

## Guía 2: Ensanchamiento de líneas espectrales

Prof. Gabriela Capeluto - Depto. Física, FCEyN, UBA.

- ① Evaluar el ensanchamiento Doppler de las siguientes transiciones láser de He-Ne
- a)  $3s_2 \rightarrow 2p_4$  a  $\lambda_0 = 632,8 \text{ nm}$   $\tau(3s_2) = 58 \text{ ns}$   $\tau(2p_4) = 18 \text{ ns}$ .
  - b)  $2s_2 \rightarrow 2p_4$  a  $\lambda_0 = 1152,3 \text{ nm}$
  - c)  $3s_2 \rightarrow 3p_4$  a  $\lambda_0 = 3390 \text{ nm}$

Para el gas de neón considere el isótopo  $\text{Ne}^{20}$  y que la temperatura de la descarga es de  $100^\circ\text{C}$ . Expresar los resultados en GHz y en nm.

Además calcule el ensanchamiento natural para la transición a)  $3s_2 \rightarrow 2p_4$ .

- ② Usando los datos del problema anterior construya un esquema parcial de niveles.
- ③ Para un láser de He-Cd, suponga que tiene una descarga a una temperatura de  $300^\circ\text{C}$ . Realice un gráfico del ancho de línea que se observaría si se tiene las siguientes mezclas de isótopos de cadmio:
- a) igual cantidad de  $\text{Cd}^{112}$  y  $\text{Cd}^{114}$
  - b) igual cantidad de  $\text{Cd}^{110}$  y  $\text{Cd}^{114}$

La diferencia entre las frecuencias centrales de las dos transiciones con respecto a  $441.6 \text{ nm}$  son:

$$\Delta\nu(\text{Cd}^{110} - \text{Cd}^{112}) = 1,57 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$\Delta\nu(\text{Cd}^{112} - \text{Cd}^{114}) = 1,46 \times 10^9 \text{ Hz}$$

- ④ El láser de plomo funciona en forma pulsada en varias líneas del visible y del UV.

Transición	$\lambda$ [nm]	$A_{ul}$ [1/s]
$6s^2 6p 7s \ ^3P_1^0 \rightarrow 6s^2 6p^2 \ ^1S_0$	1300	
$6s^2 6p 7s \ ^3P_1^0 \rightarrow 6s^2 6p^2 \ ^1D_2$	722,9	$8,9 \times 10^5$
$6s^2 6p 7s \ ^3P_1^0 \rightarrow 6s^2 6p^2 \ ^3P_2$	405,7	$8,9 \times 10^7$
$6s^2 6p 7s \ ^3P_1^0 \rightarrow 6s^2 6p^2 \ ^3P_1$	364,0	
$6s^2 6p 7s \ ^3P_1^0 \rightarrow 6s^2 6p^2 \ ^3P_0$	283,3	

Teniendo en cuenta la información de la tabla, para las líneas de  $772.9 \text{ nm}$  y  $405.7 \text{ nm}$  calcule el ancho natural de línea, al ancho Doppler y  $\frac{\Delta\nu_D}{\nu_0}$ . Considere una temperatura de  $1300^\circ\text{C}$  que produce una presión de vapor de plomo de  $1 \text{ Torr}$ .

- ⑤ El láser de rayos X de selenio funciona a una longitud de onda de 20.6 nm en el ión  $\text{Se}^{24+}$ . Estos iones se producen en un plasma que se encuentra a una temperatura de aproximadamente  $10^7$  K. ¿Cuán grande es el ensanchamiento Doppler comparado con el de del He-Ne a 632.8 nm?
- ⑥ Si dos líneas de dos especies diferentes tienen la misma frecuencia central  $\nu_0$  y el mismo ancho de línea  $\Delta\nu^{FWHM}$  pero una está ensanchada homogéneamente y la otra tiene ensanchamiento Doppler. ¿Cuánto más grande es el valor de la emisión de la línea homogénea a una frecuencia corrida de  $\nu_0$  por un valor de  $\nu = 5 \Delta\nu^{FWHM}$ ?
- ⑦ Calcule el ensanchamiento Doppler para la transición de 488 nm de un láser de argón considerando que la temperatura de descarga es 6000 K. Repita el cálculo anterior para la línea de 632.8 nm de un láser He-Ne donde la temperatura de descarga es de aproximadamente 400 K.
- ⑧ Estimar el ensanchamiento Doppler para un láser de  $\text{CO}_2$  que emite a 10600 nm. La celda con las moléculas de  $\text{CO}_2$  se encuentra a una temperatura de 300 K. ¿Cuál es la longitud de coherencia del láser? Si la frecuencia de este láser se estabiliza con una precisión de  $\pm 1$  MHz, ¿cuál sería el nuevo valor de la longitud de coherencia? También determine el ancho de línea (en nm) del láser en los dos casos.
- ⑨ \* Calcular el espectro de Fourier correspondiente a una onda electromagnética producida por la emisión de átomos en donde las colisiones son desfasantes. Comparar con el caso sin colisiones desfasantes. (ver pág. 62, clase 2)
- ⑩ \* Simular numéricamente el patrón de Voigt para distintos valores de  $\Delta$  y  $\gamma_{ul}$ . (ver pág 76, clase 2)
- ⑪ \* Considere un láser de He-Ne o He-Cd con una sola variedad isotópica presente.
- Grafique el perfil Lorentziano y el perfil de ensanchamiento Doppler, normalizados a  $I(\omega_0) = I_0$ .
  - Calcule la frecuencia  $\omega_c$  respecto a  $\omega_0$  para la cual el perfil Lorentziano excede al perfil Doppler en las condiciones de normalización del ítem anterior. Calcule la intensidad  $I(\omega - \omega_0)$  correspondiente a esta condición
  - Grafique el perfil de intensidad, considerando distintas concentraciones de las variedades isotópicas.