

Série de TD N°4
- Structure de la matière -

Exercice 1

I. Un photon X de longueur d'onde $1,5 \text{ \AA}$ arrache un électron d'une couche interne d'un atome. Cet électron est éjecté à une vitesse de $2,1 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. Calculer l'énergie de l'électron dans l'atome ?

II. Le travail d'extraction d'une plaque de césium est équivalent à $2,14 \text{ eV}$.

- 1- Quelle est l'énergie cinétique et la vitesse de l'électron émis par une radiation de 300 nm ?
- 2- Quelle est la fréquence seuil au-dessous de laquelle le phénomène n'est plus observé ?

Données : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Exercice 2

Dans l'atome d'hydrogène, l'énergie de l'électron à l'état fondamental est de $-13,54 \text{ eV}$.

- 1- Quel est en eV, la plus petite quantité d'énergie qu'il doit absorber pour :
 - a/ Passer au premier état excité,
 - b/ Passer du premier état excité à l'état ionisé.
- 2- Représenter sur un diagramme d'énergie ces transitions.
- 3- Quelles sont les longueurs d'onde correspondantes ?
- 4- Donner la série et le domaine spectral de ces transitions électroniques.

Exercice 3

1-Un atome d'hydrogène initialement dans son état fondamental, absorbe un photon d'une énergie de $10,2 \text{ eV}$. À quel niveau énergétique l'électron sera-t-il excité ?

2-Quelle est la raie spectrale correspondante à cette transition énergétique dans l'atome d'hydrogène ? À quelle série spectrale appartient-elle et dans quel domaine du spectre se situe-t-elle ?

3-Donner la définition de l'énergie d'ionisation. Calculer l'énergie d'ionisation, en J et en eV de cet atome d'hydrogène à partir de son état fondamental.

4-Calculer la longueur d'onde et l'énergie du photon que doit absorber l'électron de l'ion hydrogénoïde He^{+} pour effectuer une transition équivalente à celle de l'atome d'hydrogène décrite précédemment.

Données : $R_H = 1,09 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

Exercice 4

I- 1- Énoncer l'hypothèse de Louis De Broglie (le concept de dualité onde-corpuscule).

2- Calculer la longueur d'onde associée à chacun des systèmes suivants :

- a. Un électron se déplaçant à $3 \cdot 10^4 \text{ m/s}$,
- b. Un proton accéléré par une différence de potentiel de $2,5 \cdot 10^5 \text{ V}$,
- c. Une balle de golf de 100 g se déplaçant à 30 m/s .

3- Conclure quant à la validité de la relation de Louis De Broglie.

II- 1- Calculer selon le principe d'Heisenberg, l'incertitude sur la position d'un électron de masse $m = 9,11 \times 10^{-31}$ kg soumis à une différence de potentiel de 2 Kvolts. La vitesse est connue à 1% près.

2- Si l'on suppose que la position d'une bille de masse 1 g est connue au mm près, quelle est l'incertitude sur sa vitesse ?

3- Comparer les deux résultats obtenus et conclure.

Exercice 5

1. Parmi les ensembles de nombres quantiques suivants (n, l, m, s), identifier ceux qui représentent un état quantique valide pour un électron dans un atome et indiquer le symbole de l'orbitale atomique correspondante : (2, 2, 2, +1/2), (3, 2, 1, +1/2), (4, 0, -1, -1/2), (5, 3, -2, +1/2), (2, 1, -1, -1/2), (1, 0, 0, -1).

2. Déterminer les états quantiques (n, l, m, s) des électrons dans les orbitales atomiques suivantes : $2s^2$, $5d^1$, $3p^3$, $4f^1$.

3. Parmi les configurations électroniques suivantes pour des atomes neutres, identifier celles qui correspondent à un état excité, celles qui correspondent à un état fondamental et celles qui sont impossibles :

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$,
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$,
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 3f^1$,
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

Exercice 6

I- Combien d'électrons, au maximum, peuvent contenir les orbitales atomiques s, p et d ?.

II- Rappeler les règles de Klechkowski, Hund et Pauli

III- On considère les éléments suivants : ${}_1\text{H}$; ${}_4\text{Be}$; ${}_7\text{N}$; ${}_8\text{O}$; ${}_{14}\text{Si}$; ${}_{16}\text{S}$; ${}_{13}\text{Al}$; ${}_{26}\text{Fe}$, ${}_{30}\text{Zn}$.

1- Donner, pour chacun de ces éléments, la configuration électronique à l'état fondamental.

2- Dédurre, à l'aide du formalisme des cases quantiques, le nombre d'électrons célibataires.

3- Donner le nombre d'électrons de cœur et de valence.

4- Calculer la charge nucléaire effective de l'un des électrons 4s et celle de l'un des électrons 3d du zinc ($Z=30$).

5- Expliquer en justifiant par les règles de Slater, pourquoi en cas d'ionisation de Zn, les électrons 4s partent avant 3d.

Valeur du coefficient d'écran σ_{ij} exercé sur l'électron j par chaque électron i.

		Etat de l'électron i							
		1s	2s,2p	3s,3p	3d	4s,4p	4d	4f	5s,5p
Etat de l'électron j	1s	0,31							
	2s,2p	0,85	0,35						
	3s,3p	1	0,85	0,35					
	3d	1	1	1	0,35				
	4s,4p	1	1	0,85	0,85	0,35			
	4d	1	1	1	1	1	0,35		
	4f	1	1	1	1	1	1	0,35	
	5s,5p	1	1	1	1	0,85	0,85	0,85	0,35

Exercices supplémentaires

Exercice 1 : Le travail d'extraction d'un électron du zinc est de 3,3eV.

- 1- Calculer la fréquence et la longueur d'onde seuil du zinc
- 2- On éclaire le zinc par une lumière d'arc électrique en interposant une plaque de verre qui absorbe les radiations de longueur d'onde inférieure à $0,42\mu\text{m}$, un effet photoélectrique est-il alors observé ?

Exercice 2 : L'ion ${}^A_Z\text{X}^{n+}$ est un hydrogénoïde, l'énergie du niveau fondamental $E_1 = -217 \text{ eV}$. Sachant que l'énergie du niveau fondamental de l'hydrogène est $-13,6 \text{ eV}$:

- a) Donner le numéro atomique de X et sa charge q.
- b) Quelle transition donne la raie de plus faible longueur d'onde ?
- c) Calculer l'énergie nécessaire pour que l'électron de cet hydrogénoïde revienne à son état fondamental à partir du niveau 4.

Exercice 3

I. Donner le nom et les valeurs permises des quatre nombres quantiques n, l, m et s, qui décrivent l'état d'un électron dans un atome.

II. Indiquer les valeurs des quatre nombres quantiques {n, l, m et s} caractérisant chacun des électrons de l'oxygène ($Z=8$).

III. Des quadruplets pouvant définir l'état d'un électron dans un atome sont donnés ci-dessous : $(5,0,0,1/2)$; $(2,1,2,-1/2)$; $(2,2,2,1/2)$; $(3,-1,1,-1/2)$; $(4,1,-1,-1/2)$; $(4,2,2,1)$; $(5,2,2,-1/2)$; $(7,3,-2,0)$; $(8,1,-1,1/2)$; $(8,4,0,-1/2)$.

- a) Parmi ces quadruplets, quels sont ceux qui sont possibles ? Justifier votre réponse.
- b) Représenter dans des orbitales atomiques les électrons correspondants aux quadruplets possibles.