

Problemas de Física Cuántica I

Hoja 0

Cuerpo negro

Problema 1: En un cuerpo a una temperatura T , la longitud de onda en el máximo de la radiación emitida vale $\lambda_{max} = 6500 \text{ \AA}$. ¿Cuál será λ_{max} si la temperatura se varía de forma que se doble la potencia radiada?

Solución: $\lambda_{max} = \frac{6500}{2^{1/4}} \text{ \AA}$.

Problema 2: El Sol tiene una masa $M_{\odot} = 1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$, un radio $R_{\odot} = 6.06 \times 10^{10} \text{ cm}$ y emite aproximadamente como un cuerpo negro a $T_{\odot} = 5700 \text{ K}$. 1) ¿Qué energía es emitida cada año en forma de radiación? 2) ¿Qué fracción de la masa solar representa esta energía?

Solución:

1. $E = 8.7 \times 10^{33} \text{ J}$;

2. 4.82×10^{-14} .

Problema 3: Supóngase, como en el ejercicio anterior, que el Sol emite radiación como un cuerpo negro a temperatura T_{\odot} con forma de esfera de radio R_{\odot} . Sea d la distancia Tierra-Sol. Si en un lugar de la superficie terrestre, cuya vertical forma un ángulo θ con la dirección Tierra-Sol, situamos un panel solar de área A , obténganse expresiones aproximadas para:

1. Las cantidades de energía dE y E que recibe el panel de la radiación solar por unidad de tiempo, en un pequeño intervalo de frecuencia $d\nu$ en torno a ν y con cualquier frecuencia, respectivamente.
2. El número de fotones N y dN que, procedentes del sol llegan al panel por unidad de tiempo con cualquier frecuencia y en un pequeño intervalo de longitudes de onda $d\lambda$ en torno a λ , respectivamente.
3. Estudiese si $dN/d\lambda$ tiene algún máximo al variar la longitud de onda.

Solución:

1. $E = R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4 \frac{A \cos \theta}{d^2}$;

2. $N = R_{\odot}^2 \frac{A \cos \theta}{d^2} \int_0^{\infty} \frac{R_T(\lambda)}{h\lambda} d\lambda;$

3. Tiene un máximo aproximadamente para $\lambda = \frac{hc}{3.9kT}$.

Problema 4: Un pequeño satélite artificial esférico de radio r describe una órbita circular alrededor de la Tierra. La distancia del satélite a la superficie de la Tierra es mucho más pequeña que el radio de la Tierra.

1. Obténgase una fórmula aproximada para la energía total, E_{rec} , que el satélite recibe del Sol por unidad de tiempo (despreciando la cantidad de energía que el satélite deja de recibir cuando la Tierra se interpone entre él y el Sol).
2. El satélite, cuya temperatura T va aumentando a medida que recibe energía del Sol, se convierte, a su vez, en emisor de radiación al espacio, y lo asimilamos a un cuerpo negro a temperatura T . ¿A qué temperatura alcanza el régimen de equilibrio en el que toda la energía recibida es emitida a través de su superficie en forma de radiación térmica?

Solución:

1. $E = \pi R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4 \frac{r^2}{d^2};$

2. $T = T_{\odot} \left(\frac{R_{\odot}}{2d} \right)^{1/2}.$