

Examen de Janvier 2002 (durée : 1h)

I/ Atome d'hydrogène et méthodes d'approximation

Les fonctions d'état $\Psi_{nlm}(r, \theta, \varphi)$ d'un atome hydrogénoïde (Z) sont de la forme:

$$E_n = -Z^2/2n^2 \leftrightarrow \Psi_{nlm}(r, \theta, \varphi) = R_{nl}(r) \cdot \Theta_{lm}(\theta) \cdot \Phi_m(\varphi)$$

L'expression générale de la valeur moyenne $\langle r \rangle$ de la distance électron-noyau (fonction de n et l) est donnée par:

$$\langle r \rangle = \frac{n^2}{Z} \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ 1 - \frac{l(l+1)}{2n^2} \right\} \right]$$

- 1) Calculer cette valeur moyenne dans le cas des états 1s, 2s, 2p₁, 2p₋₁ et 2p₀. Comparer et discuter les valeurs obtenues.
- 2) Cet atome est soumis à une perturbation qu'on supposera faible d'opérateur \hat{V} .

III/ Spectroscopie atomique

On considère l'ion B^{2+} (Bore, $5B$)

- 1) Déterminer les multiplets (termes atomiques) et les états spectroscopiques issus de la configuration électronique fondamentale et de celles des deux premières configurations électroniques excitées.
- 2) Représenter sur le même diagramme énergétique les états spectroscopiques précédemment déterminés.
- 3) Le "retour" de l'ion des deux configurations excitées à l'état spectroscopique fondamental s'accompagne de l'émission de 3 raies de nombres d'onde, 48359 , 48393 et 180202 cm^{-1} . Indexer ces raies (donner les nombres quantiques caractérisant les états initial et final de chaque transition). Calculer les différences d'énergie (en eV) existant entre les différents états en question et commenter les résultats obtenus.

données : - règles de sélection en spectroscopie atomique :

les seules transitions permises sont celles se produisant entre deux états (L_1, S_1, J_1, M_{J1}) et (L_2, S_2, J_2, M_{J2}) tels que : $\Delta S = S_2 - S_1 = 0$; $\Delta L = L_2 - L_1 = 0, \pm 1$ (sauf si le système est mono-électronique, alors $\Delta l = \pm 1$) ; $\Delta J = J_2 - J_1 = 0, \pm 1$ (sauf de $J_1 = 0$ à $J_2 = 0$ qui est interdite) et $\Delta M_J = M_{J2} - M_{J1} = 0, \pm 1$.

- le facteur de conversion directe des nombres d'onde (en cm^{-1}) en énergie est: $1 eV = 8066 cm^{-1}$.

NB: les problèmes I, II et III sont indépendants.