



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2012¹ 1^{ère} épreuve -NIVEAU 1 (élèves de cinquième année)

par

Jean-Claude DUPONT, Damien GRANATOROWICZ, Jacques FURNEMONT, Robert HULS,
Josiane KINON-IDCZAK, Sandrine LENOIR, Véronique LONNAY,
Liliane MERCINY, Raymonde MOUTON-LEJEUNE^{† 2}.

707 élèves de cinquième année se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école ; c'est 80 élèves inscrits de plus qu'en 2011 ; les résultats de 646 élèves nous sont parvenus, ce qui est nettement plus que l'année dernière.

Comme d'habitude, les copies étaient corrigées par les professeurs. Les élèves devaient répondre à 19 questions en 2 h 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	9	5	3	5	3	6	6	3	3	8
Moyenne	6,8	1,94	1,92	0,91	1,81	5,32	4,58	2,06	2,63	4,91
%	72,0	38,8	64,0	18,2	60,3	88,7	76,3	68,7	87,7	61,4

N° question	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL
Maximum	3	3	3	5	5	6	10	9	5	100
Moyenne	2,48	2,87	1,26	3,25	2,56	3,12	4,54	4,89	4,31	61,8
%	82,7	95,7	42,0	65,0	51,2	52,0	45,4	54,3	86,2	61,8

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 61,8 %, soit une moyenne un peu plus faible que celle obtenue en 2011 (63,6). 102 élèves ayant obtenu plus de 78 % ont été invités à présenter la deuxième épreuve ; 90 se sont présentés.

L'examen des résultats à la première épreuve appelle les commentaires suivants.

5 questions ont été particulièrement bien réussies : les questions Q12 / 95,7 % (calcul du nombre de moles), Q6 / 88,7 % (définition soluté/solvant), Q9 / 87,7 % (dilution), Q19 / 86,2 % (schéma d'un appareil à distillation) et Q11 / 82,7 % (symbole chimique).

2 questions ont obtenu une note comprise entre 80 et 70 % : Q7 / 76,3 % (conversion quantité de matière-masse) et Q1 / 72,0% (conversion masse-quantité de matière + nomenclature).

5 questions ont obtenu une note comprise entre 70 et 60 % : Q8 / 68,7 % (concentration massique), Q14 / 65,0% (caractère métallique et position dans la famille), Q3 / 64,0 % (structure atomique), Q10 / 61,4 % (acides de la vie courante) et Q5 / 60,3 % (structure électronique).

3 questions ont obtenu une note comprise entre 60 et 50 % : Q18 / 54,3 % (géométrie et polarité des molécules), Q15 / 51,2 % (stoechiométrie dans le cas d'un titrage acide-base) et Q16 / 52,0 % (préparation d'une solution de concentration donnée).

3 questions n'ont pas obtenu la moitié des points : Q17 / 45,4 % (équations bilans dans le procédé Solvay), Q13 / 42,0 % (conversion d'une masse en nombre de molécules et d'atomes) et Q2 / 38,8 % (structure électronique).

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 Communauté Germanophone de Belgique ; la Région de Bruxelles Capitale ; les Universités francophones (Bruxelles, Liège, Mons-Hainaut) ; les Associations des Chimistes et des Sciences des Universités (ACLg : Liège ; AScBr : Bruxelles ; ACL : Louvain-la Neuve ; Didactique des Sciences : Mons-Hainaut) ; le Fonds de Formation des Employés de l'Industrie Chimique ; essencia Wallonie ; essencia Bruxelles ; Prayon S.A.; Solvay ; UCB-Pharma ; les Éditions De Boeck ; Le Soir.

² Les membres du comité des Olympiades rendent un hommage tout particulier à Raymonde MOUTON-LEJEUNE, qui nous a quittés récemment. Pendant de nombreuses années, elle s'est consacrée avec enthousiasme et savoir-faire aux Olympiades de chimie et fut l'un des artisans de leur succès auprès des professeurs et des élèves.

On déplore un seul résultat « catastrophique », à savoir le score obtenu à la question 4 / 18,2 % (abondances isotopiques).

Dans l'analyse des résultats, il faut reconnaître que la question Q17 sur le procédé Solvay était longue et nécessitait des notions de nomenclature ; toutefois, elle portait sur des substances très classiques. Par contre, les résultats aux questions Q13 et Q2 nous interpellent, car ce sont des notions qui devraient être bien assimilées à la fin de la quatrième. Quant au calcul des abondances isotopiques, ce n'est pas la première fois que l'on constate que les élèves ne maîtrisent pas bien la résolution d'une équation simple, comme celle qu'il fallait établir dans cette question. Les professeurs participants insistent sur le fait que le questionnaire tient bien compte des matières vues par les élèves au moment des olympiades, qu'il permet de revoir les notions de base de la chimie et de cibler certaines lacunes. Un professeur ne s'explique cependant pas pourquoi ce sont des élèves faibles (voir très faibles) qui se sont inscrits alors que de très bons élèves ne le font pas ! On trouvera l'histogramme des résultats sur le site www.olympiades.be

Nous remercions chaleureusement les professeurs qui ont corrigé cette épreuve, contribuant cette année encore au succès de l'Olympiade de chimie.

QUESTIONS

REPONSES

1. (9 points) Complétez le tableau suivant :

Formule	O ₂		HCl	He		H ₂ O ₂
Masse molaire (g/mol)						
Nom		acide sulfurique			... oxyde d'azote	
Masse (kg)		100,0	100,0		1,38	20,0
Nombre de moles (mol)	50,0			50,0	30,0	

2. (5 points) Complétez le texte suivant :

Un ion 2 fois positif a pour structure électronique K2 L8 M8. La structure électronique de l'élément dont il dérive est Cet élément est le de symbole Il fait partie de la famille des

Un ion négatif de même structure électronique pourrait être dérivant de l'élément de symbole de structure électronique faisant partie de la famille des

Ces deux ions ont la même structure électronique que l'élément

3. (3 points) L'atome de fer possède 26 électrons.

- a) Quel est le nombre de charges élémentaires portées par le noyau de l'atome de fer ?
- b) Quel est le nombre de charges élémentaires portées par le noyau de l'ion Fe²⁺ ?
- c) Quel est le nombre d'électrons de l'ion Fe²⁺ ?

4. (5 points) L'azote naturel est composé de deux isotopes : ¹⁴N (masse atomique relative = 14,0031) et ¹⁵N (masse atomique relative = 15,0001). La masse atomique relative de l'élément azote est 14,0067.

Quelles sont les abondances relatives de chacun des isotopes de l'azote naturel ?

5. (3 points) Répondez par vrai ou faux (entourez la bonne réponse) :

- | | |
|--|-------------|
| a) Une solution ionique est toujours électriquement neutre | VRAI / FAUX |
| b) Elle contient toujours le même nombre d'ions positifs que négatifs | VRAI / FAUX |
| c) Elle contient toujours autant de charges positives que de charges négatives | VRAI / FAUX |

6. (6 points) Entourez les bonnes réponses :

Un solvant est une substance qui :

- a) peut dissoudre une autre substance
- b) peut se dissoudre dans une autre substance
- c) est non miscible avec l'eau

Un soluté est une substance qui :

- a) peut dissoudre une autre substance
- b) peut se dissoudre dans une autre substance
- c) est non miscible avec l'eau

7. **(6 points)** Entourez les bonnes réponses :
 Pour préparer 0,25 mol d'eau, on doit peser :
- 18 g d'eau
 - 0,25 g d'eau
 - 4,5 g d'eau
- Pour préparer 0,25 mol d'éthanol (C_2H_5OH) de masse volumique $\rho = 0,80$ g/mL, on doit mesurer :
- 4,3 mL d'alcool
 - 14 mL d'alcool
 - 9,2 mL d'alcool
8. **(3 points)** On mélange 10 mL d'une solution de glucose de concentration massique égale à 7 g/L à 90 mL d'une solution de glucose dont la concentration massique est également de 7 g/L
 Quelle est la concentration massique (en g/L) de la solution obtenue ?
9. **(3 points)** Entourez la bonne réponse :
 Une solution de concentration $c = 0,5$ mol/L a été diluée 50 fois.
 La solution résultante a une concentration c égale à :
- 100 mol/L
 - 25 mol/L
 - 0,01 mol/L
10. **(8 points)** Complétez les propositions suivantes :
- Le vinaigre est de l'acide très dilué.
 - acétique (éthanoïque) - carbonique - phosphorique - citrique
 - L'esprit de sel est une solution aqueuse concentrée d'acide
 - sulfurique - nitrique - phosphorique - chlorhydrique
 - L'acide est l'autre nom de la vitamine C
 - ascorbique - oxalique - borique - tartrique
 - L'acide concentré est également dénommé "Vitriol"
 - sulfurique - nitrique - chlorhydrique - phosphorique
11. **(3 points)** Entourez la bonne réponse.
 Pour lequel des éléments suivants la première lettre du symbole chimique est-elle celle de la première lettre du nom français ?
- Arsenic
 - Etain
 - Antimoine
 - Sodium
 - Potassium
12. **(3 points)** Entourez la bonne réponse.
 On dispose de 184,7 g d'une substance pure.
 Pour calculer le nombre de moles correspondant à cette masse de substance, il suffit de connaître :
- La valeur du nombre d'Avogadro
 - La masse volumique de cette substance
 - La masse molaire de cette substance
13. **(3 points)** Dans 25 g de méthane (CH_4), combien y-a-t-il de molécules de méthane et combien y-a-t-il d'atomes de carbone et d'hydrogène ?
- 1,56 molécules de méthane et 1,56 atomes de carbone et d'hydrogène
 - $9,38 \cdot 10^{23}$ molécules de méthane, $9,38 \cdot 10^{23}$ atomes de carbone et $3,75 \cdot 10^{24}$ d'hydrogène
 - $1,56 \cdot 10^{23}$ molécules de méthane, $1,56 \cdot 10^{23}$ atomes de carbone et $6,25 \cdot 10^{23}$ d'hydrogène
 - 1,56 molécules de méthane, 1,56 atomes de carbone et 6,25 d'hydrogène
 - $9,38 \cdot 10^{23}$ molécules de méthane, $9,38 \cdot 10^{23}$ atomes de carbone et d'hydrogène

14. (5 points) L'étude de trois éléments non-métalliques de la 7^{ème} famille fait apparaître une tendance à l'ionisation négative selon la série suivante : I → Br → Cl

Les cartes d'identité de ces éléments sont les suivantes :

Z	Electronégativ	17	3,0	35	2,8	53	2,5
X	couches e ⁻	Cl	2-8-7	Br	2-8-18-7	I	2-8-18-18-7
Ar	r ^o atomique (10 ⁻¹ nm)	35,45	0,99	79,91	1,14	126,91	1,33

Répondez par vrai ou faux :

Le caractère non-métallique de ces trois éléments est d'autant plus affirmé que :

- La masse atomique est grande VRAI / FAUX
 - Le rayon atomique est grand VRAI / FAUX
 - Le nombre de couches électroniques est grand VRAI / FAUX
 - Les électrons périphériques sont nombreux VRAI / FAUX
 - L'électronégativité est grande VRAI / FAUX
15. (5 points) On dispose d'une solution aqueuse de H₂SO₄ de concentration 0,75 mol/L et d'une solution aqueuse de NaOH de concentration 1,25 mol/L, au moyen desquelles on désire réaliser la réaction suivante :
- $$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- Quel volume de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium faut-il pour consommer entièrement 50 mL de la solution aqueuse d'acide sulfurique ?
- 50 mL
 - 25 mL
 - 60 mL
 - 10 mL
 - 120 mL
16. (6 points) Le chlorate de potassium se décompose sous l'effet de la chaleur pour donner du chlorure de potassium et du dioxygène.
- Écrivez l'équation équilibrée (pondérée) de cette réaction.
- Quelle masse de chlorate de potassium doit-on mettre en œuvre pour préparer 1,00 mol de dioxygène? Entourez la bonne réponse.
- 184 g
 - 61,2 g
 - 81,7 g
 - 122,6 g
 - 22,4 g

17. (10 points) Le natron est un minéral contenant principalement du carbonate de sodium et de l'hydrogénocarbonate de sodium. Il se présente sous la forme d'une substance blanche et se forme notamment lors de l'évaporation de lacs riches en élément sodium.
- Le natron était déjà connu des Égyptiens de l'Antiquité qui l'utilisaient comme produit de nettoyage ainsi que pour la momification. De nos jours, le carbonate de sodium est produit industriellement par le procédé Solvay. Le procédé Solvay fournit du carbonate de sodium accompagné de chlorure de calcium à partir de chlorure de sodium et de carbonate de calcium.
- Le bilan global du procédé est donné par l'équation suivante :
- $$2 \text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$$
- Les différentes étapes du procédé sont décrites ci-dessous.
- Pour chacune d'entre elles, donnez l'équation pondérée (équilibrée) correspondant à la réaction décrite.
- On calcine du carbonate de calcium qui se décompose en formant de l'oxyde de calcium et du dioxyde de carbone.

- b) On fait barboter ensuite le dioxyde de carbone dans une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium et d'ammoniac. On obtient de l'hydrogénocarbonate de sodium et du chlorure d'ammonium.
- c) L'hydrogénocarbonate de sodium est ensuite calciné. Il se décompose alors en carbonate de sodium, en eau et en dioxyde de carbone qui sera recyclé dans le procédé.
- d) L'oxyde de calcium obtenu lors de la calcination du carbonate de calcium est transformé en hydroxyde de calcium par réaction avec l'eau.
- e) Cet hydroxyde de calcium est utilisé pour transformer le chlorure d'ammonium. De cette manière, on récupère une solution aqueuse d'ammoniac et de chlorure de calcium.

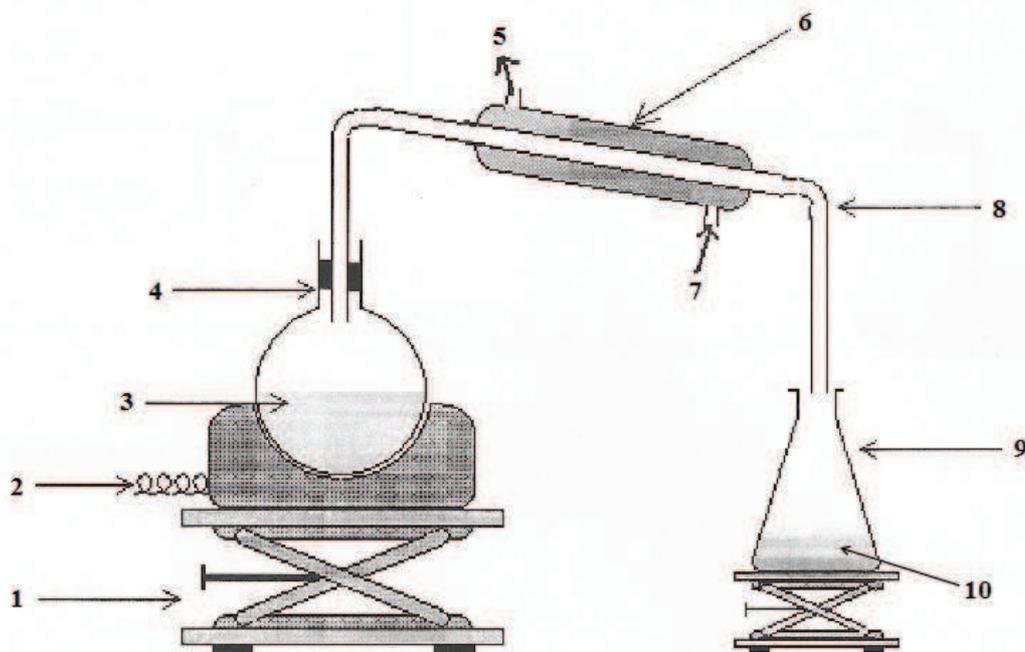
18. (9 points) Donnez le nom et la géométrie des espèces chimiques suivantes (indiquez également, à l'aide d'une croix, si ces molécules sont polaires ou apolaires) :

	Nom	Géométrie	Polaire	Apolaire
SO ₃ (g)				
H ₂ S (g)				
CO ₂ (g)				

19. (5 points) La distillation de l'eau minérale permet d'obtenir une eau pure. Le chauffage de l'eau à l'aide du dispositif ci-dessous permet de recueillir une eau débarrassée de tous ses ions et impuretés.

Légendez le schéma en indiquant les numéros adéquats dans le tableau ci-dessous :

réfrigérant		tube coudé	entrée d'eau	sortie d'eau	erlenmeyer	
support élévateur		chauffe ballon	ballon	eau distillée	eau à distiller	



RÉPONSES

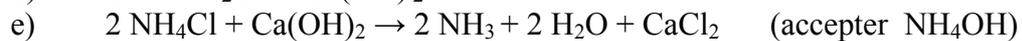
1. 18 x 0,5 point

Formule	O ₂	H ₂ SO ₄	HCl	He	NO ₂	H ₂ O ₂
Masse molaire (g/mol)	32	98,09	36,46	4,00	46	34,02
Nom	dioxygène	acide sulfurique	chlorure d'hydrogène ou acide chlorhydrique	hélium	dioxyde d'azote	peroxyde d'hydrogène
Masse (kg)	1,6	100,0	100,0	0,2	1,38	20,0
Nombre de moles (mol)	50,0	1019	2743	50,0	30,0	588

2. 10 x 0,5 point

Un ion 2 fois positif a pour structure électronique K2 L8 M8. La structure électronique de l'élément dont il dérive est **K2 L8 M8 N2**. Cet élément est le **calcium** de symbole **Ca**. Il fait partie de la famille des **alcalino-terreux**. Un ion négatif de même structure électronique pourrait être **Cl⁻** dérivant de l'élément **chlore** de symbole **Cl** de structure électronique **K2 L8 M7** faisant partie de la famille des **halogènes**. Ces deux ions ont la même structure électronique que l'élément **argon**.

3. a) 26 b) 26 c) 24 3 x 1 point
4. ¹⁴N : 99,6 % ¹⁵N : 0,4 % 5 points
5. a) VRAI b) FAUX c) VRAI 3 x 1 point
6. a) b) 2 x 3 points
7. c) b) 2 x 3 points
8. 7 g/L 3 points
9. c) 3 points
10. a) acétique b) chlorhydrique c) ascorbique d) sulfurique 4 x 2 points
11. a) 3 points
12. c) 3 points
13. b) 3 points
14. a) FAUX b) FAUX c) FAUX d) FAUX e) VRAI 5 x 1 point
15. c) 5 points
16. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + 3/2 \text{O}_2$ 3 points
- c) 3 points
17. 5 x 2 points
- a) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$
- b) $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ (accepter NH_4OH)
- c) $2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$



18. 9 x 1 point

	Nom	Géométrie	Polaire	Apolaire
$\text{SO}_3(\text{g})$	trioxyde de soufre	triangulaire		X
$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	sulfure d'hydrogène ou acide sulfhydrique	coudée ou angulaire	X	
$\text{CO}_2(\text{g})$	dioxyde de carbone	linéaire		X

19. 10 x 0,5 point

réfrigérant	6	tube coudé	8	entrée d'eau	7	sortie d'eau	5	erlenmeyer	9
support élevateur	1	chauffe ballon	2	ballon	4	eau distillée	10	eau à distiller	3