

NIVEAU I ELEVES DE 5<sup>eme</sup> ANNEE

Avec le soutien de :

La Communauté Française de Belgique,  
 La Communauté Germanophone de Belgique,  
 La Région Bruxelloise  
 La Politique Scientifique Fédérale,  
 La Société Royale de Chimie,  
 Les Universités francophones  
 Fonds de Formation de l'Industrie Chimique - Employés  
 L'Association des Chimistes de Louvain  
 L'Association des Chimistes de Liège

**SOLVAY** **UCB PHARMA** **PRAYON S.A.**  
 Les Editions : **DE BOECK** **LARCIER** **TONDEUR** **LE SOIR**  
**ESSENCIA WALLONIE** **ESSENCIA BRUXELLES**

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 une heure quarante minutes pour répondre.

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

Chaque fois qu'il est question de volumes gazeux, ceux-ci sont supposés mesurés à  $t = 0^\circ \text{C}$  et  $P = 101325 \text{ Pa}$  (CNTP).

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

1. Donnez le symbole chimique de l'espèce :

3 pts

- a) dont  $Z = 12$  et qui possède 10 électrons; Réponse : .....
- b) dont  $Z = 9$  et qui possède 10 électrons; Réponse : .....
- c) dont  $Z = 10$  et qui possède 10 électrons. Réponse : .....

2. Un ion monoatomique chargé deux fois positivement renferme 20 neutrons dans son noyau. Son noyau possède une charge électrique égale à  $3,2 \cdot 10^{-18}$  coulomb (C). Sachant que la charge électrique d'un électron est égale à  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, calculez :

6 pts

- a) le nombre atomique  $Z$  de cet ion; Réponse : .....
- b) le nombre de masse  $A$  de cet ion; Réponse : .....
- c) le nombre d'électrons portés par cet ion. Réponse : .....

3. Parmi les éléments suivants, quels sont ceux dont les électrons de cœur (électrons des couches internes) correspondent à la structure électronique du néon ? Entourez les bonnes réponses.

4 pts

- a) Li      b) Br      c) Be      d) P      e) Al      f) K

4. Le tableau ci-dessous permet d'identifier ces atomes par leur nombre de protons et neutrons.

3 pts

Atomes	T	U	V	W	X	Y	Z
Protons	50	52	51	50	49	50	48
Neutrons	68	71	70	72	72	65	60

Parmi ces atomes :

- a) Lesquels sont isotopes d'un même élément ? Réponse : .....
- b) Lesquels ont le même nombre de masse ? Réponse : .....
- c) Lesquels ont le même nombre d'électrons ? Réponse : .....

5. On souhaite séparer 4 hydrocarbures liquides dont les températures d'ébullition et les masses volumiques sont les suivantes :

6 pts

Hexane :  $t_{\text{éb}} = 69 \text{ °C}$  ;  $\rho = 0,66 \text{ g/cm}^3$       Octane :  $t_{\text{éb}} = 126 \text{ °C}$  ;  $\rho = 0,70 \text{ g/cm}^3$   
Décane :  $t_{\text{éb}} = 174 \text{ °C}$  ;  $\rho = 0,73 \text{ g/cm}^3$       Heptane :  $t_{\text{éb}} = 98 \text{ °C}$  ;  $\rho = 0,68 \text{ g/cm}^3$

- a) Quelle est la méthode la plus adaptée pour séparer ce mélange ? Entourez la bonne réponse.

Filtration      Centrifugation      Cristallisation      Distillation      Décantation

- b) On récupérera les 4 constituants du mélange dans l'ordre suivant (complétez) :

1<sup>er</sup>: .....      2<sup>e</sup>: .....      3<sup>e</sup>: .....      4<sup>e</sup>: .....

6. Complétez le tableau suivant en indiquant :

10 pts

- le nom de la substance.
- la représentation de Lewis de la molécule (un trait = une paire électronique)
- la géométrie de la molécule (linéaire, angulaire (coudée), triangulaire plane, tétraédrique ou pyramidale à base triangulaire)
- la polarité éventuelle de la molécule (indiquez une croix si la molécule est polaire)

Substance	Nom	Représentation de Lewis	Géométrie de la molécule	Molécule polaire
NH <sub>3</sub>				
N <sub>2</sub>				
SO <sub>2</sub>				
CO <sub>2</sub>				
SO <sub>3</sub>				

7. Ecrivez les formules chimiques des anions suivants :

4 pts

- anion phosphate Réponse : .....
- anion sulfure Réponse : .....
- anion nitrite Réponse : .....
- anion monohydrogencarbonate Réponse : .....

8. Les nombres d'oxydation les plus fréquemment observés pour le brome sont -I, +I et +V. Donnez les formules chimiques et les noms des acides correspondants.

6 pts

Nombre d'oxydation	Formule	Nom
-I		
+I		
+V		

9. Complétez et équilibrez (pondérez) les équations suivantes :

8 pts

- SO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O →
- CaO + H<sub>2</sub>O →
- SO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>O →
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + MgO →

- 10.** Les substances chimiques ci-dessous se retrouvent dans des produits dont le nom usuel vous est proposé dans le tableau de droite.  
Indiquez en regard des noms usuels la lettre associée à la substance chimique contenue dans le produit.

7 pts

	Substance chimique		Nom usuel
A	hypochlorite de sodium, NaClO	<input type="checkbox"/>	soude caustique
B	peroxyde d'hydrogène, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	alcool à brûler
C	hydroxyde de sodium, NaOH	<input type="checkbox"/>	chaux (vive)
D	acide chlorhydrique, HCl	<input type="checkbox"/>	vinaigre
E	méthanol, CH <sub>3</sub> OH	<input type="checkbox"/>	eau de Javel
F	oxyde de calcium, CaO	<input type="checkbox"/>	esprit de sel
G	acide acétique, CH <sub>3</sub> COOH	<input type="checkbox"/>	eau oxygénée

- 11.** La solubilité de la caféine (formule moléculaire C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) dans l'eau chaude (70 °C) d'un café obtenu par percolation à travers du café torréfié et moulu est d'environ 1,5 g/L. La percolation sous haute pression est un procédé qui permet de réaliser un espresso (de l'italien *espresso*, extrait par pression). Un espresso est un café de 40 mL ; un café allongé est un café de 100 mL obtenu en faisant passer 60 mL d'eau supplémentaire à travers la dosette de café moulu. On considère que l'extraction de la caféine pour ces 60 mL se fait avec la même efficacité que pour les 40 premiers mL.

9 pts

- a) Combien de moles de caféine contient un café espresso de 40 mL ? Entourez la bonne réponse.
- 1)  $3,1 \cdot 10^{-4}$  mol    2) 0,093 mol    3) 0,007 mol    4)  $5,0 \cdot 10^{-5}$  mole    5) 0,82 mol
- b) Entourez la (les) proposition(s) correcte(s) parmi les suivantes :
- 1) Un café espresso est plus concentré en caféine qu'un café allongé  
 2) Il y a plus de caféine dans un café espresso que dans un café allongé  
 3) Un café espresso est moins concentré en caféine qu'un café allongé  
 4) Il y a plus de caféine dans un café allongé que dans un café espresso  
 5) Un café espresso et un café allongé contiennent la même quantité de caféine
- c) On considère que l'absorption de plus de  $5,4 \cdot 10^{-3}$  mol de caféine par jour devient toxique pour l'organisme. Combien de cafés allongés de 100 mL faut-il consommer pour atteindre ce seuil ? Entourez la bonne réponse.
- 1) 3                    2) 4                    3) 5                    4) 7                    5) 9

- 12.** La concentration en uranium dans l'eau de mer est égale à 3,3 µg/L. L'océan Atlantique, dont le volume est estimé à  $3,6 \cdot 10^8$  km<sup>3</sup>, contiendrait donc une masse d'uranium d'environ :  
Entourez la bonne réponse.

5 pts

- a)  $1,4 \cdot 10^3$  kg    b)  $12 \cdot 10^5$  kg    c)  $1,4 \cdot 10^9$  kg    d)  $12 \cdot 10^{11}$  kg    e)  $6,0 \cdot 10^{23}$  kg

13. Entourez la (les) propositions correcte(s) :

5 pts

- a) Une mole de dioxygène  $O_2$  a une masse inférieure à celle d'une mole de trioxygène ( $O_3$ )
- b) Une mole de carbone et une mole de chlorure de sodium contiennent le même nombre de noyaux atomiques.
- c) Une mole d'hélium à  $27\text{ }^\circ\text{C}$  contient moins d'atomes qu'une mole d'argon à  $127\text{ }^\circ\text{C}$ .
- d) Il y a moins d'atomes dans une mole du nucléide  $^{13}\text{N}$  que dans une mole du nucléide  $^{14}\text{N}$ .
- e) Le volume molaire d'un gaz parfait est égale à  $22,4\text{ L}$  à une température de  $25\text{ }^\circ\text{C}$  et une pression de 1 atmosphère.

14. Soient les trois éléments suivants au degré d'oxydation indiqué entre parenthèse : Al(III), Na(I), Mg(II).

5 pts

- a) Indiquez pour chacun la formule de l'oxyde correspondant.

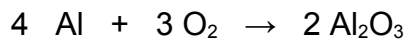
Réponse : ..... Réponse : ..... Réponse : .....

- b) Classez ces oxydes par ordre de caractère ionique décroissant

Réponse : ..... > ..... > .....

15. Parmi les recherches concernant l'alimentation des moteurs électriques, on teste les piles "aluminium/air". La réaction chimique dont la pile est le siège peut être décrite par l'équation-bilan :

5 pts



Quelle masse de dioxygène est nécessaire pour réagir quantitativement avec  $10\text{ g}$  d'aluminium ?

- a)  $8,90\text{ g}$                       b)  $0,278\text{ g}$                       c)  $7,50\text{ g}$                       d)  $15,8\text{ g}$                       e)  $35,6\text{ g}$

16. Le gaz de Lacq (France), constitué de gaz naturel ( $\text{CH}_4$ ) contient environ  $16\%$  en volume de sulfure d'hydrogène que l'on transforme en soufre par un ensemble de réactions que l'on peut résumer comme suit (en les simplifiant quelque peu)

4 pts

- a) Le sulfure d'hydrogène réagit d'abord avec de l'oxygène pour former du dioxyde de soufre et de l'eau
- b) Le dioxyde de soufre formé réagit alors avec le sulfure d'hydrogène en excès pour former du soufre atomique gazeux et de l'eau.

Le soufre gazeux obtenu dans ce procédé est liquéfié puis déversé sur des plate-formes de stockage où il se solidifie. Il est ensuite stocké à l'air libre.

Ecrivez les équations pondérées (équilibrées) correspondant aux réactions décrites.

a) Equation :

b) Equation :

## 17. Les engrais azotés

10 pts

Ecrivez les équations pondérées (équilibrées) correspondant aux réactions décrites.

La principale matière première dans la préparation des engrais azotés est l'ammoniac. Celui-ci est obtenu par le procédé Haber qui consiste à faire réagir le diazote avec le dihydrogène.

a) Equation :

L'ammoniac est utilisé pour fabriquer le nitrate d'ammonium par réaction avec l'acide nitrique.

b) Equation :

Le sulfate d'ammonium est obtenu par réaction de l'ammoniac avec l'acide sulfurique. Un mélange d'ammoniac gazeux et de vapeur d'eau est introduit dans un réacteur contenant une solution d'acide sulfurique. De l'acide sulfurique concentré est ajouté en continu afin de maintenir constante l'acidité de la solution ainsi que la concentration de l'acide sulfurique du mélange.

c) Equation :

On produit également le sulfate d'ammonium à partir du gypse (sulfate de calcium dihydraté) finement divisé qu'on ajoute à une solution de carbonate d'ammonium pour produire du carbonate de calcium qui précipite en laissant le sulfate d'ammonium en solution.

d) Equation :

Le monohydrogénophosphate d'ammonium est quant à lui obtenu en faisant réagir l'ammoniac avec une solution aqueuse d'acide phosphorique. On utilise la chaleur dégagée au cours de cette réaction exothermique pour évaporer une partie de l'eau du milieu réactionnel ce qui provoque la cristallisation du monohydrogénophosphate d'ammonium.

e) Equation :