

PRÁCTICO N° 2

Radiación de cuerpo negro. Postulado de Planck. Fotones.

1.-(SZ 17.73) La temperatura de operación del filamento de tungsteno de una bombilla incandescente es de 2450 K, y su emisividad es de 0,350. Calcule el área superficial del filamento de una bombilla de 150 W, si toda la energía eléctrica consumida por la bombilla es radiada por el filamento en forma de ondas electromagnéticas. (Solo una fracción de la radiación aparece como luz visible).

2.- a) Cuando el Sol se encuentra en su cenit, la energía térmica que incide sobre la Tierra es de 1366 W/m². Suponiendo que el Sol radia como un cuerpo negro, estime la temperatura de su superficie sabiendo que el diámetro solar es de 1,39x10⁹m y la distancia Tierra-Sol de 1,496x10¹¹m.

b) Muestre que, en promedio, la Tierra recibe del Sol una energía de 1/4 del valor dado en la parte a) (~340 W/m²). Si tomamos a la Tierra como un cuerpo negro que radia a esta razón, ¿Cuál sería su temperatura?

c) Diariamente se consumen en el mundo 100 millones de barriles de petróleo por día. ¿Cómo se compara la energía producida por este petróleo con la que llega del sol también durante un día?

3.- A partir de distribución de energía de Planck $u_T(\lambda)$

a) Muestre que la longitud de onda λ_{max} que maximiza $u_T(\lambda)$ satisface $\lambda_{max} T = c h/(x k)$ donde $x=4,965$ es la solución de la ecuación $5-x=5 e^{-x}$.

b) Evalúe λ_{max} para: temperatura ambiente, temperatura del sol, y temperatura de la radiación cósmica de fondo.

4.- A partir de la distribución de Planck, demuestre la ley de Stefan-Boltzmann y halle la relación

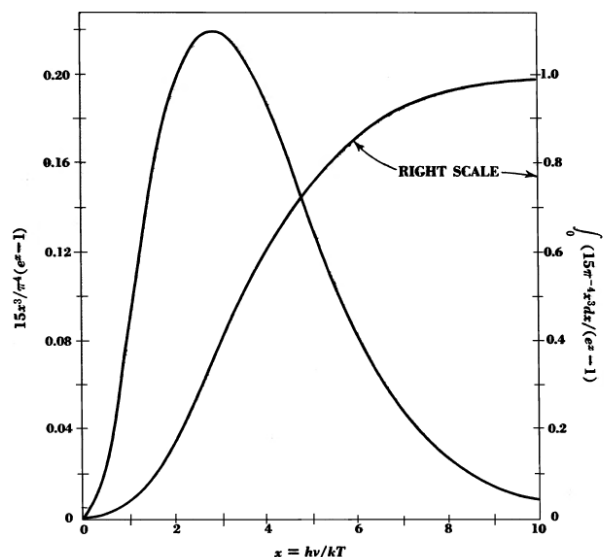
entre las constantes h y σ . Ayuda: $\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$

5.- Considere la distribución de Planck $u_T(x)$ en términos de la variable adimensional $x = h f/(kT)$.

a) Muestre que $u_T(x) = u(T) \frac{15x^3}{\pi^4(e^x - 1)}$ donde $u(T)$ es la densidad de energía total.

b) A partir del gráfico (tomado del Richtmyer) estime la fracción de radiación solar en los rangos visible (3800 a 7400 Å) infrarrojo y ultravioleta. Tome $T=5800$ K

c) Los paneles solares ordinarios transforman la luz visible en electricidad con una eficiencia del 20%. Estima la cantidad de Km² que se precisarían para producir la electricidad consumida por todos los hogares en el mundo (En promedio un hogar consume 10KWh por día).



6.- En 1894 Wien demostró, a partir de argumentos termodinámicos, que en equilibrio térmico la densidad de energía de radiación tiene una dependencia en λ (longitud de onda) y T (temperatura) de la forma: $u_r(\lambda) = \lambda^{-5} F(\lambda T)$ donde F es una función indeterminada. Muestre que esto implica que

a) La densidad de energía total u_r es proporcional a T^4

b) La longitud de onda λ_{\max} que maximiza $u_r(\lambda)$ satisface $\lambda_{\max} T = \text{cte.}$

Indique las suposiciones que tuvo que realizar para la función F .

7.- Una estación de radio FM funciona a una frecuencia de 103,7 MHz con una potencia de salida de 200 kW. Calcule el número de fotones por segundo emitidos por la estación.

8.- (Gasiorowicz 13.6) Con la pupila dilatada, es posible detectar la luz de un cigarrillo a, digamos, unos 500m. Asumiendo que la pupila tiene un diámetro de 0,6cm y que el extremo del cigarrillo es un hemisferio de 1cm de diámetro que radía como cuerpo negro a 800°C, estime cuántos fotones del rango visible llegan a la retina por segundo.

9.- (Ej 2-1 ER) Se coloca una placa de potasio a un metro de una fuente luminosa de 1 W. En un intento (incorrecto) de describir el efecto fotoeléctrico con física clásica, se supone que el electrón acumula energía de la luz incidente hasta alcanzar el umbral necesario para ser desprendido. Si la energía necesaria para extraer el electrón es de 2,1 eV, y si suponemos que el electrón puede captar energía dentro de un área circular de radio 1 Å (radio típico atómico). ¿Cuánto tiempo tardaría en ser arrancado de la superficie?

10.- Considere los metales de litio, berilio y mercurio, cuyas funciones de trabajo son 2,3 eV, 3,9 eV y 4,5 eV respectivamente. Si en cada uno de estos metales incide luz con una longitud de onda igual a 300nm, determine:

a) cuál de ellos presenta efecto fotoeléctrico

b) la energía cinética máxima del fotoelectrón en cada caso

11.- La figura muestra un gráfico de potencial de frenado vs frecuencia de luz incidente para el efecto fotoeléctrico en sodio. A partir del gráfico determine:

a) la función de trabajo del sodio

b) el cociente h/e

c) la longitud de onda de corte

d) encuentre la diferencia porcentual entre su respuesta al inciso b) y el valor aceptado

