

# Chimie Quantique

(Durée : 1 heure 30, tous documents autorisés,  
Partie A et B indépendantes)

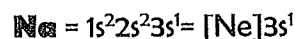
## Partie A – Spectroscopie et Structure fine du Sodium

**A-1** Rappeler la nomenclature générale des termes spectraux. Pour quels types d'éléments de la configuration périodique s'applique-t-elle ?

**A-2** Rappeler les deux méthodes d'obtention de la grandeur  $J$ . Cette grandeur explicite le couplage spin-orbite. Justifier cette terminologie.

**A-3** Pour les cas généraux du couplage LS, dans quel ordre classez-vous les nouveaux termes provenant du couplage spin-orbite ?

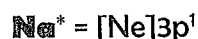
**A-4** La configuration électronique fondamentale pour l'élément Sodium est donnée par l'expression suivante :



Proposer les termes spectraux correspondants aux électrons des couches de cœur.

**A-5** Proposer les termes spectraux correspondants aux électrons de la couche de valence. Dénombrer le nombre de fonction de spin et d'espace (ou orbite).

**A-6** La configuration électronique de la première configuration excitée pour l'élément Sodium est la suivante :



Calculer les termes spectraux de cette nouvelle configuration. Dans un premier temps en LS pur puis LS avec couplage spin-orbite.

**A-7** Proposer deux diagrammes énergétiques des états énergétiques de l'élément Sodium (configuration fondamentale et première configuration excitée). Le premier diagramme LS ne prendra pas en compte le couplage spin-orbite. Le second diagramme LS avec prise en compte du couplage spin-orbite.

**A-8** On considère la transition électronique entre configuration fondamentale et première configuration excitée sans prise en compte des règles de sélection. Analyser en termes de nombre de raies, l'incidence de la prise en compte du couplage spin-orbite. Conclusion.

## **Partie B – Lampe à Sodium**

On vous propose d'analyser le dispositif expérimental suivant.

**Descriptif :** Un bruleur à gaz pour lequel un dispositif permet de saupoudrer régulièrement un sel finement divisé dans sa flamme. La lumière émise par la flamme du bruleur est concentrée et projetée à l'aide d'un dispositif optique sur un ballon de plusieurs litres de volume contenant quelques fragments de **sodium métallique**.

Le fond de ce ballon peut être chauffé par un chauffe ballon électrique. Le chauffage permet de sublimer le sodium métallique de manière à obtenir une pression de vapeur en sodium métallique dans le ballon.

### **Protocole :**

#1 On allume le bruleur. La flamme est bleue. On déclenche le dispositif de saupoudrage avec du chlorure de sodium et la flamme devient jaune.

#2 On focalise la lumière sur le ballon.

#3 On branche le chauffe ballon et la TOTALITE du ballon s'éclaire alors en jaune avec la même couleur que celle de la flamme du bruleur.

#4 On saupoudre maintenant du chlorure de potassium. La flamme du bruleur devient violette mais le ballon n'émet plus de lumière.

**Expliquer les processus mis en jeu dans chaque étape du protocole utilisé. Pour chaque processus, à savoir chaque #i, proposer une explication argumentée.**