Université M'Hamed Bougara, Boumerdès
FACULTE DES SCIENCES
Département Chimie

[redacted]

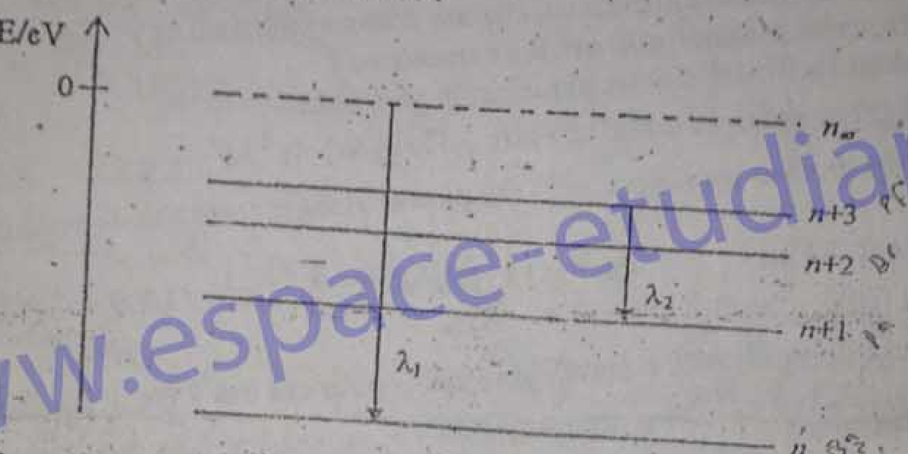
ucun document d'aucune sorte n'est autorisé.

Module : Structure de la matière
SETI : 2005/2006
Date : 20/05/2006 Durée : 1h 30

Ex. n°1	Ex. n°2	Ex. n°3
7 pts	6 pts	7 pts

ercice n°1

ns le spectre d'émission de l'hydrogène, on considère deux transitions de longueurs d'onde respectives λ_1 et λ_2, représentées sur le graphe ci-dessous :



1. Déterminer la valeur de l'orbite n, sachant que $\lambda_1 = 3650$ Å.
2. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ_2.
3. Nommer précisément chacune de ces raies en donnant leur appartenance à la série des raies d'émission à laquelle elles appartiennent.
4. Une radiation de longueur d'onde $\lambda = 4500$ Å, frappe une surface métallique de sodium et réussit à extraire des électrons avec une énergie cinétique maximale égale à 2,1 eV. Y aura-t-il un effet photoélectrique si la radiation avait la longueur d'onde λ_2 ? Justifier par les calculs et donner la valeur de la fréquence seuil.

ées : $\mathcal{R}_H = 1{,}097 \cdot 10^7\ m^{-1}$; $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J·s ; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s ; $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg

ice n°2

Calculer la longueur d'onde de l'onde associée à un flux d'électrons ayant une énergie cinétique égale à $79{,}0 \cdot 10^{-19}$ J.

Sachant que leur position est connue à 0,05 Å près, quelle est l'erreur commise sur la quantité de mouvement (ou sur la vitesse) ? Que pensez-vous de cette valeur ?

L'expression normée de la fonction d'onde ψ_{1s}, relative à l'atome d'hydrogène s'écrit :

$$\psi_{1s} = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-\frac{r}{a_0}}$$

avec r la distance de l'électron au noyau et a_0 le rayon de la première orbite de Bohr.

a) Préciser quels nombres quantiques sont rattachés à cette orbitale.
b) Quelle est la forme de cette orbitale ?
c) Peut-on attribuer une unité S.I. à ψ_{1s} ? Si oui, laquelle ?
d) Donner l'expression de la densité de probabilité radiale de trouver l'électron de l'atome un élément de volume dV.
e) Si l'électron se trouve à l'intérieur d'une petite sphère centrée sur le noyau de l'at déterminer la probabilité de présence de l'électron se trouvant à un rayon $r = 0{,}50$ Å et volume $V = 1\ pm^3$.

Données : $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J·s ; $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg ; $a_0 = 0{,}53$ Å ; $1\ pm^3 = (10^{-12}\ m)^3 = 10^{-36}\ m^3$

Exercice n°3

1. Combien y a-t-il d'éléments appartenant à la 5ème période dont le spin total (ou multiplicité d a une valeur minimale ? Ecrire leurs configurations électroniques. On peut utiliser pour la str de cœur les gaz rares $[_{18}Ar]$ ou $[_{36}Kr]$.
2. Pour chacun des éléments, donner le bloc, la colonne (chiffre arabe) et le sous-groupe (c romain) auxquels il correspond.
3. A quelle famille d'éléments chimiques, chacun d'eux appartient-il ?
4. Quelle est la propriété magnétique qui les caractérise ?
5. Quel est celui dont l'affinité électronique est la plus faible ?
6. Dans son état fondamental, le cobalt s'écrit $_{27}Co$: [Ar] $4s^2 3d^7$.

   a) Le cobalt peut donner les ions Co^{2+}. On peut envisager trois cas de configurations possible

   Co^{2+} : [Ar] $4s^0 3d^7$ (I) Co^{2+} : [Ar] $4s^1 3d^6$ (II) Co^{2+} : [Ar] $4s^2 3d^5$ (III)

   Quel est celui qui représente l'état le plus stable pour cet ion ? Expliquer très brièvement.

   b) Calculer l'énergie de troisième ionisation de Co, en vous aidant du modèle d'approximatio Slater.

Corrigé de l'EMD n°2 du 20/05
Structure de la matière

Exercice n°1 (7pts)

1. Formule de Rydberg-Balmer :

1) $$\frac{1}{\lambda} = R_H \cdot Z^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$ avec $Z = 1$ (H) et $m > n$

Comme $m \to \infty \Rightarrow n = \sqrt{\lambda . R_H}$; $n = \sqrt{3650.10^{-10} \times 1,097.10^{7}}$

1) $n = 2$

2. Si $n = 2 \Rightarrow n+1 = 3$ et $n+3 = 5$

) $\frac{1}{\lambda_2} = R_H \left(\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{(n+3)^2}\right)$; $\frac{1}{\lambda_2} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right) = 78.10^4 \ m^{-1}$

$\lambda_2 = 1282$ nm

5) 3. La raie de long. d'onde λ_1 = raie limite (ou dernière) de BALMER

5) La raie — " — λ_2 = 2e raie de la série de PASCHEN

4. L'effet photoélectrique est exprimé par la loi de la conservation d'énergie : $h\nu = W + E_c$ où $W = h\nu_0$ = Travail d'extraction de l'électron

E_c = énergie cinétique de

$h\nu = h\nu_0 + E_c \Rightarrow \nu_0 = \frac{1}{h}\left(h\frac{c}{\lambda} - E_c\right) = \frac{c}{\lambda} - \frac{E_c}{h}$

$\nu_0 = \frac{3.10^8}{4500.10^{-10}} - \frac{2,1 . 1,6.10^{-19}}{6,62.10^{-34}} = (6,66 - 5,07).10^{14} = 1,59.10^{14}$

ν_0 = fréquence seuil $\nu = 1,59.10^{14} \ s^{-1}$

$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{3.10^8}{1,59.10^{14}} = 1,8868.10^{-6} \simeq 1887$ nm

$\lambda_0 = 1887$ nm

Il y a effet photoél. $\Leftrightarrow \nu > \nu_0$ (ou $\lambda < \lambda_0$) ; on obtient en effet $\lambda_2 < \lambda_0 \Rightarrow$ Il y a donc effet photoélectrique

Exercice n°2 (6 pts)

Corrigé

1. Postulat de de Broglie : $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$ ①

$(m\times) E_c = \frac{1}{2} m v^2 (\times m)$

$mv = \sqrt{2mE_c}$; $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}} = \frac{6,62.10^{-34}}{2 \times 9,1.10^{-31} \cdot 79.10^{-}}$

5). $\lambda = 1,746$ Å

2. Principe d'incertitude de Heisenberg :

15) $\Delta x \cdot \Delta(m_e v_x) \geq \hbar$

$\Delta x \cdot m_e \Delta v_x \geq \hbar$ (ou $\geq \frac{h}{2\pi}$)

5) $\Delta v_x \geq \frac{h}{m_e \cdot \Delta x} = \frac{6,62.10^{-34}}{9,1.10^{-31} \cdot 5.10^{-12}} = 1,455.10^{8}$ m/s

$\Delta v_x \geq 1,455.10^{8}$ m/s

) Commentaire : valeur trop grande et absurde mont la grande incertitude conforme au d'incertitude de Heisenberg

5) a) Nombres quantiques rattachés à Ψ_{1s} :

$n = 1$; $l = 0$; $m_l = 0$

) b) Forme de l'orbitale "s" corresp. à $l = 0$ est sphér

) c) Oui, l'unité de cette expression Ψ_{1s} est donc le terme a_0 représentant la grandeur long. Ψ_{1s} s'exprime en $[m^{-3/2}]$ en S.I. ou MK

d) La densité de probabilité radiale :

$dP = \Psi_{1s}^2 \cdot dV$ avec $dV = d(\frac{4}{3}\pi r^3) = 4\pi r^2 dr$

) $dP = \Psi_{1s}^2 \cdot 4\pi r^2 \cdot dr$

$\Rightarrow \frac{dP}{dr} = 4\pi r^2 \cdot \Psi_{1s}^2$ = dens. de prob. radiale

) e) La probabilité de présence électronique :

$P = \int_{volume} \Psi_{1s}^2 \cdot dV$

Comme Ψ_{1s}^2 dépend r $\Rightarrow \Psi_{1s}^2 = cste \Rightarrow P = \Psi_{1s}^2 \int_{volume} dV$

) $P = \Psi_{1s}^2 \cdot V \Big|_0^V$; $P = \frac{1}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0}$

$P = \frac{10^{-36}}{3,14 (0,53 \times 10^{-10})^3} - e^{-2 \cdot [illegible]}$

(1 pts)

1. Spin total minimal = 0 (ē appariés et absence d'...

Période $n = 5$:

(0,5) $_{38}X_1$: [$_{36}Kr$] $4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$

(0,5) $_{48}X_2$: [Kr] $4d^{10} 5s^2$; ou X_1 : [$_{36}Kr$] $4d^{10} 5s...$

(0,5) $_{54}X_3$: [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^6$ (structure la + stable, d satu...

2.

Elt	bloc	colonne	sous-groupe
$_{38}X_1$	s	2	II_A
$_{48}X_2$	d	12	II_B
$_{54}X_3$	p	18	0 ou ($VIII_A$)

(1)

(0,5) 3. $_{38}X_1$: Famille des métaux alcalino-terreux

(0,5) $_{48}X_2$: — " — de Transition

(0,5) $_{54}X_3$: — " — éléments gaz rares (ou inertes, nobles)

(0,5) 4. Caractéristique de ces élts : propriété diamagnétique

5. Celui qui possède l'affinité la + faible : X_1

6. L'état le + stable : Co^{2+} : [Ar] $4s^0 3d^7$ (I)

a) Explication brève : Il est + simple d'arracher les ē externes appartenant à une couche à peine entamée comme celle $n = 4$. la couche $n = 3$ est presque saturée entièrement.

b) Energie de 3ᵉ ionisation E_{i3} :

$Co^{2+} \longrightarrow Co^{3+} + \bar{e}$ E_{i3}

$E_{i3} = E(Co^{3+}) - E(Co^{2+})$

Co^{3+} : [Ar] $4s^0 3d^6$

$E(Co^{3+}) = -\frac{6 \times 13,6 (7,25)^2}{3^2} + E(Ar)$; $Z^*_{3d} = 27 - 5 \times 0,35 - 18 = 7,25$ (0,...)

$= -476,56 + E(Ar)$

Co^{2+} : [Ar] $4s^0 3d^7$ } Co^{2+} (Cas I)

$E(Co^{2+}) = -\frac{7 \times 13,6 (6,9)^2}{3^2} + E(Ar)$; $Z^*_{3d} = 27 - 6 \times 0,35 - 18 = 6,9$ (0,5)

$= -503,61 + E(Ar)$

$E_{i3} = -\frac{13,6}{9} [6 \cdot (7,25)^2 - 7 \cdot (6,9)^2] = -476,56 + 503,61 = 27,05$ eV