**Exercice 1.**

**1-** Utiliser les équations aux dimensions pour déterminer les dimensions des grandeurs et  dans les systèmeset.

**2-** Déterminer la longueur d'onde associée à l'électron d'énergie cinétique.

**3-** Calculer la longueur d'onde d'un proton accéléré sous une différence de potentiel.

**4-** Donner la condition pour qu’un électron engendre sur une trajectoire circulaire une onde stationnaire.

On donne ,  et 

**5-** Déduire la condition de quantification de Bohr.

**Corrigé 1.**

**1-** Les dimensions des grandeurs et  dans les systèmes  et sont:





Les dimensions des grandeurs et  dans les systèmes  et  sont:









**2-** La longueur d'onde associée à un électron d'énergie est donnée par:





La longueur d’onde associée à un électron est de l’ordre des distances interatomiques.

**3-** La longueur d’onde associée à un proton est donnée par:



La longueur d’onde associée au proton est de l’ordre des dimensions des problèmes nucléaires.

L’onde associée à l’électron sera stationnaire si après avoir effectué un tour, l’électron est dans un même état vibratoire.

Pour cela, il faudrait que la circonférence de la trajectoire soit égale à un nombre entier fois la longueur d’onde





Cette relation représente la condition de quantification de Bohr.

**Exercice 2.**

La fonction d'onde liée à l’orbitale 1s de l’atome d’hydrogène est donnée par:



**1-** Déterminer la probabilité de présence d'un électron à l’intérieur d’un volume compris entre deux sphères concentriques de rayons  et .

**2-** Calculer la densité de probabilité de présence radiale.

**3-** Déterminer le rayon de la sphère qui correspond à une densité de probabilité de présence maximale.

**4-** Calculer la probabilité de présence d'un électron à l’intérieur d’une sphère de rayon  et au-delà de cette sphère.

On donne , .

**Corrigé 2.**

**1-** La fonction d’onde est liée à l’orbitale 1s de l’atome d’hydrogène. Cette fonction est stationnaire et son amplitude en un point de l’espace est indépendante du temps. On exprime la fonction d’onde à l'aide de l’équation de Schrödinger.



La valeur de la norme de cette fonction détermine la probabilité de trouver l’électron dans un volume autour de ce point.



On appelle le rapport densité de probabilité de présence de l’électron en ce point.

Le volume élémentaire d'une sphère en coordonnées sphérique est donné par:





La probabilité de présence d'un électron à l’intérieur d’un volume compris entre deux sphères concentriques de rayons  et est donnée par:



**2-** La probabilité de présence radiale est exprimée par:



La densité de probabilité radiale est:



**3-** La densité de probabilité est maximale quand.

Quand  qui correspond à 

**4-** la probabilité de présence d'un électron à l’intérieur d’une sphère de rayon obéit à la condition de normalisation:











La probabilité à l’intérieur de la sphère de rayon est:



Pour , on obtient: 

La probabilité au delà de la sphère est: 

**Exercice 3..**

**1-** Déterminer le nombre d’orbitales dans les trois premiers niveaux d’énergie de l’atome d’hydrogène en utilisant les trois nombres quantiques .

**2-** Montrer que le nombre maximal d’électrons contenu dans la couche de nombre quantique est .

**3-** Donner la désignation usuelle des orbitales suivantes

, ,

**Corrigé 3.**

**1-** La fonction d’onde dépend de trois nombres quantiques . On la désigne par .

Le nombre quantique principal est lié à la quantification de l’énergie représente. Ce nombre détermine la couche associée à l’électron.

représente la couche appelée .

représente la couche appelée .

représente la couche appelée .

Le nombre quantique secondaire lié à la quantification du moment cinétique orbital total donne la forme générale de l’orbitale (configuration spatiale) où l’électron se déplace.

les valeurs désignent respectivement les orbitales .

**2-** Chaque orbitale contient au maximum deux électrons. Par conséquent, le nombre maximal d’électrons contenu dans la couche de nombre quantique est .

**3-** La fonction d’onde orbitale est déterminée par trois nombres quantiques .

:   orbital et  orbital

  orbital et  orbital

  orbital et  orbital

**Exercice 4.**

Soient les structures électroniques suivantes:

, , ,

, 

Préciser les structures qui sont à l’état fondamental, à l’état excité et celles qui sont inexactes.

**Corrigé 4.**

La structure est à l'état fondamental.

La structure  est incorrecte car la sous couche ne peut comprendre plus que électrons.

La structure est à l'état excité.

La structure  est incorrecte car on ne peut avoir une orbitale  qui correspond à .

La structure n'est pas exacte parce qu'il n'y a pas d’orbitale pour .

**Exercice 5.**

**1.** Énoncer les règles et principes qui permettent d’établir la structure électronique d’un atome.

**2.** Caractériser le type d'orbitale atomique pour chaque combinaison des nombres quantiques, et donner une représentation spatiale pour les orbitales s et p.

**3.** Justifier l'inversion énergétique des orbitales atomiques 3d - 4s.

**Corrigé 5.**

**1-** Les règles de remplissage électronique sont:

**Règle de Klechkowski**

****

Les règles de remplissage électronique sont :

- Règle de stabilité : les électrons occupent les niveaux d’énergie les plus bas.

- Règle de Pauli : principe d'exclusion : Deux électrons d'un même atome ne peuvent pas avoir leurs quatre nombres quantiques tous identiques. Dans une case quantique, les électrons ont des spins anti parallèles.

- Règle de Hund : L'état électronique fondamental correspond à un maximum de spins parallèles. La multiplicité des spins est maximale.

- Règle de Klechkowski : Le remplissage des sous couches se fait dans l’ordre de (n + l) croissant.

Si, pour deux sous couches, cette somme est la même, celle qui a la plus petite valeur de n se remplit la première.

**Série supplémentaire**

**Exercice 1.**

Appliquer le principe d’Heisenberg aux deux systèmes suivants:

**1-** Un électron se déplaçant en ligne droite ( x = 1Å). Calculer v. 2.

**2-** Une bille de masse 10g se déplaçant en ligne droite ( x = 1 m).Calculer m v.

**Exercice 2.**

**1-** Déterminer le nombre d'électron de valence du vanadium 23V et du gallium 31Ga .

**2-** Donner les quatre nombres quantiques des électrons de valence du vanadium 23V et du gallium 31Ga.

**Exercice 3.**

**1-** Déterminer les structures qui ne respectent pas les règles de remplissage.

**2-** Justifier votre réponse.

****

****

** **

****

****

**Exercice 4.**

On considère une particule de masse m qui se déplace avec une vitesse constante v sur une droite x’ox. On donne la forme associée à l’onde:

$$Ψ\left(x,t\right)=Acos\frac{2πx}{λ}\cos(2πνt)$$

1. En appliquant l’hypothèse de Louis de Broglie, montrer que l’onde associée vérifie l’équation de Schrödinger.
2. Généraliser cette équation aux trois dimensions de l’espace.