



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2009¹
NIVEAU 1 (élèves de cinquième année)
Première épreuve

A.C.Lg

Damien GRANATOROWICZ, Jean-Claude DUPONT, Jacques FURNEMONT, Robert HULS,
Josiane KINON-IDCZAK, Véronique LONNAY, Liliane MERCINY, Raymonde MOUTON-LEJEUNE

675 élèves de cinquième année (à peu près autant qu'en 2008 !) se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école ; les résultats de 549 élèves nous sont parvenus. 126 élèves inscrits n'ont donc pas participé à l'épreuve (pourquoi ?). Comme d'habitude, les copies étaient corrigées par les professeurs. Les élèves devaient répondre à 17 questions en 1h40 et pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

N° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximum	6	8	4	4	6	3	4	4	5	6
Moyenne	4,15	5,95	3,17	3,48	4,73	1,84	1,96	3,11	3,68	5,19
%	69,2	74,4	79,1	87,1	78,8	61,3	49,0	77,7	73,7	86,6

N° question	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL
Maximum	5	6	6	9	5	10	9	100
Moyenne	2,08	3,08	5,66	4,66	2,47	7,39	6,03	68,64
%	41,7	51,3	94,3	51,8	49,4	73,9	67,0	68,6

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 68,6 %, soit une moyenne comparable à celle obtenue en 2008 (66,9).

104 élèves ayant obtenu 85 % ou plus ont été retenus pour la deuxième épreuve.

3 questions ont été particulièrement bien réussies : les questions Q13 / 94,3% (traduction graphique de la réaction de formation du sulfure de fer), Q4 / 87,1 % (détermination du nombre de couches électroniques des éléments) et Q10 / 86,6 % (substance formée d'un seul élément).

6 autres questions ont obtenu une cote entre 80 et 70 % : les questions Q3 / 79,1% (nombre d'électrons, protons et neutrons), Q5 / 78,8% (notion d'isotope et signification des nombres atomique et nombre de masse), Q8 / 77,7 % (notion de corps simple, d'ion polyatomique), Q2 / 74,4 % (association particule élémentaire/masse et quantité de matière), Q16 / 73,9 % (solution saturée) et Q9 / 73,7 % (association formule, nom, fonction).

On doit noter des faiblesses (moyennes entre 51,8 et 49 %) dans les notions suivantes : le calcul des volumes à prélever pour préparer une solution de concentration donnée (Q14 / 51,8 %) ; la traduction en équations des réactions photochimiques conduisant à la formation d'acide nitrique (Q12 / 51,3 %) ; le calcul de la concentration de H₂O dans l'eau pure (Q15 / 49,4 %) ; la formation d'un composé binaire (Q7 / 49,0 %). Il n'y a aucun résultat « catastrophique » ; seule la question Q11 / 41,7 % a obtenu un score nettement inférieur à 50 % . Les élèves ont confondu réactivité et stœchiométrie ; c'est un peu inattendu !

Nous remercions sincèrement les professeurs qui ont corrigé cette épreuve et contribué au succès de cette Olympiade.

¹ Organisée par l'Association des Chimistes de l'Université de Liège (ACLg) avec le soutien de la Politique scientifique fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Région Bruxelloise ; la Communauté Germanophone de Belgique ; les Universités francophones ; Solvay ; Le Soir ; UCB-Pharma ; Prayon S.A. ; les Editions De Boeck ; Larcier ; Tondeur ; Essenscia Wallonie ; Essenscia Bruxelles ; le Fonds de Formation des Employés de l'Industrie chimique ; Belgochlor ; Belgian Shell ; la Société Royale de Chimie ; l'Association des Scientifiques sortis de l'Université libre de Bruxelles (AScBr) ; l'Association des Chimistes sortis de l'Université catholique de Louvain (ACL) et le Centre de Didactique des Sciences de l'Université de Mons-Hainaut.

QUESTIONS

1. (6 points) Le germanium appartient à la famille du carbone. Avant sa découverte, Mendeleïev avait prévu que le germanium formerait des composés avec divers éléments.

- a) Selon Mendeleïev, le germanium devait réagir avec l'oxygène pour former un composé à point de fusion élevé. Quelle est la formule de ce composé ?
- b) Mendeleïev avait également prévu une combinaison avec le soufre. Quelle est la formule de ce composé ?
- c) Le germanium peut aussi se combiner avec le chlore pour former un composé volatil. De quel composé s'agit-il ?

2. (8 points) Associez les quantités de méthane (CH_4) correspondantes :

- | | |
|------------------------------------|--|
| a) $6,02 \times 10^{23}$ molécules | 1) 0,5 moles de molécules |
| b) $3,01 \times 10^{23}$ molécules | 2) 4 atomes d'hydrogène |
| c) une molécule | 3) 32 g |
| d) 2 moles de molécules | 4) $6,02 \times 10^{23}$ atomes de carbone |

3. (4 points) Un atome X possède une masse atomique 16 fois plus grande que celle de l'hydrogène (^1H) et une charge du noyau 8 fois plus grande. Que peut-on en conclure ? Répondez par vrai ou faux.

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| a) L'atome X possède 16 électrons. | VRAI / FAUX |
| b) L'atome X possède 16 protons. | VRAI / FAUX |
| c) L'atome X possède 8 électrons. | VRAI / FAUX |
| d) L'atome X possède 8 neutrons. | VRAI / FAUX |

4. (4 points) Dans le tableau périodique, quelle information permet de déterminer le nombre de couches électroniques des atomes ? Répondez par vrai ou faux

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| a) La masse atomique. | VRAI / FAUX |
| b) Le numéro de période. | VRAI / FAUX |
| c) Le numéro de la famille. | VRAI / FAUX |
| d) L'électronégativité. | VRAI / FAUX |

5. (6 points) Répondez par vrai ou faux.

Les atomes représentés par $^{12}_6?$; $^{13}_6?$; $^{14}_6?$:

- | | |
|--|-------------|
| a) sont des isotopes. | VRAI / FAUX |
| b) ont le même numéro atomique. | VRAI / FAUX |
| c) ont le même nombre de protons. | VRAI / FAUX |
| d) ont le même nombre de neutrons. | VRAI / FAUX |
| e) ont le même nombre de nucléons. | VRAI / FAUX |
| f) appartiennent au même élément chimique. | VRAI / FAUX |

Les atomes représentés par $^{12}_6?$; $^{13}_7?$:

- | | |
|--|-------------|
| g) sont des isotopes. | VRAI / FAUX |
| h) ont le même numéro atomique. | VRAI / FAUX |
| i) ont le même nombre de protons. | VRAI / FAUX |
| j) ont le même nombre de neutrons. | VRAI / FAUX |
| k) ont le même nombre de nucléons. | VRAI / FAUX |
| l) appartiennent au même élément chimique. | VRAI / FAUX |

6. (3 points) Les êtres vivants sont composés d'atomes. Qu'advient-il de ces atomes après leur mort ? Entourez la bonne réponse.

- a) Les atomes sont recyclés dans l'environnement.
- b) Les atomes se divisent et se recombinent pour former d'autres atomes.
- c) Les atomes disparaissent.

7. (4 points) Parmi les paires d'éléments suivantes :

P et Br / C et O / O et Li / Al et Cl / N et H

- a) Laquelle est la plus susceptible de former un composé ionique binaire ?
- b) Quelle est la formule de ce composé ?
- c) Quel est le nom de ce composé ?

8. (4 points) Associez la formule à gauche avec la proposition à droite.

- | | |
|-----------------------|---|
| a) P ₄ | 1) un composé avec un cation polyatomique |
| b) CO ₂ | 2) un corps simple |
| c) NaHCO ₃ | 3) un composé binaire |
| d) NH ₄ Cl | 4) un composé avec un anion polyatomique |

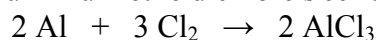
9. (5 points) Complétez le tableau suivant :

<u>Formule</u>	<u>Nom</u>	<u>Fonction (acide, sel, base ou oxyde)</u>
CO ₂		
	phosphate de calcium	
NaHSO ₄		
FeCl ₃		
	hydroxyde de cuivre (II)	

10. (6 points) Parmi les substances suivantes, entourez celles qui sont formées d'un seul élément.

- a) L'air comprimé ; b) L'azote liquide ; c) Le sel de table ; d) La soude caustique ; e) La mine de crayon ; f) L'esprit de sel

11. (5 points) La réaction entre l'aluminium et le dichlore s'écrit :



Pour que ces deux substances réagissent ensemble, il faut mettre en présence :

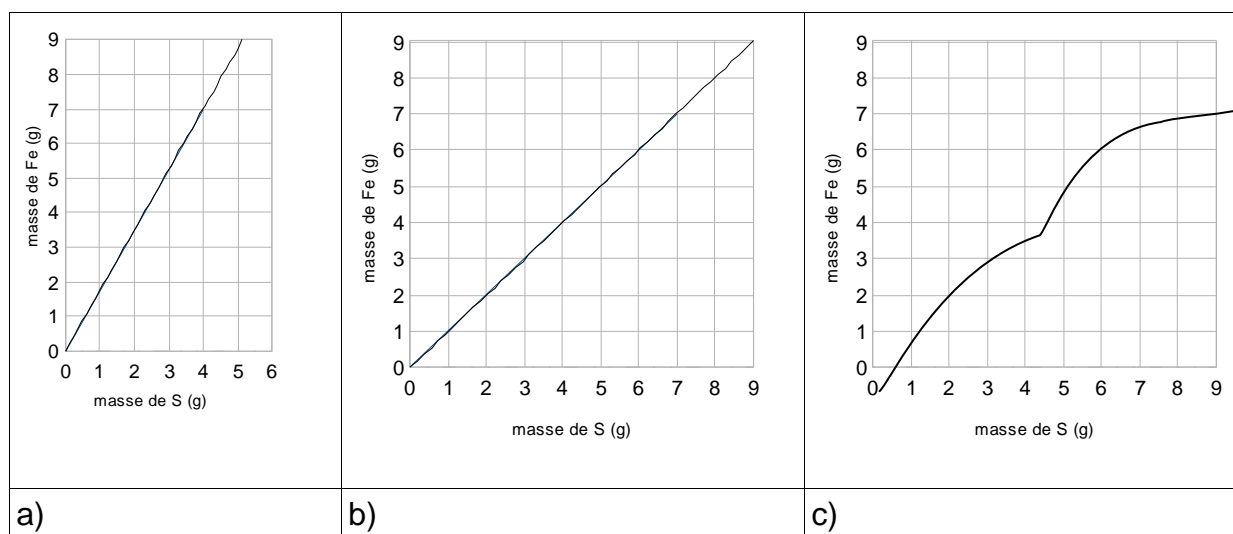
- a) obligatoirement 2 mol d'atomes d'aluminium + 3 mol de dichlore;
- b) obligatoirement 1,5 fois plus de moles d'aluminium que de dichlore;
- c) des quantités quelconques d'aluminium et de dichlore.

Entourez la bonne réponse.

12. (6 points) Traduisez en équations pondérées (équilibrées) les réactions décrites ci-dessous :

"A la lumière solaire et en présence de dioxygène, la décomposition du dioxyde d'azote provoque la formation de monoxyde d'azote et d'ozone. Le dioxyde d'azote peut également réagir avec l'ozone pour former du dioxygène et de l'hémipentoxyde d'azote gazeux. Ce dernier forme, avec l'eau des nuages, de l'acide nitrique responsable de l'acidification des eaux de pluie."

13. (6 points) Le fer et le soufre réagissent pour former de sulfure de fer dans le rapport de 7 g de fer pour 4 g de soufre. Désignez d'une croix le graphique qui illustre la réaction entre le fer et le soufre sans excès de l'un ni de l'autre.



14. (9 points) On fait réagir 40 g d'ammoniac avec 50 g de dioxygène selon l'équation ci-dessous :



- Equilibrez (pondérez) l'équation.
- Quel est le réactif limitant (en défaut) ?
- Quelle masse maximale de NO ce milieu peut-il produire ?

15. (5 points) Quelle est la concentration (en mol/L) de H₂O dans l'eau pure ? *Entourez la bonne réponse.*

- a) 55,5 mol/L d) 18 mol/L b) 0,018 mol/L
e) 1000 mol/L c) 1 mol/L

16. (10 points) Cinq solutions ont été préparées en introduisant des quantités différentes n_A d'une même substance A dans des volumes d'eau pure $V_{\text{H}_2\text{O}}$ différents. Désignez d'une croix les solutions saturées sachant que l'on peut dissoudre au maximum $4,5 \times 10^{-2}$ mol de A dans un litre d'eau. A cette concentration, la solution est dite saturée et tout ajout de A se retrouvera automatiquement au fond du récipient.

Solution n°	1	2	3	4	5
n_A (mol)	0,10	$8,0 \times 10^{-2}$	$4,5 \times 10^{-2}$	2,5	$1,0 \times 10^{-3}$
$V_{\text{H}_2\text{O}}$	50 mL	2,0 L	100 cm ³	4,0 m ³	$1,0 \times 10^{-2}$ L

17. (9 points) Le graphique ci-dessous décrit la solubilité de différents sels dans l'eau pure en fonction de la température.

- A 80°C, quel sel est le plus soluble ?
- A quelle température NaCl est-il aussi soluble que KNO₃ ?
- On chauffe 250 mL d'eau pure à la température de 60 °C. On ajoute un excès de KNO₃ de manière à saturer la solution. On prélève ensuite un volume de 25 mL de la solution que l'on laisse refroidir jusqu'à 40°C dans un bécher. A cette température, quelle masse de KNO₃ solide se sera déposée au fond du bécher?

10. **X : b) e)** 6 x 1 point

11. **c)** 5 points

12. $\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}_3$ (accepté également : $3 \text{NO}_2 \rightarrow 3 \text{NO} + \text{O}_3$) 2 points

$2 \text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}_2$ 2 points

$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3$ 2 points

13. **a)** 6 points

14. a) $2 \text{NH}_3 + 5/2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO} + 3 \text{H}_2\text{O}$ 3 points

b) O_2 3 points

c) $m_{\text{NO}} = 37,5 \text{ g}$ 3 points

15. **a)** 5 points

16. 5 x 2 points

Solution n°	1	2	3	4	5
n_A (mol)	0,10	$8,0 \times 10^{-2}$	$4,5 \times 10^{-2}$	2,5	$1,0 \times 10^{-3}$
$V_{\text{H}_2\text{O}}$	50 mL	2,0 L	100 cm ³	4,0 m ³	$1,0 \times 10^{-2}$ L
	X		X		X

17.

a) KNO_3 3 points

b) $t = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ (+/- 2 °C) 3 points

c) $m_{\text{KNO}_3} = 10 \text{ g}$ 3 points