

Année Universitaire 2019/2020  
Licence de Chimie : UE SLA2CHBA : Bases de Spectroscopie  
Contrôle écrit du Lundi 27 Avril 2020  
Durée 1 heure (Noté sur 20 points)

Saïd ABID

Dépôt sur Celene : Vous devrez explicitement cliquer sur le bouton « **Envoyer le devoir** » pour confirmer que votre devoir est terminé.

**Couplage Spin Orbite**

Le terme spectral fondamental, en tenant compte du couplage spin-orbite, de l'atome de Fer ( $Z=26$  [Ar]  $4s^2 3d^6$ ) est  $4^5D_3$ .

- 1.** Expliquer comment obtenir, à partir de la configuration électronique, les termes spectraux des trois niveaux du Tableau 1 ( $4^5D_3$ ,  $4^5P_1$ ,  $4^5P_2$  et  $5^5D_0$ ).

	Etat Fondamental	Etat 1	Etat 2	Etat 3
Configuration électronique :	$3d^6 4s^2$	$3d^6 4s^1 4p^1$	$3d^6 4s^1 4p^1$	$3d^6 4s^1 5s^1$
Terme spectral	$4^5D_3$	$4^5P_1$	$4^5P_2$	$5^5D_0$
	$E_0$	$E_1$	$E_2$	$E_3$
$E \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	0,000	29732,74	29469.02	45595,07

**Tableau 1** (on note que le niveau  $E_2$  se situe plus bas que le niveau  $E_1$ )

- 2.** Reproduire et compléter le **tableau 2** en utilisant les données du **tableau 1**.

	$E_1$	$E_3$	$E_2$	$E_3$
$E \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	29732.74	45595.07	29469.02	45595.07
	$E_3 - E_1$		$E_3 - E_2$	
$\Delta E \text{ (cm}^{-1}\text{)}$				
$\Delta E \text{ (J)}$				
Longueur d'onde en nm				

**Tableau 2**

- 3.** Calculer la constante de couplage  $a$  (en  $\text{cm}^{-1}$ ) pour le terme spectral  $4^5P$  à partir des niveaux d'énergies  $E(4^5P_1)$ ,  $E(4^5P_2)$  et  $E(4^5P_3)$ . Est-ce que le couplage est respecté ( $a=\text{constante}$ ) ?

	$E(4^5P_1)$	$E(4^5P_2)$	$E(4^5P_3)$
Terme spectral	$4^5P_1$	$4^5P_2$	$4^5P_3$
$E \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	29732,74	29469.02	29056.32

On rappelle les relations suivantes :

$$E_J(^5P_J) = \frac{a}{2} [J(J+1) - L(L+1) - S(S+1)]$$

$$E_{J+1}(^5P_{J+1}) - E_J(^5P_J) = a(J+1)$$

**Effet Zeeman**

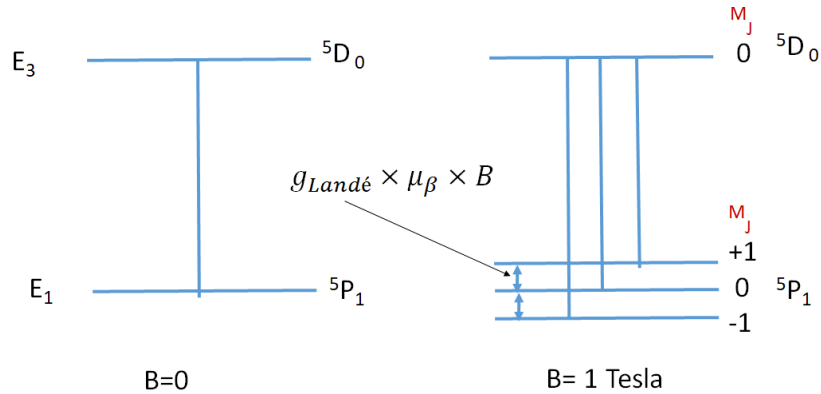
- 4.** Calculer le facteur de Landé  $g$  pour le terme  $5^5P_1$

On donne l'expression du facteur de Landé :  $g = 1 + \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)}$

5. Calculer, en  $\text{cm}^{-1}$ , la séparation Zeeman en présence d'un champ magnétique de 1000 Gauss (1Tesla) de la raie de transition entre le niveau ( $4^5P_1$ ) et le niveau  $5^5D_0$ .

$$L'énergie due à l'effet Zeeman = g_{Landé} \times \mu_B \times B$$

$$\begin{aligned} \mu_B &= 9.274009994 \times 10^{-24} \text{ J.T}^{-1} \\ \mu_B/hc &= 46.68644814 \text{ m}^{-1}.\text{T}^{-1} \\ \mu_B/hc &= 0.4668644814 \text{ cm}^{-1}.\text{T}^{-1} \end{aligned}$$



### Couplage Hyperfin

Le fer naturel est constitué des quatre isotopes stables  $^{54}\text{Fe}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Fe}$  et  $^{58}\text{Fe}$ . Ces quatre isotopes ont la même structure électronique et ils ont le même terme spectral  $4^5D_3$  à l'état fondamental.

Le fer  $^{57}\text{Fe}$  possède un spin nucléaire non nul qui vaut  $1/2$  ( $I=1/2$ ) et on observe un couplage entre le moment magnétique global électronique  $J$  et le moment magnétique du noyau  $I$ .

6. Déterminer, pour l'isotope  $^{57}\text{Fe}$ , les valeurs possibles du nombre quantique  $F$  attachées aux niveaux hyperfins des deux états suivants :

- L'état fondamental  $4^5D_3$
- L'état excité  $4^5F_4$

