Corrigé type Interrogation 01

Exercice 01 (10 pts)

Un faisceau d'électrons d'énergie cinétique E_c = 27 keV heurte (bombarde) une cible métallique en Molybdène et produit après filtrage un rayonnement de photons de longueur d'onde λ = 0,7093 Å.

1- Calculer la longueur d'onde minimale limitant le spectre des rayons X produits.

$$E_c = q\,V = e\,V \Rightarrow V = \frac{E_c}{e} = \frac{27 * 10^3 \text{ x } 1{,}6 * 10^{-19}}{1{,}6 * 10^{-19}} = \mathbf{27 * 10^3 \text{ volts}}$$

λ_{min} est la valeur limite de la longueur d'onde des photons X émis.

$$\lambda_{min} = \frac{h\,c}{e\,V} = \frac{6{,}625 * 10^{-34} \text{ x } 3 * 10^8}{1{,}6 * 10^{-19} \text{ x } 27 * 10^3} = \frac{19{,}875 * 10^{-26}}{43{,}2 * 10^{-16}} = 0{,}46 * 10^{-10} \text{ m} = \mathbf{0{,}46} \text{ Å}$$

On peut utiliser la relation directe

$$\lambda_{min}(\text{en Å}) = \frac{12400}{V \text{ (en Volt)}} = \frac{12400}{27000} = \mathbf{0{,}459} \text{ Å}$$

La longueur d'onde λ_{min} des photons émis est indépendante de la cible (anticathode) et ne dépend que de la tension d'accélération des électrons.

2- Calculer la vitesse des électrons projectiles.

$$E_c = \frac{1}{2} m_é\, v^2 = q_é\, V \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\, q_é V}{m_é}} = \sqrt{\frac{2\, e\, V}{m_é}} = \sqrt{\frac{2\text{x}1{,}6 * 10^{-19} \text{x } 27 * 10^3}{9{,}1 * 10^{-31}}} = \mathbf{9{,}74 * 10^7 \text{ m.s}^{-1}}$$

3- Calculer l'énergie des photons X produits après filtrage en keV.

$$E_{photon} = \frac{h\,c}{\lambda} = \frac{6{,}625 * 10^{-34} \text{ x } 3 * 10^8}{0{,}7093 * 10^{-10}} = \mathbf{28{,}02 * 10^{-16} \text{ Joules}}$$

On sait que : 1 eV= 1,6*10^{-19} Joules ⇨ 1 keV= 1,6 * 10^{-16} Joules

$$E_{photon} = \frac{28{,}02 * 10^{-16}}{1{,}6 * 10^{-16}} = \mathbf{17{,}513 \text{ keV}}$$

4- Ces photons pénètrent un acier de masse volumique ρ = 7900 $kg.m^{-3}$. Le coefficient d'absorption massique est μ/ρ = 35,7 $cm^2.g^{-1}$. Définir puis calculer $\ell_{½}$.

On a : $I = I_0\, e^{-\mu * l}$ et $\frac{\mu}{\rho} = 35{,}7 \Rightarrow \mu = 35{,}7 \text{ x } 7{,}9 = \mathbf{282,03\ cm^{-1}}$

$l_{1/2}$ correspond à $I = \frac{I_0}{2}$

$$I = \frac{I_0}{2} = I_0\, e^{-\mu * l_{1/2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\mu * l_{1/2}} \Rightarrow \ln(\frac{1}{2}) = \ln(e^{-\mu * l_{1/2}}) \Rightarrow -\ln 2 = -\mu * l_{1/2} \Rightarrow l_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$$

$$\mathbf{l_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{\ln 2}{282,03} = 0,002457\ cm = 24,57\ \mu m}$$

<u>On donne</u> : h = 6,625x10^{-34} $J.s^{-1}$, e = 1,6x10^{-19} C, c = 3x10^{8} $m.s^{-1}$, $m_é$ = 9.1x10^{-31} kg

<u>Exercice 02</u> (06 pts)

Selon les conditions de son élaboration, la phase β de l'alliage **CuZn (laiton β**) peut être obtenue soit à l'état ordonné soit à l'état désordonné. Dans l'état ordonné les atomes de cuivre (^{29}Cu) occupent les sommets des mailles cubiques et les atomes de zinc (^{30}Zn) occupent les centres des mailles.

1. Donner l'expression du facteur de structure F_{hkl} correspondant à l'état ordonné.

Cu : (0, 0, 0) et Zn : (1/2, 1/2, 1/2)

Cu : 8x1/8=1 et Zn : 1x1=1 ⇨ 1 motif (CuZn) par maille ⇨ maille cubique simple

$$F_{(hkl)} = \sum_{j=1}^{N} f_j \exp[2\pi i(h\,x_j + k\,y_j + l\,z_j)]$$

$$F_{(hkl)} = f_{Cu} \exp[2\pi i(h \text{ x } 0 + k \text{ x } 0 + l \text{ x } 0)] + f_{Zn} \exp\left[2\pi i(h\text{x}\frac{1}{2} + k\text{x}\frac{1}{2} + l\text{x}\frac{1}{2})\right]$$

$$\mathbf{F_{(hkl)} = f_{Cu} + f_{Zn} \exp[\pi i(h + k + l)]}$$

2. Discuter la valeur de F_{hkl}. Que peut-on déduire ?

Si $h + k + l = 2n$ (pair) $\Rightarrow F_{(hkl)} = f_{Cu} + f_{Zn}$

Si $h + k + l = 2n + 1$ (impair) $\Rightarrow F_{(hkl)} = f_{Cu} - f_{Zn}$

Comme; $I_{(hkl)} \propto |F_{(hkl)}|^2 = F_{(hkl)}.F^*_{(hkl)}$

On peut déduire que

Les pics ou raies (hkl) tels que $h + k + l = 2n$ ont une intensité **<u>forte.</u>**

Les pics ou raies (hkl) tels que $h + k + l = 2n + 1$ ont une intensité **<u>Faible</u>**.