

72

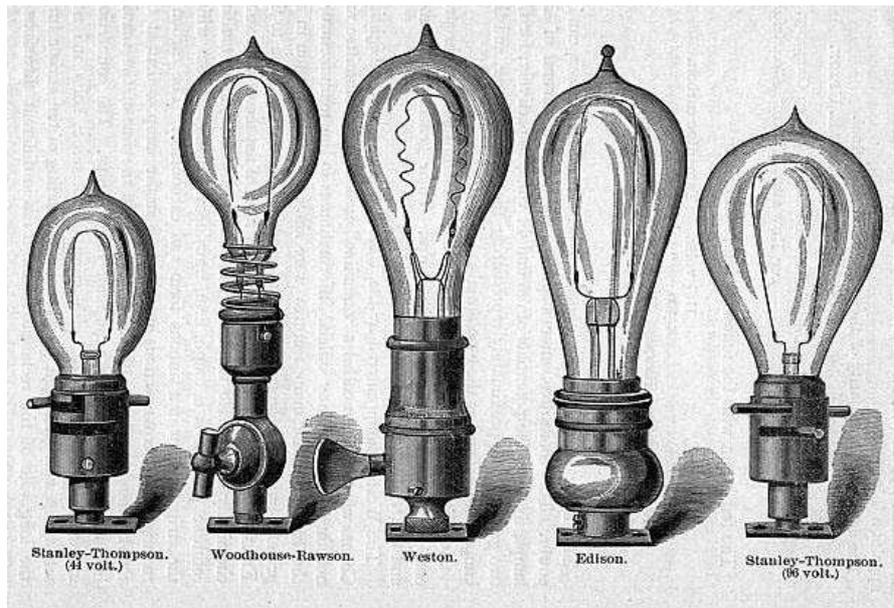


Simple+mente física



La ineficiente bombilla de filamento incandescente (3 - 6 mayo 2005)

Suele decirse que las tradicionales lámparas de filamento incandescente (las más empleadas en los hogares) son muy ineficientes. ¿Cómo se justifica esta afirmación?



AVISO: El objeto de *Simple+mente física* no va más allá del placer que proporciona plantearse y resolver sencillas cuestiones razonando (y experimentando) de acuerdo con principios básicos de la física. No hay ningún tipo de compensación, excepto la satisfacción personal y no van dirigidas a ningún grupo de personas en particular (es decir, están abiertas a todo el mundo).

El primer día hábil de cada semana se presentará una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión de la semana anterior.

Rafael Garcia Molina - Departamento de Física, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

<http://bohr.fcu.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

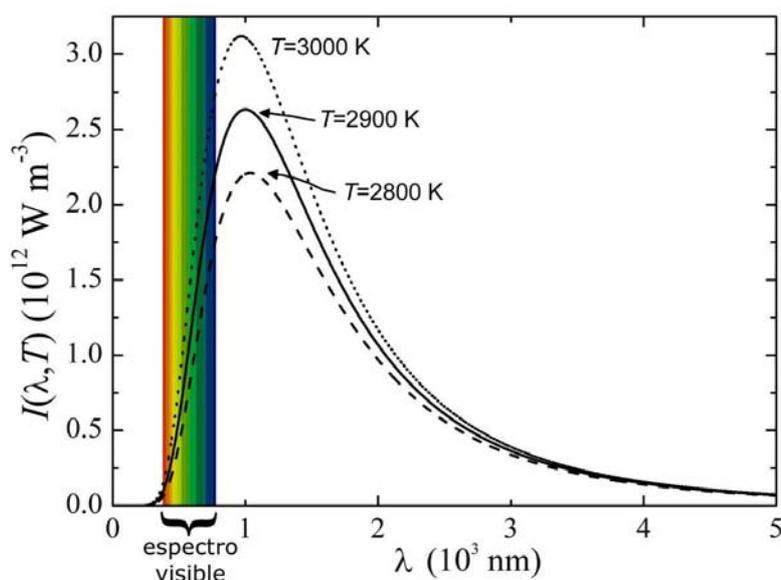
<http://www.fisimur.org>

****La ilustración de la cabecera fue realizada por Clàudia Garcia Abril a la edad de 5 años****

RESPUESTA

Para que un sólido (como el filamento de la bombilla) emita luz visible ha de calentarse al rojo vivo, es decir, ponerse incandescente. Pero, ningún filamento puede proporcionar el espectro luminoso de la luz solar (correspondiente a una temperatura de 6600 K, que es la temperatura promedio de la fotosfera solar), pues no conocemos ninguna sustancia que permanezca sólida cuando se calienta a esa temperatura.

El carbono tiene la mayor temperatura de fusión (~3800 K) de todos los elementos, pero se evapora (antes de fundirse) demasiado deprisa, por lo que un filamento de carbono se fracturaría y no dejaría pasar la corriente eléctrica, "fundándose" la bombilla. De todos los materiales sólidos que se pueden manufacturar en forma de filamento, el tungsteno tiene la temperatura de fusión más elevada (~3700 K) y sublima muy lentamente a temperaturas por debajo de su temperatura de fusión. Por ello se elige el tungsteno para fabricar los filamentos de las bombillas incandescentes, pero para evitar que sus átomos se sublimen, la temperatura máxima del filamento está limitada a ~3000 K.



Podemos considerar el filamento incandescente como si fuese un cuerpo negro, cuya radiación se distribuye de acuerdo con la ley de Planck:¹

$$I(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(hc/\lambda kT) - 1}$$

La figura adjunta muestra la distribución de radiación de un cuerpo negro a tres temperaturas próximas a 2900 K (que es la temperatura de operación típica de una bombilla de 100 W). En estos casos la mayoría de energía irradiada (entre el 80 y el 90%)

por el filamento corresponde a longitudes de onda del infrarrojo, que es invisible al ojo humano, y menos del 10% de la energía irradiada corresponde al visible. Este es el motivo por el que se dice que las lámparas incandescentes son muy ineficientes para la producción de luz visible.

Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades...): El filamento de las bombillas es un fino alambre de tungsteno de poco más de 40 μm de diámetro, enrollado en forma helicoidal, el cual, a su vez, vuelve a enrollarse en otro helicoide. Aunque el filamento aparenta tener 1 o 2 cm de longitud, realmente contiene alrededor de 1 m de fino alambre de tungsteno.

¹ Los símbolos que aparecen en la fórmula tienen el significado tradicional.