

Session de février 2003

Epreuve de : Structure de la matière.

Durée: 1,5 H

LES DOCUMENTS ET LES CALCULETTES NE SONT PAS AUTORISÉS.
IL NE SERA PAS TENU COMPTE DES RÉPONSES NON JUSTIFIÉES.

DONNÉES : Constante de Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s. Célérité de la lumière $c = 300\,000$ km.s⁻¹. Masse de l'électron $m_e = 10^{-30}$ kg. Charge de l'électron : $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Nombre d'Avogadro $N = 6 \cdot 10^{23}$. 1 angström = 10^{-10} m. Energie de l'électron de l'atome d'hydrogène dans son niveau fondamental : -13,6 eV.

1 - L'expression de la fonction d'onde $\Psi(1s)$ pour l'atome d'hydrogène ou pour un ion hydrogénoïde, en fonction de Z (nombre de charges de l'espèce considérée) est :

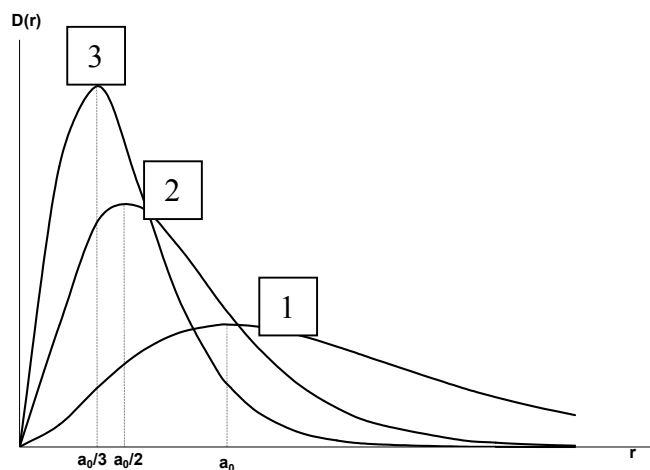
$$\Psi(1s) = (Z^3/a_0^3)^{-1/2} \cdot e^{-Zr/a_0} \quad \text{où } a_0 \text{ est une constante.}$$

a) Rappelez la définition d'un ion hydrogénoïde. Quels sont les symboles (sous forme X^{n+}) des ions hydrogénoïdes correspondant à l'atome de ${}^2\text{He}$ et de ${}^3\text{Li}$? Quelle est l'énergie de l'électron de H et de ceux des 2 hydrogénoïdes lorsqu'ils sont dans l'orbitale 1s correspondante ?

b) Rappeler la définition de la densité radiale de probabilité de présence $D(r)$ (ou fonction de distribution radiale) d'un électron d'un atome. Donner l'expression générale de $D(r)$ en fonction de Z et r (distance de l'électron au centre de l'atome) pour l'électron de l'atome d'hydrogène ou d'un hydrogénoïde.

c) Le graphique ci-dessous représente la variation de la densité radiale de probabilité de présence de l'électron $D(r)$ en fonction de la distance r au noyau pour chacune des trois espèces (H et les ions hydrogénoïdes de He et Li) .

- Attribuez les courbes à chacune des 3 espèces. Justifiez votre réponse.
- Que représente le maximum de chaque courbe? Pourquoi la distance r correspondant aux valeurs maximales de $D(r)$ diminue-t-elle dans l'ordre des courbes (3), (2), (1) ?
- Peut-on dire que les orbitales 1s correspondant à chacune des 3 espèces ont un



rayon de $a_0/3$, $a_0/2$ et a_0 ? Quelle sera l'orbitale 1s de plus gros volume ? Celle de plus petit volume ?

2 - L'électron d'un atome d'hydrogène est situé sur le niveau $n = 6$.

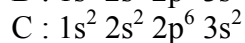
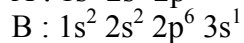
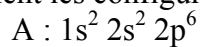
a) Quelle est la transition électronique pour laquelle le photon qui sera émis aura la plus petite longueur d'onde ?

b) Représenter sur un schéma la transition électronique pour laquelle le photon émis aura la plus grande longueur d'onde.

c) Quelle est l'énergie du photon capable d'extraire l'électron de cet atome d'hydrogène excité ?

3 - Quelle différence de potentiel V doit-on appliquer à un électron pour que l'onde qui lui est associée possède une longueur de 66 \AA ?

4 - Soient les configurations électroniques des trois atomes A, B, C :



Pour quel atome l'énergie de première ionisation est la plus élevée ? Pour lequel l'énergie de deuxième ionisation est la plus faible ? Expliquer pourquoi.

5 - Donner les configurations électroniques du ^{15}P et du ^{16}S . L'énergie de première ionisation du phosphore est de 1063 kJ/mole , celle du soufre de 1000 kJ/mole . Expliquer cette différence.

6 - Calculer la charge effective perçue par un électron de valence des atomes ^{14}Si et ^{24}Cr (les valeurs des constantes d'écran sont $\sigma = 0,30 ; 0,35 ; 0,85 ; 1$).