

Travaux dirigés - Physique Atomique 1 (2016-2017)

FK

jeudi 8 septembre 2016

1 Décalage isotopique dans l'atome d'hydrogène

Le deutérium est l'isotope de l'atome d'hydrogène dont le nombre de masse est 2. Calculer la différence de longueur d'onde entre les 4 premières raies de Balmer du protium (1H) et du deutérium (2H).

On donne les valeurs suivantes :

- charge élémentaire : 1,602176565(35) E-19 C
- masse de l'électron : 9,10938291(40) E-31 kg
- masse du proton : 1,672621777(74) E-27 kg
- masse du neutron : 1,674927351(74) E-27 kg
- énergie de liaison proton-neutron dans le deutéron : 2,224573(2) MeV
- vitesse de la lumière dans le vide : 299792458 m/s
- constante de Rydberg infinie : 10973731,568539(55) 1/m

2 Atomes de Rydberg

Un atome de Rydberg est un atome excité possédant un électron avec un très grand nombre quantique principal. On peut approximer les niveaux d'énergie de cet électron par ceux d'un électron dans le même état au sein d'un atome d'hydrogène, en considérant que les $Z-1$ autres électrons masquent $Z-1$ charges positives du noyau.

- a) Montrer que l'énergie de transition entre deux couches de nombre quantique principal n et $n' = n + 1$ est proportionnelle à $1/n^3$ pour n grand.
- b) Calculer la fréquence de la transition entre les niveaux $n = 50$ et $n = 51$ d'un atome neutre.
- c) Quelle est la taille caractéristique d'un atome dans ces états de Rydberg ? Comparer avec l'atome d'hydrogène dans son état électronique fondamental.

On donne les valeurs suivantes :

- constante de Rydberg énergétique : 13,60569253(30) eV
- rayon de Bohr : 52,917721092(17) pm
- constante de Planck : 6,62606957(29) E-34 J.s

3 Position moyenne de l'électron dans les hydrogénéoïdes

Calculer la distance moyenne de l'électron au centre du noyau pour les états 2s et 2p dans l'ion Li^{2+} . (On donne le résultat suivant : $\int_0^\infty \rho^n e^{-\rho} d\rho = n!$)

4 Fonction d'onde non propre d'un électron dans un atome d'hydrogène

On considère un électron dans un atome d'hydrogène préparé dans un état caractérisé par la fonction d'onde :

$$\Psi(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{14}} [2\psi_{100}(\vec{r}) - 3\psi_{200}(\vec{r}) + \psi_{322}(\vec{r})] \quad (1)$$

- a) Est-ce que cette fonction d'onde est une fonction propre de l'opérateur parité ?
- b) Quelle est la probabilité de trouver le système dans l'état fondamental ? dans l'état 200 ? dans l'état 322 ? dans un autre état ?
- c) Quelle est la valeur moyenne de l'énergie ? du carré du moment cinétique ? de la composante selon z du moment cinétique ?