Largeur naturelle d'une raie

1. Modèle de Bohr
   $E_n = (-k^2 m_e e^4 / 2\hbar^2)/n^2$
   d'où: $\Delta E = E_2 - E_1 = 3k^2 m_e e^4 / 8\hbar^2$

2. $\Delta E = P\,\tau$ donne $\tau = 9\hbar^6 c^3 n^8 / 16 k^5 m_e e^{10}$ avec $n = 2$; $\tau = 8{,}9 \times 10^{-9}$s

3. Principe d'incertitude d'Heisenberg: $\Delta E\, \Delta t \sim \hbar$
   Avec $\Delta E = \Delta E2 + \Delta E1$; la durée de vie de l'état fondamental étant infini, $\Delta E1 = 0$ et $\Delta E2 = \hbar/\tau$ d'où : $\Delta\nu = 1/2\pi\tau = 17 \times 10^6$ Hz

4. $\lambda = c / \nu$ $\Delta\lambda = \lambda^2 \Delta\nu / c = 2 \times 10^{-4}$ Å

Termes spectraux et couplage spin-orbite

1. Hydrogène H ($Z = 1$), la configuration électronique $1s^1$
   On a un unique électron $S = 1/2$ et $L = 0$; le terme fondamental: $^2s_{1/2}$

2. La configuration $2p^1$ correspond à $S = 1/2$ et $L = 1$; d'où: $|L - S| = 1/2 \leq J \leq L + S = 3/2$
   Couplage spin-orbite L.S : $J = 1/2$ et $3/2$
   Les termes sont: $^2p_{1/2}$ et $^2p_{3/2}$
   Le Hamiltonien correspondant a ce couplage s'écrit $H = a\,\mathbf{L}.\mathbf{S} = a/2.(\mathbf{J}^2 - \mathbf{L}^2 - \mathbf{S}^2)$
   Valeur propre de l'énergie d'interaction: $W_{SO} = a\hbar^2[J(J+1) - L(L+1) - S(S+1)] / 2$
   Les niveaux éclatent en J !

3. D'après la figure, la raie est dédoublée conformément à la règle de sélection $\Delta J = 0, \pm 1$