

Juin 2015

LICENCE SCIENCES 1<sup>ère</sup> ANNÉE

Mention(s) : Licences PC, ST, PSI, MPA

Nom de l'U.E. : **Éléments Chimiques**

Durée : 1h30

Nombre de pages : 3

Enseignants référents : A. Guenet, B. Jacques, R. Schurhammer, R. Welter



*L'usage des téléphones portables est interdit pendant toute la durée des épreuves, y compris lors de la préparation des épreuves orales. Les appareils doivent impérativement être éteints pendant les épreuves. Ils ne peuvent donc pas être utilisés comme chronomètre ou calculatrice.*

### Calculatrice autorisée. Tout autre document interdit.

Données :  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s ;  $c = 3,000 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup> ;  $R_H = 1,097 \cdot 10^7$  m<sup>-1</sup> ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$  J ;  $N_A =$  nombre d'Avogadro =  $6,022 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup> ; masse de l'électron au repos :  $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$  kg

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac-Lr															
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

#### Exercice 1 (5 points)

Le radon Rn est l'élément chimique de numéro atomique 86.

1) a) Donner la configuration électronique de l'atome de radon (développer complètement l'écriture).

b) À quelle famille appartient l'élément Rn ?

Tous les isotopes du radon sont radioactifs. L'isotope ayant la demi-vie la plus longue est le radon 222 dont la période est de 3,824 jours et qui se désintègre par émission  $\alpha$ . Il provient de la désintégration du radium lui-même issu de la chaîne de désintégration de l'uranium contenu dans la croûte terrestre. Il est naturellement présent surtout dans les régions aux sous-sols granitiques et volcaniques.

2) a) Donnez la composition du noyau de l'isotope <sup>222</sup>Rn.

c) Ecrire l'équation de désintégration du radon 222.

En France, dans les lieux ouverts au public, la législation impose une concentration de radon inférieure à 400 Bq/m<sup>3</sup>. Au-dessus de ce seuil, il est obligatoire de mettre en œuvre des actions correctrices.

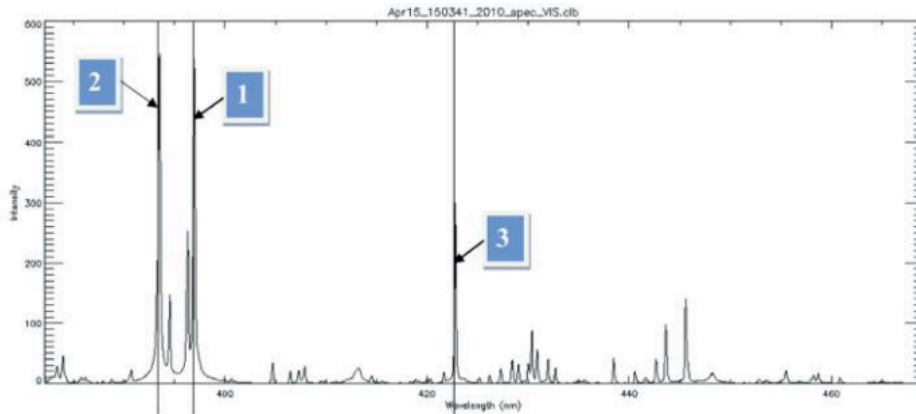
3) a) Calculer la constante radioactive du radon <sup>222</sup>Rn.

b) Donner l'expression de l'activité en fonction du nombre de noyaux radioactifs.

c) En déduire le nombre d'atomes de radon dans un mètre cube d'air ayant une activité de 400 Bq.

**Exercice 2** (5,5 points)

Il est possible d'analyser la composition des roches martiennes en direct ou à distance grâce à une technique d'analyse spectroscopique induite par ablation laser. L'interaction du faisceau laser de longueur d'onde 1067 nm avec la roche provoque un échauffement brutal de la surface éclairée, fournissant ainsi une certaine énergie à la roche. Ainsi, les atomes présents dans la roche se retrouvent dans un état soit excité soit ionisé. En se désexcitant, un rayonnement est émis. L'intensité des différentes raies est proportionnelle au nombre d'atomes émetteurs. Pour la roche étudiée, le spectre d'émission atomique ci-dessous est obtenu.



**Figure 1.** Spectre d'émission atomique : raie 2 = 393 nm, raie 1 = 397 nm et raie 3 = 423 nm

**Tableau 1.** Raies d'émission de certains éléments sous forme neutre ou ionisé.

Eléments	Longueurs d'ondes des raies d'émission en nm entre 380 nm et 460 nm					
Al	390	394	396	459		
Ca	393	397	423	443	444	446
Fe	426	427	433	438	448	431
Si	386	391	412	413		

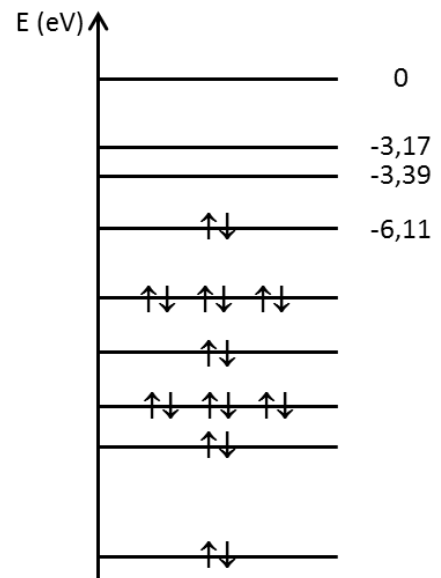
- 1) Le laser utilisé émet-il de la lumière visible ? Justifier.
- 2) Expliquer à l'aide d'un diagramme énergétique les phénomènes d'absorption et d'émission de photon. Indiquer également ce qu'est un état excité et un état ionisé.
- 3) Expliquer pourquoi le spectre d'émission observé est constitué uniquement de raies fines et pourquoi ce spectre permet d'identifier les éléments présents au sein de la roche.
- 4) On rappelle les longueurs d'onde des 3 raies les plus intenses : 393 nm, 397 nm et 423 nm.

a) A partir du spectre proposé et des données du tableau, déterminer l'élément le plus abondant dans cette roche.

b) Calculer pour chacune des 3 raies l'énergie correspondante en J et en eV.

5) Parmi les 3 raies considérées, seule la transition à 422 nm correspond à un état excité de l'atome neutre considéré. Les deux autres raies correspondent à l'élément sous forme ionisé une fois dans un état excité.

a) Donner la configuration électronique de l'atome neutre considéré.



b) Ecrire l'équation de première ionisation de cet atome et donner la configuration électronique de l'ion ainsi formé.

c) Indiquer à l'aide du diagramme énergétique de l'atome neutre ci-dessous, la transition électronique correspondant à une longueur d'onde de 422 nm.

d) Indiquer également à quelles orbitales correspondent les niveaux d'énergie à -6,11 eV ; -3,39 eV et -3,17 eV sachant que la règle de Klechkowski s'applique.

### Exercice 3 (3,5 points)

1) Qu'indique le principe de Pauli ?

2) Qu'est-ce que la règle de Hund ?

3) Voici 5 diagrammes potentiels d'occupation des orbitales électroniques dans un atome de soufre S ( $Z = 16$ ). Préciser, parmi a., b., c., d. et e., quel est l'état fondamental, quels sont les états excités et le(s)quel(s) est (sont) impossible(s). Justifier en une ou deux phrases claires et précises.

	3s	3p			4s
a.	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	—
b.	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	—
c.	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	—
d.	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	—	—
e.	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$

### Exercice 4 (6 points)

Les 12 propriétés suivantes correspondent, dans le désordre, aux 12 premiers éléments du tableau périodique. Indiquer, en justifiant brièvement, le nom du ou des éléments correspondant à chacune des affirmations.

a) Halogène ayant le plus petit nombre de nucléons

b) Élément qui a le même nombre d'électrons de valence que les alcalins mais qui n'en pas un.

c) Élément qui possède deux électrons de valence et qui est un non métal.

d) Élément qui possède un électron de plus que le béryllium

e) Élément dont les deux premiers niveaux d'énergie sont complets

f) Élément dont le nombre de masse est 24

g) Élément ayant un électron de valence et le plus réactif de sa famille

h) Alcalino-terreux

i) Élément de la deuxième période possédant un électron de valence

j) Élément ayant 16 nucléons

k) Élément avec une charge nucléaire de 6+

l) Élément qui possède 7 électrons au total