**Série n°2**

**Exercice n 1** 1/ Donner en notation spectroscopique **nlj** les niveaux n = 1 et n = 2 de l’atome d’hydrogène.

2/ Déterminer les corrections spin-orbite sur les niveaux n = 1 et n = 2 de H.

3/ Déterminer l’écart énergétique entre les sous niveaux 2p perturbés, la règle des intervalles de Landé est-elle vérifiée.

**Exercice n 2** On se place dans le cas d’un atome à plusieurs électrons.

1/ a- Donner la définition d’une configuration électronique.

 b- Enoncer la règle de Madelung.

 c- Donner les configurations électroniques fondamentales de 6C, 17Cl et 26Fe.

2/ On s’intéresse à la configuration électronique fondamentale de 6C : 2p2 (notée C0) et à sa première configuration électronique excitée 2p3s (notée C1)

a- Déterminer, en couplage RS, les termes spectraux relatifs aux configurations électroniques C0 et C1.

b- Calculer la dégénérescence totale des configurations C0 et C1 à partir des termes spectraux.

c- Déterminer, en couplage RS, les niveaux d’énergie des configurations électroniques C0 et C1.

d- Calculer la dégénérescence totale des configurations C0 et C1 à partir des niveaux d’énergie.

3/ a- Enoncer la règle de Hund.

 b- Déterminer le niveau d’énergie fondamental, en couplage RS, correspondant à la configuration électronique C0++++++++++++++++++. Le représenter avec l’une des cases quantiques possibles.

**Exercice n 3** On s’intéresse à la raie de résonance 1*s*2*p* de l’hydrogène de longueur d’onde =121.6 nm.

**I)** On se propose de corriger l’Hamiltonien *H0* (non relativiste) de l’atome d’hydrogène par un terme du couplage spin-orbite (dû aux effets relativistes) *WSO* = La valeur moyenne de l’opérateur (*r*) dans la base couplée vaut *Anl*.

1) Donner une signification physique du terme *WSO*

2) Donner l’expression de *WSO* en fonction de *j*2, *l*2, *s*2 et *Anl.* En déduire l’énergie associée au terme *WSO* dans la base couplée

3) Montrer que chaque niveau d’énergie *nl* (*l* ≠ 0), se décompose en deux sous niveaux de structure fine. Spécifier cette levée de dégénérescence par le(s) nombre(s) quantique(s) approprié(s).

4) Donner la différence d’énergie entre les niveaux de structure fine et

5) La raie Lyman-de longueur d’onde =121.6 nm se scinde en deux composantes, sous l’effet de l’interaction spin-orbite, dont la séparation est de 5,3. 10-4 nm.

a) Montrer que la constante de couplage spin-orbite, du niveau 2*p* de l’atome d’hydrogène, s’écrit sous la forme suivante :

sont respectivement les longueurs d’ondes relatives aux transitions 1→

b) Calculer en cm-1 la valeur de .

**Exercice n 4** On considère un électron de masse m et de charge –*e* en mouvement circulaire uniforme autour d’un noyau chargé, la vitesse de l’électron est notée *v* et la distance qui le sépare du noyau est notée *r*.

f- L’électron en question se comporte-t-il comme un aimant ? et que mesure son moment magnétique orbital ?

g- Sachant que  *=* *I* où *I* représente le courant parcourant la spire et son vecteur surface, exprimer le moment magnétique orbital en fonction du moment cinétique orbital de l’électron, schématiser le système et montrer et .

h- Sachant que le moment cinétique orbital de l’électron est quantifié, et que la plus petite valeur du moment magnétique orbital *M* représente le magnéton de Bohr, déterminer l’expression de .

i- Le système est placé dans un champ magnétique extérieur , comment va-t-il se comporter ? Exprimer l’énergie magnétique due à son interaction avec , que représente réellement cette énergie?.

**Exercice n 5** Soit la configuration électronique *C*1 **:** 1s22s22p4 relative à l’atome d’oxygène.

1) Calculer la dégénérescence de C1.

2) Déterminer les termes *RS* et les niveaux d’énergie de *C*1.

3) Calculer la dégénérescence de *C*1 de deux manières différentes.

4) On donne dans le tableau ci-dessous les énergies en couplage spin-orbite (l’énergie du niveau le plus bas est considérée comme référence énergétique) relatives à la configuration *C*1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Energies (en eV)  |  | 0, 020  |  | 0,028  | 1,97  | 4,19  |

a- Placer sur un diagramme énergétique les niveaux de la configuration *C*1 par ordre croissant d’énergies tout en indiquant leurs énergies et leur nomination en notation spectroscopique.

b- Calculer en eV et en cm-1 la constante de structure fine A(2 3P) relative au multiplet 2 3P.

5) Déterminer les niveaux de Hund relatifs aux configurations : 2*p*2 et 2*p*3*d* en utilisant les cases quantiques.

**Exercice n 6** On donne les niveaux d’énergie de l’atome de Potassium dans l’état fondamental 1s22s22p63s23p6 nl n=4,5,… et l=0,1,2….

 E(4s)= - 35009.78 cm-1 E(4p)= - 21986.13 cm-1

 E(5s)= - 13982.98 cm-1 E(5p)= - 10295.83 cm-1

 E(6s)= - 7559.13 cm-1 E(6p)= - 6004.88 cm-1

 E(3d)=-13474.43 cm-1 E(4f)= - 6882.10 cm-1

 E(4d)=-7612.33 cm-1 E(5f)= - 4404.18 cm-1

 E(5d) = - 4824.40 cm-1 E(6f) = - 3056.78 cm-1

1-Calculer la constante de Rydberg dans le cas de l’atome de Potassium ainsi que la longueur d’onde d’ionisation de l’atome se trouvant dans l’état fondamental. On donne Z=19 et A=39.

2- Calculer les défauts quantiques moyens des états S, P, D et F.

3- en fait les niveaux P présentent une structure fine due à l’interaction spin-orbite WSO =. En déduire l’intervalle de structure fine des niveaux 4p, 5p et 6p.

on définit : .

On donne A4p=38.48 cm-1, A5p=12.50 cm-1 et A6p=5.60 cm-1.

4- Donner alors les longueurs d’onde des raies D1 et D2.

D1 : →  D2 : : → .

**Exercice n 7** On donne les atomes suivants dans leurs configurations fondamentales :

1. Ecrire en notation spectroscopique l’état fondamental de chaque atome.
2. On enlève un électron à l’atome de magnésium Mg (on obtient Mg+), deux électrons à l’atome d’aluminium Al (on obtient Al++) et trois électrons à l’atome de Silicium (on obtient Si+++). On donne les énergies des états fondamentaux 3 2S1/2.

Calculer le défaut quantique des états S pour chaque cas.

1. Calculer le défaut quantique des états P pour chaque cas lorsqu’on néglige l’interaction spin orbite, on donne l’énergie du premier état excité 3P

1. En fait la constante de structure fine A(3P) de l’état excité 3P n’est pas nulle. Quel est dans chaque cas l’intervalle se structure fine ) avec :
2. . En déduire, dans chaque cas, l’écart =D1-D2

D1 : →  D2 : : → .