

# 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

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

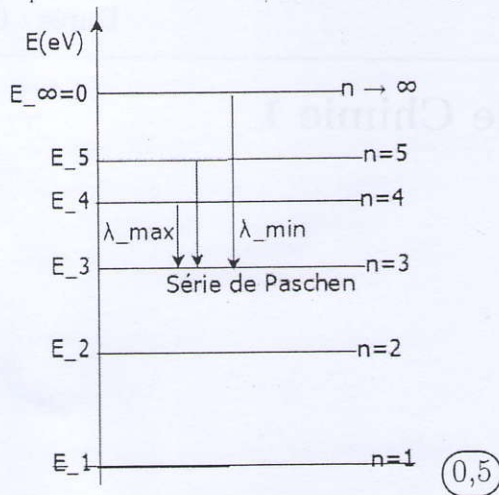
$$d = 2(2,178 \cdot 10^{-2} - 2,074 \cdot 10^{-2}) = 2,08 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,08 \text{ mm} \quad (0,5)$$

### 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)

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

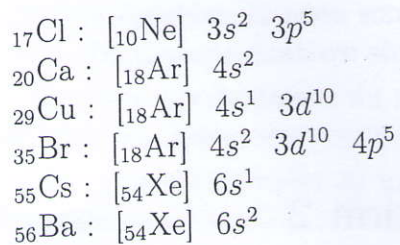
$$E_{\infty} = \frac{-13,6}{\infty^2} = 0$$

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

### 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.  $(0,25)$

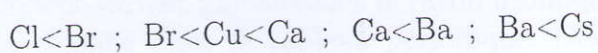
Suivant une même colonne, R diminue en allant du bas vers le haut.  $(0,25)$

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

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

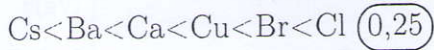
	colonne 1	colonne 2	colonne 11	colonne 17
ligne 3				Cl
ligne 4		Ca	Cu	Br
ligne 6	Cs	Ba		

Ordre croissant de R :

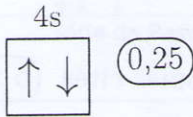




Ordre croissant de  $E_i$  :



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.



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

## 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.

## Examen de Rattrapage de Chimie 1

### Exercice 1(4 points) :

L'argon naturel Ar ( $Z=18$ ) possède trois isotopes  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{38}\text{Ar}$  et  $^{40}\text{Ar}$ . Leurs masses atomiques et leurs abondances relatives sont présentés sur le tableau ci-dessous :

Isotope	$^{36}\text{Ar}$	$^{38}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}$
Masse atomique (uma)	35,96755	37,96272	39,96238
Abondance relative (%)	0,337	0,063	99,60

1. Calculer la masse atomique moyenne de l'argon naturel.
2. Sachant que les énergies de cohésion par nucléon des isotopes  $^{36}\text{Ar}$  et  $^{38}\text{Ar}$  sont respectivement 8,279 MeV/nucléon et 8,387 MeV/nucléon. Calculer l'énergie de cohésion par nucléon de l'isotope  $^{40}\text{Ar}$  puis comparer la stabilité des trois isotopes.

Données :  $m_p=1,00727$  uma,  $m_n=1,00866$  uma,  $1\text{eV}=1,6\cdot 10^{-19}$  J,  $1\text{MeV}=10^6$  eV

### Exercice2 (9 points) :

- I. Dans le spectre d'émission de l'hydrogène, on considère deux transitions de longueurs d'onde  $\lambda_{\infty \rightarrow 2}$  et  $\lambda_{5 \rightarrow 3}$ .
  1. Calculer la valeur des deux longueurs d'onde.
  2. Nommer précisément chacune de ces transitions en donnant leur appartenance à la série de raies d'émission correspondante.
- II. 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 une longueur d'onde  $\lambda_{5 \rightarrow 3}$  (calculée en I.1) ? Justifier par les calculs et donner la valeur de la fréquence seuil.
- III. Soit l'hydrogénoïde  ${}^7_3\text{Li}^{2+}$ .
  1. Calculer la longueur d'onde de la première raie de la série de Balmer du spectre d'émission de cet ion.
  2. Préciser le domaine électromagnétique auquel il appartient.

Données:  $R_H=1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ ,  $h=6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ,  $C=3 \cdot 10^8 \text{ m. s}^{-1}$

### Exercice 3 (7 points) :

Le silicium (Si) appartient au même groupe que le germanium ( ${}_{32}\text{Ge}$ ) et à la même période que le chlore ( ${}_{17}\text{Cl}$ ).

1. Donner la configuration électronique de Ge, Cl et Si dans leur état fondamental.
2. Situer les trois éléments dans le tableau périodique en indiquant la période, le groupe, le sous-groupe, le bloc et la colonne.
3. Classer ces atomes par ordre croissant du rayon atomique, énergie d'ionisation, affinité électronique et électronégativité. Justifier.

## Corrigé de l'examen de Rattrapage de Chimie 1

### Exercice 1(4 points):

1. Calcul de  $M_{\text{moy}}$ :

$$M_{\text{moy}} = \frac{\sum M_i \cdot x_i}{100} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

$$M_{\text{moy}} = 39,985 \text{ uma} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

2. Calcul de l'énergie de cohésion par nucléon de  $^{40}\text{Ar}$  :

$$\Delta E_{\text{coh}} (^{40}\text{Ar}) = \Delta m \cdot C^2 \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

Avec  $\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m_{\text{noyau}} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$

$$\rightarrow \Delta m = 0,35622 \text{ uma} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

$$\Delta E_{\text{coh}} (^{40}\text{Ar}) = 5,332193 \cdot 10^{-11} \text{ J/noyau} \quad \underline{0,25 \text{ pts}}$$

$$\Delta E_{\text{coh}} (^{40}\text{Ar}) = 3,3262 \cdot 10^8 \text{ eV/noyau} = 332,62 \text{ MeV/noyau} \quad \underline{0,25 \text{ pts}}$$

$$\Delta E_{\text{coh}} (^{40}\text{Ar}) / 40 = 8,316 \text{ MeV/nucleon} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

Comparaison de la stabilité des 3 isotopes :

$$\Delta E_{\text{coh}} (^{38}\text{Ar}) / 38 = 8,387 \text{ MeV/nucléons} ; \Delta E_{\text{coh}} (^{36}\text{Ar}) / 36 = 8,279 \text{ MeV/nucléons}$$

$$\text{Ordre de stabilité : } \Delta E_{\text{coh}} (^{38}\text{Ar}) / 38 > \Delta E_{\text{coh}} (^{40}\text{Ar}) / 40 > \Delta E_{\text{coh}} (^{36}\text{Ar}) / 36$$

$$\text{Donc } ^{38}\text{Ar} > ^{40}\text{Ar} > ^{36}\text{Ar} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

### Exercice2 (9 points):

I.1. Calcul de  $\lambda_{\infty \rightarrow 2}$  et  $\lambda_{5 \rightarrow 3}$  :

Loi de Balmer-Ryberg :  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$  avec  $n < m \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$

- $\frac{1}{\lambda_{\infty \rightarrow 2}} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = 2,7425 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} \quad \underline{0,25 \text{ pts}}$

$$\lambda_{\infty \rightarrow 2} = 364,6 \text{ nm} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

- $\frac{1}{\lambda_{5 \rightarrow 3}} = R_H \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 7,8 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1} \quad \underline{0,25 \text{ pts}}$

$$\lambda_{5 \rightarrow 3} = 1281,9 \text{ nm} = 1282 \text{ nm} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

2. La première transition  $\infty \rightarrow 2$  : Raie limite du spectre d'émission de l'hydrogène de la série de Balmer. **0,5 pts**

La deuxième transition  $5 \rightarrow 3$  : 2<sup>ème</sup> raie du spectre d'émission de l'hydrogène de la série de Paschen. **0,5 pts**

II. à  $\lambda = 4500 \text{ \AA}$ , on a un effet photoélectrique :  $E - W = E_c \rightarrow W = E - E_c \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$

(avec  $W$  : travail d'extraction)

$$W = h \cdot \frac{c}{\lambda} - E_c = 0,658 \text{ eV} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

Pour qu'il y ait un effet photoélectrique si la radiation avait une longueur d'onde  $\lambda_2 = 1282 \text{ nm}$ , il faut que  $E_2 \geq W \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$

$$E_2 = h \cdot \frac{c}{\lambda_2} = 0,968 \text{ eV} \quad \underline{0,5 \text{ pts}}$$

$E_2 > W$  donc il y a effet photoélectrique. **0,5 pts**

•  $W = h \nu_0$       **0,5 pts**       $\rightarrow$        $\nu_0 = \frac{W}{h} \rightarrow \nu_0 = 1,59 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$       **0,5 pts**

III.1. Calcul de  $\lambda_{3 \rightarrow 2}$  :

Première raie de la série de Balmer du spectre d'émission de  ${}^7_3\text{Li}^{2+}$  correspond à la transition  $3 \rightarrow 2$   
**0,5 pts**

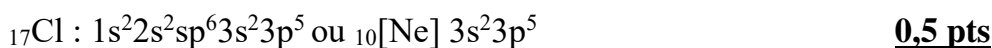
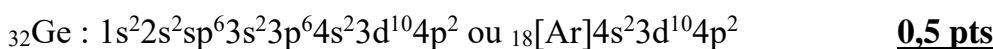
$\frac{1}{\lambda_{3 \rightarrow 2}} = R_H Z^2 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$       **0,5 pts**

$\frac{1}{\lambda_{3 \rightarrow 2}} = 1,37 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$       **0,5 pts**       $\rightarrow$        $\lambda_{3 \rightarrow 2} = 72,99 \text{ nm}$       **0,5 pts**

3. Cette raie appartient au domaine UV      **0,5 pts**

**Exercice 3 (7 points):**

1. Configuration électronique de Ge, Si et A :



On a Si est du même groupe que Ge  $\rightarrow$  Groupe : **IV<sub>A</sub>**      **0,25 pts**

et de la même période que Cl  $\rightarrow$  Période : **3**      **0,25 pts**

Par conséquent, la configuration électronique de Si est donc:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$       **0,5 pts**

2. **3 pts**

Élément	Période	Groupe	Sous-groupe	Colonne	Bloc
Ge	4	IV	A	14	P
Si	3	IV	A	14	P
Cl	3	VII	A	17	P

3. Classement des atomes :

	Colonne 14	Colonne 17
n=3	Si	A
n=4	Ge	

Dans la même période :  $Ra \downarrow, Ei \uparrow, AE \uparrow, \chi \uparrow$       **0,5 pts**

Dans le même groupe :  $Ra \uparrow, Ei \downarrow, AE \downarrow, \chi \downarrow$       **0,5 pts**

Rayon atomique :  $Ra(\text{Cl}) < Ra(\text{Si}) < Ra(\text{Ge})$       **0,25 pts**

Energie d'ionisation :  $Ei(\text{Ge}) < Ei(\text{Si}) < Ei(\text{Cl})$       **0,25 pts**

Affinité électronique :  $AE(\text{Ge}) < AE(\text{Si}) < AE(\text{Cl})$       **0,25 pts**

Electronégativité :  $\chi(\text{Ge}) < \chi(\text{Si}) < \chi(\text{Cl})$       **0,25 pts**