bajo un nivel suficientemente alto de luz [1].

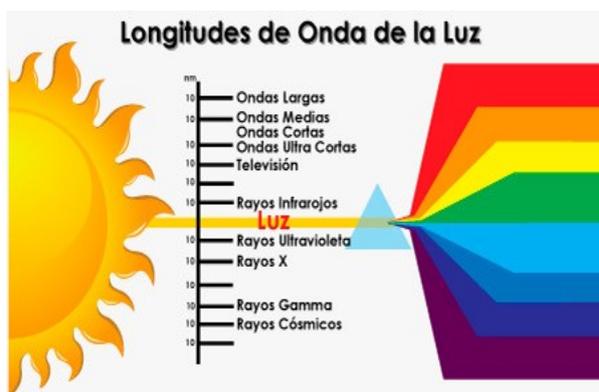


Fig. 1 Longitudes de Onda de la Luz

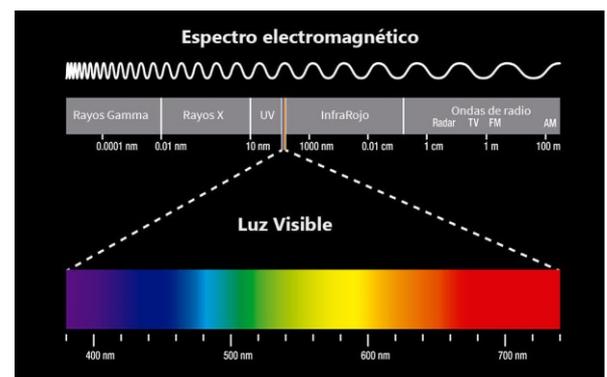


Fig. 2 Espectro electromagnético

Trabajar bajo iluminación deficiente ocasiona fatiga y errores. Los accidentes de trabajo son más comunes cuando los niveles de luz son bajos. Además, una buena iluminación determina qué tan bien la gente puede observar un espectáculo o tomar fotografías de calidad [1].

La presencia de la luz es determinante en todo tipo de actividades. Pensemos en un recinto deportivo cubierto en el que los espectadores y deportistas necesitan una visibilidad adecuada. En este caso, una buena iluminación determina el desarrollo de cualquier actividad que se realice en dicho espacio [2].

Los decoradores saben que la iluminación es un elemento básico, pues tiene efectos sobre los colores, sobre la propia percepción del espacio o en relación con las sensaciones personales que se producen en un lugar determinado. El rol de la iluminación en la decoración es de primer orden. Normalmente se intenta aprovechar al máximo la luz natural y la luz artificial es una opción secundaria. Como es lógico, en el espacio interior la luz artificial tiene un protagonismo. Así, la intensidad luminosa afecta de maneras muy diversas: creando un clima específico,

proporcionando un efecto óptico o cumpliendo un objetivo concreto. En cualquier caso, la iluminación debe estar asociada a una función determinada en cada caso [2].

En el mundo de la decoración se habla del lenguaje de la luz. Si es intensa, se transmite energía. Si es excesiva es muy probable que se produzca un efecto de cansancio. Y si la luz es cálida es muy posible que se cree un efecto de relajación [2].

La intensidad luminosa indica la cantidad de luz que es percibida (el termino científico empleado es el flujo luminoso) respecto del ángulo sólido por el que fluye dicho flujo luminoso

Desde un parámetro matemático, la intensidad luminosa es algo que se puede medir, para lo cual se emplea la unidad conocida como candela. Se llama candela a una unidad básica que alude a la intensidad luminosa (es decir, a la cantidad de flujo luminoso que un cuerpo emite por unidad de ángulo sólido). Una candela equivale aproximadamente a la luminosidad de una vela. En ese sentido, hay que recordar que la luz tiene unidades de medición diversas (lumen, lux, lumen por watt y otras) y cada una de ellas sirve para medir algún aspecto de la luz. No hay que olvidar que la luz es una forma de energía, concretamente de energía electromagnética.

En términos científicos estrictos la intensidad luminosa se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la candela (cd), que es una unidad fundamental del sistema.

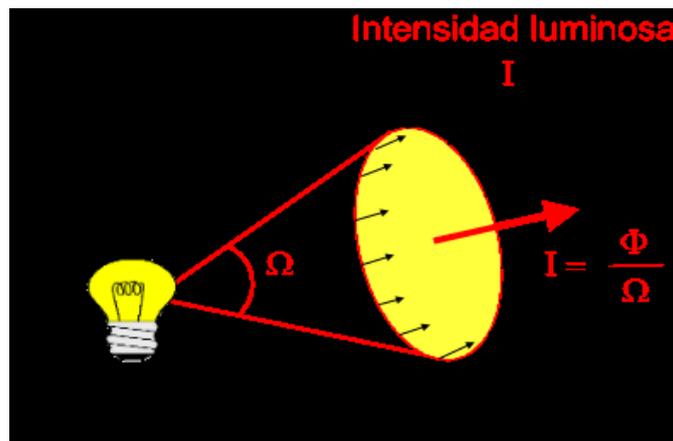


Fig. 3 Intensidad Luminosa: Flujo Luminoso por ángulo sólido

De acuerdo al sistema internacional de unidades que rige desde 1979 al acoplar la intensidad luminosa a la unidad radiométrica de intensidad radiante con la ayuda de un equivalente definido de radiación se define a la candela como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y de la cual la intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ watts por estereorradián. De aquí resulta que la eficacia luminosa espectral de la radiación monocromática de frecuencia igual a 540×10^{12} hertz es igual a 683 lúmenes por watt , exactamente $k = 683 \text{ lm/W} = 683 \text{ cd sr/W}$ [3] .

En el marco del proyecto actual del BIPM se tiene proyectada la siguiente definición para el año 2018 [3]:

“ La candela, símbolo cd, es la unidad SI de intensidad luminosa en una dirección dada. Está definida asignando el valor numérico fijo 683 a la eficacia luminosa K_{cd} de la radiación

monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz ; cuando dicho valor se expresa en la unidad lm W^{-1} la cual es igual a cd sr W^{-1} , ó $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$, donde el kilogramo, el metro y el segundo están definidos en términos de las constantes h (constante de Planck), c (velocidad de la luz) y $\Delta \nu_{\text{cs}}$ (la frecuencia de transición de la estructura hiperfina del estado fundamental del átomo de cesio 133). ”

Esta definición implica la exacta relación $K_{\text{cd}} = 683 \text{ kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3 \text{cd sr}$ para una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz [3].

Invirtiendo esta relación se obtiene una expresión exacta para la candela en términos de las constantes K_{cd} ; h y $\Delta \nu_{\text{cs}}$ [3]:

$$1 \text{ cd} = (K_{\text{cd}} / 683) \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ sr}^{-1} = 2,614\,830 \dots \times 10^{-10} (\Delta \nu_{\text{cs}})^2 h K_{\text{cd}}$$

El efecto de esta definición es que una candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y tiene una intensidad radiante en esa dirección de $(1/683) \text{ W/sr}$ [3].

Frecuentemente se cuestiona incluso el derecho a existir de la candela. Pero la forma elegida actualmente es la única posibilidad de aplicar coherentemente en el sistema de unidades SI la compleja técnica de medición fotométrica con sus funciones acopladas de los espectros. Hasta hoy, la unidad candela se conserva y disemina a través de la intensidad luminosa de lámparas patrón especialmente diseñadas para ello, con las que se pueden obtener las menores incertidumbres posibles. Con la tendencia mundial de prohibir las lámparas incandescentes y con la eliminación, a consecuencia de ello, de las condiciones técnicas de fabricación para la producción de lámparas incandescentes de uso científico, a los laboratorios de medición del mundo le faltan en forma creciente artefactos para la trazabilidad. Por eso frecuentemente se considera inevitable el paso por un lado a mediciones de espectros radiométricos y por el otro la diseminación de la unidad, por ejemplo, usando fuentes de luz basadas en diodos luminosos. Pero frecuentemente se subestiman las incertidumbres de medición de una cadena de trazabilidad basada en lo anterior y es necesario encontrar un marco de condiciones adecuado para la trazabilidad en relación con la función de emisión de los LEDs [3].

REFERENCIAS

- [1] Artículo Técnico “¿Qué tan brillante es? Iluminando la medición de intensidad” ,ubicable en <https://mx.omega.com/technical-learning/Iluminando-la-medicion-de-intensidad.html>
- [2] DEFINICIÓN ABC “GENERAL” INTENSIDAD LUMINOSA, ubicable en: <https://www.definicionabc.com/general/intensidad-luminosa.php>
- [3] PTB-Mitteilungen 126 (2016), Número 2-Armin Sperling, Stefan Kück