

# BCPST1 – Devoir Surveillé n°1

## - CHIMIE – ANALYSE DIMENSIONNELLE -

Mercredi 25 Septembre 2025 – 1h10

Usage de la calculatrice : interdite

Toute réponse doit être justifiée.  
On attend un résultat littéral préalablement à toute application numérique.  
Tout résultat final doit être mis en valeur.

### EXERCICE 1 : ANALYSE DIMENSIONNELLE – GOUTTE D'EAU (~ 20 min)

La tension superficielle  $\sigma$  est le facteur prédominant dans la cohésion d'une goutte de liquide. Cette tension superficielle  $\sigma$  intervient, entre autres, dans l'expression de l'énergie potentielle de la goutte :  $E = \sigma \times S$  où  $S$  est la surface de la goutte.

1. Établir la dimension de la tension superficielle  $\sigma$ . En déduire son unité exprimée en unités de base du système international (SI).
2. Même question pour la pression  $P$ .
3. On souhaite évaluer la différence de pression caractéristique  $\Delta P$  entre l'intérieur et l'extérieur d'une goutte, en supposant qu'elle peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$\Delta P = k \cdot R^a \cdot \rho^b \cdot \sigma^c$$

où  $R$  est le rayon de la goutte,  $\rho$  sa masse volumique et  $k$  une constante sans dimension.

Déterminer l'expression de  $\Delta P$ .

4. Proposer une application numérique pour  $\Delta P$  avec  $R = 2,0 \text{ mm}$ ,  $\sigma = 73 \times 10^{-3} \text{ USI}$ ,  $\rho = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$  et  $k = 2$  [laisser une trace de votre calcul sur votre copie].

Commenter l'ordre de grandeur de la valeur obtenue par comparaison avec la valeur de la pression atmosphérique.

### EXERCICE 2 : AUTOUR DE L'ÉLÉMENT LITHIUM (~ 50 min)

Données :

Constante de Planck :  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1 eV correspond à  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Le lithium (Li,  $Z = 3$ ) peut être associé au soufre (S,  $Z = 16$ ) dans des batteries, ce qui rend celles-ci jusqu'à cinq fois plus efficaces que les traditionnelles batteries lithium-ion.

1. Donner la configuration électronique des atomes de lithium et de soufre dans leur état fondamental.

2. En déduire le nombre d'électrons de valence de chacun.
3. Donner la position de ces deux éléments dans le tableau périodique en précisant la période, le bloc et la colonne auxquels ils appartiennent.
4. Donner pour chacun de ces atomes la formule de l'ion stable facilement formé.

Dans certaines batteries, le lithium est associé à l'élément fer (Fe), offrant aux batteries une longévité accrue, une très bonne efficacité dans la charge et de la légèreté. Le fer appartient à la 4<sup>ème</sup> période et à la 8<sup>ème</sup> colonne du tableau périodique.

5. En déduire la configuration électronique de valence du fer.

L'énergie de première ionisation du lithium (Li,  $Z = 3$ ) vaut  $520 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  alors que celle du sodium (Na,  $Z = 11$ ) vaut  $496 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

6. Donner la définition de l'énergie de première ionisation d'un atome.
7. Proposer une explication à la différence observée entre l'énergie de première ionisation du lithium et celle du sodium.

On appelle ion hydrogénoïde un ion n'ayant, comme l'atome d'hydrogène, qu'un seul électron dans son nuage électronique. Les spectres d'émission des ions hydrogénoïdes ressemblent à celui de l'atome d'hydrogène et s'interprètent par une transition électronique entre deux niveaux d'énergie  $E_n$  différents.

Pour ces ions hydrogénoïdes, l'énergie  $E_n$  des niveaux électroniques est donnée par la formule :

$$E_n = - \frac{I \cdot Z^2}{n^2}$$

où :  $E_n$  représente l'énergie du niveau « n » étudié (en eV) ;

$$I = 13,6 \text{ eV}$$

$Z$  est le numéro atomique de l'élément dont est issu l'ion hydrogénoïde ;

$n$  représente le rang du niveau d'énergie étudié.

On s'intéresse ici au spectre de raies d'émission de l'ion hydrogénoïde issu du lithium.

8. Connaissant le numéro atomique  $Z=3$  du lithium et son nombre de masse  $A=7$ , déterminer le nombre d'électrons, de protons et de neutrons constituant l'ion hydrogénoïde formé à partir de cet atome. Préciser la formule chimique de cet ion.

Pour l'ion hydrogénoïde du lithium, la série de Paschen regroupe toutes les transitions énergétiques dont le niveau final est  $n=3$ .

9. Représenter les différentes transitions électroniques correspondant à la série de Paschen sur un diagramme d'énergie simplifié où apparaîtront les niveaux d'énergie  $E_1, E_2, \dots, E_7$  et  $E_\infty$ .
10. Déterminer la plus grande longueur d'onde de cette série. Dans quel domaine d'ondes électromagnétiques cette radiation se situe-t-elle ?