Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Faculté des Sciences de la Matière
Département de Physique
Master Physique des matériaux & Nanophysique / *U.E. : Analyse de surfaces*

Corrigé de l'examen final du 12 mai 2024

Exercice 1 (**4 points :** *2 points + 2 points*)

1. *Valeur $E_x(eV)$ du rayonnement X incident.*

$\boldsymbol{E_x = \frac{hc}{\lambda} = \frac{12{,}4\times10^{-7} eV.m}{8{,}341\times10^{-10}\, m} = 1486{,}6\ eV}$. Il s'agit de la raie ***AlK$_\alpha$***.

2. *Calcul de l'énergie E_{L_1} du niveau L_1 et identification de l'élément.*

$E_x = E_{L_1} + \phi_A + E_c$. D'où : $\boldsymbol{E_{L_1} = E_x - E_c - \phi_A = (1486{,}6 - 1293{,}6 - 4)eV = 189\ eV}$

D'après le tableau des énergies de liaison, il s'agit du niveau ***L_1 du phosphore (P)***.

Exercice 2 (**3 points**)

Calcul de l'énergie cinétique (en eV) de l'électron Auger pour les 3 transitions.

On considère les valeurs absolues des différentes énergies de liaison.

a). $E_K - E_{L_1} = E_{L_1} + E_c$. D'où : $\boldsymbol{E_c} = E_K - 2E_{L_1} = (1305 - 2\times 89)eV = \boldsymbol{1127\ eV}$

b). $E_K - E_{L_1} = E_{L_{2,3}} + E_c$. D'où : $\boldsymbol{E_c} = E_K - E_{L_1} - E_{L_{2,3}} = (1305 - 89 - 52)eV = \boldsymbol{1164\ eV}$

c). $E_K - E_{L_{2,3}} = E_{L_{2,3}} + E_c$. D'où : $\boldsymbol{E_c} = E_K - 2E_{L_{2,3}} = (1305 - 2\times 52)eV = \boldsymbol{1201\ eV}$

Exercice 3 (**7 points :** *3 points + 4 points*)

1. *Expression de l'opérateur quantique associé à la densité de courant.*

A une dimension (suivant z), l'opérateur quantique associé à la densité de courant s'écrit : $\hat{j} = -\frac{e}{m}\hat{p}$, or $\hat{p} = -i\hbar\frac{d}{dz}$. Donc : $\boldsymbol{\hat{j} = i\hbar\frac{e}{m}\frac{d}{dz} = -\frac{\hbar}{i}\frac{e}{m}\frac{d}{dz}}$

2. *Démonstration de la relation $\langle j_t\rangle = T.\langle j_i\rangle$.*

$$\langle j_i\rangle = \int A^* exp(-i\alpha z)\left(i\hbar\frac{e}{m}\frac{d}{dz}\right)A exp(i\alpha z)dz = -|A|^2\frac{e\hbar\alpha}{m}.\Delta z$$

$$\langle j_t\rangle = \int C^* exp(-i\alpha z)\left(i\hbar\frac{e}{m}\frac{d}{dz}\right)C exp(i\alpha z)dz = -|C|^2\frac{e\hbar\alpha}{m}.\Delta z$$

$\frac{\langle j_t\rangle}{\langle j_i\rangle} = \frac{|C|^2}{|A|^2} = T$ et donc : $\boldsymbol{\langle j_t\rangle = T.\langle j_i\rangle}$

Exercice N°4 (**6 points :** *1 point* **+** *3 points + 2 points*)

1. *Dimension de la constante de Hamaker H.*

$H = -\frac{U_{vdw}(d)}{6}\frac{R_p}{d}$ ➔ $[H] = [U_{vdw}(d)]\frac{[R_p]}{[d]} = [U_{vdw}(d)]$, car $\frac{[R_p]}{[d]} = 1$. Donc H s'exprime en unités d'énergie, c'est-à-dire en Joules (dans le SI).

2. *Expression de l'énergie potentielle d'interaction de van der Waals $U_{p-m}(z)$ pour z = d.*

$F_{p-m}(z) = -\frac{dU_{p-m}(z)}{dz}$ et $dU_{p-m}(z) = -F_{p-m}(z)dz = \frac{HR_p}{6z^2}dz$ ➔ $U_{p-m}(z) = \frac{HR_p}{6}\int\frac{dz}{z^2} + K$

$U_{p-m}(z) = -\frac{HR_p}{6z} + K = -\frac{HR_p}{6z}$ car $K = 0$ puisque $U_{p-m}(z \to \infty) = 0$ et $\boldsymbol{U_{p-m}(d) = -\frac{HR_p}{6d}}$

3. *Relation entre F_{p-Au} et F_{p-Cu}.*

$$\boldsymbol{\frac{F_{p-Au}}{F_{p-Cu}} = \frac{\pi^2\rho_p\rho_{Au}C_{vdw}}{\pi^2\rho_p\rho_{Cu}C_{vdw}} = \frac{\rho_{Au}}{\rho_{Cu}} = \frac{5,90\times10^{22}cm^{-3}}{8,45\times10^{22}cm^{-3}} \approx 0,7}$$