

## Examen de Chimie 1

### Exercice 1 (6 points)

1. Calculer la masse atomique moyenne du néon naturel ( $Z = 10$ ), sachant que les masses atomiques des isotopes stables du néon sont :  $^{20}\text{Ne} = 19,9924 \text{ uma}$ ;  $^{21}\text{Ne} = 20,9939 \text{ uma}$  et  $^{22}\text{Ne} = 21,9914 \text{ uma}$ , et leurs abondances relatives sont respectivement : 90,92%; 0,26% et 8,82%.
2. Calculer l'énergie de liaison du noyau de l'isotope le plus abondant : en Joule/noyau, en MeV/noyau et en MeV/nucléon.
3. A l'aide du spectrographe de masse de Bainbridge, on sépare deux isotopes, porteurs d'une charge élémentaire positive (+e) :  $^{20}\text{Ne}^+$  et  $^{21}\text{Ne}^+$ . Leur vitesse à l'entrée de l'analyseur est  $V = 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Dans cette partie du spectrographe et sous l'effet du champ d'induction magnétique  $B = 0,1 \text{ Tesla}$ , les trajectoires de ces isotopes  $^{20}\text{Ne}^+$  et  $^{21}\text{Ne}^+$  sont respectivement des demi-cercles de rayons  $R_1$  et  $R_2$ . Calculer  $R_1$  et  $R_2$  et déduire la distance (d) entre les deux points d'impact des deux ions sur la plaque photographique.

On donne :  $m_{\text{proton}} = 1,00727 \text{ uma}$ ;  $m_{\text{neutron}} = 1,00866 \text{ uma}$ ;  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ ;  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

### Exercice 2 (6 points)

On étudie la série de Paschen du spectre d'émission de l'hydrogène. Cette série correspond aux radiations émises lorsque l'atome passe d'un état excité ( $n_{\text{initial}} > 3$ ) à l'état excité ( $n_{\text{final}} = 3$ ).

1. A quel domaine du spectre électromagnétique correspond cette série.
2. Représenter 03 transitions électroniques de la série de Paschen dans un diagramme d'énergie.
3. Déterminer la plus grande et la plus petite longueur d'onde de cette série.
4. Calculer l'énergie correspondante à l'extraction de l'électron (énergie d'ionisation) se trouvant au deuxième niveau excité ( $n_{\text{initial}} = 3$ ) de l'atome d'hydrogène.

On donne :  $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

### Exercice 3 (8 points)

Soient les atomes suivants : Chlore ( $_{17}\text{Cl}$ ), Calcium ( $_{20}\text{Ca}$ ), Cuivre ( $_{29}\text{Cu}$ ), Brome ( $_{35}\text{Br}$ ), Césium ( $_{55}\text{Cs}$ ) et Baryum ( $_{56}\text{Ba}$ ).

1. Donner la configuration électronique à l'état fondamental de chacun des atomes cités.
2. Donner sous forme de tableau : la période, la colonne, le bloc, le sous-groupe, le groupe et la famille chimique (nature) de ces atomes.
3. Comment varient globalement le rayon atomique (R) et l'énergie d'ionisation ( $E_i$ ) suivant la période et la colonne dans le tableau périodique. Classer les atomes cités, par ordre croissant du rayon atomique (R) et de l'énergie d'ionisation ( $E_i$ ).
4. Représenter les électrons de valence du Calcium ( $_{20}\text{Ca}$ ) dans des cases quantiques et déduire pour chacun de ces électrons, les valeurs des quatre nombres quantiques :  $n$ ,  $l$ ,  $m$  et  $s$ .

## Corrigé de l'examen de Chimie 1

### Exercice 1 (6 points)

1. La masse atomique moyenne du néon naturel ( ${}_{10}\text{Ne}$ )

$$M_{\text{moy}} = \frac{\sum x_i M_i}{100} = \frac{x_1 M_1 + x_2 M_2 + x_3 M_3}{100} \quad (0,5)$$

$$M_{\text{moy}} = \frac{19,9924 \times 90,92 + 20,9939 \times 0,26 + 21,9914 \times 8,82}{100} = 20,1713 \text{ uma} \quad (0,5)$$

2. Energie de liaison du noyau de l'isotope le plus abondant ( ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ )

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 \quad (0,5)$$

$$\Delta m = [Z \cdot m_p + (A - Z)m_n] - m({}_{10}^{20}\text{Ne})$$

$$\Delta m = [10 \times 1,00727 + (20 - 10)1,00866] - 19,9924 = 0,1669 \text{ uma} \quad (0,5)$$

$$\Delta m = 0,1669 \times 1,66 \cdot 10^{-27} = 2,77 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\Delta E = 2,77 \cdot 10^{-28} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 2,493 \cdot 10^{-11} \text{ J/noyau} \quad (0,5)$$

$$\Delta E = \frac{2,493 \cdot 10^{-11}}{1,6 \cdot 10^{-13}} = 155,812 \text{ MeV/noyau} \quad (0,5)$$

$$\frac{\Delta E}{A} = \frac{155,812}{20} = 7,79 \text{ MeV/nucléon} \quad (0,5)$$

3. Calcul des rayons  $R_1$  et  $R_2$

$$R = \frac{m \cdot V}{q \cdot B} = \frac{m \cdot V}{e \cdot B} \quad (0,5)$$

$$R_1 = \frac{m_1 \cdot V}{e \cdot B} = \frac{19,9924 \times 1,66 \cdot 10^{-27} \times 10^4}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 0,1} = 2,074 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2,074 \text{ cm} \quad (0,5)$$

$$R_2 = \frac{m_2 \cdot V}{e \cdot B} = \frac{20,9939 \times 1,66 \cdot 10^{-27} \times 10^4}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 0,1} = 2,178 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2,178 \text{ cm} \quad (0,5)$$

La distance (d) entre les deux points d'impact des deux ions sur la plaque photographique

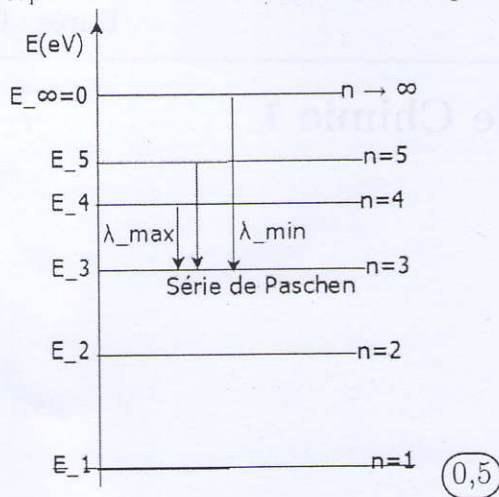
$$d = D_2 - D_1 = 2R_2 - 2R_1 = 2(R_2 - R_1) \quad (0,5)$$

$$d = 2(2,178 \cdot 10^{-2} - 2,074 \cdot 10^{-2}) = 2,08 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,08 \text{ mm} \quad (0,5)$$

### Exercice 2 (6 points)

1. La série de Paschen correspond au domaine de l'infrarouge IR  $(0,5)$ .

2. Représentation de 03 transitions possibles de la série de Paschen dans le diagramme d'énergie



3. Calcul de la plus grande et de la plus petite longueur d'onde de cette série

Formule de Balmer-Rydberg :  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_{inf}^2} - \frac{1}{n_{sup}^2} \right)$  (0,5)

$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$  (0,5)

$\Delta E$  et  $\lambda$  sont inversement proportionnelles entre elles.

La plus grande longueur d'onde de la série de Paschen

$\lambda_{max}$  correspond à  $\Delta E_{min}$  donc à la transition :  $n_{initial} = 4 \rightarrow n_{final} = 3$  (0,5)

$\frac{1}{\lambda_{max}} = 1,097 \cdot 10^7 \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 0,053326 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

$\lambda_{max} = 18,752 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 1875,2 \text{ nm}$  (0,5)

La plus petite longueur d'onde de la série de Paschen

$\lambda_{min}$  correspond à  $\Delta E_{max}$  donc à la transition :  $n_{initial} = \infty \rightarrow n_{final} = 3$  (0,5)

$\frac{1}{\lambda_{min}} = 1,097 \cdot 10^7 \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = 0,1218889 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

$\lambda_{min} = 8,204 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 820,4 \text{ nm}$  (0,5)

4. L'énergie correspondant à l'extraction de l'électron (énergie d'ionisation) se trouvant au deuxième niveau excité ( $n_{initial} = 3$ ) de l'atome d'hydrogène

Transition :  $n_{initial} = 3 \rightarrow n_{final} = \infty$  (0,5)

$\Delta E = E_{final} - E_{initial} = E_\infty - E_3$  (0,5)

$E_n = \frac{-13,6}{n^2}$  (0,5)

$E_3 = \frac{-13,6}{3^2} = -1,51 \text{ eV}$

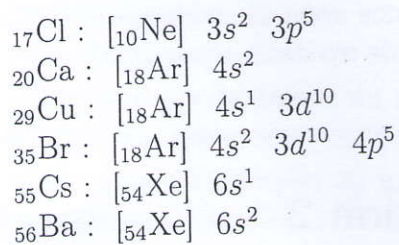
$$E_{\infty} = \frac{-13,6}{\infty^2} = 0$$

$$\Delta E = 0 - (-1,51) = 1,51 \text{ eV} \quad (0,5)$$

### Exercice 3 (8 points)

Soient les atomes suivants : Chlore ( $_{17}\text{Cl}$ ), Calcium ( $_{20}\text{Ca}$ ), Cuivre ( $_{29}\text{Cu}$ ), Brome ( $_{35}\text{Br}$ ), Césium ( $_{55}\text{Cs}$ ) et Baryum ( $_{56}\text{Ba}$ ).

1. Configuration électronique à l'état fondamental de chacun des atomes cités  $(6 \times 0,25)$



2. La période, la colonne, le bloc, le sous-groupe, le groupe et la nature (la famille chimique) de ces atomes  $(3,0)$

	Cl	Ca	Cu	Br	Cs	Ba
période	3	4	4	4	6	6
colonne	17	2	11	17	1	2
bloc	p	s	d	p	s	s
sous-groupe	A	A	B	A	A	A
groupe	$VII_A$	$II_A$	$I_B$	$VII_A$	$I_A$	$II_A$
famille chimique	halogène (non métal)	métal alcalino-terreux	métal de transition	halogène (non métal)	métal alcalin	métal alcalino-terreux

3. Dans le tableau périodique des éléments, le rayon atomique (R) diminue suivant une même ligne (période) en allant de gauche vers la droite.  $(0,25)$

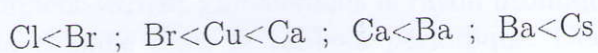
Suivant une même colonne, R diminue en allant du bas vers le haut.  $(0,25)$

L'énergie d'ionisation ( $E_i$ ) varie inversement avec R.  $(0,25)$

Classement des atomes cités, par ordre croissant du rayon atomique (R)

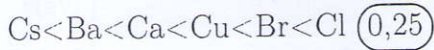
	colonne 1	colonne 2	colonne 11	colonne 17
ligne 3				Cl
ligne 4		Ca	Cu	Br
ligne 6	Cs	Ba		

Ordre croissant de R :

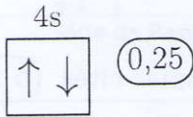


Donc :  $\text{Cl} < \text{Br} < \text{Cu} < \text{Ca} < \text{Ba} < \text{Cs}$   $(5 \times 0,25)$

Ordre croissant de  $E_i$  :



4. Représentation des électrons de valence du Calcium ( ${}_{20}\text{Ca}$ ) dans des cases quantiques et détermination des valeurs des quatre nombres quantiques :  $n$ ,  $l$ ,  $m$  et  $s$  de ces électrons.



$n = 4 \quad 4$   
 $l = 0 \quad 0$  (1,0)  
 $m = 0 \quad 0$   
 $s = +\frac{1}{2} \quad -\frac{1}{2}$

## Remarques concernant l'exercice 3 question 2

1. Vu qu'il y a 03 points pour 36 réponses, on utilise la règle de trois pour déterminer la note de l'étudiant, on trouve :  $\text{Note} = \frac{\text{Nbre de bonnes réponses}}{12}$   
Approcher (augmenter) la note obtenue pour que la partie décimale de la note soit 25 ; 5 ; 75 ou 0.
2. Pour le groupe, les étudiants ne sont pas obligés de rajouter l'indice A ou B.
3. Pour la famille chimique, les étudiants ne sont pas obligés de préciser si ces atomes sont des métaux ou non.