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:

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

Siendo b la constente 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):

$$P = \overset{1}{\cancel{\varepsilon}}\sigma A T^4 = 5{,}67 \cdot 10^8 \cdot 4\pi R_{\odot}^2 T_{\odot}^4 = 3{,}6 \cdot 10^{26}\, W$$

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** ($E = mc^2$):

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

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

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

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 (Δv) 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 $\tau = 10^{-8}\, s$):

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

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 $\nu = c/\lambda$:

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

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:

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

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*):

$$\Delta\lambda_{dob} = 589{,}6 - 589{,}0 = 0{,}6\, nm \to \boxed{\lambda_{doblete} \ggg \lambda_{natural}}$$

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

3. Energia 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):

$$E_n = \left(\cancelto{0}{n} + \frac{1}{2}\right)\hbar w_o = \frac{\hbar 2\pi}{2T} = \frac{\hbar}{2}\sqrt{\frac{g}{L}} = \frac{2{,}25 \cdot 10^{-34}\, J}{1{,}60 \cdot 10^{-19}\, J \cdot eV^{-1}} = \boxed{1{,}40 \cdot 10^{-15}\, eV}$$

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):

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

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

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

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.