

PEC 1 - Fundamentos de Física III

Álvaro Jerónimo Sánchez

Noviembre 2025

1. Temperatura del Sol y la Estrella Polar con la longitud de onda máxima. Masa que pierde el Sol.

APARTADO A: Nos dicen que se comporta como un cuerpo negro ideal, lo que significa que absorbe toda la radiación que incide sobre él, y además es emisor de radiación ideal (*Tipler, Física para la ciencia y tecnología Vol. 1*). Esto supone que su **emisividad será 1** y las características de su radiación se pueden calcular teóricamente.

La *Ley del desplazamiento de Wien* postula que la longitud de onda para la cual la potencia es un máximo varía inversamente con la temperatura. De aquí podemos despejar la temperatura para cada estrella:

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T} \begin{cases} T_{\odot} = \frac{0,0028976 \text{ m} \cdot \text{K}}{5,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 5681,57 \text{ K} \\ T_E P = \frac{0,0028976 \text{ m} \cdot \text{K}}{3,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 8278,86 \text{ K} \end{cases}$$

Siendo b la constante de proporcionalidad.

APARTADO B: Podemos hallar la potencia radiada de un cuerpo mediante la *Ley de Stefan-Boltzmann*, que describe a ésta en función de la temperatura. La emisividad será igual a 1, y el área (A) será el área de una esfera (πR^2):

$$P = \epsilon \sigma A T^4 = 5,67 \cdot 10^8 \cdot 4\pi R_{\odot}^2 T_{\odot}^4 = 3,6 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Donde σ es la constante de Stefan.

Aplicando la definición de la potencia, que es la energía transmitida por unidad de tiempo, y empleando la relación entre **masa y energía** ($E = mc^2$):

$$P = \frac{E}{t} = \frac{mc^2}{t(1 \text{ año})} \rightarrow m_{perd} = \frac{P \cdot 3,15 \cdot 10^7}{(2,998 \cdot 10^8)^2} = 1,26 \cdot 10^7 \text{ kg en un año}$$

Para hallar la fracción de la masa que representa, simplemente dividimos entre la masa total:

$$\frac{m_{perd}}{m_{\odot}} = \frac{1,26 \cdot 10^7 \text{ kg}}{1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}} = 6,35 \cdot 10^{-14} \rightarrow (6,35 \cdot 10^{-14} \%)$$

2. Átomo excitado. Ensanchamiento natural, anchura fraccional y el doblete de sodio.

APARTADO A: En este caso, las líneas espectrales que crea el átomo como consecuencia de la emisión de radiación tienen un ancho de banda natural debido al *Principio de incertidumbre de Heisenberg*, ligado a la vida media del estado (web.ua.es). La forma de estas líneas espectrales es una **curva de Lorentz**, y podemos hallar el ensanchamiento ($\Delta\nu$) con la definición de la anchura a media altura (*FWHM*) de estas curvas en energía y pasándolo a frecuencia con $E = h\nu$ (sabiendo que $\tau = 10^{-8} \text{ s}$):

$$FWHM_{\Delta E} = \frac{\hbar}{\tau} \implies \Delta\nu = \frac{\hbar}{h\tau} = \frac{1}{2\pi\tau} = [1,59 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}]$$

APARTADO B: Para hallar la anchura fraccional ($\Delta\nu/\nu$) para $\lambda_1 = 589,0$ y $\lambda_2 = 589,6$ (nm), teniendo las longitudes de onda, basta con una aplicación directa de dicha fracción tras pasar las longitudes de onda a frecuencia con $\nu = c/\lambda$:

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\Delta\nu\lambda}{c} \begin{cases} \Delta\nu/\nu_1 = [31,23 \cdot 10^{-9}] \\ \Delta\nu/\nu_2 = [31,27 \cdot 10^{-9}] \end{cases}$$

APARTADO C: Para hallar $\Delta\lambda$ podemos usar el hecho de que las fracciones de las anchuras fraccionales son **equivalentes** y sustituir para uno de los valores de longitud de onda dados:

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \implies \Delta\lambda = \frac{\Delta\nu\lambda_1}{\nu_1} = [1,84 \cdot 10^{-14} \text{ m}]$$

Para distinguir el doblete de sodio del ensanchamiento natural, las líneas deberán estar lo suficientemente separadas entre sí. Podemos hallar la $\Delta\lambda$ del doblete con datos de las longitudes de onda (*Georgia State University*):

$$\Delta\lambda_{dob} = 589,6 - 589,0 = 0,6 \text{ nm} \rightarrow \lambda_{doblete} \gg \lambda_{natural}$$

La separación del doblete es mucho mayor que la natural, por lo que se **distinguirá sin problemas**.

3. Energía y número cuántico de un péndulo como oscilador armónico.

APARTADO A: Podemos hallar la energía del estado fundamental sabiendo que el periodo de un péndulo clásico es $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ y relacionándolo con la velocidad angular (para oscilaciones pequeñas):

$$E_n = \left(\mu + \frac{1}{2}\right) \hbar w_o = \frac{\hbar 2\pi}{2T} = \frac{\hbar}{2} \sqrt{\frac{g}{L}} = \frac{2,25 \cdot 10^{-34} \text{ J}}{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{eV}^{-1}} = [1,40 \cdot 10^{-15} \text{ eV}]$$

Podemos observar que esta energía es **muy pequeña**, por lo que no influye en un péndulo clásico, es despreciable.

APARTADO B: Hallaremos la energía que posee el péndulo mediante la fórmula de la **energía potencial**, que será la máxima en el punto más alto (2 mm):

$$E = mgh = 0,04 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 0,002 = \boxed{7,85 \cdot 10^{-4} \text{ J}}$$

Introducimos dicha energía en la fórmula de cuántica y despejamos el nivel (n):

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar w \implies n = \frac{7,85 \cdot 10^{-4}}{\hbar \cdot w} - \frac{1}{2} = \boxed{1,76/cdot10^{30}}$$

El resultado para el supuesto nivel es **muy grande**, por lo que realmente no corresponde a ningún nivel energético. Esto confirma una vez más que el péndulo no se comporta de manera cuántica, sino clásica.