

Examen du module structure de la matière : Chimie 01

Aucun document n'est autorisé
Tout résultat non justifié ne sera pas pris en considération

Exercice 01 : (05 pts)

- Une photocathode en Césium, soumise à un faisceau lumineux incident dont la longueur d'onde est égale à 400 nm, émet des électrons.
1. Calculer l'énergie cinétique acquise par l'électron éjecté.
 2. Le Césium émettra-t-il des électrons si la longueur d'onde du rayonnement incident est de 680 nm ? Justifier.
 3. Calculer la longueur d'onde associée à l'électron émis par le césium, avec une vitesse égale à $6,4 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 4. Si on suppose que l'électron est extrait du césium puis accéléré avec une vitesse égale à $(10^7 \pm 10^3) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Calculer l'erreur minimale commise sur la position et conclure.

Données : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $\lambda_0(\text{Cs}) = 660 \text{ nm}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

Exercice 02 : (05 pts)

- Un ion hydrogénéoïde ${}^A_Z\text{X}^{n+}$ absorbe un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde égale à 107,7 Å et passe de l'état fondamental au 3^{ème} état excité.
1. Quelle est la transition électronique correspondante ?
 2. Identifier l'ion hydrogénéoïde ${}^A_Z\text{X}^{n+}$ (donner Z et n⁺).
 3. Calculer le rayon de la 4^{ème} orbite par l'électron de cet ion.
 4. Calculer l'énergie d'ionisation de cet ion à partir de son 3^{ème} état excité.
- Données : $R_H = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$; $E_H = -13,6 \text{ eV}$; $a_0 = 0,53 \text{ Å}$; $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$.

Exercice 03 : (10 pts)

- On considère cinq éléments du tableau périodique A, B, C, D et E, avec : A est l'atome de Francium (${}_{87}\text{Fr}$).
- ✓ B est situé sur la même période que ${}_{48}\text{Cd}$ et appartient au groupe V_B.
 - ✓ C est élément de transition qui possède 6 électrons célibataires sur sa couche de valence et appartient à la 4^{ème} période.
 - ✓ D a une couche de valence ou externe, de structure électronique $3s^2 3p^3$.
 - ✓ E est élément le plus électronégatif du tableau périodique.
1. Identifier les quatre éléments B, C, D et E (donner les valeurs de leur numéro atomique Z). Justifier.
 2. Classer par ordre croissant le rayon atomique des éléments A, B, C, D et E.
 3. Quels sont les ions les plus stables de l'élément A et de l'élément E.
 4. En utilisant l'approximation de Slater, calculer l'énergie des électrons 2s 2p de l'atome D.
- Données : $\sigma_{2s2p-1s} = 0,85$; $\sigma_{2s2p-2s2p} = 0,35$.

Exo 1: (5pt)

$$1) \lambda_0 = \lambda_{ca} = 660 \text{ nm}, \quad \lambda_i = 400 \text{ nm}$$

- Effet photoélectrique : $E_i (\text{incident}) = E_{\text{extraction}} + E_{\text{cinétique}}$

$$h \frac{c}{\lambda_i} = h \frac{c}{\lambda_0} + E_c \Rightarrow E_c = h c \left(\frac{1}{\lambda_i} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{10^{-9}} \left(\frac{1}{400} - \frac{1}{660} \right)$$

$$E_c = 1,95 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$2) \lambda_i > \lambda_0 = \nu_i < \nu_0 \Rightarrow h \nu_i < h \nu_0$$

$E_i < E_{\text{ext}}$: Pas d'extraction d'électrons, donc pas d'effet photoélectrique

$$3) \lambda = \frac{h}{m \nu} = \frac{6,62 \times 10^{-34}}{9,1 \times 10^{-31} \times 6,4 \times 10^5} \Rightarrow \lambda = 0,113 \times 10^{-8} \text{ m} \Rightarrow \boxed{\lambda = 11,3 \text{ \AA}}$$

$$4) \Delta(mv) \Delta x \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{h}{2\pi m_e \Delta v} \Rightarrow \Delta x = 0,1157 \times 10^{-6} = 1157 \cdot 10^{-10}$$

Erreur minimale commise sur la position $\Rightarrow \boxed{\Delta x = 1157 \text{ \AA}}$

Exo 2: (5pt)

ion hydrogénésoide X^{n+} , $\lambda = 107,7 \text{ \AA}$

$$1) \text{La transition : } n = 1 \longrightarrow n_p = 4$$

2) Identification de cet ion hydrogénésoide :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) \Rightarrow Z^2 = \frac{6}{15,6 R_H} = 9,0036$$

$$\Rightarrow Z = 3 \text{ donc } n^+ = Z - 1 \Rightarrow n^+ = 2$$

l'hydrogénésoide serait donc : Li^{2+}

3) Calcul du rayon de la 4^{ème} orbite :

$$r_n = a_0 \frac{n^2}{Z} \Rightarrow r_n = 0,53 \frac{4^2}{3} \Rightarrow \boxed{r_n = r_4 = 2,83 \text{ \AA}}$$

4) Calcul de l'énergie d'ionisation de cet ion à partir de son 3^{ème} état excité

$$E_1 = E_{\infty} - E_4 = 0 - E_4 = +13,6 \frac{Z^2}{n^2}$$

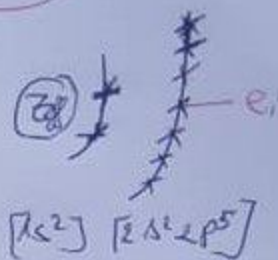
$$E_1 = +13,6 \frac{3^2}{4^2} = 7,56 \text{ eV} \Rightarrow \boxed{E_1 = 7,56 \text{ eV}}$$

4) $E_{2s2p}(Li)$?

groupe de Slater

$1s^2 [2s^2 2p^6] [3s^2 3p^5]$ (0,12V)

$E_{2s2p} = \frac{E_0 Z_{eff}^2}{n_{eff}^2}$ avec $E_0 = -13,6 \text{ eV}$



$Z_{eff} = Z - \sum \sigma_{ij} = Z - [6 \sigma_{2s2p-2s2p} + 2 \sigma_{2s2p-1s}]$

$= 11 - [6 \times 0,35 + 2 \times 0,85] \Rightarrow Z_{eff} = 11,2$ (0,7V)

$n=2 \quad n_{eff}=2 \Rightarrow E_{2s2p} = -\frac{13,6 (11,2)^2}{(2)^2} \Rightarrow E_{2s2p} = -426,49 \text{ eV}$ (0,7V)

Fim
Habib S