

Le 10 Novembre 2015

Devoir Surveillé de Chimie 1 (durée : 1h30mn)

Partie A (7 points) :

Une lampe à hydrogène émet, entre autres, des radiations lumineuses de longueurs d'onde :

$$\lambda_1 = 410 \text{ nm}, \lambda_2 = 434 \text{ nm}, \lambda_3 = 486 \text{ nm} \text{ et } \lambda_4 = 656 \text{ nm}.$$

- 1 – À quel domaine du spectre électromagnétique appartiennent-elles ? En préciser la série spectrale correspondante.
- 2 – Compléter la phrase suivante :
 Ces raies d'émission sont dues à des entre les niveaux.....
- 3 – Indiquer le niveau initial de l'électron dans le cas de la raie de longueur d'onde $\lambda_4 = 656 \text{ nm}$.
- 4 – Exposé à la lumière blanche, l'atome d'hydrogène peut absorber certaines raies. Lesquelles ?
- 5 – L'hydrogène peut également recevoir une quantité d'énergie pour qu'il puisse se séparer de son électron initialement à l'état fondamental.
 - a – Comment appelle-t-on cette énergie et quelle est sa valeur ?
 - b – Cette énergie est fournie sous forme d'une radiation. Déterminer sa longueur d'onde et la situer dans le domaine électromagnétique.

Partie B (6 points) :

La lampe à hydrogène est utilisée pour éclairer une cellule photoélectrique au potassium ($_{19}\text{K}$) dont la longueur d'onde seuil λ_0 est égale à 540 nm.

- 1– Quelles sont les radiations émises par cette lampe qui peuvent donner un courant photoélectrique ? Justifier.
- 2 – Parmi ces raies lumineuses, laquelle est-elle capable d'éjecter les électrons avec une plus grande énergie cinétique ? Justifier.
- 3 – Calculer alors cette énergie en Joules (J) et en électron - Volts (eV).
- 4 – Cette énergie dépend-elle de la fréquence ou de l'intensité de la radiation incidente ? Justifier.

Partie C (7 points) :

Le potassium naturel possède deux isotopes stables : $^{39}_{19}\text{K}$ ($m_1 = 38,9637 \text{ u.m.a.}$) et $^{41}_{19}\text{K}$ ($m_2 = 40,9618 \text{ u.m.a.}$). Ces isotopes sont analysés à l'aide d'un spectromètre de Dempster. Après ionisation, les ions $^{39}_{19}\text{K}^+$ et $^{41}_{19}\text{K}^+$ sont accélérés par une tension $U = 5 \text{ kV}$. Ils sont ensuite déviés sous l'effet d'un champ magnétique $B = 0,1 \text{ T}$, perpendiculaire à leurs trajectoires semi-circulaires de rayons R_1 et R_2 respectivement. Ils viennent enfin impressionner une plaque photographique en deux points d'impact séparés par une distance D .

- 1 – Ces ions ont-ils la même énergie cinétique ? Justifier.
- 2 – Montrer que la charge massique q/m de ces ions s'écrit: $q/m = 2U/B^2R^2$.
- 3 – Déterminer la distance D .
- 4 – Ces ions peuvent-ils être étudiés dans le cadre de la théorie de Bohr ? Justifier.

Données :

$$E_n = - E_H Z^2/n^2 \quad (E_H = 13,6 \text{ eV}) ; \quad 1/\lambda = R_H Z^2 \left| (1/n_1^2) - (1/n_2^2) \right| \quad (R_H = 1,096 \times 10^7 \text{ m}^{-1}) ;$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1} ; \quad h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s} ; \quad m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg} ; \quad e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} ;$$

$$1 \text{ u.m.a.} = (10^{-3}/N_A) \text{ kg} ; \quad N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} ; \quad 1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J} ; \quad 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

EPSTT - Corrigé du devoir surveillé de Chimie 1 (10/11/2013)

Partie A (7 points):	
1- Ces radiations appartiennent au domaine du visible puisqu'elles sont comprises entre 400 et 750 nm	0,50
Il s'agit de la série spectrale de Balmer	0,50
2- Ces raies d'émission sont dues à des <u>transitions électroniques</u> entre les niveaux d'énergie	2×0,50
3- Le niveau initial de l'électron est calculé à partir de la relation de Rydberg : $1/\lambda = R_H \left (1/n_1^2) - (1/n_2^2) \right $ Série de Balmer $\Rightarrow n_1 = 2$	0,50
$\left (1/4) - (1/n_2^2) \right = 1/\lambda_4 R_H \Rightarrow 1/n_2^2 = 0,25 - 0,139 = 0,111$	0,50
et $n_2 = (9,009)^{1/2} \approx 3$	0,50
4- Les raies absorbées par l'atome d'hydrogène sont les mêmes que celles émises par cet atome, c'est-à-dire les raies de longueurs d'onde $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ et λ_4	0,50
5- a- Cette énergie s'appelle énergie d'ionisation E_i	0,50
Elle correspond à la transition entre les niveaux : $n=1$ et ∞	2×0,25
$E_i = E_\infty - E_1 = - E_1 = E_H = 13,6 \text{ eV}$	0,50
b- $E_i = hc/\lambda \Rightarrow \lambda = hc/E_i \approx 0,913 \times 10^{-7} \text{ m} \approx 91,3 \text{ nm}$	2×0,50
λ étant inférieure à 400 nm, cette radiation apparaît donc dans le domaine de l'UV.	0,50
Partie B (6 points) :	
1 – Les radiations qui peuvent donner un courant photoélectrique sont celles qui ont les longueurs d'onde : λ_1, λ_2 et λ_3	3×0,25
Justification :	
L'effet photoélectrique ne se manifeste que lorsque la fréquence de la radiation utilisée est supérieure à la fréquence seuil de la photocathode	0,50
ou alors $\lambda_{\text{radiation}} < \lambda_{0(\text{cathode})}$; avec $\lambda_{0(\text{cathode})} = 540 \text{ nm}$	0,25
2- La raie qui est capable d'éjecter les électrons avec une plus grande énergie est celle dont la longueur d'onde est λ_1	0,50
Justification :	
L'équation de l'effet photoélectrique s'écrit :	
$hc/\lambda_{\text{radiation}} = E_C + W_0 \Rightarrow E_C = (hc/\lambda_{\text{radiation}}) - W_0$	0,50
E_C et W_0 étant respectivement l'énergie cinétique et le travail d'extraction de l'électron.	
$W_0 = hc/\lambda_0 = \text{constante}$	0,50
Dans ce cas, E_C augmente lorsque $\lambda_{\text{radiation}}$ diminue	0,50
L'énergie E_C la plus grande correspond donc à la longueur d'onde la plus petite.	0,50
3- $E_C = hc((1/\lambda_1) - (1/\lambda_0)) = 1,166 \times 10^{-19} \text{ J}$	0,50
$E_C = 1,166 \times 10^{-19} / 1,6 \times 10^{-19} \approx 0,73 \text{ eV}$	0,50
4- Cette énergie cinétique E_C dépend de la fréquence de la radiation incidente.	0,50
Justification :	
D'après l'équation $E_C = h\nu_{\text{radiation}} - W_0$, E_C ne dépend que de la fréquence.	
L'intensité de la radiation incidente a pour effet d'augmenter le nombre de photoélectrons éjectés.	0,50

Partie C (7 points) :	
1- Les ions $^{39}_{19}\text{K}^+$ et $^{41}_{19}\text{K}^+$ ont la même énergie cinétique	0,50
Justification :	
Ces ions sont accélérés par une tension U constante, leur énergie cinétique s'exprime alors sous la forme : $E_C = mv^2/2 = qU$	2×0,50
puisque $q = e$ (les isotopes de K sont ionisés une fois)	0,50
alors $E_C = mv^2/2 = eU = \text{constante}$	
2- Bilan des forces dans l'analyseur :	
$F_m = F_g$; F_m : Force magnétique et F_g : Force centrifuge	0,50
$F_m = qvB$ et $F_g = mv^2/R$	2×0,50
d'où $qvB = mv^2/R$ et $mv^2/2 = qU \Rightarrow q/m = 2U/B^2R^2$	0,50
3- $D = 2(R_2 - R_1)$	0,50
$R_1 = (1/B) (2m_1U/q)^{1/2}$ et $R_2 = (1/B) (2m_2U/q)^{1/2}$	2×0,50
Application numérique : $D \approx 3,16 \times 10^{-2} \text{ m} \approx 3,16 \text{ cm}$	0,5
4- Les ions $^{39}_{19}\text{K}^+$ et $^{41}_{19}\text{K}^+$ ne peuvent pas être étudiés dans le cadre de la théorie de Bohr	0,50
Justification :	
La théorie de Bohr ne s'applique qu'aux espèces chimiques possédant un seul électron, or ces ions en possèdent 18.....	0,50