

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  $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $p = 101325\text{ Pa}$  (CNTP), soit un volume molaire de  $22,4\text{ L/mol}$ .

	<b>Ia</b>	<b>Ila</b>		<b>Illa</b>	<b>IVa</b>	<b>Va</b>	<b>Vla</b>	<b>Vlla</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

1. a) Un ion sulfure dont le nombre de masse est 32 possède (entourez la bonne réponse) :

4 pts

- a) 16 électrons ; 16 protons ; 16 neutrons
- b) 16 électrons ; 14 protons ; 16 neutrons
- c) 18 électrons ; 16 protons ; 16 neutrons

b) L'élément X possède les 4 isotopes suivants :



Quel est le nom de cet élément ?

Réponse : .....

c) Ces 4 isotopes possèdent (entourez la bonne réponse) :

- a) 6 protons et 6 électrons
- b) 6 protons et 6 neutrons
- c) 6 neutrons et 6 électrons

d) L'isotope  ${}^{13}_6\text{X}$  possède (entourez la bonne réponse) :

- a) 6 électrons ; 7 protons ; 6 neutrons
- b) 6 électrons ; 6 protons ; 6 neutrons
- c) 6 électrons ; 6 protons ; 7 neutrons

2. Répondez par VRAI ou par FAUX (entourez la bonne réponse) :

4 pts

- a) Dans une période, le rayon atomique décroît de gauche à droite. VRAI / FAUX
- b) Le rayon ionique d'un cation est inférieur à son rayon atomique. VRAI / FAUX
- c) Dans une famille, le rayon atomique croît de haut en bas. VRAI / FAUX
- d) Un atome de grande énergie d'ionisation forme facilement un cation. VRAI / FAUX

3. Parmi les ensembles d'éléments suivants, quel est celui dont les électrons de cœur de chaque élément correspondent à la structure électronique du néon ?  
Entourez la bonne réponse.

4 pts

- a) Li, Na, K    b) He, Ne, Ar    c) Li, B, Be    d) P, S, Cl    e) K, Ca, Cl

4. Parmi les composés ci-dessous, entourez celui ou ceux dont la formule est incorrecte.

5 pts

- a)  $\text{Na}_2\text{O}$     b)  $\text{NaCl}$     c)  $\text{NaF}_2$     d)  $\text{Na}_2\text{O}_2$     e)  $\text{NaBH}_4$     f)  $\text{NaOCl}$

**5.** Le gallium (Ga) est un métal blanc-argenté qui présente la particularité de fondre dans la main. En effet, sa température de fusion est d'environ 30°C. Il est utilisé en électronique. Il fut découvert en 1875 par Paul-Émile Lecoq mais dès 1869, Mendeleïev avait prévu une case vide dans son tableau pour un élément de masse atomique qu'il évaluait à 68 et qui formerait des composés analogues à ceux que forme l'aluminium. Il l'avait d'ailleurs nommé "eka-aluminium" ce qui peut se traduire par "sous l'aluminium".

6 pts

- a) Selon Mendeleïev, le gallium devait réagir avec l'oxygène pour donner un composé ayant un point de fusion élevé. Quelle est la formule de ce composé?

Réponse : .....

- b) Mendeleïev avait prévu également une combinaison avec le soufre. Quelle est la formule du composé attendu ?

Réponse : .....

- c) Le gallium peut aussi se combiner avec le chlore pour former un composé de température de fusion inférieure à 100°C. De quel composé s'agit-il?

Réponse : .....

**6.** Donnez le nom et la géométrie des espèces chimiques suivantes ; dessinez leur structure de Lewis ; indiquez, à l'aide d'une croix, si ces molécules sont polaires ou apolaires.

10 pts

Formule	Nom	Structure de Lewis	Géométrie	Polaire	Apolaire
CO <sub>2</sub>					
BCl <sub>3</sub>					
HCN					
SiCl <sub>4</sub>					
PH <sub>3</sub>					

5 pts

7. Calculez la masse volumique de la vapeur d'eau (entourez la bonne réponse).  
La vapeur d'eau (l'eau à l'état gazeux) est ici considérée comme un gaz parfait et aux conditions normales de température et de pression.

- a) 0,804 g/L    b) 0,804 kg/L    c) 1,00 g/L    d) 1,00 kg/L    e) 18,0 g/L

6 pts

8. a) Calculez la masse (en g) de 4,00 moles de  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Réponse : ..... (arrondissez votre réponse à l'unité)

b) Combien de moles contiennent 700 g de HCl ?

Réponse : ..... (arrondissez votre réponse à l'unité)

c) Quelle masse de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  contient 50,0 g d'oxygène ?

Réponse : ..... (arrondissez votre réponse à l'unité)

6 pts

9. a) Quel doit être le volume de solution (en L) des béchers B, C et D pour obtenir la même concentration que dans le bécher A ?  
Les quantités de matière de soluté sont figurées par les boules noires.

<u>Volumes des solutions</u>  BECHER B : ..... L  BECHER C : ..... L  BECHER D : ..... L	<p>BECHER A (1,00 L)</p> <p>BECHER B      BECHER C      BECHER D</p>
--	--

b) Classez les 4 béchers suivants par ordre croissant de concentration des solutions qu'ils contiennent.

<u>CLASSEMENT</u> (le moins concentré en haut ; le plus concentré en bas)  BECHER : .....  BECHER : .....  BECHER : .....  BECHER : .....	<p>BECHER A (0,500 L)</p> <p>BECHER B (1,00 L)</p> <p>BECHER C (1,50 L)</p> <p>BECHER D (2,00 L)</p>
---	--

10. Quel volume d'eau faut-il ajouter à 400 mL d'une solution de concentration  $c_1$  pour obtenir une solution diluée de concentration  $c_2 = 0,625 c_1$  ?

5 pts

Entourez la bonne réponse.

- a) 225 mL    b) 240 mL    c) 250 mL    d) 625 mL    e) 640 mL

11. Équilibrez (pondérez) les équations suivantes :

10 pts

- a)  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_2$   
b)  $\text{Mg} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{H}_2$   
c)  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$   
d)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$   
e)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$

12. La combustion du butane se déroule selon l'équation suivante :

5 pts



Quel masse de dioxygène faut-il pour brûler 100 L de butane (mesurés dans les CNTP) ? Entourez la bonne réponse.

- a) 929 g    b) 464 g    c) 358 g    d) 143 g    e) 71,0 g

13. Lors de la calcination d'un échantillon de 1,00 g de phosphate de nickel hydraté  $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , le sel perd une masse d'eau égale à 0,282 g.

5 pts

Déterminez le nombre de molécules d'eau de cristallisation,  $x$ . Entourez la bonne réponse. ( $A_r \text{Ni} = 58,69$ )

- a) 3    b) 6    c) 8    d) 10    e) 18

14. Écrivez les équations pondérées (équilibrées) correspondant aux réactions décrites.

6 pts

- a) Quand on verse du chlorure d'hydrogène sur une roche calcaire (carbonate de calcium), on constate une effervescence.

Équation :

- b) Une poudre noire est un mélange de nitrate de potassium, de soufre et de carbone. Lorsqu'elle explose, du sulfure de potassium se forme ainsi que du dioxyde de carbone et du diazote dont l'expansion crée un souffle déflagrant accompagné d'une émission de bruit.

Équation :

15. Associez les propositions suivantes avec les gaz correspondants (complétez le tableau).

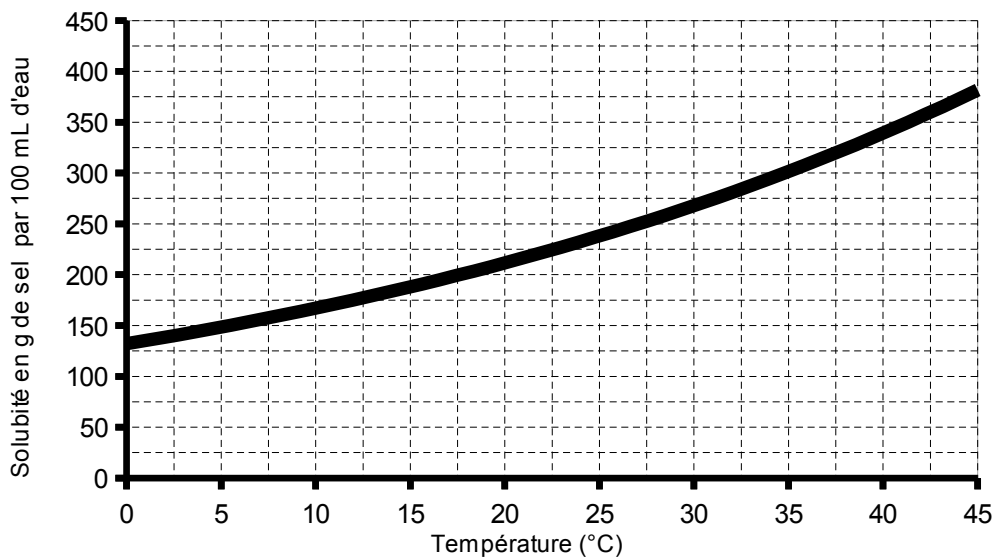
5 pts

- a) Il éteint la flamme d'une bougie.
- b) Il ravive la flamme d'une bougie.
- c) Il "aboie" lorsqu'on l'enflamme.
- d) Il sent l'œuf pourri.
- e) On l'appelle le tueur silencieux.

H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>

16. Le graphe ci-dessous représente la masse d'un sel que l'on peut dissoudre dans 100 mL d'eau en fonction de la température.

8 pts



Dans 10,0 mL d'eau à 17,5°C, on introduit 30,0 g de sel et l'on agite.

- a) Quelle masse (en g) de sel restera sous forme solide ?

Réponse : ..... g

On chauffe ensuite la solution de manière à dissoudre tout le solide.

- b) Quelle température faut-il atteindre pour que l'ensemble du sel soit dissous ?

Réponse : ..... °C

On ajoute alors un volume de 10,0 mL d'eau dans lequel on a préalablement dissous 10,0 g de sel, on homogénéise et on refroidit la solution obtenue jusqu'à 5,00°C. On constate l'apparition de cristaux.

- c) A quelle température les premiers cristaux se forment-ils ?

Réponse : ..... °C

Le mélange obtenu à 5,00°C est filtré, le solide est séché puis pesé.

- d) D'après le graphique, quelle masse de solide est attendue ?

Réponse : ..... g

6 pts

17. Le mode opératoire suivant décrit la synthèse de l'acide benzoïque (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH) par oxydation du benzaldéhyde (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CHO) à l'aide du permanganate de potassium (KMnO<sub>4</sub>).

"Dans un ballon bicol de 250 mL, on introduit 20,0 mL de soude (NaOH) à 1,00 mol/L, puis un volume de 2,00 mL de benzaldéhyde (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CHO) et enfin, quelques grains de pierre ponce. On adapte un réfrigérant à reflux et une ampoule d'addition, dans laquelle on introduit 60,0 mL de solution de permanganate de potassium (KMnO<sub>4</sub>) de concentration égale à 0,250 mol/L.

A l'aide d'un chauffe-ballon placé sur un support élévateur, on porte le mélange réactionnel à ébullition douce, puis on ajoute goutte à goutte la solution oxydante.

Aux premières gouttes versées, la solution devient verte, puis un précipité marron de dioxyde de manganèse (MnO<sub>2</sub>) se forme. En fin d'addition, on laisse bouillir pendant environ 5 minutes.

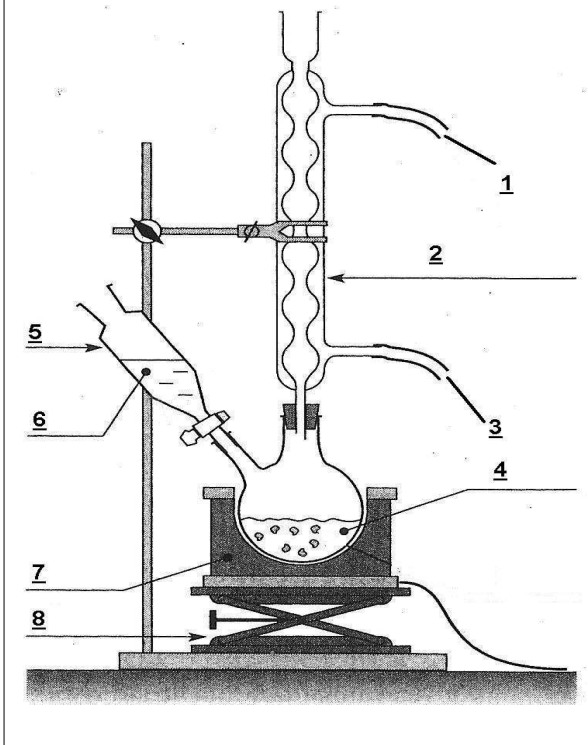
Après avoir éliminé le permanganate de potassium en excès, on laisse refroidir le milieu réactionnel.

On filtre alors le mélange et on obtient un filtrat limpide que l'on verse dans un erlenmeyer contenant 10,0 mL d'acide chlorhydrique (HCl) à 5,00 mol/L.

L'acide benzoïque (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH) précipite.

Le contenu de l'erlenmeyer est ensuite filtré et le solide obtenu est rincé, puis séché à l'étuve."

a) En vous référant à ce mode opératoire, complétez le tableau ci-dessous :

	<u>Légendes</u>	<u>Numéros</u>
	solution de KMnO <sub>4</sub>	
	entrée eau réfrigérant	
	sortie eau réfrigérant	
	support élévateur	
	mélange soude + benzaldéhyde	
	réfrigérant	
	ampoule d'addition	
	chauffe - ballon	

b) Proposez une équation-bilan non équilibrée (non pondérée) décrivant la réaction principale de cette expérience.

Équation :

c) Lors de la première filtration, quel composé recueille-t-on dans le filtre ?

Réponse : .....