UNIVERSITÉ HASSAN II DE CASABLANCA
FACULTÉ DES SCIENCES BEN M'SIK
CASABLANCA
DÉPARTEMENT DE CHIMIE

Filière sciences de la matière chimie **Semestre 5**
Module : Radiocristallographie et cristallochimie II **A.U : 2014/2015**

Correction TD1
RADIOCRISTALLOGRAPHIE

GROUPE SMC S5 FSBM 2014

Exercice I

1 – Les rayons X se propagent en ligne droite.	**Vrai**
2 – Ils blessent et tuent les cellules vivantes et provoquent des modifications génétiques.	**Vrai**
3 – Ils sont invisibles et se propagent dans l'espace sans transport de matière.	**Vrai**
4 – Lors du choc des électrons sur l'anticathode, une grande part de l'énergie des électrons est réémise sous forme de chaleur.	**Vrai**
5 – Ils impressionnent les plaques photographiques.	**Vrai**
6 – Ils ne peuvent pas ioniser les gaz.	**Faux**
7 – Ils sont émis dans un spectre de raies dont les longueurs d'onde sont imposées par la tension qui est appliquée au tube.	**Faux**
8 – Lors du choc des électrons sur l'anticathode, une grande part de l'énergie des électrons est réémise sous forme de rayons X.	**Faux**
9 – Les rayons X ne sont pas des vibrations électromagnétiques.	**Faux**
10 – Le cuivre sert de filtre pour une anticathode d'argent.	**Faux**
11 – On peut étudier un cristal de fer moyennant une anticathode de fer.	**Vrai**
12 – Ils sont absorbés de façon sélective par la matière.	**Vrai**
13 – Ils possèdent les mêmes propriétés que la lumière réflexion, réfraction, diffraction, polarisation …	**Vrai**
14 – Les rayons X ne conduisent pas l'électricité.	**Vrai**
15 – λ_{min} ne dépend pas de l'anticathode.	**Vrai**
16 – La diffraction des rayons X par les cristaux se fait dans tous les sens.	**Faux**
17 – Les rayons X de grande longueur d'onde sont les plus pénétrants et les moins absorbés.	**Faux**
18 – Les rayons X de grande longueur d'onde sont les moins pénétrants et les plus absorbés.	**Faux**
19 – Le pouvoir de diffusion d'une particule est directement proportionnel à sa masse.	**Faux**
20 – Les électrons et les protons sont retenus dans le phénomène de diffraction des rayons X.	**Faux**

Exercice II

Pour établir le schéma d'émission X théorique d'une anticathode de Zinc :

On détermine la configuration électronique de l'anticathode (Z = 30)

Zn : [Ar] $3d^{10}\,4s^{2}$.

On détermine les nombres quantiques : n, l et j ≥ 0

Avec : $0 \le l \le n-1$ et $j = l + s = l \pm \frac{1}{2} \ge 0$

- Le nombre quantique principal ***n*** désigne les couches K, L, M,...
- Le nombre quantique du moment angulaire orbital ***l*** désigne les orbitales notées s, p, d, …

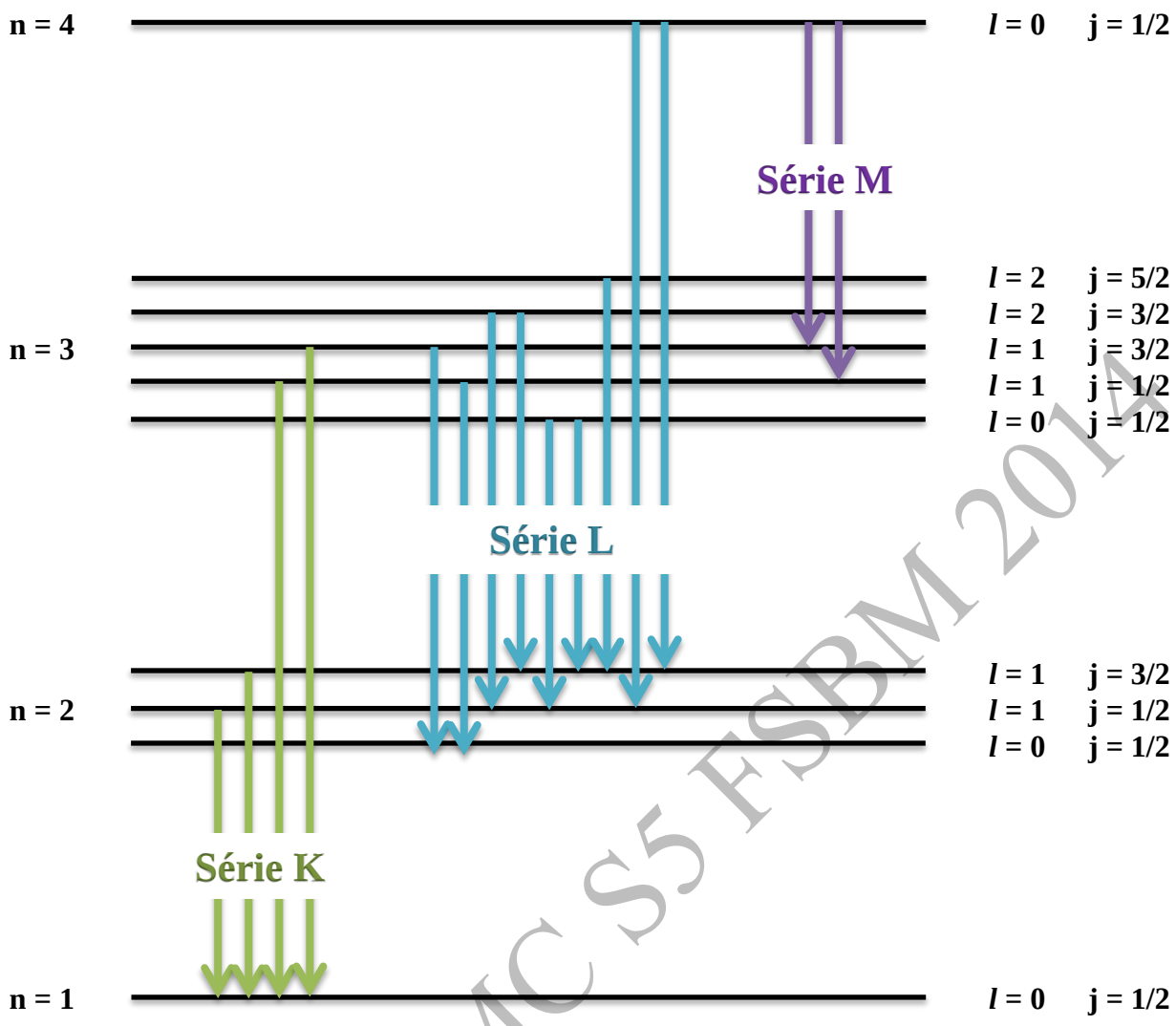
Donc les valeurs des nombres quantiques du Zinc sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

N.B : dans $n = 4$, on a pris seulement $l = 0$ car, d'après la configuration électronique on a 4s seulement.

n	***l***	***j***
1	**0**	**1/2**
2	**0**	**1/2**
	1	**3/2**
3	**0**	**1/2**
	1	**1/2**
		3/2
	2	**3/2**
		5/2
4	**0**	**1/2**

En appliquant les règles de sélection : $\Delta l = \pm 1,\ \ \Delta j = 0\ \ ou\ \ \pm 1$ qui permettent de déterminer les transitions électroniques permises d'une couche vers une autre, on obtient le schéma ci-dessous :

GROUPE SMC S5 ISBM 2014



GROUPE SMC S5 FSBM 2014

Exercice III

1) On a : $h\upsilon = \mathrm{w} + \frac{1}{2}m\mathrm{v}^2$

À la limite d'absorption :

$$h\upsilon = \mathrm{w} + 0 \Rightarrow h\frac{c}{\lambda} = \mathrm{w} \Rightarrow h\frac{c}{\lambda} = \mathrm{e}V$$

Donc pour la série des raies L_{III} : $V_{L_{III}} = \frac{hc}{e\lambda_{L_{III}}} = \frac{6{,}6.10^{-34} \times 3.10^{8}}{1{,}6.10^{-19} \times 17{,}48.10^{-10}} = 708$ Volt.

Et pour la série des raies K : $V_K = \frac{hc}{e\lambda_K} = \frac{6{,}6.10^{-34} \times 3.10^{8}}{1{,}6.10^{-19} \times 1{,}74.10^{-10}} = 7112$ Volt .

On remarque que $V_K > V_{L_{III}}$, donc on constate que la couche K demande plus d'énergie.

2) On sait que la raie K_α c'est la raie émise lors d'un saut d'un électron de la couche L_{III} vers la couche K.

Donc : $w_{K_\alpha} = w_K - w_{L_{III}} \Rightarrow h\upsilon_{K_\alpha} = h\upsilon_K - h\upsilon_{L_{III}} \Rightarrow \dfrac{hc}{\lambda_{K_\alpha}} = \dfrac{hc}{\lambda_K} - \dfrac{hc}{\lambda_{L_{III}}}$

Par suite : $\lambda_{K_\alpha} = \dfrac{\lambda_{L_{III}}.\lambda_K}{\lambda_{L_{III}} - \lambda_K} = 1{,}94\,\mathring{A}$

3) Pour éviter l'excitation de rayonnement de fluorescence K, il faut que l'énergie des rayons X soit inférieure à l'énergie d'excitation K

Donc : $w_{K_\alpha} < w_K \Rightarrow h\upsilon_{K_\alpha} < h\upsilon_K \Rightarrow \dfrac{hc}{\lambda_{K_\alpha}} < \dfrac{hc}{\lambda_K} \Rightarrow \lambda_{K_\alpha} > \lambda_K = 1{,}74\,\mathring{A}$

Alors on peut utiliser les anticathodes dont leurs longueurs d'onde soit supérieure à 1,74Å comme le Cobalt ($\lambda_{K_\alpha} = 1{,}79$ Å) et le Fer ($\lambda_{K_\alpha} = 1{,}94$ Å).

Exercice IV

1) On a d'après la loi de Lambert : $I = I_o.e^{-\mu_l x}$

Avec : x = e, donc : $I = I_o.e^{-\mu_l e}$

Pour : $x = e \Rightarrow I = I_o.e^{-\mu_l e} = \alpha$

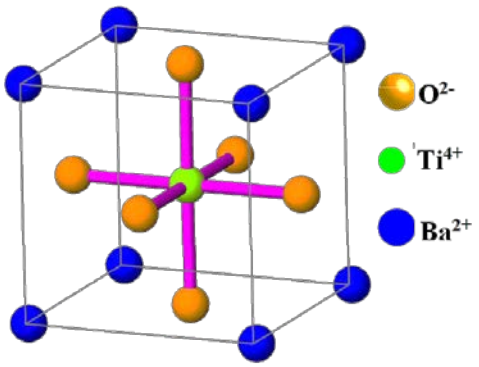
Pour : $x = 2e \Rightarrow I = I_o.e^{-2\mu_l e} = \alpha^2$

Pour : $x = 3e \Rightarrow I = I_o.e^{-3\mu_l e} = \alpha^3$

2) On remplace le coefficient d'absorption linéaire μ_l dans l'expression de la loi de Lambert par le coefficient d'absorption massique défini par : $\mu_l = \mu.\rho$, donc :

$$I = I_o.e^{-\mu.\rho.e} \Rightarrow \frac{I}{I_o} = e^{-\mu.\rho.e}$$

On sait que $BaTiO_3$ est une pérovskite de Z = 1



Avec : $\begin{cases} \rho = \dfrac{Z.M}{N_A.V_{BaTiO_3}} = \dfrac{1\times 233}{6{,}02.10^{23}\times\left(4.10^{-8}\right)^3} = 6{,}04\,g/cm^3 \\ \mu = \dfrac{(137\times 359)+(48\times 204)+(3\times 16\times 13)}{233} = 256\,cm^2/g \end{cases}$

Donc :

$$\frac{I}{I_o} = e^{-256\times 6{,}04\times 0{,}05.10^{-1}} = 4{,}4.10^{-4}$$

On remarque qu'il y a une forte absorption ($I_o >> I$) à cause des atomes lourds.

GROUPE SMC S5 FSBM 2014

Exercice V

Ce phénomène correspond au phénomène inverse de l'émission photoélectrique. Sous une tension V donnée, une anticathode émet une suite continue de longueurs d'onde X. Cette émission est appelée spectre continu (Voir la courbe dans l'énoncé).

La courbe croit rapidement à partir d'une longueur d'onde minimale λ_{min} .

λmin ne dépend pas de l'anticathode (Z) mais décroît avec V.

Les électrons émis sont décélérés par les atomes de l'anticathode,

- Une partie de leur énergie est communiquée à ces atomes sous forme d'agitation thermique (chaleur) Q.
- L'autre partie se transforme en rayonnement X, hν.

GROUPE SMC S5 FSBM 2014