



Avec le soutien de :

**La Wallonie**

**La Communauté Germanophone de Belgique**

**La Région de Bruxelles - Capitale**

**Fédération Wallonie-Bruxelles**

**ULiège et Réjouissances**

**ULB et Inforsciences**

**UNamur et Atout Sciences**

**UCLouvain et Science infuse**

**UMons et Sciences et Techniques au Carré**

**ACLg, l'Association des Chimistes de l'ULiège**

**ACL, l'Association des Chimistes de l'UCL**

**A.Sc.Br., l'Association des scientifiques de l'ULB**

**GSK**

**DUNOD**

**EURO SPACE CENTER**

**SOLVAY S.A.**

**ESSENCIA**



Chères amies, Chers amis chimistes,

Nous vous remercions de votre participation à cette Olympiade qui mènera l'un(e) d'entre vous à l'EUSO (European Union Science Olympiad).

Bon travail !

### INSTRUCTIONS

Cette première épreuve est cotée sur 100 points et comprend 17 questions.

Vous avez deux heures pour répondre.

Vous pouvez utiliser une machine à calculer non programmable mais aucun document personnel.

Sauf avis contraire, les composés gazeux sont considérés à  $t = 0\text{ °C}$  et  $p = 101325\text{ Pa}$  (CNTP), soit un volume molaire de 22,4 L/mol.

	<b>Ia</b>	<b>IIa</b>		<b>IIIa</b>	<b>IVa</b>	<b>Va</b>	<b>VIa</b>	<b>VIIa</b>	<b>O</b>
<b>1</b>	<b>1</b> 2,1 <b>H</b> 1,01								<b>2</b> <b>He</b> 4,00
<b>2</b>	<b>3</b> 1,0 <b>Li</b> 6,94	<b>4</b> 1,5 <b>Be</b> 9,01		<b>5</b> 2,0 <b>B</b> 10,81	<b>6</b> 2,5 <b>C</b> 12,01	<b>7</b> 3,0 <b>N</b> 14,01	<b>8</b> 3,5 <b>O</b> 16,00	<b>9</b> 4,0 <b>F</b> 19,00	<b>10</b> <b>Ne</b> 20,18
<b>3</b>	<b>11</b> 0,9 <b>Na</b> 22,99	<b>12</b> 1,2 <b>Mg</b> 24,31		<b>13</b> 1,5 <b>Al</b> 26,98	<b>14</b> 1,8 <b>Si</b> 28,09	<b>15</b> 2,1 <b>P</b> 30,97	<b>16</b> 2,5 <b>S</b> 32,07	<b>17</b> 3,0 <b>Cl</b> 35,45	<b>18</b> <b>Ar</b> 39,95
<b>4</b>	<b>19</b> 0,8 <b>K</b> 39,10	<b>20</b> 1,0 <b>Ca</b> 40,08		<b>31</b> 1,6 <b>Ga</b> 69,72	<b>32</b> 1,8 <b>Ge</b> 72,60	<b>33</b> 2,0 <b>As</b> 74,92	<b>34</b> 2,4 <b>Se</b> 78,96	<b>35</b> 2,8 <b>Br</b> 79,90	<b>36</b> <b>Kr</b> 83,80

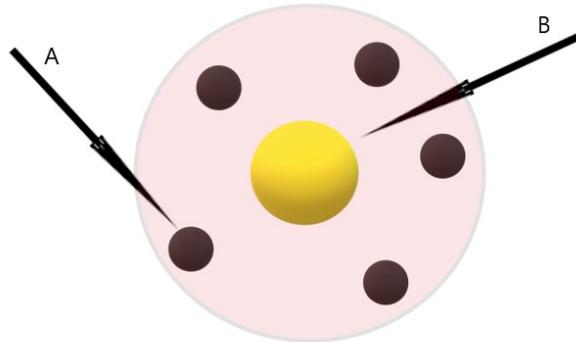
Par Gaëlle Dintilhac, Sandrine Lenoir, Véronique Lonnay, Liliane Merciny, René Cahay, Jacques Furnémont, Damien Granatorowicz et Sébastien Mothy.



## C. STRUCTURE DE L'ATOME

4. Voici une représentation d'un atome neutre tel que l'imaginait Ernest Rutherford au début du 20ème siècle.

8 pts



Complétez le texte à l'aide de la liste des mots proposés :

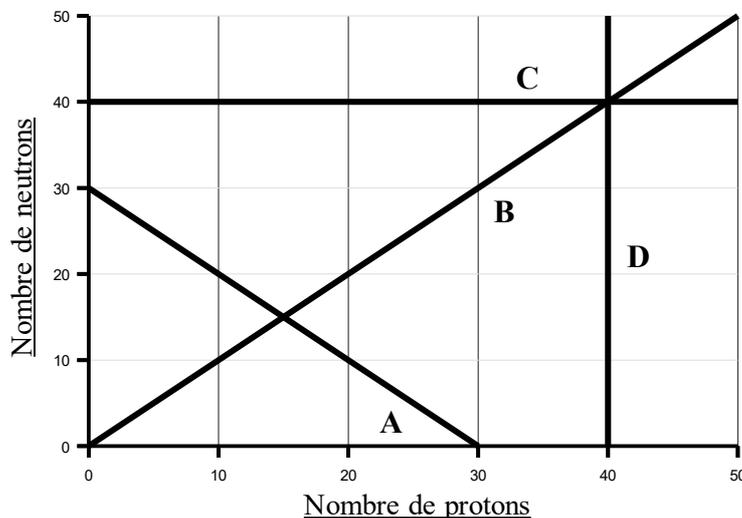
Six - Electron - Azote - Noyau - Sodium - Cinq - Nucléon - Bore - Proton - Neutron - Onze - Carbone

La flèche A désigne un ..... La flèche B désigne le ..... de l'atome. Celui-ci porte ..... charges positives. A l'époque, on ne savait pas encore que les particules responsables de ces charges étaient les ..... De même, on ignorait que ceux-ci étaient accompagnés de particules neutres, les ..... Ils sont au nombre de six pour l'atome qui nous occupe. Ces deux types de particules sont également désignés sous le terme général, ..... Pour l'atome considéré ici, ceux-ci sont au nombre de ..... Cet atome est un isotope de l'élément .....

5. Dans ce graphique, désignez la droite A, B, C ou D qui représente :

6 pts

- a) Les noyaux ayant un même nombre de neutrons. Réponse : .....
- b) Les noyaux ayant un même nombre de neutrons et de protons. Réponse : .....
- c) Les noyaux ayant un même nombre de nucléons. Réponse : .....



## D. STRUCTURE DE LEWIS - CLASSIFICATION PERIODIQUE

6. Attribuez à chacune de ces structures la formule correspondante ( $\text{CO}_2$  –  $\text{HOCl}$  –  $\text{H}_2\text{O}$  –  $\text{NH}_3$  –  $\text{HCN}$ ) (1 pt) ; indiquez sur les atomes la nature ( $\delta^+$  ou  $\delta^-$ ) et le nombre de charges partielles portées par chacun de ceux-ci (0,5 pt) ; précisez enfin si le composé est polaire ou apolaire (0,5 pt).

10 pts

Composé	Formule	Polaire / Apolaire

7. En référence au tableau périodique fourni en première page, entourez la proposition correcte dans chacune des rubriques a), b), c) et d) ci-dessous.

8 pts

a)(2 pts) Le métal alcalin le plus réactif est ...

- 1) Le lithium.                      2) Le sodium.                      3) Le potassium.

b)(2 pts) Les alcalins sont ...

- 1) Plus réactifs que les alcalino-terreux.  
 2) Moins réactifs que les métaux de transition.  
 3) Moins réactifs que les terreux.

c)(2 pts) Les gaz nobles ...

- 1) Sont extrêmement peu réactifs.  
 2) Forment des liaisons ioniques.  
 3) Sont abondants dans la nature.

d)(2 pts) Les halogènes ...

- 1) Forment avec eux-mêmes des liaisons covalentes pures.
- 2) Ne forment que des liaisons ioniques.
- 3) Ne se retrouvent que sous forme atomique.

## D. QUANTITES DE MATIERE - STOECHIOMETRIE

**8.** Une solution aqueuse a été préparée en dissolvant 0,100 mol de sulfate de fer(III) dans 500 mL d'eau déminéralisée.

5 pts

Entourez la ou les propositions correctes.

- 1)  $2 [\text{SO}_4^{2-}] = 3 [\text{Fe}^{3+}]$ .
- 2)  $3 [\text{SO}_4^{2-}] = 2 [\text{Fe}^{3+}]$ .
- 3)  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0500 \text{ mol/L}$ .
- 4)  $[\text{Fe}^{3+}] = 0,200 \text{ mol/L}$ .
- 5)  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,600 \text{ mol/L}$ .

**9.** Deux solutions de NaCl ont été mélangées dans un ballon jaugé de 1 L. La première, d'un volume de 200 mL et de concentration 0,200 mol/L et la deuxième d'un volume de 750 mL et de concentration 0,500 mol/L. On a ensuite complété le volume total jusqu'à 1,000 L à l'aide d'eau déminéralisée.

5 pts

Quelle est la concentration de la solution obtenue ? Entourez la proposition correcte.

- 1) 0,415 mol/L.
- 2) 0,700 mol/L.
- 3) 0,500 mol/L.
- 4) 0,200 mol/L.
- 5) 0,040 mol/L.

**10.** Un composé gazeux contenant du soufre et du fluor a été analysé. Un échantillon de 0,576 g a été placé dans les conditions de température et de pression suivantes : 288 K et 50,0 kPa. Le volume occupé par ce composé était alors de 255 cm<sup>3</sup>. De quel composé s'agit-il ?

5 pts

Entourez la proposition correcte. ( $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )

- 1) SF<sub>2</sub>.
- 2) SF<sub>4</sub>.
- 3) S<sub>2</sub>F<sub>2</sub>.
- 4) S<sub>4</sub>F<sub>10</sub>.
- 5) SF<sub>6</sub>.

**11.** Le calcium est un élément indispensable au bon fonctionnement de notre organisme. On considère que la dose journalière doit être d'au moins 600 mg. Un verre de lait de 250 mL en contient environ 300 mg. Calculez le nombre d'ions calcium contenus dans ce verre. ( $N_A = 6\cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

5 pts

Entourez la proposition correcte.

- 1)  $7,49\cdot 10^{-3}$ .
- 2)  $4,49\cdot 10^{23}$ .
- 3)  $1,25\cdot 10^{20}$ .
- 4)  $1,87\cdot 10^{-3}$ .
- 5)  $4,49\cdot 10^{21}$ .

**12.** Un oxyde d'azote contient 63,7 % en masse d'azote. Quelle est la formule de ce composé ? Entourez la proposition correcte.

5 pts

- 1) NO<sub>2</sub>.
- 2) NO.
- 3) N<sub>2</sub>O.
- 4) N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- 5) N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## E. EQUATIONS – TEXTES

**13.** Ecrivez les équations équilibrées (pondérées) correspondant aux réactions de synthèse du dihydrogène.

5 pts

a) Le vaporeformage du méthane ( $\text{CH}_4$ ) consiste à faire réagir celui-ci avec la vapeur d'eau en présence d'un catalyseur. Cette transformation qui a lieu à haute température (840 à 950 °C) et sous une pression de 20 à 30 bar, produit du dihydrogène ainsi que du monoxyde de carbone.

Equation :

b) Le monoxyde de carbone produit dans la réaction réagit aussi avec l'eau pour former du dihydrogène et du dioxyde de carbone.

Equation :

c) Le reformage à sec du méthane constitue un autre procédé qui utilise le méthane et le dioxyde de carbone comme réactifs. Le dihydrogène produit est accompagné de monoxyde de carbone.

Equation :

d) L'électrolyse de l'eau est un procédé consistant à décomposer l'eau en dioxygène et dihydrogène grâce à un courant électrique.

Equation :

e) On notera enfin, que certaines bactéries dites acétogènes, produisent de l'acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) et du dihydrogène à partir, par exemple, d'éthanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) et d'eau.

Equation :

**14.** Pondérez (équilibrez) les équations suivantes :

5 pts

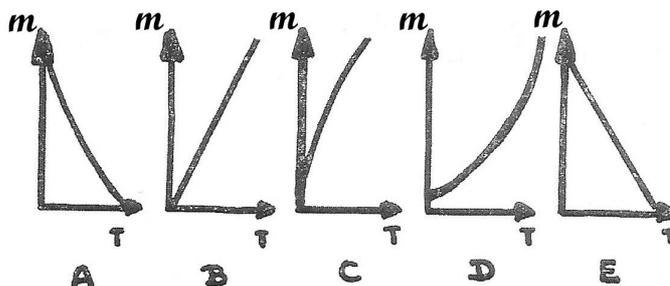
- a)  $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CuS}(\text{g}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$
- b)  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$
- c)  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- d)  $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- e)  $\text{CaC}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$

## G. ANALYSE DE GRAPHIQUE

**15.** La solubilité d'un sel dans l'eau en fonction de la température a été examinée. Les résultats obtenus ont été rassemblés dans le tableau ci-après. Les graphiques **A**, **B**, **C**, **D** et **E** ci-dessous représentent la masse de sel dissous en fonction de la température de la solution. Entourez la lettre correspondant au graphique dont l'allure est en accord avec les données du tableau.

5 pts

Température (°C)	Masse de sel (g)
0	15
10	20
25	35
40	55
50	75
60	95
70	120

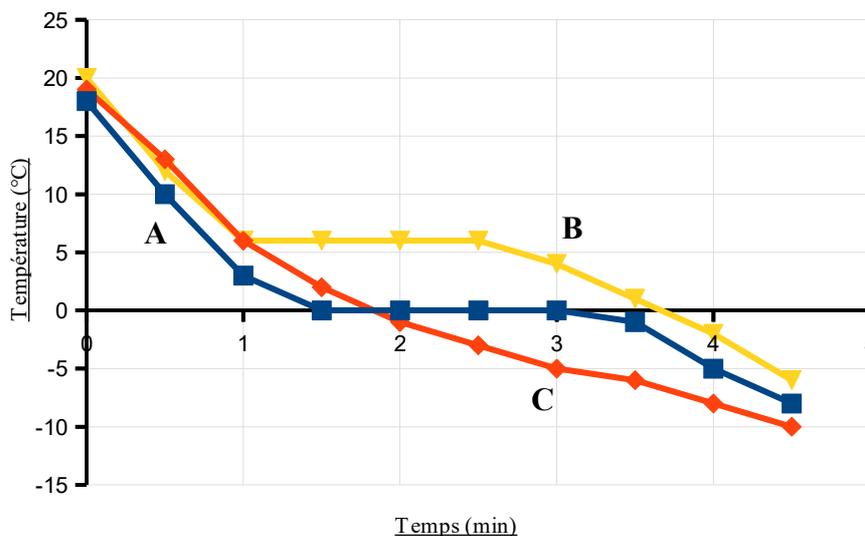


3 pts

16. On a effectué une expérience consistant à refroidir progressivement trois échantillons : un d'eau pure, un autre d'eau salée et enfin un composé organique appelé cyclohexane (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>). Les résultats ont été rassemblés dans le tableau ci-dessous et exprimés ensuite sous forme de graphique.

Attribuez à chaque composé la courbe qui le concerne.

Temps (min)	Température relevée (°C)		
	Eau pure	Eau salée	Cyclohexane
0	18	19	20
0,5	10	13	12
1	3	6	6
1,5	0	2	6
2	0	-1	6
2,5	0	-3	6
3	0	-5	4
3,5	-1	-6	1
4	-5	-8	-2
4,5	-8	-10	-6



Eau pure : ..... Eau salée : ..... Cyclohexane : .....

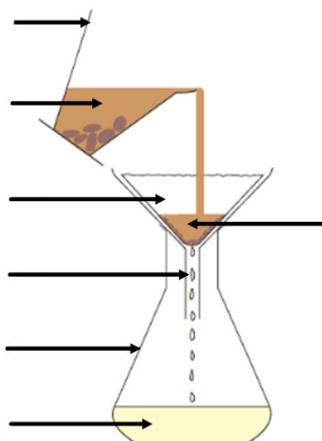
### G. MATERIEL

7 pts

17. La figure ci-dessous représente l'appareillage utilisé pour la séparation d'un mélange hétérogène (de l'eau boueuse) par filtration. Annotez ce schéma à l'aide des termes suivants :

D'après : <http://pccollege.fr/cycle-4/cycle-4-classe-de-5eme/chapitre-iv-les-melanges/>

**Filtrat – Entonnoir – Résidu – Filtre – Verre à pied – Eau boueuse – Erlenmeyer**





Bonne correction, Cher(e)s Collègues.

1. 3 x 2 points 6 points

- a) **3)**  
b) **2) 4)** (tout juste ou tout faux)  
c) **1) 2) 3)** (tout juste ou tout faux)

2. 6 x 1 point 6 points

<u>Valeurs</u>			<u>Diamètres</u>	
A	$10^{-15}$ m	<b>E</b>	Diamètre de l'univers observable	
B	$10^{-10}$ m	<b>B</b>	Diamètre d'un atome	
C	3500 km	<b>A</b>	Diamètre du noyau de l'atome	
D	$1,4 \cdot 10^6$ km	<b>F</b>	Diamètre de la terre	
E	$7,8 \cdot 10^{26}$ km	<b>C</b>	Diamètre de la lune	
F	12800 km	<b>D</b>	Diamètre du soleil	

3. 6 x 1 point 6 points

<u>Formule</u>	<u>Nom (nouvelle nomenclature)</u>
$\text{KNO}_2$	<b>Nitrite de potassium</b>
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	<b>Hydroxyde de fer(III)</b>
$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	<b>Phosphate de cuivre(II)</b>
$\text{N}_2\text{O}_3$	Sesquioxyde d'azote (Trioxycide de diazote)
$\text{Fe}_2\text{S}_3$	Sulfure de fer(III)
$\text{NaHCO}_3$	Hydrogénocarbonate de sodium

4. 8 x 1 point 8 points

La flèche A désigne un **Electron**. La flèche B désigne le **Noyau** de l'atome. Celui-ci porte **Cinq** charges positives. A l'époque, on ne savait pas encore que les particules responsables de ces charges étaient les **Protons**. De même, on ignorait que ceux-ci étaient accompagnés de particules neutres, les **Neutrons**. Ils sont au nombre de six pour l'atome qui nous occupe. Ces deux types de particules sont également désignés sous le terme général, **Nucléons**. Pour l'atome considéré ici, ceux-ci sont au nombre de **Onze**. Cet atome est un isotope de l'élément **Bore**.

5. 3 x 2 points 6 points

- a) **C**    b) **B**    c) **A**

6. 5 x 0,5 point + 5 x 1 point + 5 x 0,5 point (arrondir la note finale à l'unité supérieure) **10 points**

<u>Composé</u> (0,5 pt)	<u>Formule</u> (1 pt)	<u>Polaire / Apolaire</u> (0,5 pt)
<b>C : 4 <math>\delta^+</math> ; O : 2 <math>\delta^-</math></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Apolaire</b>
<b>H : <math>\delta^+</math> ; Cl : <math>\delta^+</math> ; O : 2 <math>\delta^-</math></b>	<b>HOCl</b>	<b>Polaire</b>
<b>H : <math>\delta^+</math> ; C : 2 <math>\delta^+</math> ; N : 3 <math>\delta^-</math></b>	<b>HCN</b>	<b>Polaire</b>
<b>H : <math>\delta^+</math> ; O : 2 <math>\delta^-</math></b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>Polaire</b>
<b>H : <math>\delta^+</math> ; N : 3 <math>\delta^-</math></b>	<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>Polaire</b>



7. 4 x 2 points 8 points

- a) 3)
- b) 1)
- c) 1)
- d) 1)

8. 1 x 5 points (tout juste ou tout faux) 5 points  
1) ; 5)

9. 1 x 5 points 5 points  
1)

10. 1 x 5 points 5 points  
2)

11. 1 x 5 points 5 points  
5)

12. 1 x 5 points 5 points  
3)

13. 5 x 1 point (tout juste ou tout faux par équation) 5 points

- a)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$
- b)  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- c)  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{CO} + 2 \text{H}_2$
- d)  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2$
- ou bien  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$
- e)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$

14. 5 x 1 point (tout juste ou tout faux par équation) 5 points

- a)  $2 \text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CuS}(\text{g}) \rightarrow 5 \text{Cu}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$
- b)  $3 \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$
- c)  $2 \text{NH}_3(\text{g}) + 5/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- ou bien  $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- d)  $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + 6 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- e)  $\text{CaC}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$

15. 1 x 5 points 5 points  
D

16. 1 x 3 points (tout juste ou tout faux) 3 points  
Eau pure : A      Eau salée : C      Cyclohexane : B

17. 7 x 1 point 7 points

