

## Série de TD N3 de Structure de la matière

### Exercice N°1

L'effet photoélectrique est l'émission d'électrons extraits d'un métal par une radiation lumineuse. La longueur d'onde du seuil photoélectrique du lithium est  $\lambda_0 = 5200 \text{ \AA}$ .

1. Le lithium émet des électrons lorsqu'il reçoit des radiations de longueurs d'onde supérieures, ou inférieures, à  $5200 \text{ \AA}$  ?
2. Calculer l'énergie d'extraction  $E_0$  pour ce métal ; l'exprimer en eV.
3. Calculer l'énergie et la vitesse des électrons émis par une plaque de lithium placée dans le vide et illuminée par des radiations de longueur d'onde  $\lambda = 4500 \text{ \AA}$ .

### Exercice N°2

- I. Calculer les longueurs d'onde, en nm, de la première et de la dernière raie de la série de Lyman dans le spectre d'émission de l'hydrogène. En déduire :
  1. La valeur, en eV, de l'énergie de l'électron sur les niveaux  $n = 1$  et  $n = 2$ .
  2. La valeur, en eV, de l'énergie d'ionisation de l'hydrogène.
  3. La longueur d'onde maximale, en nm, d'un rayonnement susceptible de provoquer une excitation de l'atome d'hydrogène, pris dans l'état fondamental.
- II. Si l'électron de l'hydrogène est excité au niveau  $n = 4$  :
  1. Combien de raies différentes peuvent-elles être émises lors de son retour au niveau  $n = 1$  ?
  2. Classez les transitions correspondantes par fréquence décroissante des photons émis.

### Exercice N°3 (Examen 2021/2022)

I. Selon Bohr, le rayon du cercle décrit par l'électron et l'énergie associée sont donnés par :

$$r = a_0 \frac{n^2}{Z} \text{ et } E = E_H \frac{Z^2}{n^2}$$

L'électron d'un hydrogénoïde se trouve sur l'orbite de rayon  $r = 4,5 a_0$  et possède une énergie  $E = 0,444 E_H$ .

1. De quel hydrogénoïde s'agit-il ?
2. Sur quel niveau énergétique se trouve cet électron ?

Le retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission d'une radiation lumineuse.

3. Calculer la fréquence de cette radiation.
4. Quelle est la quantité d'énergie qui permet d'ioniser cet hydrogénoïde.

II. Compléter le tableau suivant pour un spectre d'absorption de l'hydrogénoïde :

Série	Domaine spectral	Transition $n \rightarrow m$	1 <sup>ère</sup> raie	Raie limite
Lyman				
Balmer				
Paschen				

### Exercice N°4

Donner :

- a. La définition des quatre nombres quantiques.
- b. Les trois règles de remplissage des cases quantiques.
- c. Sous forme de tableau le nombre de cases quantiques dans la couche  $n = 3$ .
- d. Les valeurs des nombres quantiques caractérisant les états :  $2s$  ;  $3p$  ;  $4f$  et  $5d$ .
- e. La configuration électronique des éléments suivants :  ${}^4\text{Be}$  ;  ${}^7\text{N}$  ;  ${}^{11}\text{Na}$  ;  ${}^{16}\text{S}$  ;  ${}^{20}\text{Ca}$  ;  ${}^{22}\text{Ti}$  ;  ${}^{33}\text{As}$  ;  ${}^{52}\text{Te}$  ;  ${}^{72}\text{Hf}$ .
- f. Les quatre nombres quantiques des électrons de valence de l'atome Hf.

**Données :**  $R_H = 1,09 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$  ;  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Corrigé de la série de TD N°03

**Exercice N1 :**

1. La fréquence de seuil du lithium

$$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = 5,769 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{Travail d'extraction : } W_{extr} = E_0 = h\nu_0 = 3,822 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,389 \text{ eV}$$

2. Énergie cinétique de l'électron

$$E_c = E - E_0 = \frac{hc}{\lambda} - W_{extr} = 5,946 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0,372 \text{ eV}$$

Vitesse d'émission de l'électron

$$E_c = \frac{1}{2} m_e V^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}} = 2,556 \cdot 10^{12} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

**Exercice N3 :**

1. Type d'hydrogénoïde :

$$r = a_0 \frac{n^2}{Z} \text{ et } r = 4,5 a_0 \leftrightarrow \frac{n^2}{Z} = 4,5 \leftrightarrow Z = n^2/4,5 \dots\dots(1)$$

$$E = E_H \frac{Z^2}{n^2} \text{ et } E = 0,444 E_H \leftrightarrow \frac{Z^2}{n^2} = 0,444 \leftrightarrow n^2 = Z^2/0,444 \dots\dots(2)$$

(2) dans (1) : **Z=2**

L'hydrogénoïde est  ${}_2\text{He}^+$ .

2. Le niveau énergétique sur lequel se trouve l'électron :

$$n^2 = 4,5 Z \rightarrow n^2 = 9 \text{ (**0,25 pts**)} \rightarrow n = 3 \quad \text{0,5 pts}$$

Le niveau énergétique est le niveau 3.

3. Calcul de la fréquence de la radiation :

Transition  $3 \rightarrow 1$  : Loi de Balmer-Ryberg :  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$  avec  $n < m$

$$\frac{1}{\lambda_{3 \rightarrow 1}} = R_H Z^2 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 3,8 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda_{3 \rightarrow 1} = 25,64 \text{ nm} \quad \text{0,25 pts}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \text{ (**0,25 pts**)} \rightarrow \nu = 11,7 \times 10^{15} \text{ Hz} \quad \text{0,25 pts}$$

4. Calcul de l'énergie d'ionisation :

$$\Delta E_{\text{ionisation}} = E_{\infty} - E_1 \text{ (**0,25 pts**)} = 13,6 \frac{Z^2}{1^2}$$

$$\Delta E_{\text{ionisation}} = 54,4 \text{ eV} \quad \text{0,25 pts}$$

5. (**0,25×12**) pts

Série	Domaine spectral	Transition $n \rightarrow m$	1 <sup>ère</sup> raie	Raie limite
Lyman	UV	$1 \rightarrow 2,3,4,5,\dots$	$1 \rightarrow 2$	$1 \rightarrow \infty$
Balmer	Visible	$2 \rightarrow 3,4,5,6,\dots$	$2 \rightarrow 3$	$2 \rightarrow \infty$
Paschen	Infrarouge	$3 \rightarrow 4,5,6,\dots$	$3 \rightarrow 4$	$3 \rightarrow \infty$

### Exercice N4 :

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. Autrement dit, dans une case quantique, les électrons doivent avoir 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

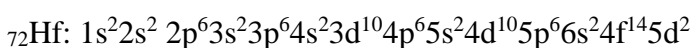
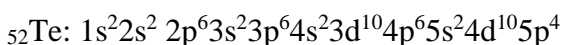
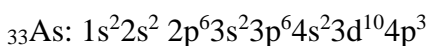
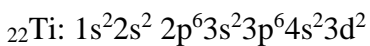
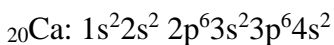
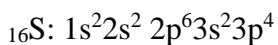
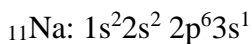
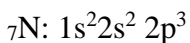
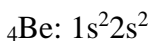
d- les nombre de cases quantiques dans la couche  $n=3$

n	l	m	s
3	2	-2   -1   0   1   2 □   □   □   □   □	(+/-) 1/2
	1	-1   0   1 □   □   □	(+/-) 1/2
	0	0 □	(+/-) 1/2

Les 4 nombres quantiques pour chaque état :

état	n	l	m	s
2s	2	0	0	(+/-) 1/2
3p	3	1	-1, 0, 1	(+/-) 1/2
4f	4	3	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3	(+/-) 1/2
5d	5	2	-2, -1, 0, 1, 2	(+/-) 1/2

e- La configuration électronique des éléments



f- La couche de valence du Hf est la dernière sous-couche c'est-à-dire c'est  $6s^25d^2$

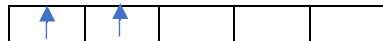
$6s^2$



$n=6, l=0, m=0$  et  $s=+1/2$

$n=6, l=0, m=0$  et  $s=-1/2$

$5d^2$



$n=5, l=2, m=-2$  et  $s=+1/2$

$n=5, l=2, m=-1$  et  $s=+1/2$