

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] 4s² 3d⁶) est 4⁵D₃.

1. Expliquer comment obtenir, à partir de la configuration électronique, les termes spectraux des trois niveaux du Tableau 1 (4⁵D₃, 4⁵P₁, 4⁵P₂ et 5⁵D₀).

	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 ⁵ D ₃	4 ⁵ P ₁	4 ⁵ P ₂	5 ⁵ D ₀
	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃
E (cm ⁻¹)	0,000	29732,74	29469.02	45595,07

Tableau 1 (on note que le niveau E₂ se situe plus bas que le niveau E₁)

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

	E ₁	E ₃	E ₂	E ₃
E (cm ⁻¹)	29732.74	45595.07	29469.02	45595.07
	E ₃ - E ₁		E ₃ - E ₂	
ΔE (cm ⁻¹)				
ΔE (J)				
Longueur d'onde en nm				

Tableau 2

3. Calculer la constante de couplage **a** (en cm⁻¹) pour le terme spectral 4⁵P à partir des niveaux d'énergies E(4⁵P₁), (4⁵P₂) et E(4⁵P₃). Est-ce que le couplage est respecté (a=constante) ?

	E(4 ⁵ P ₁)	E(4 ⁵ P ₂)	E(4 ⁵ P ₃)
Terme spectral	4 ⁵ P ₁	4 ⁵ P ₂	4 ⁵ P ₃
E (cm ⁻¹)	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

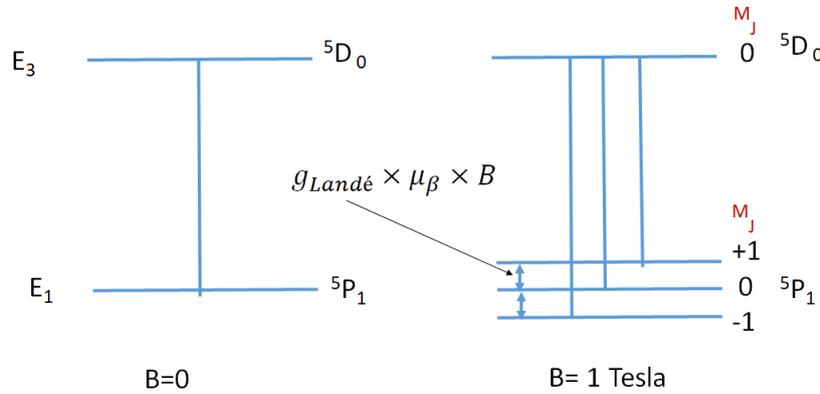
4. Calculer le facteur de Landé g pour le terme 5P₁

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 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 = $g_{\text{Landé}} \times \mu_{\beta} \times B$

μ_B	=	$9.274009994 \times 10^{-24}$	$\text{J} \cdot \text{T}^{-1}$
μ_B/hc	=	46.68644814	$\text{m}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
μ_B/hc	=	0.4668644814	$\text{cm}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$



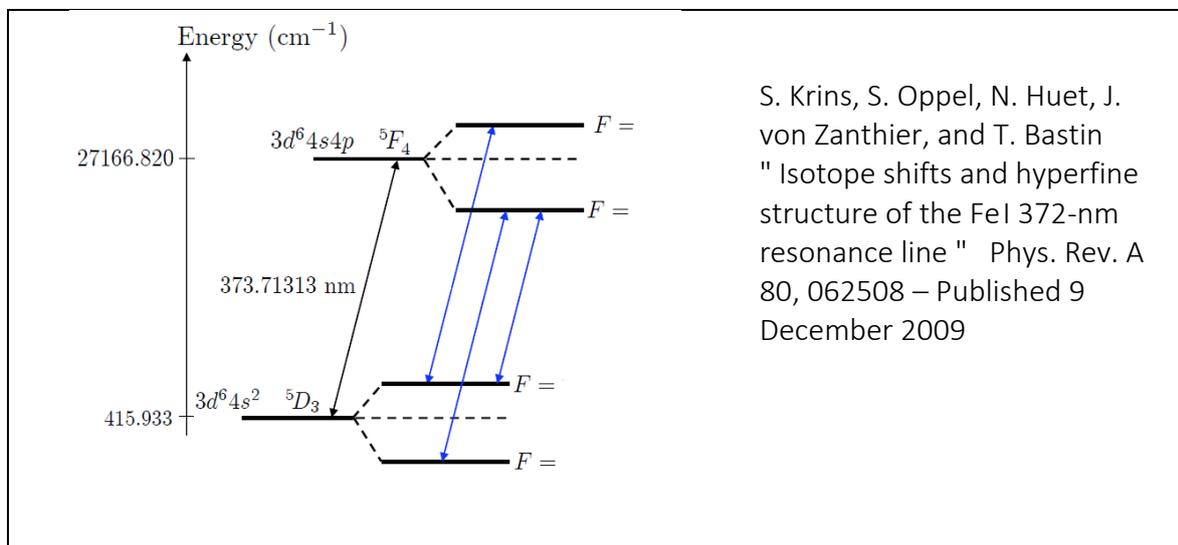
Couplage Hyperfin

Le fer naturel est constitué des quatre isotopes stables ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe et ^{58}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}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}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



S. Krins, S. Opiel, N. Huet, J. von Zanthier, and T. Bastin " Isotope shifts and hyperfine structure of the Fe I 372-nm resonance line " Phys. Rev. A 80, 062508 – Published 9 December 2009