

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

Avec le soutien de :

La Communauté Française de Belgique  
 La Communauté Germanophone de Belgique  
 La Région de Bruxelles - Capitale  
 Fédération Wallonie-Bruxelles - Wallonie-Bruxelles international  
 ULg et Réjouissances ; ULB  
 UNamur et Atout Sciences ; UCL et Scienceinfuse  
 UMons et Sciences et Techniques au carré  
 L'Association des Chimistes de l'UCL  
 L'Association des Chimistes de l'ULg  
 L'Association des Scientifiques de l'ULB

SOLVAY S.A.  
 FONDS ERNEST SOLVAY  
 PRAYON S.A.  
 DE BOECK  
 DUNOD  
 EURO SPACE CENTER  
 ESSENCIA WALLONIE  
 ESSENCIA BRUXELLES  
 CO-VALENT  
 GSK



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 18 questions.  
 Vous avez une heure quarante minutes pour répondre.

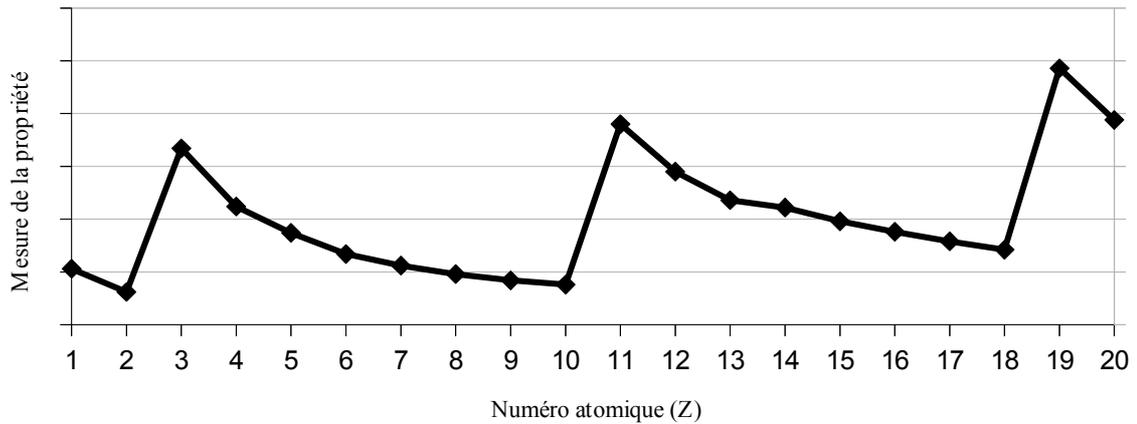
Vous pouvez utiliser une machine à calculer non programmable mais aucun document personnel.  
 Chaque fois qu'il est question de volumes gazeux, ceux-ci sont supposés mesurés à  $t = 0\text{ °C}$  et  $p = 101325\text{ Pa}$  (CNTP), soit un volume molaire de  $22,4\text{ L/mol}$ .

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

## A. CLASSIFICATION PERIODIQUE - STRUCTURE ATOMIQUE

1. Le graphique ci-dessous montre la variation d'une propriété pour les 20 premiers éléments du tableau périodique en fonction de leur numéro atomique.

6 pts



- a) Comment évolue la valeur de cette propriété lorsque l'on se déplace de gauche à droite au sein d'une période du tableau périodique ? Entourez la bonne réponse.
1. Elle augmente
  2. Elle diminue
  3. Elle est constante
- b) Comment évolue la valeur de cette propriété lorsque l'on se déplace de haut en bas au sein d'une famille du tableau périodique ? Entourez la bonne réponse.
1. Elle augmente
  2. Elle diminue
  3. Elle est constante
- c) De quelle propriété pourrait-il s'agir ? Entourez la bonne réponse.
1. L'énergie de première ionisation
  2. Le rayon atomique
  3. L'électronégativité
  4. La masse atomique relative

2. Indiquez en regard des propositions la lettre associée au concept correspondant.

5 pts

<u>Concept</u>		<u>Proposition</u>	
A	Masse atomique relative	<input type="checkbox"/>	Nombre entier correspondant à la somme des protons et des neutrons présents dans le noyau de l'atome.
B	Unité de masse atomique	<input type="checkbox"/>	Masse élémentaire de référence définie comme le douzième de la masse de l'atome de carbone 12.
C	Masse atomique	<input type="checkbox"/>	Masse d'une mole d'une substance.
D	Masse molaire	<input type="checkbox"/>	Masse d'un atome ou d'un élément exprimée en tant que multiple d'une masse élémentaire de référence.
E	Nombre de masse	<input type="checkbox"/>	Masse d'un atome exprimée en unité de masse atomique.

3. Lorsque l'on arrache successivement les électrons d'un atome pour obtenir les ions correspondants, l'énergie à mettre œuvre augmente progressivement jusqu'à ce qu'un brusque saut d'énergie apparaisse.

5 pts

Ce phénomène permet de déterminer combien d'électrons possède un élément donné sur sa couche externe.

On a obtenu les résultats suivants pour un élément de la troisième période :

Énergie d'ionisation successive en kJ/mol

1060	1890	2905	4950	6270	21200
------	------	------	------	------	-------

Donnez le symbole de cet élément.

Réponse : .....

4. Un atome neutre possède un noyau renfermant 20 neutrons.

6 pts

Ce noyau porte une charge égale à  $+27,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(La charge élémentaire de l'électron est égale à  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

- a) Déterminez le nombre Z de cet atome. Réponse : .....
- b) Déterminez le nombre A de cet atome. Réponse : .....
- c) Combien d'électrons renferme cet atome ? Réponse : .....
- d) Indiquez la structure électronique de cet atome. Réponse : K<sup>.....</sup> L<sup>.....</sup> M<sup>.....</sup>
- e) Quel ion négatif formera cet atome ? Indiquez sa formule. Réponse : .....
- f) Indiquez la structure électronique de cet ion. Réponse : K<sup>.....</sup> L<sup>.....</sup> M<sup>.....</sup>

**B. LIAISONS - STRUCTURES MOLECULAIRES - NOMENCLATURE**

5. Dans le tableau ci-dessous, l'un des noms est erroné. Cochez la ligne correspondante.

6 pts

<u>Formule</u>	<u>Nom</u>	<u>Nom erroné</u>
Li <sub>2</sub> S	sulfure de lithium	
SnCl <sub>4</sub>	chlorure d'étain	
BF <sub>3</sub>	trifluorure de bore	

Dans le tableau ci-dessous, l'une des formules est erronée. Cochez la ligne correspondante.

<u>Formule</u>	<u>Nom</u>	<u>Formule erronée</u>
Hg <sub>2</sub> S	sulfure de mercure (II)	
Cu <sub>2</sub> O	oxyde de cuivre (I)	
Fe(OH) <sub>3</sub>	hydroxyde de fer (III)	

6. Parmi les formules suivantes, entourez celles qui sont conformes au formalisme de Lewis et qui seraient donc susceptibles d'exister selon ce modèle.

4 pts



7. Le tableau ci-dessous reprend, pour quelques substances, la nomenclature qu'utilisaient les alchimistes. Lavoisier et ses contemporains ont décidé de la remplacer par une nomenclature moderne qui, moyennant certains aménagements, est celle que nous utilisons encore. Donnez les formules correspondant aux substances proposées.

6 pts

<u>Nom selon les alchimistes</u>	<u>Nom selon Lavoisier</u>	<u>Formule</u>
acide aérien	acide carbonique	
air puant du soufre	gaz hydrogène sulfuré	
cristaux de lune	nitrate d'argent	
crème de chaux	carbonate calcaire	
alkali urineux	ammoniaque	
salpêtre	nitrate de potasse	

D'après : Chimie 4ème ; Pirson, Bordet, Snauwaert, Van Elsuwé ; Ed. DE BOECK ; 2016.

8. L'eau de Javel est fabriquée selon la réaction suivante :

7 pts



Complétez le tableau suivant. Donnez le nom et dessinez la structure de Lewis des composés ci-dessous. Indiquez, à l'aide d'une croix, si ils sont polaires ou apolaires.

<u>Formule</u>	<u>Nom</u>	<u>Structure de Lewis</u>	<u>Polaire</u>	<u>Apolaire</u>
Cl <sub>2</sub>				
NaOH				
NaClO				
NaCl				
H <sub>2</sub> O	eau			

## C. CHIMIE DE TOUS LES JOURS

9. Attribuez à chaque icône de danger sa signification en indiquant l'abréviation dans la case correspondante.

4 pts

Inflammable (**I**) - Explosif (**E**) – Toxique (**T**) - Irritant / Nocif (**I/N**) – Comburant (**Com**) – Dangereux pour l'environnement (**Dpe**) - Récipient sous pression (**Rsp**) – Corrosif (**Cor**) – Dangereux à long terme (**Dlt**).

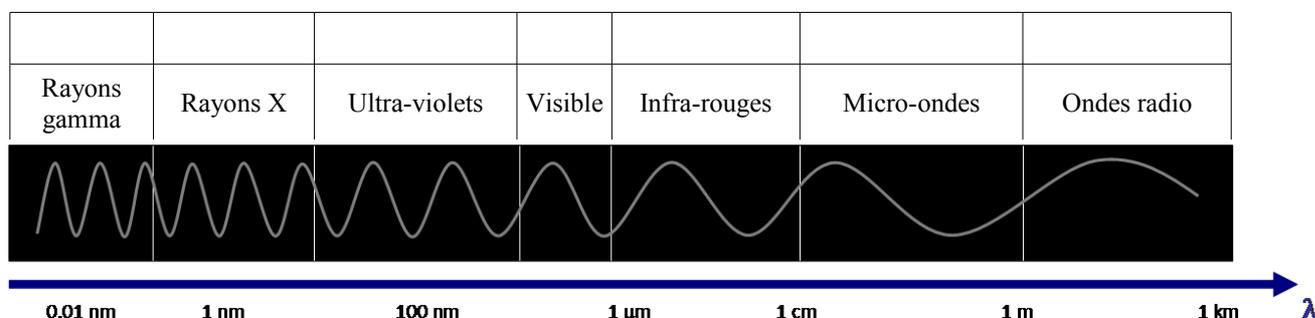
								
				Rsp				

10. Une onde électromagnétique est formée par deux ondes perpendiculaires et oscillant à la même fréquence. L'une est de nature électrique et l'autre de nature magnétique. Le spectre électromagnétique reprend l'ensemble des ondes électromagnétiques réparties en domaines dont le plus familier est la lumière blanche ou lumière visible.

4 pts

- a) Le spectre simplifié présenté ci-dessous représente les différents domaines avec les longueurs d'onde correspondantes. Attribuez à chaque domaine du spectre le sujet correspondant. Notez dans le tableau le chiffre associé au sujet.

- 1) Poste de radio                      2) Effet de serre                      3) Wifi                      4) Photosynthèse  
5) Radiographie                      6) Centrale nucléaire                      7) Couche d'ozone



- b) Quelles ondes sont les plus énergétiques ? Entourez la bonne réponse.

- 1) Les ondes radios                      2) Les rayons gamma

## D. QUANTITES DE MATIERE - STOECHIOMETRIE

11. Dans 30 g de butane ( $C_4H_{10}$ ), il y a (entourez la proposition correcte) :

5 pts

- a)  $3,11 \cdot 10^{23}$  molécules de butane ;  $1,24 \cdot 10^{24}$  atomes de carbone ;  $3,11 \cdot 10^{24}$  atomes d'hydrogène.  
b) 0,516 mol de butane ; 0,516 mol de carbone ; 0,516 mol d'hydrogène.  
c) 0,516 molécules de butane ; 2,06 atomes de carbone ; 5,16 atomes d'hydrogène.  
d)  $3,11 \cdot 10^{23}$  molécules de butane ;  $3,11 \cdot 10^{23}$  atomes de carbone ;  $3,11 \cdot 10^{23}$  atomes d'hydrogène.  
e) 3,11 molécules de butane ; 3,11 atomes de carbone ; 3,11 atomes d'hydrogène.



6 pts

16. Un verre photochromique est un verre correcteur qui a la propriété de se teinter en fonction de la quantité d'ultraviolets à laquelle il est soumis. Quand l'exposition aux ultraviolets disparaît, le verre redevient petit à petit incolore. Lors de la fabrication de ce type de verre, un précipité de chlorure d'argent ( $\text{AgCl}$ ), accompagné de chlorure de cuivre (I) ( $\text{CuCl}$ ), est dispersé sous forme de très petites particules. Plusieurs réactions entrent alors en jeu.

Sous l'influence du rayonnement ultraviolet, le chlorure d'argent se décompose en argent métallique ( $\text{Ag}^0$ ) et en dichlore ( $\text{Cl}_2$ ). Des agrégats opaques d'atomes d'argent métallique se forment alors à la surface des particules de chlorure d'argent et le verre s'obscurcit.

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de cette réaction.

a) Équation :

Une deuxième réaction consiste en la réaction du dichlore formé avec le chlorure de cuivre (I) pour former du chlorure de cuivre (II) ( $\text{CuCl}_2$ ).

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de cette réaction.

b) Équation :

Lorsque le rayonnement ultraviolet faiblit, le chlorure de cuivre (II) réagit avec l'argent métallique de sorte que le chlorure d'argent ainsi que le chlorure de cuivre (I) se reforment. Les agrégats d'atomes d'argent métallique se raréfient, le verre s'éclaircit.

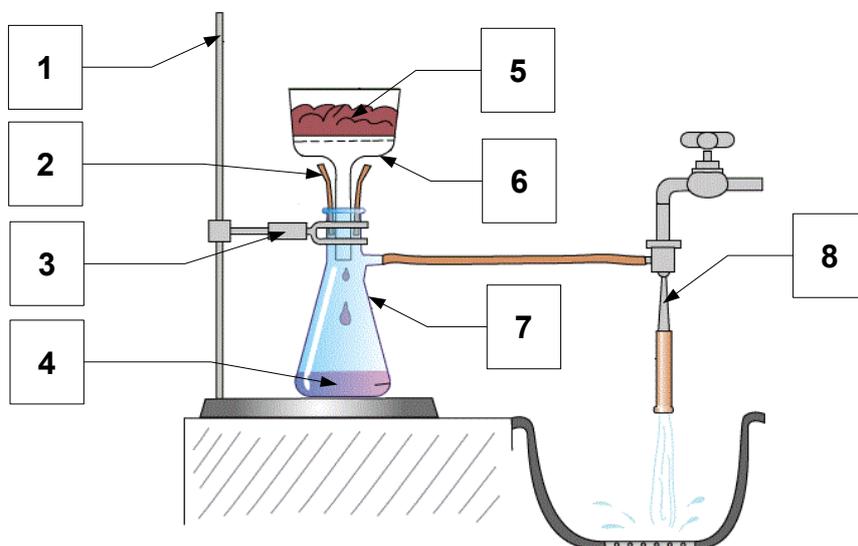
Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de cette réaction.

c) Équation :

8 pts

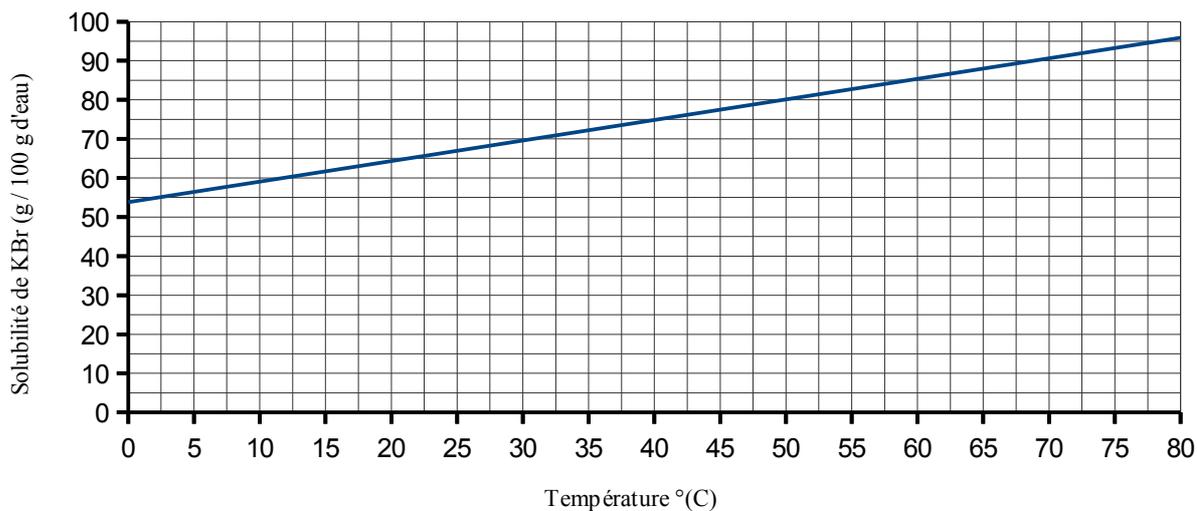
17. Le schéma ci-dessous représente la technique de filtration sous vide partiel à l'aide d'un entonnoir de Büchner. Annotez ce schéma en complétant le tableau.

Trompe à vide	Statif	Pince	Entonnoir de Büchner	Joint conique	Filtrat	Mélange à filtrer	Fiolle à vide



18. Le graphique ci-dessous représente la solubilité du bromure de potassium (KBr) dans l'eau pure en fonction de la température.

6 pts



a) Déterminez la solubilité du KBr à 40 °C.

Réponse : ..... g / 100 g d'eau

b) On ajoute 20 g de KBr à 25 g d'eau à 30 °C.

Quelle masse de KBr ne pourra pas se dissoudre à cette température ?

Réponse : ..... g

c) A quelle température faudra-t-il chauffer le mélange pour que l'entièreté du KBr soit dissoute ?

Réponse : ..... °C

## REPONSES AUX QUESTIONS

Bonne correction, Cher(e)s Collègues.

1. 3 x 2 points 6 points  
a) 2. b) 1. c) 2.
2. 5 x 1 point 5 points  
E ; B ; D ; A ; C
3. 1 x 5 points 5 points  
P
4. 6 x 1 point 6 points  
a) 17 ; b) 37 ; c) 17 ; d) K2 L8 M7 ; e) <sup>37</sup>Cl<sup>-</sup> ou bien Cl<sup>-</sup> ; f) K2 L8 M8
5. 2 x 3 points 6 points  
chlorure d'étain ; Hg<sub>2</sub>S
6. 4 x 1 point 4 points  
CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ; CH<sub>4</sub>S ; CHCl<sub>3</sub> ; CH<sub>2</sub>S
7. 6 x 1 point 6 points  
H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ; H<sub>2</sub>S ; AgNO<sub>3</sub> ; CaCO<sub>3</sub> ; NH<sub>3</sub> ou bien NH<sub>4</sub>OH ; KNO<sub>3</sub>
8. 14 x 0,5 point 7 points

Formule	Nom	Structure de Lewis (ne pas noter la géométrie)	Polaire	Apolaire
Cl <sub>2</sub>	dichlore	$\begin{array}{c} \text{---} \quad \text{---} \\   \quad \text{---} \quad \text{---}   \\ \text{Cl} \quad \text{---} \quad \text{Cl} \\ \text{---} \quad \text{---} \end{array}$		X
NaOH	hydroxyde de sodium	$[\text{Na}]^+ [:\ddot{\text{O}}\text{H}]^-$	X	
NaClO	hypochlorite de sodium	$\text{Na}^+ \left[ \begin{array}{c} :\ddot{\text{O}}: \\   \\ :\ddot{\text{Cl}}: \end{array} \right]^-$	X	
NaCl	chlorure de sodium	$[\text{Na}]^+ [:\ddot{\text{Cl}}:]^-$	X	
H <sub>2</sub> O	eau	$\begin{array}{c} \text{---} \quad \text{---} \\ \text{H} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{H} \\ \text{---} \quad \text{---} \end{array}$	X	

9. 8 x 0,5 points

4 points

								
<b>Cor</b>	<b>Dpe</b>	<b>I/N</b>	<b>E</b>	<b>Rsp</b>	<b>I</b>	<b>Com</b>	<b>Dlt</b>	<b>T</b>

10. 8 x 0,5 point

4 points

a)

<b>6)</b>	<b>5)</b>	<b>7)</b>	<b>4)</b>	<b>2)</b>	<b>3)</b>	<b>1)</b>
Rayons gamma	Rayons X	Ultra-violets	Visible	Infra-rouges	Micro-ondes	Ondes radio

b) 2.

11. 1 x 5 points

5 points

d)

12. 1 x 5 points

5 points

d)

13. 1 x 5 points

5 points

a)

14. 1 x 5 points

5 points

b)

15. 7 x 1 point

7 points

a)



b)



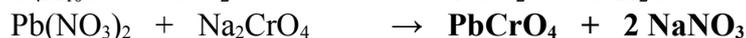
ou bien



c)



d)



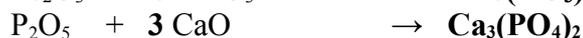
e)



f)



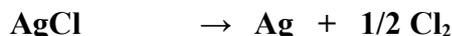
g)



16. 3 x 2 points

6 points

a)



ou bien



b)



c)



17. 8 x 1 point

8 points

Trompe à vide	Statif	Pince	Entonnoir de Büchner	Joint conique	Filtrat	Mélange à filtrer	Fiole à vide
<b>8</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

18. 3 x 2 points

6 points

a)

75 g / 100 g d'eau

b)

2,5 g

c)

50 °C