

FÍSICA MODERNA I
18 de Agosto de 2011
Guía N° 2: Radiación de Cuerpo Negro

Antes de comenzar a resolver problemas de Radiación de Cuerpo Negro, discutan entre ustedes, y si no saben las respuestas a estas preguntas, averiguen en buenas fuentes! ¿Qué es el color? ¿Qué es el color negro? el blanco? ¿Por qué “vemos” un objeto de color negro? ¿Cuando mezclamos colores de pinturas obtenemos igual color que al mezclar haces de luz de linternas de mismos colores? Jueguen sino saben.... Y qué problema tiene una persona daltónica? Por qué? Al entender bien la física, química y biología de los colores no se mezclarán con los conceptos de radiación de cuerpo negro.

Problema 1:

- a) ¿Un cuerpo negro se ve siempre negro? Explique.
- b) ¿Por qué se ve blanco un cuerpo que está a 6000 K?
- c) Dibuje el espectro de radiación emitida (o emisividad) en unidades de $[W/m^3]$ en función de la longitud de onda para distintas temperaturas:
 - c₁) la de la superficie del sol, $T=6000K$ (eje de λ en nanómetros [nm]),
 - c₂) un objeto al rojo vivo, $T=1800K$ (eje de λ en nanómetros [nm]),
 - c₃) la superficie de la tierra a $T=300K$ (eje de λ en micrones [μm]),
 - c₄) la radiación cósmica de fondo a $T=2,7K$ (eje de λ en milímetros [mm]).

En todos los gráficos pinte el área del visible y mencione el área a la que pertenece el máximo de emisión, es decir si es ultravioleta, visible, infrarojo, microondas, etc...

Problema 2:

Expresé el máximo de densidad de energía monocromática de radiación del cuerpo negro en función de la temperatura.

Problema 3:

Obtenga la densidad total de energía de radiación del cuerpo negro en función de la temperatura.

Problema 4:

Deduzca la ley de Rayleigh-Jeans a partir de la Ley de Planck.

Problema 5:

Compare y analice las definiciones de radiancia espectral, radiancia y densidad de energía.

Problema 6:

Demuestre las siguientes proposiciones válidas para una cavidad isotérmica:

- a) El flujo de radiación es igual en todas las direcciones.
- b) El flujo de radiación debe ser el mismo en todo punto dentro de la cavidad.
- c) El flujo de radiación debe ser igual en todas las cavidades a una dada temperatura, independientemente del material que las compongan y de sus características geométricas.

Problema 7:

Un pedazo de metal se pone rojo a los $1100^{\circ}K$ mientras un trozo de cuarzo a la misma temperatura no brilla. Explique este fenómeno sabiendo que el cuarzo es transparente a la luz visible.

Problema 8:

(a) Suponiendo que un filamento de tungsteno incandescente de una lámpara eléctrica común de 100 W puede considerarse como un cuerpo negro, estime el porcentaje de energía irradiada en el rango visible del espectro electromagnético. El área efectiva del filamento es de 100 mm^2 . (b) Si queremos obtener el mismo flujo lumínico (equivalencia en salida de luz) de un foco tradicional incandescente de 40W, qué lámpara compacta fluorescente usaremos o qué LED? (típicamente las de bajo consumo, usan 1/4 menos) (c) Compare funcionamiento y tiempos de duración de las tres lámparas. (d) Cómo se obtiene en las nuevas lámparas de bajo consumo la gama de ofertas de colores que vemos diariamente en el supermercado: “blanco cálido, blanco frío, blanco, diurno, amarillo” ?

Problema 9:

En un recipiente en el que se hace vacío y sus paredes se mantienen a una temperatura fija cercana al cero absoluto, se coloca una bola de cobre de diámetro d . La temperatura inicial de la bola es T_0 . Considerando la superficie de la bola absolutamente negra, y suponiendo que la bola pierde energía solamente debido a la radiación térmica, encuentre una expresión para el tiempo que transcurre hasta que la temperatura de la bola disminuye en un factor η , y evalúe dicho tiempo cuando $\eta=2$ y $T_0 = 300^\circ K$.

Problema 10:

Si usted alguna vez dejó un auto al sol durante algunas horas debe haber percibido al entrar que la temperatura interna es mayor que la temperatura ambiente. Construyamos un modelo simplificado para tratar de entender el fenómeno equivalente que ocurre a nivel terrestre. Para comenzar supongamos que la superficie terrestre (considerada plana) se comporta como un cuerpo negro y supongamos por un momento que no existe la atmósfera. Sobre la superficie terrestre incidirá un flujo de radiación F (energía por unidad de área y tiempo) proveniente del Sol produciendo un calentamiento hasta alcanzar una situación de equilibrio, en la cual la temperatura se estabilizará en un valor dado por la ley de Stefan-Boltzmann. Introduzcamos ahora en nuestro modelo la atmósfera, bajo la forma de un cielorraso de vidrio a pocos metros de la superficie, con las siguientes características: es transparente en el rango de frecuencias correspondientes al Sol, pero se comporta como un cuerpo negro para la radiación terrestre. Determine la temperatura de equilibrio en esta nueva situación.