



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2008¹

NIVEAU 1 (élèves de cinquième année) - 1^{ère} épreuve

par

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

681 élèves de cinquième année (au lieu de 812 en 2007 mais à peu près autant qu'en 2006 !) se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école ; les résultats de 540 élèves nous sont parvenus. Comme d'habitude, les copies étaient corrigées par les professeurs. Les élèves devaient répondre à 16 questions en 1h40 et pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable mais aucun document personnel. Les résultats obtenus aux différentes questions ont été les suivants :

N° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximum	6	4	4	4	4	4	4	10	8	6
	2,95	3,00	3,25	2,86	3,45	0,95	3,04	5,17	4,96	2,88
%	49,2	75,0	81,2	71,5	86,2	23,8	76,0	51,7	62,0	48,0

N° question	11	12	13	14	15	16	TOTAL
Maximum	9	8	8	6	10	5	100
Moyenne	7,78	7,18	5,31	4,28	5,60	4,23	66,92
%	86,4	89,7	66,4	71,3	56,0	84,6	66,9

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 66,9 %, soit une moyenne supérieure à celle obtenue en 2007 (57,07) mais légèrement inférieure cependant à celle obtenue en 2006 (68%).

Une centaine d'élèves ayant obtenu plus de 80 % ont été sélectionnés pour présenter la deuxième épreuve. On peut se montrer satisfait des résultats obtenus ; la matière de 4^{ème} est bien maîtrisée par les participants. Le seul résultat « catastrophique » est relevé à la question liée à la valeur fractionnaire de la masse atomique relative d'un élément (Q6, 23,8 %).

On peut aussi noter des faiblesses (moyennes entre 48 et 56 %) dans les notions abordées dans les questions suivantes : la reconnaissance des bons conducteurs du courant électrique (Q15, 56,0 %) ; les déductions pouvant être tirées de l'analyse du tableau périodique simplifié donné (Q8, 51,7 %) ; le calcul des nombres atomique, de masse et d'électrons d'un atome à partir du nombre de neutrons et du calcul de la charge du noyau (Q1, 49,2 %) ; le calcul des volumes à prélever pour préparer une solution de concentration donnée (Q10, 48,0 %)

Le fait que 140 élèves inscrits n'ont pas participé à l'épreuve nous interpelle. Il faut signaler que certains professeurs mettent en cause les activités, sorties et tests organisés par l'école au même moment.

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 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

Réponses

1. (6 points) Un atome neutre contient 30 neutrons dans son noyau.

Son noyau a une charge électrique positive égale à $4 \cdot 10^{-18}$ coulomb (C).

Sachant que la charge électrique d'un électron est égale à $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, déterminez :

- a) le nombre atomique Z de cet atome :
- b) le nombre de masse A de cet atome :
- c) le nombre d'électrons portés par cet atome :

2. (4 points) Répondez par vrai ou faux (entourez la bonne réponse)

- | | |
|--|-------------|
| a) L'air est un mélange homogène. | Vrai / Faux |
| b) L'eau de source est un corps pur. | Vrai / Faux |
| c) Le diazote est un corps simple. | Vrai / Faux |
| d) Le diamant et le graphite purs sont constitués d'atomes identiques. | Vrai / Faux |

3. (4 points) L'atome d'iode possède 53 électrons et cet atome a tendance à gagner un électron pour devenir l'ion iodure.

- a) Quel est le nombre de charges positives portées par le noyau de l'atome d'iode ?
- b) Quel est le nombre d'électrons de l'ion iodure ?
- c) Quelle est la formule de l'ion iodure ?
- d) Quel est le nombre de charges positives portées par le noyau de l'ion iodure ?

4. (4 points) Entourez la bonne réponse. Le neutron est une particule :

- a) chargée négativement et de masse nulle;
- b) neutre et de masse nulle;
- c) chargée positivement et de masse voisine de celle de l'électron;
- d) neutre et de masse voisine de celle du proton;
- e) aucune des propositions ci-dessus n'est correcte.

5. (4 points) Entourez la bonne réponse. Selon le modèle de Bohr, les électrons au sein d'un atome :

- a) sont pris au sein d'une pâte positive;
- b) tournent au hasard autour du noyau;
- c) tournent autour du noyau sur des orbites particulières;
- d) sont dans le noyau avec les protons et les neutrons;
- e) aucune des propositions ci-dessus n'est correcte.

6. (4 points) Entourez la bonne réponse.

Dans le tableau périodique, la valeur de la masse atomique d'un élément est fractionnaire car elle est égale à :

- a) la moyenne des masses atomiques des isotopes de l'élément;
- b) la moyenne des nombres atomiques des isotopes de l'élément;
- c) la moyenne des nombres de neutrons des isotopes de l'élément;
- d) la moyenne des nombres de neutrons des isotopes de l'élément pondérée selon l'abondance des isotopes;
- e) aucune des propositions ci-dessus n'est correcte.

7. (4 points) Entourez la bonne réponse. Quelle est la solution la plus concentrée ?

- a) une solution à 0,5 g/mL;
- b) une solution à 0,1 g/L;
- c) une solution à 10 mg/mL;
- d) une solution à 2 mg/L;
- e) aucune des propositions ci-dessus n'est correcte.

8. (10 points) En vous basant sur le tableau périodique simplifié fourni, indiquez les éléments correspondant aux propositions suivantes :

- Dans la 4^{ème} période, l'élément possédant le caractère non métallique le plus prononcé est :
- L'élément alcalino-terreux qui forme le plus facilement un ion +2 est :
- Dans la 3^{ème} période, l'élément qui a le plus petit rayon atomique est :
- Dans la famille des sulfurides, l'élément dont la masse atomique est la plus élevée est :
- Dans la famille des terreux, l'élément dont le nombre atomique est le plus élevé est :

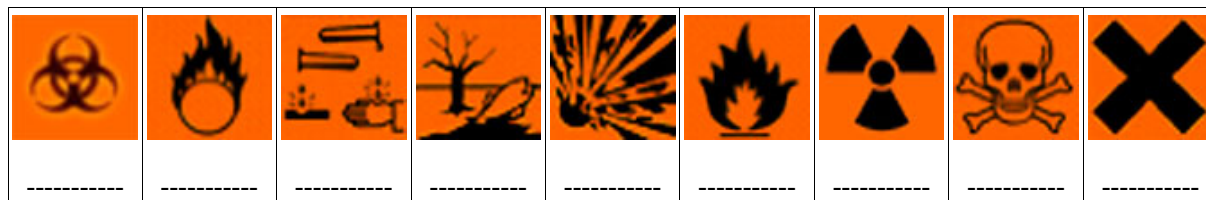
9. (8 points) Complétez les équations suivantes relatives à l'oxydation du glucose lors de la respiration cellulaire.

- $C_6H_{12}O_6$ + ... $O_2 \rightarrow$... CO_2 + ... H_2O
- g de $C_6H_{12}O_6$ + ... g de $O_2 \rightarrow$ 2,2 g de CO_2 + ... g de H_2O
- g de $C_6H_{12}O_6$ + ... g de $O_2 \rightarrow$... g de CO_2 + 0,75 mol de H_2O

10. (6 points) On veut préparer 1 L d'une solution aqueuse de KCl de concentration égale à 25 g/L. Pour ce faire, on dispose de 3 L d'une solution aqueuse de KCl de concentration égale à 80 g/L.

- Quelle volume (en mL) de solution à 80 g/L dois-je utiliser ?
- Quelle volume (en mL) d'eau dois-je utiliser ?

11. (9 points) Attribuez à chacune des icônes de danger sa signification :



A : Explosif

B : Corrosif

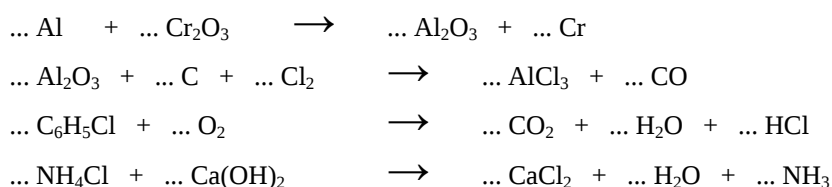
C : Dangereux pour l'environnement

D : Inflammable G : Toxique

E : Radioactif H : Risque biologique

F : Comburant I : Nocif, Irritant

12. (8 points) Equilibrez (pondérez) les équations suivantes :

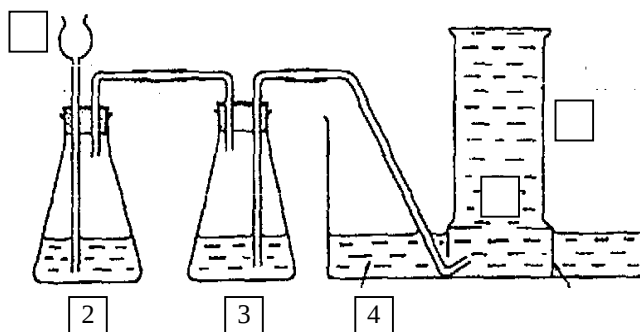


13. (8 points) Le montage ci-dessous est destiné à la préparation d'un gaz peu soluble dans l'eau.

Il nécessite une dernière vérification avant de commencer l'expérience.

Qu'en pensez-vous ?

Répondez par vrai ou faux (entourez la bonne réponse)



- 1 : Tube à entonnoir
2 : Flacon à réaction
3 : Flacon laveur
4 : Cuve
5 : Liquide
6 : Eprouvette graduée

- Vrai / Faux
Vrai / Faux
Vrai / Faux
Vrai / Faux

14. (6 points) Lorsqu'un percolateur à café est entartré, on le nettoie à l'aide d'une solution acide de vinaigre. Cette opération peut se traduire par l'équation suivante où le vinaigre est représenté par HA :



- a) Pondérez (équilibrez) cette équation.
- b) Indiquez la formule du "tartre" :
- c) Indiquez le nom chimique du "tartre" :
- d) Quelle masse (en g) de "tartre" peut-on éliminer à l'aide de 500 mL d'une solution de vinaigre de concentration 1 mol/L ?
- e) Une eau qui a tendance à entartrer ce type d'appareil est une eau (*entourez la bonne réponse*) :
douce dure

15. (10 points) Parmi les composés suivants, indiquez d'une croix ceux qui sont bons conducteurs du courant électrique. Dans ce cas, indiquez le symbole des particules (ions - électrons) qui sont responsables du passage du courant.

	Conducteur	Particules
KCl _(aq)		
cuivre _(s)		
CaCl _{2 (s)}		
NaBr fondu		
CS _{2 (l)}		

16. (5 points) Le tableau suivant reprend les résultats obtenus en mélangeant deux solutions aqueuses.

	$I_{2(aq)}$	$Cl_{2(aq)}$
$KI_{(aq)}$	néant	apparition d' I_2
$KCl_{(aq)}$	néant	néant

Répondez par vrai ou faux (entourez la bonne réponse)

- | | | |
|----|---|-------------|
| a) | $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$ réagit avec $\text{KI}_{(\text{aq})}$ | Vrai / Faux |
| b) | $\text{I}_{2(\text{aq})}$ réagit avec $\text{KCl}_{(\text{aq})}$ | Vrai / Faux |
| c) | $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$ est plus réactif que $\text{I}_{2(\text{aq})}$ | Vrai / Faux |

Indiquez l'équation pondérée (équilibrée) de la réaction observée.

- d) Equation :

Réponses

1. (6 points) a) 25 b) 55 c) 25
 2. (4 points) a) Vrai b) Faux c) Vrai d) Vrai
 3. (4 points) a) 53 b) 54 c) I- d) 53
 4. (4 points) d)
 5. (4 points) c)
 6. (4 points) e)
 7. (4 points) a)
 8. (5 x 2 points) a) Br b) Ca c) Cl d) Se e) Ga
 9. (8 points) a) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ 2 points
 b) 1,5 g de $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ + 1,6 g de $\text{O}_2 \rightarrow$ 2,2 g de CO_2 + 0,9 g de H_2O 3 points
 c) 22,5 g de $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ + 24 g de $\text{O}_2 \rightarrow$ 33 g de CO_2 + 0,75 mol de H_2O 3 points
 10. (2 x 3 points) a) 312,5 mL b) 687,5 mL
 11. (9 points)

								
H	F	B	C	A	D	E	G	I

12. $2 \text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{Cr}$ 2 points
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{CO}$ 2 points
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + 7 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$ 2 points
 $2 \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NH}_3$ 2 points
 13. (4 x 2 points) a) Faux b) Vrai c) Faux d) Faux
 14. a) $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{HA} \rightarrow \text{CaA}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 1 point
 b) CaCO_3 1 point
 c) carbonate de calcium 1 point
 d) 25 g 2 points
 e) dure 1 point

15.

	5 x 1 point	5 x 1 point
	Conducteur	Particules
$\text{KCl}_{(\text{aq})}$	X	K^+ / Cl^-
cuivre _(s)	X	électrons
$\text{CaCl}_2(\text{s})$		
NaBr fondu	X	$\text{Na}^+ / \text{Br}^-$
$\text{CS}_2(\text{l})$		

16. a) Vrai b) Faux c) Vrai 3 x 1 point
 d) $\text{Cl}_2 + 2 \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{KCl}$ 2 points



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

Réponses



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_4Cl | 4) un composé avec un anion polyatomique |

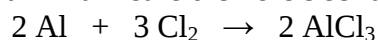
9. (5 points) Complétez le tableau suivant :

<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 :

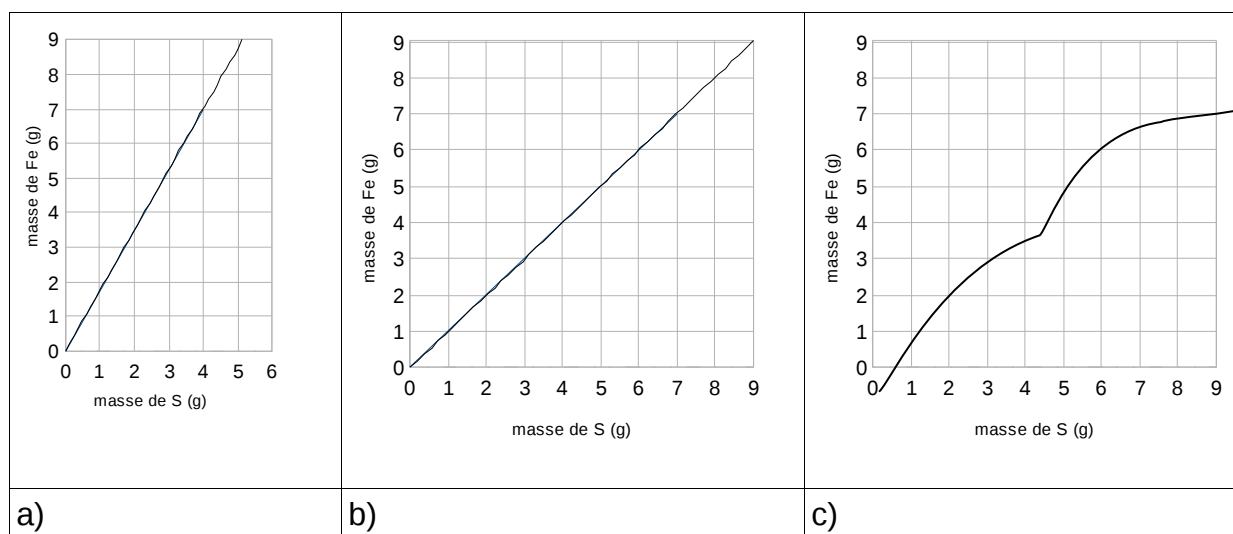
- a) obligatoirement 2 mol d'atomes d'aluminium + 3 mol de dichlore;
- b) obligatoirement 1,5 fois plus de moles d'aluminium que de dichlore;
- c) des quantités quelconques d'aluminium et de dichlore.

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'hémipentaoxyde 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 H_2O dans l'eau pure ? *Entourez la bonne réponse.*

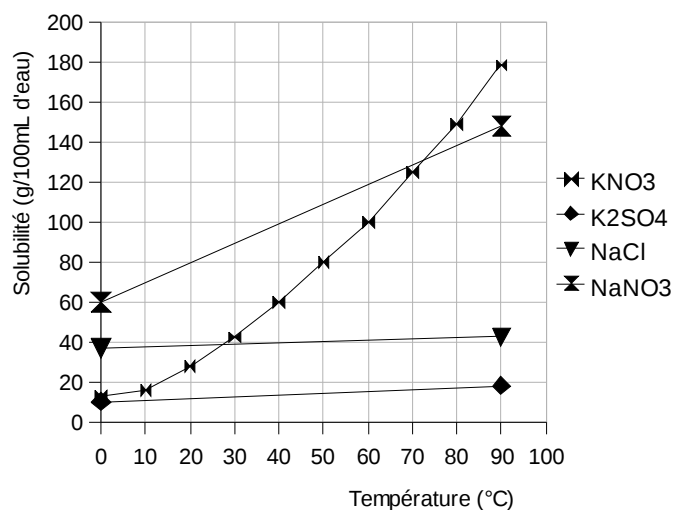
- 55,5 mol/L
- 18 mol/L
- 0,018 mol/L
- 1000 mol/L
- 1 mol/L

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 KNO_3 ?
- On chauffe 250 mL d'eau pure à la température de 60 °C. On ajoute un excès de KNO_3 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 KNO_3 solide se sera déposée au fond du bécher ?



REPONSES

1. a) **GeO₂** b) **GeS₂** c) **GeCl₄** 3 x 2 points
 2. 4 x 2 points

a)	b)	c)	d)
4	1	2	3

3. a) **FAUX** b) **FAUX** c) **VRAI** d) **VRAI** 4 x 1 point
 4. a) **FAUX** b) **VRAI** c) **FAUX** d) **FAUX** 4 x 1 point
 5. a) **VRAI** b) **VRAI** c) **VRAI** d) **FAUX** e) **FAUX** f) **VRAI** 6 x 0,5 point
 g) **FAUX** h) **FAUX** i) **FAUX** j) **VRAI** k) **FAUX** l) **FAUX** 6 x 0,5 point
 6. a) 3 points
 7. a) **O et Li** 2 points
 b) **Li₂O** 1 point
 c) **oxyde de lithium** 1 point
 8. 4 x 1 point

a)	b)	c)	d)
2	3	4	1

9. 10 x 0,5 point

<u>Formule</u>	<u>Nom</u>	<u>Fonction (acide, sel, base ou oxyde)</u>
CO ₂	dioxyde de carbone	Oxyde
Ca ₃ (PO ₄) ₂	phosphate de calcium	Sel
NaHSO ₄	hydrogénosulfate de sodium	Sel
FeCl ₃	chlorure de fer (III)	Sel
Cu(OH) ₂	hydroxyde de cuivre (II)	Base

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

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



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2010¹

1^{ère} épreuve -NIVEAU 1 (élèves de cinquième année)

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

A.C.Lg

699 élèves de cinquième année (un peu plus qu'en 2008 et 2009) se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école ; les résultats de 580 élèves nous sont parvenus. Il y a donc toujours beaucoup d'élèves inscrits qui ne participent pas à l'épreuve (pourquoi ?). Comme d'habitude, les copies étaient corrigées par les professeurs. Les élèves devaient répondre à 19 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	8	4	4	3	4	4	4	4	4	7
Moyenne	5,93	2,45	3,69	1,83	3,53	2,85	3,50	2,94	3,06	5,88
%	74,1	61,2	92,2	61,0	88,2	71,2	87,5	73,5	76,5	84,0

N° question	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL
Maximum	3	4	10	4	10	6	4	4	9	100
Moyenne	1,53	2,11	6,70	2,36	5,77	0,96	2,59	3,08	77,64	68,64
%	51,0	52,8	67,0	59,0	57,7	16,0	64,8	77,0	84,9	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). 107 élèves ayant obtenu plus de 83 % ont invités à présenter la deuxième épreuve et 89 se sont présentés.

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

5 questions ont été particulièrement bien réussies : les questions Q3 / 92,2 % (équation de la combustion méthane), Q5 / 88,2 % (généralités sur les propriétés des atomes), Q7 / 87,5 % (atomes constituants des êtres vivants), Q19 / 84,9 % (nom des instruments de laboratoire) et Q10 / 84,0 % (nombre de protons, de neutrons, nombre atomique, nombre de masse).

5 questions ont obtenu une cote entre 80 et 70 % : les questions Q18 / 77,0% (liquide surnageant dans une ampoule à décanter), Q9 / 76,5% (identification d'un produit basique), Q1 / 74,1 % (goût des substances chimiques), Q8 / 73,5 % (correspondance entre mm³ et mL, L) et Q6 / 71,2 % (gaz libéré lors de la réaction Fe + HCl).

4 questions ont obtenu une cote entre 70 et 60 % : Q13 / 67,0 % (géométrie et polarité des molécules), Q17 / 64,8 % (matériel de dilution), Q2 / 61,2 % (gaz majoritaire dans l'atmosphère) et Q4 / 61,0 % (combustion du papier) .

On doit noter de réelles faiblesses (moyennes entre 59,0 et 51 %) dans quelques notions que l'on aurait pu croire bien maîtrisées :

la stoechiométrie de la réaction de préparation du carbure de calcium (Q14 / 59,0 %) ;

la relation concentration, quantité de matière, masse (Q15 / 57,7 %) ;

la pondération d'équations (Q12 / 52,8 %) ;

la notation A_ZX (Q11 / 51,0 %)

Seul résultat « catastrophique », le score obtenu un score à la question 16 / 16,0 % (électrolyse de CuCl₂). L'électrolyse ne ferait-elle plus partie des notions à maîtriser en quatrième ?

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 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 ; Essencia Wallonie ; Essencia 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

Réponses 

Question 1 (8 points)

Au laboratoire, il est formellement interdit de goûter des substances chimiques. Tout juste peut-on en sentir quelques-unes avec beaucoup de précautions. Il en va tout autrement des aliments. Aussi, pour chaque aliment du tableau, pourriez-vous déterminer quel est son goût et quelle est la substance qui en est responsable.

Aliments	Goût	Substance chimique
sucré		
sel		
miel		
citron		
vanille		
sucré light (sucrette)		
boisson au "tonic"		

Goûts : amer, vanillé, sucré, acide, salé

Substances chimiques : acide citrique, glucose, quinine, chlorure de sodium, vanilline, saccharose, aspartame.

Question 2 (4 points)

Quel est le gaz présent majoritairement dans l'atmosphère ?

- a) Le dioxygène
- b) Le dioxyde de carbone
- c) Le diazote
- d) Le dihydrogène

Question 3 (4 points)

Quelle est l'équation correspondant à la combustion du méthane dans l'air ?

- a) $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- b) $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$
- c) $CH_4 + 3 O \rightarrow CO + 2 H_2O$
- d) $CH_4 + 2 N_2 \rightarrow NO_2 + 2 H_2O$

Question 4 (3 points)

La combustion du papier dans l'air ne produit pas l'un de ces composés. Lequel ?

- a) L'eau
- b) Le dioxyde de carbone
- c) Le dioxygène

8 pts

1. Au laboratoire, il est formellement interdit de goûter des substances chimiques. Tout juste peut-on en sentir quelques-unes avec beaucoup de précautions. Il en va tout autrement des aliments. Aussi, pour chaque aliment du tableau, pourriez-vous déterminer quel est son goût et quelle est la substance qui en est responsable.

Aliments	Goût	Substance chimique
sucre		
sel		
miel		
citron		
vanille		
sucre light (sucrette)		
boisson au "tonic"		

Goûts : amer, vanillé, sucré, acide, salé

Substances chimiques : acide citrique, glucose, quinine, chlorure de sodium, vanilline, saccharose, aspartame.

4 pts

2. Quel est le gaz présent majoritairement dans l'atmosphère ?

- a) Le dioxygène
- b) Le dioxyde de carbone
- c) Le diazote
- d) Le dihydrogène

Réponse :

4 pts

3. Quelle est l'équation correspondant à la combustion du méthane dans l'air ?

- a) $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- b) $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$
- c) $CH_4 + 3 O \rightarrow CO + 2 H_2O$
- d) $CH_4 + 2 N_2 \rightarrow NO_2 + 2 H_2O$

Réponse :

3 pts

4. La combustion du papier dans l'air ne produit pas l'un de ces composés. Lequel ?

- a) L'eau
- b) Le dioxyde de carbone
- c) Le dioxygène

Réponse :

4 pts

5. Répondez par vrai ou faux.

- a) La masse d'un atome est uniformément répartie sur tout son volume. VRAI / FAUX
- b) Tous les atomes possèdent le même nombre d'électrons. VRAI / FAUX
- c) Dans la classification périodique, les atomes sont placés par numéros atomiques croissants. VRAI / FAUX
- d) Il existe un seul élément qui ne possède pas d'électrons du tout. VRAI / FAUX

6. Quel gaz se dégage lorsqu'on met en contact du fer et une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ?

4 pts

- a) HCl
- b) O₂
- c) H₂
- d) CO₂

Réponse :

7. Quels sont les principaux atomes constituant les êtres vivants ?

4 pts

- a) carbone, hélium, soufre
- b) phosphore, chlore, hydrogène
- c) carbone, hydrogène, oxygène
- d) azote, oxygène, sodium

Réponse :

8. Un volume de 1 mm³ correspond à :

4 pts

- a) 1 mL
- b) 0,001 L
- c) 0,001 mL
- d) 0,1 L

Réponse :

9. Lequel de ces produits est basique ?

4 pts

- a) Une boisson au cola
- b) La soude caustique
- c) Le jus de citron
- d) L'acide chlorhydrique

Réponse :

10. Complétez le tableau suivant :

7 pts

Ions	Z	e ⁻	n°	p ⁺	A
Na ⁺	11				23
I ⁻				53	127
S ²⁻			16		
Mg ²⁺			12		

11. Complétez le tableau suivant en utilisant la notation A_ZX .
Précisez la nature de X, les valeurs de Z et A ainsi que la charge portée par X.

3 pts

Neutrons	Protons	Electrons	A_ZX
12	11	10	
8	8	10	
20	17	18	

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

4 pts

- a) ... C₃H₆O + ... O₂ → ... CO₂ + ... _____
- b) ... Cl₂ + ... H₂O → ... HClO + ... _____

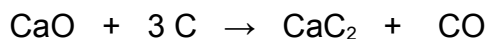
13. Complétez le tableau suivant :

10 pts

Molécule	Représentation de la molécule (symboles de Lewis)	Géométrie	Polarité (cochez)	
			Polaire	Apolaire
NH ₃				
CO ₂				
H ₂ S				
BCl ₃				
CH ₄				

14. Dans l'industrie, on prépare CaC₂ selon la réaction suivante :

4 pts



Pour préparer une tonne de CaC₂, il faut :

- a) 1 tonne de CaO
- b) 3 tonnes de CaO
- c) 1,1 tonne de CaO
- d) 0,87 tonne de CaO

Réponse :

15. On dissout 5 g de Fe₂(SO₄)₃ dans 12,5 mL d'eau

10 pts

- a) Quelle est la concentration en g/L de cette solution ?

Réponse :

- b) Quelle est la concentration en mol/L de cette solution ? (A_r Fe = 56)

Réponse :

- c) Combien de mol de Fe₂(SO₄)₃ contiennent 25 mL de cette solution ?

Réponse :

- d) Quelle masse (en g) de Fe₂(SO₄)₃ contiennent 0,125 mL de cette solution ?

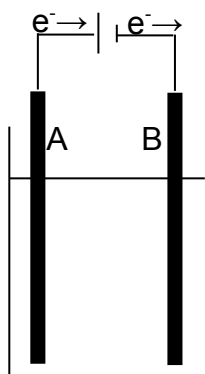
Réponse :

- e) A 25 mL de cette solution, on ajoute 225 mL d'eau.
Que vaut la concentration (en g/L) de cette nouvelle solution ?

Réponse :

- 16.** On réalise l'électrolyse d'une solution de $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ selon le schéma suivant :

6 pts



Quelles réactions subissent les ions Cu^{2+} et Cl^- au niveau des électrodes de graphite A et B ?

Electrode A :

Electrode B :

- 17.** Pour réaliser une dilution précise, l'un de ces éléments de verrerie n'est pas du tout adéquat. Lequel ?

4 pts

- a) Une pipette jaugée
- b) Un ballon jaugé
- c) Un erlenmeyer
- d) Une burette graduée

Réponse :

- 18.** Lorsqu'on introduit deux liquides non miscibles dans une ampoule à décanter, le liquide surnageant sera :

4 pts

- a) Le dernier introduit
- b) Le plus dense
- c) Le plus chaud
- d) Le moins dense

Réponse :

- 19.** Attribuez un nom aux instruments de laboratoire suivants :

9 pts

.....								

Instruments : creuset, mortier, réfrigérant, ballon jaugé, bec bunzen, ampoule à décanter, burette graduée, bécher, erlenmeyer.

Réponses

1.	Aliments	Goût (1 pt pour l'ensemble)	Substance (1 pt pour chacune)
	sucre	sucré	saccharose
	sel	salé	chlorure de sodium
	miel	sucré	glucose
	citron	acide	acide citrique
	vanille	vanillé	vanilline
	sucre light (sucrette)	sucré	aspartame
	boisson au "tonic"	amer	quinine

2. c) Le diazote 4 points
 3. b) $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ 4 points
 4. c) Le dioxygène 3 points
 5. a) FAUX 1 point
 b) FAUX 1 point
 c) VRAI 1 point
 d) FAUX 1 point
 6. c) H_2 4 points
 7. c) carbone, hydrogène, oxygène 4 points
 8. c) 0,001 mL 4 points
 9. b) La soude 4 points
 10. 7 x 1 point

Ions	Z	e ⁻	n°	p ⁺	A
Na ⁺	11	10	12	11	23
I ⁻	53	54	74	53	127
S ²⁻	16	18	16	16	32
Mg ²⁺	12	10	12	12	24

11. 3 x 1 point

Neutrons	Protons	Electrons	${}^A_Z\text{X}$
12	11	10	${}^{23}_{11}\text{Na}^+$
8	8	10	${}^{16}_8\text{O}^{2-}$
20	17	18	${}^{37}_{17}\text{Cl}^-$

12. a) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 4 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ 2 points
 b) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$ 2 points

Molécule	Représentation de la molécule	Géométrie	Polaire	Apolaire
	1 point pour chacune	0,5 points pour chacune	0,5 points pour chacune	
NH ₃		pyramidale	X	
CO ₂		linéaire		X
H ₂ S		coudée ou triangulaire	X	
BCl ₃		triangulaire		X
CH ₄		tétraédrique		X

14. d) 0,87 tonne de CaO 4 points
 15. a) **400 g/L** 2 points
 b) **1 mol/L** 2 points
 c) **0,025 mol** 2 points
 d) **0,05 g** 2 points
 e) **40 g/L** 2 points
 16. Electrode A : $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ 3 points
 Electrode B : $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 3 points
 17. c) Un erlenmeyer 4 points
 18. d) Le moins dense 4 points
 19. 9 x 1 point

mortier	réfrigérant	bécher	ballon jaugé	bec bunzen	erlenmeyer	burette	ampoule à décanter	creuset
---------	-------------	--------	--------------	------------	------------	---------	--------------------	---------

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2011¹1^{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

626 élèves de cinquième année se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école ; c'est une septantaine d'élèves inscrits en moins qu'en 2010 ; seuls les résultats de 551 élèves nous sont parvenus. Il y a donc toujours pas mal d'élèves inscrits qui ne participent pas à l'épreuve ; quelques explications ont été avancées pour expliquer ces désistements : panne d'électricité à l'école, élèves malades ou en excursion, trafic perturbé mais cela n'explique pas tout !

Comme d'habitude, les copies étaient corrigées par les professeurs. Les élèves devaient répondre à 19 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	5	6	5	5	4	8	6	4	5
Moyenne	5,45	3,62	3,00	3,09	3,33	2,13	6,33	4,96	2,19	2,48
%	90,8	72,4	50,0	61,8	66,6	53,2	79,1	82,7	54,7	49,5

N° question	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
Maximum	8	4	4	4	3	5	8	5	5	100
Moyenne	4,42	2,63	2,81	2,35	2,08	3,16	5,08	3,04	1,45	63,57
%	55,2	65,7	70,2	58,8	69,3	63,2	63,5	60,8	28,9	63,6

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 63,6 %, soit une moyenne un peu plus faible que celles obtenues en 2009 (68,6 %) et 2008 (66,9 %).

101 élèves ayant obtenu plus de 77 % ont été invités à présenter la deuxième épreuve ; 77 se sont présentés. L'examen des résultats à la première épreuve appelle les commentaires suivants.

2 questions ont été particulièrement bien réussies : les questions Q1 / 90,8 % (à propos de la mole) et Q8 / 82,7 % (à propos des concentrations). 3 questions ont obtenu une cote entre 80 et 70 % : Q7 / 79,1 % (formules de différents sels), Q2 / 72,4 % (unités, mole, masse molaire) et Q13 / 70,25 % (dissociation en solution). 7 questions ont obtenu une cote entre 70 et 60 % : Q15 / 69,3 % (nomenclature), Q5 / 66,6 % (structure atomique), Q17 / 63,5 % (géométrie et polarité des molécules), Q16 / 63,2 % (nomenclature), Q4 / 61,8 % (structure électronique) et Q18 / 60,8 % (lecture de graphique et solubilité). 5 questions ont obtenu une cote entre 60 et 50 % : Q14 / 58,8 % (rayon ionique), Q11 / 55,2 % (équations bilans), Q9 / 54,7 % (préparation d'une solution de concentration donnée), Q6 / 53,2 % (conversion masse, nombre de particules, mole) et Q3 / 50,0 % (unité de quantité de matière). On peut aussi ajouter à cette catégorie la question Q10 / 49,6 % (concentration et dilution).

Seul résultat « catastrophique », le score obtenu à la question 19 / 28,9 % (appareillage expérimental de mesure de la température d'ébullition).

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 ; 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.

1. (5 points) A. Qu'est-ce qui contient le plus d'atomes ?
 - a) Une mole de CO_2
 - b) Une mole de O_2
 - c) Une mole de CH_4
 B. Qu'est-ce qui a la masse la plus élevée ?
 - a) Une mole de CO_2
 - b) Une mole de O_2
 - c) Une mole de CH_4

2. (5 points) Répondez par vrai ou faux.

a) <i>uma</i> signifie unité de masse atomique	VRAI / FAUX
b) La masse atomique relative n'a pas d'unité	VRAI / FAUX
c) La masse molaire est la masse d'une mole de particules	VRAI / FAUX
d) La concentration massique d'un composé chimique s'exprime en mol/L	VRAI / FAUX
e) Dans les conditions normales de température et de pression (0°C , 101325 Pa), une mole d'un gaz parfait occupe un volume de 24,2 L	VRAI / FAUX

3. (6 points) L'unité de quantité de matière dans le Système International d'Unités (S.I.) est :
 - a) La masse molaire
 - b) La mole
 - c) Le gramme
 - d) Le kilogramme
 - e) La masse moléculaire
 - f) Le mètre cube

4. (5 points) Parmi les couples d'ions ci-dessous, lesquels possèdent le même nombre d'électrons ?
 - a) O^{2-} et F^-
 - b) K^+ et Ca^{2+}
 - c) S^{2-} et Ca^{2+}
 - d) Al^{3+} et O^{2-}
 - e) Cl^- et K^+

5. (5 points) L'iode-131 (^{131}I) est un isotope de l'élément iode ($Z = 53$) employé pour diagnostiquer par scintigraphie les affections de la thyroïde.
 Dans la glande thyroïde se forment des ions iodure ($^{131}\text{I}^-$)
 De combien de protons (p^+), de neutrons (n°) et d'électrons (e^-) est constitué cet ion $^{131}\text{I}^-$?
 - a) $p^+ = 53$, $n^\circ = 78$, $e^- = 53$
 - b) $p^+ = 131$, $n^\circ = 53$, $e^- = 131$
 - c) $p^+ = 53$, $n^\circ = 78$, $e^- = 54$
 - d) $p^+ = 78$, $n^\circ = 53$, $e^- = 78$
 - e) $p^+ = 78$, $n^\circ = 53$, $e^- = 77$

6. **(4 points)** Répondez aux questions suivantes :
- Quelle masse (en g) de H_2O y a-t-il dans 0,5 mol de H_2O ?
 - Combien y a-t-il de mol d'atomes de O dans 0,5 mol de H_2O ?
 - Combien y a-t-il de molécules de H_2O dans 0,5 mol de H_2O ?
 - Combien y a-t-il d'atomes de H dans 0,5 mol de H_2O ?

7. **(8 points)**

a) Indiquez la formule de chacun des composés suivants :

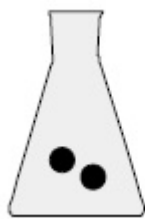
sulfate de potassium	sulfate de calcium	sulfate d'aluminium	sulfate de sodium

b) Parmi ces composés quel est celui dont le pourcentage en masse de soufre est le plus élevé ?

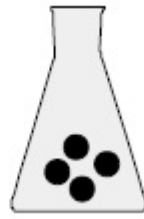
8. **(6 points)** Les dessins ci-dessous représentent des solutions où les molécules dissoutes sont symbolisées par des boules noires. Le volume des solutions est indiqué en-dessous des récipients.



1) $V = 0,4 \text{ L}$



2) $V = 200 \text{ mL}$



3) $V = 30 \text{ cL}$



4) $V = 5 \text{ dL}$

- Quelle est la solution la plus concentrée ?
- Quelles sont les solutions de même concentration ?
- Quelle est la solution qui contient le plus de molécules ?

9. **(4 points)** Au laboratoire de chimie, il fallait préparer une solution de concentration déterminée d'un sel très soluble.

Roger a pesé la masse de soluté nécessaire puis l'a dissoute dans exactement un litre de solvant contenu dans un ballon jaugé (récipient en verre étalonné) d'un litre. Georges a pesé la masse de soluté nécessaire, il l'a introduite dans le ballon jaugé, l'a dissoute dans un peu de solvant puis, après dissolution, il a ajouté du solvant jusqu'au trait de jauge.

Lequel de ces deux élèves a travaillé correctement ?

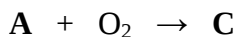
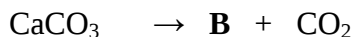
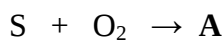
- Roger
- Georges
- Ils ont tous les deux fait leur maximum et méritent une bonne note
- Aucun des deux n'a travaillé correctement

10. **(5 points)** Si l'on introduit 10 mL d'une solution A dans un volume de solvant de 90 mL, on estime que la concentration de la solution finale obtenue est environ :
- 10 fois supérieure à la concentration initiale de la solution A
 - 10 fois inférieure à la concentration initiale de la solution A
 - 9 fois supérieure à la concentration initiale de la solution A
 - 9 fois inférieure à la concentration initiale de la solution A
 - identique à la concentration initiale de la solution A

11. **(8 points)** La combustion du charbon dans les centrales thermiques entraîne souvent la production de dioxyde de soufre à partir des impuretés du charbon contenant l'élément soufre.

Pour éviter ces émanations de dioxyde de soufre, du carbonate de calcium peut être mélangé au charbon avant combustion. Les produits chimiques qui se forment dans la chambre de combustion comprennent alors notamment du sulfate de calcium.

Les équations-bilans (non équilibrées, non pondérées) qui pourraient avoir lieu sont :



Indiquez la formule de :

A :

B :

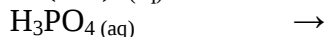
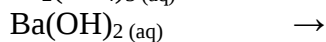
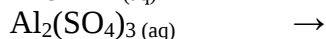
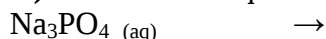
C :

D :

12. **(4 points)** 3,6 g de vapeur d'eau (H_2O) occupent dans les mêmes conditions de température et de pression le même volume que :

- a) 10,3 g de dichlore (Cl_2)
- b) 5,6 g de diazote (N_2)
- c) 15,6 g de dioxyde de soufre (SO_2)
- d) 8,6 g de dioxyde de carbone (CO_2)

13. **(4 points)** Ecrivez l'équation de dissociation ionique en solution aqueuse des composés suivants :



14. **(4 points)** Par rapport au rayon atomique de l'atome de Cl, le rayon ionique de l'ion Cl^- est :

- a) Plus grand
- b) Plus petit
- c) Egal

Par rapport au rayon atomique de l'atome de Mg, le rayon ionique de l'ion Mg^{2+} est :

- a) Plus grand
- b) Plus petit
- c) Egal

15. **(3 points)** Indiquez le nom des composés suivants :

- a) CuO
- b) KClO_2
- c) H_2SO_3

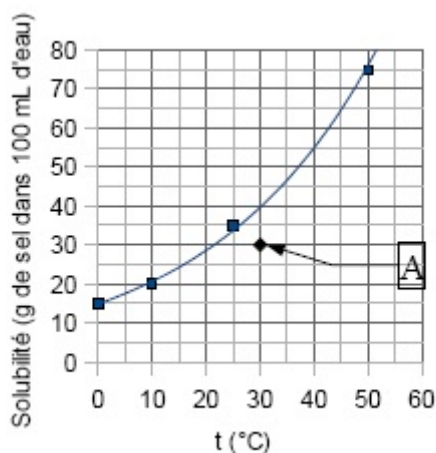
16. **(5 points)** Parmi les molécules ci-dessous, quelle est celle dont le nom usuel se termine par le suffixe -hydrique ?

- a) H_2O
- b) CsOH
- c) H_2S
- d) KCl
- e) H_2SO_4

17. (8 points) Complétez le tableau suivant :

<u>Molécule</u>	<u>Géométrie</u> (linéaire, triangulaire, tétraédrique, pyramidale, angulaire)	<u>Polarité</u> (cochez)	
		<u>Polaire</u>	<u>Apolaire</u>
NH ₃			
CCl ₄			
SO ₃			
H ₂ O			

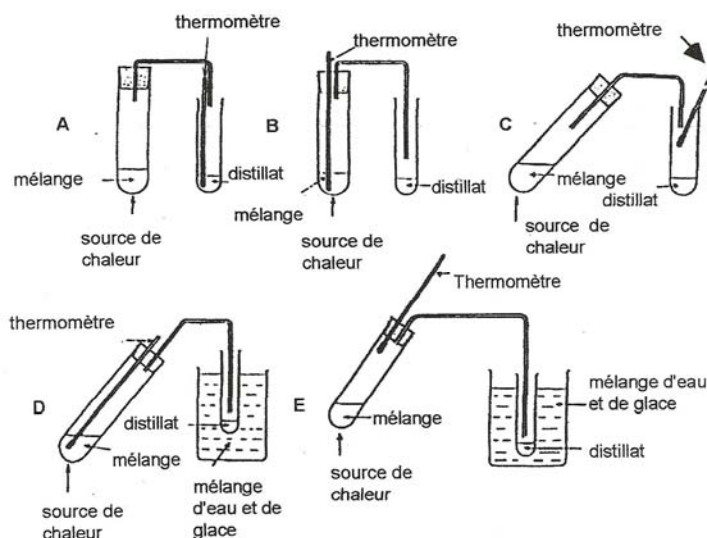
18. (5 points) Le graphique ci-dessous représente la solubilité d'un sel en fonction de la température.



La solution considérée est constituée d'un volume de 100 mL d'eau.

- a) A quelle situation correspond le point A sur ce graphique ?
- 1) Il manque à la solution 10 g de sel pour être saturée
 - 2) La solution est exactement saturée
 - 3) La solution est saturée, mais il y a en plus un dépôt de 10 g de sel
- b) Quelle quantité de sel se déposera si on refroidit jusque 10 °C la solution correspondant au point A ?

19. (5 points) Un élève reçoit 10 cm³ d'un mélange de 2 liquides ayant des températures d'ébullition différentes.
Il doit les séparer par distillation.
Lequel des dispositifs ci-dessous sera le plus approprié si l'élève doit aussi noter la température d'ébullition du liquide le plus volatil.



REPONSES

1. A : c) B : a) 2 x 3 points
2. VRAI VRAI VRAI FAUX FAUX 5 x 1 point
3. b) 1 x 6 points
4. a) b) c) d) e) 5 x 1 point
5. c) 1 x 5 points
6. a) 9 g b) 0,5 mol c) $3 \cdot 10^{23}$ molécules d) $6 \cdot 10^{23}$ atomes 4 x 1 point
7. a) K_2SO_4 $CaSO_4$ $Al_2(SO_4)_3$ Na_2SO_4 4 x 1 point
b) $Al_2(SO_4)_3$ 1 x 4 points
8. a) 3 b) 1 et 2 c) 4 3 x 2 points
9. Georges 1 x 4 points
10. b) 1 x 5 points
11. A : SO_2 B : CaO C : SO_3 D : $CaSO_4$ 4 x 2 points
12. b) 1 x 4 points
13. $Na_3PO_4 (aq) \rightarrow 3 Na^+ + PO_4^{3-}$ 1 point
 $Al_2(SO_4)_3 (aq) \rightarrow 2 Al^{3+} + 3 SO_4^{2-}$ 1 point
 $Ba(OH)_2 (aq) \rightarrow Ba^{2+} + 2 OH^-$ 1 point
 $H_3PO_4 (aq) \rightarrow H^+ + H_2PO_4^-$ 1 point
accepter : $H_3PO_4 (aq) \rightarrow 3 H^+ + PO_4^{3-}$ ou $H_3PO_4 (aq) \rightarrow 2 H^+ + HPO_4^{2-}$
14. Cl : a) Mg : b) 2 x 2 points
15. a) oxyde de cuivre (II) 1 point
b) chlorite de potassium 1 point
c) sulfite d'hydrogène (acide sulfureux) 1 point
16. c) 1 x 5 points

17.

8 x 1 point

<u>Molécule</u>	<u>Géométrie</u>	<u>Polarité</u>	
		<u>Polaire</u>	<u>Apolaire</u>
NH ₃	pyramidale	X	
CCl ₄	tétraédrique		X
SO ₃	triangulaire		X
H ₂ O	angulaire	X	

18. a) 1

3 points

b) 10 g

2 points

19. E

5 points



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 % (stœchiométrie 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 ; ASBr : Bruxelles ; ACL : Louvain-la Neuve ; Didactique des Sciences : Mons-Hainaut) ; le Fonds de Formation des Employés de l'Industrie Chimique ; essenscia Wallonie ; essenscia 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.

- Quel est le nombre de charges élémentaires portées par le noyau de l'atome de fer ?
- Quel est le nombre de charges élémentaires portées par le noyau de l'ion Fe²⁺ ?
- 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) :

- Une solution ionique est toujours électriquement neutre VRAI / FAUX
- Elle contient toujours le même nombre d'ions positifs que négatifs VRAI / FAUX
- 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 :

- peut dissoudre une autre substance
- peut se dissoudre dans une autre substance
- est non miscible avec l'eau

Un soluté est une substance qui :

- peut dissoudre une autre substance
- peut se dissoudre dans une autre substance
- est non miscible avec l'eau

7. **(6 points)** Entourez les bonnes réponses :
 Pour préparer 0,25 mol d'eau, on doit peser :
 a) 18 g d'eau
 b) 0,25 g d'eau
 c) 4,5 g d'eau
- Pour préparer 0,25 mol d'éthanol (C_2H_5OH) de masse volumique $\rho = 0,80 \text{ g/mL}$, on doit mesurer :
 a) 4,3 mL d'alcool
 b) 14 mL d'alcool
 c) 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 $c = 0,5 \text{ mol/L}$ a été diluée 50 fois.
 La solution résultante a une concentration c égale à :
 a) 100 mol/L
 b) 25 mol/L
 c) 0,01 mol/L
10. **(8 points)** Complétez les propositions suivantes :
 a) Le vinaigre est de l'acide très dilué.
 - acétique (éthanoïque) - carbonique - phosphorique - citrique
 b) L'esprit de sel est une solution aqueuse concentrée d'acide
 - sulfurique - nitrique - phosphorique - chlorhydrique
 c) L'acide est l'autre nom de la vitamine C
 - ascorbique - oxalique - borique - tartrique
 d) 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 ?
 a) Arsenic
 b) Etain
 c) Antimoine
 d) Sodium
 e) 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 :
 a) La valeur du nombre d'Avogadro
 b) La masse volumique de cette substance
 c) 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 ?
 a) 1,56 molécules de méthane et 1,56 atomes de carbone et d'hydrogène
 b) $9,38 \cdot 10^{23}$ molécules de méthane, $9,38 \cdot 10^{23}$ atomes de carbone et $3,75 \cdot 10^{24}$ d'hydrogène
 c) $1,56 \cdot 10^{23}$ molécules de méthane, $1,56 \cdot 10^{23}$ atomes de carbone et $6,25 \cdot 10^{23}$ d'hydrogène
 d) 1,56 molécules de méthane, 1,56 atomes de carbone et 6,25 d'hydrogène
 e) $9,38 \cdot 10^{23}$ 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 : $I \rightarrow Br \rightarrow Cl$

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

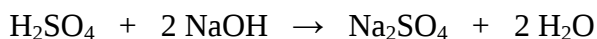
Z	Electronégativité	17	3,0	35	2,8	53	2,5
X	couches e ⁻	Cl	2-8-7	Br	2-8-18-7	I	2-8-18-18-7
Ar	r ^o atomique (10 ⁻¹ nm)	35,45	0,99	79,91	1,14	126,91	1,33

Répondez par vrai ou faux :

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

- | | | |
|----|--|-------------|
| a) | La masse atomique est grande | VRAI / FAUX |
| b) | Le rayon atomique est grand | VRAI / FAUX |
| c) | Le nombre de couches électroniques est grand | VRAI / FAUX |
| d) | Les électrons périphériques sont nombreux | VRAI / FAUX |
| e) | 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 :



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?

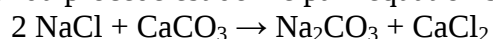
Entourez la bonne réponse.

- 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 :



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.

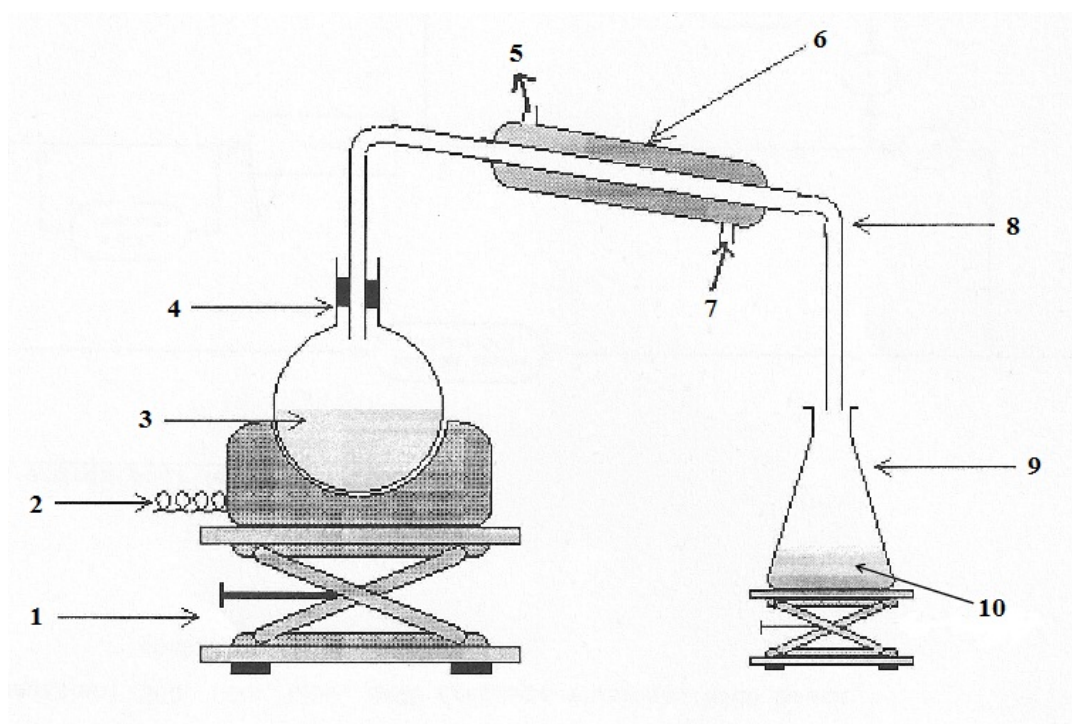
- b) On fait barboter ensuite le dioxyde de carbone dans une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium et d'ammoniac. On obtient de l'hydrogénocarbonate de sodium et du chlorure d'ammonium.
- c) L'hydrogénocarbonate de sodium est ensuite calciné. Il se décompose alors en carbonate de sodium, 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) $2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

- d) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
 e) $2 \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$ (accepter NH_4OH)

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



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2013¹

1^{ère} épreuve - NIVEAU I (élèves de cinquième année)

Damien GRANATOROWICZ, José BONTEMPS, Jean-Claude DUPONT,
Jacques FURNEMONT, Robert HULS, Josiane KINON-IDCZAK,
Sandrine LENOIR, Véronique LONNAY, Liliane MERCINY

859 élèves de cinquième année se sont inscrits au niveau I ; c'est 152 élèves inscrits de plus qu'en 2012 ; notons que quelques élèves de quatrième se sont aussi inscrits. La relève est assurée ! Les résultats de 721 élèves nous sont parvenus, ce qui est nettement plus que l'année dernière.

Il y avait 17 questions (au lieu de 19 en 2012) et, comme d'habitude, les copies étaient corrigées par les professeurs.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

N° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximum	3	6	4	3	6	10	4	6	8	7
Moyenne	2,06	2,68	0,85	1,9	3,98	5,70	2,24	1,18	2,85	4,48
%	68,7	44,7	21,3	63,3	66,3	57,0	56,0	19,7	35,6	64,0

N° question	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL
Maximum	9	5	5	5	5	4	10	100
Moyenne	4,78	2,37	2,59	2,49	2,39	1,66	3,49	47,67
%	53,1	47,4	51,8	49,8	47,8	41,5	34,9	47,67

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 47,67 %, soit une moyenne de 22 % plus faible que celle obtenue en 2012 (61,8 %). Il y a de quoi se poser des questions !

95 élèves ayant obtenu 70 % ou plus ont été invités à présenter la deuxième épreuve ; 74 élèves se sont présentés.

L'examen des résultats à cette 1^{ère} épreuve appelle les commentaires suivants.

Aucune question n'a été bien réussie, toutes les questions ayant obtenu une note inférieure à 70 %.

4 questions ont obtenu une note comprise entre 70 et 60 % : les questions Q1 / 68,7 % (structure atomique), Q4 / 63,3 % (isotopes), Q5 / 66,3 % (séparation d'hydrocarbures liquides) et Q10 / 64,0 % (substances chimiques usuelles).

4 questions ont obtenu une note comprise entre 60 et 50 % : Q6 / 57,0 % (géométrie, polarité des molécules), Q7 / 56,0 % (formules chimiques d'anions), Q11 / 53,1% (quantité de matière, concentration) et Q13 / 51,8 % (propriétés de la mole).

5 questions ont obtenu une note comprise entre 50 et 40 % : Q2 / 44,7 % (nombre atomique, nombre de masse...), Q12 / 47,4 % (relation masse - concentration), Q14 / 49,8 % (formules d'oxydes et caractère ionique), Q15 / 47,8% (stœchiométrie Al + O₂) et Q16 / 41,5 % (pondération d'équations avec SO₂).

2 questions ont obtenu une note comprise entre 40 et 30 % : Q9 / 35,6 % (pondération d'équations), Q17 / 34,9 % (pondération d'équations concernant des engrais azotés).

2 questions ont obtenu un résultat catastrophique : Q3 / 21,3 % (électrons de cœur) et Q8 / 19,7% (nombre d'oxydation).

Les faibles résultats obtenus nous interpellent, car la majorité des notions abordées devraient être bien assimilées. Toutes les questions demandaient cependant une attention et une réflexion soutenues. Les deux résultats "catastrophiques" semblent eux, plus explicables, dans la mesure où les notions d'électrons de cœur et de nombre d'oxydation ne sont peut-être pas vues partout.

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.

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 ; ASBr : Bruxelles ; ACL : Louvain-la Neuve ; Didactique des Sciences : Mons-Hainaut) ; le Fonds de Formation des Employés de l'Industrie Chimique ; essenscia Wallonie ; essenscia Bruxelles ; Prayon S.A.; Solvay ; les Éditions De Boeck ; Le Soir.

QUESTION I (3 points) Donnez le symbole chimique de l'espèce :

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

QUESTION II (6 points) Un ion monoatomique chargé deux fois positivement renferme 20 neutrons dans son noyau. Son noyau possède une charge électrique égale à $3,2 \times 10^{-18}$ coulomb (C)

Sachant que la charge électrique d'un électron est égale à $-1,6 \times 10^{-19}$ C, calculez :

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

QUESTION III (4 points) 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.

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

QUESTION IV (3 points) Le tableau ci-dessous permet d'identifier ces atomes par leur nombre de protons et neutrons.

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 ? :
- b) Lesquels ont le même nombre de masse ? :
- c) Lesquels ont le même nombre d'électrons ? :

QUESTION V (6 points) On souhaite séparer 4 hydrocarbures liquides dont les températures d'ébullition et les masses volumiques sont les suivantes :

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

- a) Quelle est la méthode la plus adaptée pour séparer les constituants de 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^{er}: 2^e: 3^e: 4^e:

QUESTION VI (10 points) Complétez le tableau suivant en indiquant :

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

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

QUESTION VII (4 points) Ecrivez les formules chimiques des anions suivants :

- a) anion phosphate :
- b) anion sulfure :
- c) anion nitrite :
- d) anion monohydrogénocarbonate :

QUESTION VIII (6 points) 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.

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

QUESTION IX (8 points) Complétez et équilibrez (pondérez) les équations suivantes :

- a) SO₂ + H₂O →
- b) CaO + H₂O →
- c) SO₃ + Na₂O →
- d) P₂O₅ + MgO →

QUESTION X (7 points) 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.

	<u>Substance chimique</u>
A	hypochlorite de sodium, NaClO
B	peroxyde d'hydrogène, H ₂ O ₂
C	hydroxyde de sodium, NaOH
D	acide chlorhydrique, HCl
E	méthanol, CH ₃ OH
F	oxyde de calcium, CaO
G	acide acétique, CH ₃ COOH

	<u>Nom usuel</u>
☐	soude caustique
☐	alcool à brûler
☐	chaux (vive)
☐	vinaigre
☐	eau de Javel
☐	esprit de sel
☐	eau oxygénée

QUESTION XI (9 points) La solubilité de la caféine (formule moléculaire C₈H₁₀N₄O₂) 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 expresso (de l'italien *espresso*, extrait par pression)

Un expresso 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.

a) Combien de moles de caféine contient un café expresso de 40 mL ?

Entourez la bonne réponse.

1) $3,1 \times 10^{-4}$ mol 2) 0,093 mol 3) 0,007 mol 4) $5,0 \times 10^{-5}$ mole 5) 0,82 mol

b) *Entourez la (les) proposition(s) correcte(s) parmi les suivantes :*

- 1) Un café expresso est plus concentré en caféine qu'un café allongé
- 2) Il y a plus de caféine dans un café expresso que dans un café allongé
- 3) Un café expresso est moins concentré en caféine qu'un café allongé
- 4) Il y a plus de caféine dans un café allongé que dans un café expresso
- 5) Un café expresso et un café allongé contiennent la même quantité de caféine

c) On considère que l'absorption de plus de $5,4 \times 10^{-3}$ 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

QUESTION XII (5 points) 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 $3,6 \times 10^8$ km³, contiendrait donc une masse d'uranium d'environ :

Entourez la bonne réponse.

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

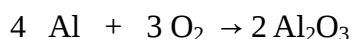
QUESTION XIII (5 points) Entourez la (les) propositions correcte(s).

- a) Une mole de dioxygène O₂ a une masse inférieure à celle d'une mole de trioxygène (O₃)
- 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 °C contient moins d'atomes qu'une mole d'argon à 127 °C.
- d) Il y a moins d'atomes dans une mole du nucléide ¹³N que dans une mole du nucléide ¹⁴N.
- e) Le volume molaire d'un gaz parfait est égal à 22,4 L/mol à une température de 25 °C et sous une pression de 1 atmosphère.

QUESTION XIV (5 points) Soient les trois éléments suivants au degré d'oxydation indiqué entre parenthèse : Al(III), Na(I), Mg(II).

- a) Indiquez pour chacun la formule de l'oxyde correspondant.
Réponse : Réponse : Réponse :
- b) Classez ces oxydes par ordre de caractère ionique décroissant
Réponse : > >

QUESTION XV (5 points) 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 :



Quelle masse de dioxygène est nécessaire pour réagir quantitativement avec 10 g d'aluminium ? Entourez la bonne réponse.

- a) 8,90 g b) 0,278 g c) 7,50 g d) 15,8 g e) 35,6 g

QUESTION XVI (4 points) Le gaz de Lacq (France), constitué de gaz naturel (CH₄) 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) :

- a) Le sulfure d'hydrogène réagit d'abord avec le dioxygène 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 :

QUESTION XVII (10 points) Les engrais azotés

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.

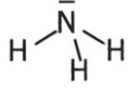
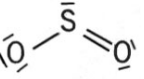
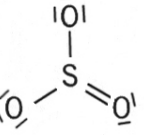
e) Equation :

REPONSES

QUESTION I	a) Mg^{2+}	b) F^-	c) Ne	3 x 1 point
QUESTION II	a) 20	b) 40	c) 18	3 x 2 points
QUESTION III	d) P e) Al		<u>tout juste ou tout faux</u>	4 points
QUESTION IV	a) T, W, Y		<u>tout juste ou tout faux</u>	1 point
	b) V, X		<u>tout juste ou tout faux</u>	1 point
	c) T, W, Y		<u>tout juste ou tout faux</u>	1 point
QUESTION V	a) Distillation			3 points
	b) Hexane; Heptane; Octane; Décane		<u>tout juste ou tout faux</u>	3 points

QUESTION VI

20 x 0,5 point

Substance	Nom	Représentation de Lewis (ne valider que sur la représentation des atomes et des électrons et non sur la géométrie)	Géométrie de la molécule	Molécule polaire
NH ₃	ammoniac		pyramidale à base triangulaire	X
N ₂	diazote	$IN \equiv NI$	linéaire	
SO ₂	dioxyde de soufre		angulaire (coudée)	X
CO ₂	dioxyde de carbone	$O = C = O$	linéaire	
SO ₃	trioxyde de soufre		triangulaire	

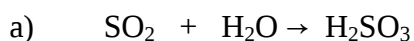
QUESTION VII
QUESTION VIII



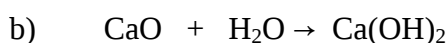
4 x 1 point
6 x 1 point

Nombre d'oxydation	Formule	Nom
-I	HBr	bromure d'hydrogène ou acide bromhydrique
+I	HBrO	hypobromite d'hydrogène ou acide hypobromeux
+V	HBrO ₃	bromate d'hydrogène ou acide bromique

QUESTION IX



2 points



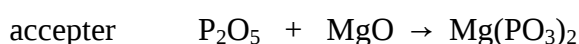
2 points



2 points



2 points



QUESTION X

C E F G A D B

1 point par lettre bien placée

7 points

QUESTION XI

a) 1)

b) 4)

c) 4)

3 x 3 points

QUESTION XII

d)

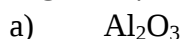
5 points

QUESTION XIII

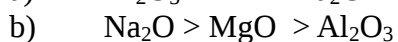
a)

5 points

QUESTION XIV



3 x 1 point



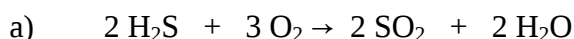
tout juste ou tout faux

2 points

QUESTION XV a)

5 points

QUESTION XVI



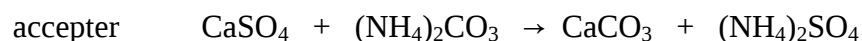
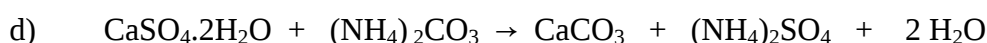
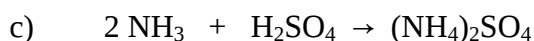
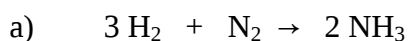
2 points



2 points

QUESTION XVII

5 x 2 points





OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2014¹

1^{ère} épreuve -NIVEAU I (élèves de 5^{ème})

R. CAHAY, G. DINTILHAC, J.C. DUPONT, J. FURNEMONT,
D. GRANATOROWICZ, C. HOUSSIER, S. LENOIR
V. LONNAY, L. MERCINY, M. PETIT, C. STEGEN

712 élèves de cinquième année se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école ; c'est 150 élèves inscrits de moins qu'en 2013 mais environ autant qu'en 2012 ; notons aussi que quelques élèves de quatrième se sont inscrits, assurant la relève ! Les résultats de 647 élèves nous sont parvenus ; c'est quarante de moins que l'année dernière. Comme en 2013, il y avait 17 questions et les copies étaient corrigées par les professeurs.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

N° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximum	5	6	10	5	6	5	4	4	7	4
Moyenne	2,80	3,34	4,82	3,43	3,94	2,57	3,00	3,43	5,79	0,97
%	56,1	55,7	48,2	68,5	65,6	51,4	75,1	85,7	82,8	24,2

N° question	11	12	13	14	15	16	17	Total
Maximum	6	5	8	8	6	5	6	100
Moyenne	3,56	0,91	5,25	6,25	3,11	2,24	4,91	60,32
%	59,4	18,2	65,6	78,1	51,8	44,7	81,9	60,3

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 60,3 %, soit une moyenne d'environ 17 % meilleure que celle obtenue en 2013 (43,6 %), proche de celle obtenue en 2012 (61,8). Les 99 élèves qui ont obtenu 77 % et plus ont été admis à la 2^{ème} épreuve. 88 d'entre eux s'y sont présentés.

L'examen des résultats appelle les commentaires suivants.

Trois questions ont obtenu une note supérieure à 80 % : Q8 / 85,7 % (notion de corps pur), Q9 / 82,9 % (équilibre ou pondération d'équations chimiques), Q17 / 81,9 % (annotation d'un schéma d'appareil). Deux questions ont obtenu une note comprise entre 80 et 70 % : Q14 / 78,1 % (lecture de graphique) et Q7 / 75,1 % (relation ions, nombre atomique, nombre d'électrons). Trois questions ont obtenu une note comprise entre 70 et 60 % : Q4 / 68,5 % (noms chimiques de minéraux), Q5 / 65,6 % (structure électronique et tableau périodique), Q13 / 65,6 % (structure atomique).

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 ; essenscia Wallonie ; essenscia Bruxelles ; Prayon S.A.; Solvay ; les Éditions De Boeck ; Le Soir.

Cinq questions ont obtenu une note comprise entre 60 et 50 % : Q11 / 59,4 % (quantité de matière, concentration), Q1 / 56,1 % (éléments chimiques et leurs applications), Q2 / 55,7 % (phrases à compléter), Q15 / 51,8 % (usages d'instruments chimiques) et Q6 / 51,4 % (structures de Lewis). Deux questions ont obtenu une note comprise entre 50 et 40 % : Q3 / 48,2 % (formules chimiques, nomenclature, masses molaires, quantités de matière) et Q16 / 44,7 % (équations chimiques avec l'acide chlorhydrique). Deux questions ont obtenu un très mauvais score : Q10 / 24,2 % (calcul du nombre de molécules) et Q12 / 18,2 % (concentration).

Les faibles résultats obtenus pour les questions Q10 et Q12 nous interpellent ; pourquoi les élèves ne parviennent-ils pas à calculer le nombre de molécules dans une goutte d'eau ? Aurait-il fallu donner la masse volumique de l'eau ?

Pourquoi ne parviennent-ils pas à calculer une concentration en ions SO_4^{2-} alors qu'on fournit la masse d'alun, le volume d'eau dans lequel on la dissout et la formule chimique de l'alun ?

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

QUESTION I (5 points)

Associer les éléments suivants avec leur application pratique :

Na	Zn	Ti	C	Si	Pb	Li	Al	Cu	W

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| a) batteries de GSM | f) mastic silicone |
| b) mines de crayon | g) corniches, gouttières |
| c) éclairage routier | h) batteries de voiture |
| d) canettes | i) outils de coupe et de forage |
| e) broches, prothèses médicales | k) câbles électriques |

QUESTION II (6 points)

Compléter les phrases suivantes :

Mendeleïev était un chimiste de nationalité qui publia, au siècle une classification des éléments. Les éléments étaient classés par ordre de atomique croissante et, comme aujourd'hui, étaient rangés par colonnes appelées et par lignes appelées On constate que sur une ligne, le rayon atomique quand on se déplace vers la droite. Dans une même colonne, le rayon atomique quand on descend dans le tableau.

Dans une même, les éléments ont des propriétés chimiques semblables.

Les éléments halogènes forment des molécules diatomiques. A température ambiante et pression normale, le Cl_2 est sous forme (état physique), le Br_2 est sous forme (état physique) et le I_2 est sous forme (état physique)

QUESTION III (10 points)

Compléter le tableau suivant :

Formule	Nom	Masse molaire (g/mol)	Nombre de moles	Masse (g)	Nombre de molécules
HNO ₃			0,500		
	hydroxyde de magnésium			2,92	
SO ₃			200		
	nitrite de calcium			661	
K ₂ HPO ₄					6,02.10 ¹⁹

QUESTION IV (5 points)

Donner le nom chimique des minéraux suivants :

- | | |
|--|-----------|
| a) le cinabre (HgS) | Réponse : |
| b) le corindon (Al ₂ O ₃) | Réponse : |
| c) l'aragonite (CaCO ₃) | Réponse : |
| d) le gypse (CaSO ₄ .2H ₂ O) | Réponse : |
| e) le quartz (SiO ₂) | Réponse : |

QUESTION V (6 points)

Répondre par VRAI ou par FAUX (Entourer la bonne réponse)

- | | |
|--|-------------|
| a) Les halogènes sont situés dans la dernière colonne du tableau périodique : | VRAI / FAUX |
| b) Un ion halogénure possède la même structure électronique que le gaz noble situé sur la même ligne : | VRAI / FAUX |
| c) Les alcalins sont situés dans la première colonne du tableau périodique : | VRAI / FAUX |
| d) Un ion alcalin possède la même structure électronique que le gaz noble situé sur la même ligne : | VRAI / FAUX |
| e) Tous les gaz nobles possèdent une couche électronique externe comportant 8 électrons : | VRAI / FAUX |
| f) Les gaz nobles sont dangereux à manipuler car ils sont inflammables : | VRAI / FAUX |

QUESTION VI (5 points)

Dessiner la structure de Lewis des composés suivants :

Substance	Représentation de Lewis
CCl ₄	
NH ₃	
SO ₂	
NaCl	
H ₃ PO ₄	

QUESTION VII (4 points)

Entourer la bonne réponse. Dans une solution ionique, l'analyse chimique montre la présence d'ions de nombre atomique 12 et contenant 10 électrons au total. Il pourrait s'agir d'une solution aqueuse

- de sulfate d'ammonium
- de nitrate de magnésium
- d'hydroxyde de sodium
- de fluorure de manganèse(II)

QUESTION VIII (4 points)

Parmi les échantillons suivants, quel est celui qui correspond à un corps pur ?

Entourer la bonne réponse.

- a) un lingot de zinc
- b) une motte de beurre
- c) un litre d'eau minérale
- d) l'air respiré au sommet du Mont-Blanc

QUESTION IX (7 points)

Equilibrer (pondérer) les équations suivantes :

- a) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{CO} + \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{FeO}$
- c) $\text{Cu}_2\text{S} + \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \text{SO}_2$
- d) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- e) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- f) $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{H}_2$
- g) $\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4$

QUESTION X (4 points)

La goutte est une unité de volume correspondant à 0,0500 mL.

Calculer le nombre de molécules d'eau contenue dans une goutte d'eau pure.

Réponse :

QUESTION XI (6 points)

Une personne doit absorber 75,0 mg de vitamine C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) par jour.

- a) Quelle est la quantité de vitamine C (en mol) correspondante ?

Réponse :

- b) Le jus de fruit qu'elle boit le matin au déjeuner contient de la vitamine C à une concentration de $2,00 \cdot 10^{-3}$ mol/L. Quel volume de jus de fruit cette personne doit-elle boire le matin pour absorber sa quantité quotidienne de vitamine C ?

Réponse :

QUESTION XII (5 points)

Le sulfate d'aluminium forme avec le sulfate de potassium un sel double dont la formule peut être représentée par $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ qu'on appelle "alun de potassium". La concentration en ions SO_4^{2-} dans une solution obtenue en dissolvant 47,4 grammes de sulfate d'aluminium et de potassium hydraté dans 2 litres d'eau désionisée est environ de (Entourer la bonne réponse) :

- a) 0,0250 mol/L b) 0,0500 mol/L c) 0,100 mol/L d) 0,200 mol/L e) 0,500 mol/L

QUESTION XIII (8 points)

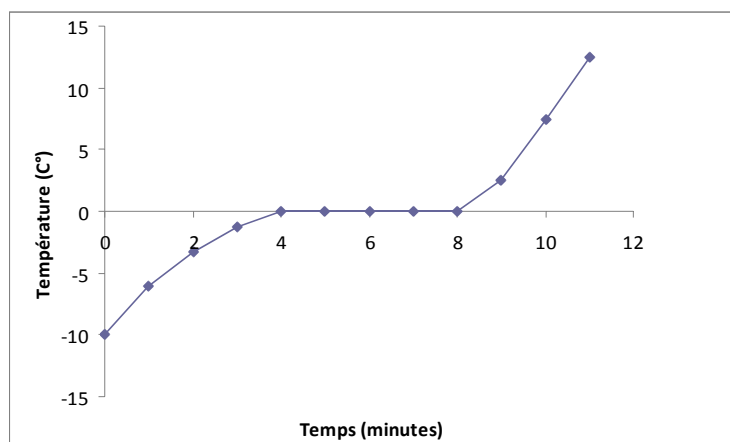
Compléter le tableau suivant :

Ions	Z	e ⁻	n°	p ⁺	A
K ⁺	19				39
F ⁻				9	19
S ²⁻			16		
Ca ²⁺			20		

QUESTION XIV (8 points)

Un chimiste a mesuré, à pression normale, l'évolution au cours du temps de la température d'un échantillon d'eau pure.

Ses résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous :



- Au cours de cette expérience, on a assisté à une (Entourer la bonne réponse) :
Solidification - Fusion
- Quel est l'état physique de l'échantillon pour $t = 2$ minutes ?
Réponse :
- Quel est l'état physique de l'échantillon pour $t = 6$ minutes ?
Réponse :
- Quel est l'état physique de l'échantillon pour $t = 10$ minutes ?
Réponse :

QUESTION XV (6 points)

Choisir parmi les instruments de chimie ci-dessous, le plus approprié pour les usages suivants (Compléter le tableau) :

- Prélever un volume précis d'une solution
- Effectuer un titrage
- Ajouter un volume approximatif d'une solution
- Séparer deux liquides non miscibles
- Préparer un volume précis de solution
- Stocker ou manipuler un volume très approximatif de liquide

QUESTION XVI (5 points)

L'acide chlorhydrique :

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

L'acide chlorhydrique a été découvert au voisinage de l'an 800 par l'alchimiste perse Jabir Ibn Hayyan, qui l'obtint en mélangeant du chlorure de sodium et de l'acide sulfurique en solution.

a) Equation :

Au Moyen Âge, les alchimistes européens connaissaient l'acide chlorhydrique sous le nom d'esprit de sel ou *acidum salis*. La vapeur, le chlorure d'hydrogène, était appelée gaz acide marin. L'ancien nom acide muriatique possède la même origine (muriatique signifie "appartenant au sel ou à l'eau de mer"), et le nom est parfois encore utilisé.

Le chlorure d'hydrogène gazeux est synthétisé par réaction entre le dichlore gazeux et le dihydrogène gazeux. La réaction a lieu dans un brûleur à une température de 2500 °C ; les deux gaz, exempts d'humidité, sont acheminés dans une chambre de combustion où ils réagissent en formant une flamme jaune verdâtre.

b) Equation :

Une autre voie de synthèse du chlorure d'hydrogène consiste en sa coproduction lors de la formation de composés organiques chlorés. Le chlorure d'hydrogène devient alors un sous-produit du procédé comme par exemple lors de la réaction entre le méthane et le dichlore pour former du chloroforme (CHCl_3)

c) Equation :

Le chlorure d'hydrogène est utilisé pour le décapage des aciers avant leur traitement de surface. Le but est d'éliminer l'oxyde de fer (III) recouvrant les aciers par réaction avec le chlorure d'hydrogène. On produit alors du chlorure de fer (III) en solution aqueuse.

d) Equation :

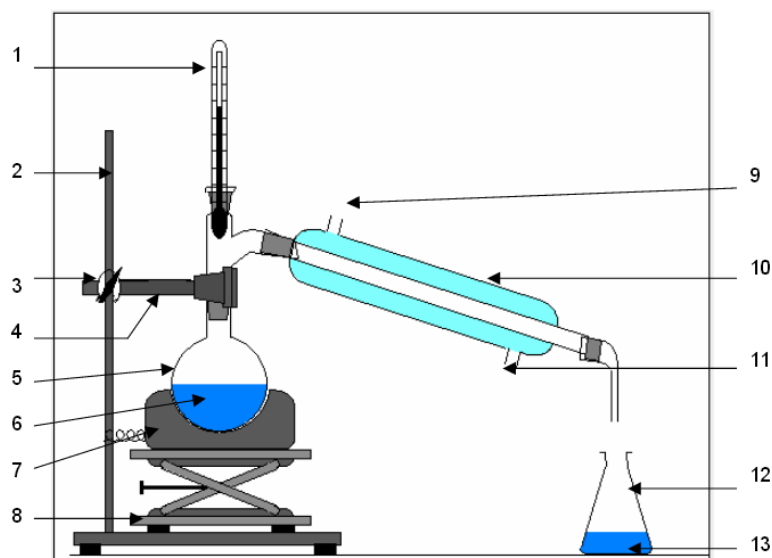
Le chlorure d'hydrogène intervient également dans la fabrication du chlorure de calcium, sel utilisé pour le "déverglaçage" des chaussées. Pour ce faire, on fait réagir une solution concentrée de chlorure d'hydrogène avec de la pierre calcaire. Le dioxyde de carbone produit lors de cette réaction présente une grande pureté et peut donc être utilisé dans l'industrie pharmaceutique ou dans l'industrie alimentaire, par exemple pour la production de boissons gazeuses.

e) Equation :

QUESTION XVII (6 points)

L'écorce d'orange contient dans ses cellules des composés organiques odorants comme le limonène. Ces composés peuvent être extraits efficacement par hydrodistillation.

Pour réaliser cette opération, on introduit un mélange d'écorce d'orange et d'eau dans un ballon que l'on place sur un chauffe-ballon électrique. Sous l'action de la chaleur, les cellules éclatent et libèrent des composés organiques volatils. La vapeur d'eau formée entraîne les composés organiques à l'état gazeux vers le réfrigérant. La condensation de ce mélange gazeux provoque sa séparation en deux phases liquides: une phase organique, huileuse et très odorante, appelée "huile essentielle", contenant la majorité des composés odorants et une phase aqueuse, odorante, appelée "eaux aromatiques", qui n'en contient que très peu.



Annoter le schéma de l'expérience décrite. Compléter le tableau.

support élevateur	entrée d'eau	noix	erlenmeyer	thermomètre	distillat	statif
8						
réfrigérant	sortie d'eau	mélange eau+écorce	pince	chauffe- ballon	ballon rodé	

REPONSES

QUESTION I (10 x 0,5 point)

Na	Zn	Ti	C	Si	Pb	Li	Al	Cu	W
c)	g)	e)	b)	f)	h)	a)	d)	k)	i)

QUESTION II (12 x 0,5 point)

Mendeleïev était un chimiste de nationalité **russe** qui publia, au **19ème** siècle une classification **périodique** des éléments. Les éléments étaient classés par ordre de **masse** atomique croissante et comme aujourd'hui, étaient rangés par colonnes appelées **familles** et par lignes appelées **périodes**. On constate que sur une ligne, le rayon atomique **diminue** quand on se déplace vers la droite. Dans une même colonne, le rayon atomique **augmente** quand on descend dans le tableau.

Dans une même **famille (colonne)**, les éléments ont des propriétés chimiques semblables.

Les éléments halogènes forment des molécules diatomiques. A température ambiante et pression normale, le Cl_2 est sous forme (état physique) **gazeuse**, le Br_2 est sous forme (état physique) **liquide** et le I_2 est sous forme (état physique) **solide**.

QUESTION III (5 x 2 points)

Formule	Nom	Masse molaire (g/mol)	Nombre de moles	Masse (g)	Nombre de molécules
HNO ₃	nitrate d'hydrogène	63,0 (63,02)	0,500	31,5 (31,51)	3,01.10²³
Mg(OH) ₂	hydroxyde de magnésium	58,3 (58,33)	5,01.10⁻²	2,92	3,01.10²²
SO ₃	trioxyde de soufre	80,1 (80,07)	200	16,0.10³ (16020)	12,0.10²⁵
Ca(NO ₂) ₂	nitrite de calcium	132 (132,1)	5,01	661	30,1.10²³
K ₂ HPO ₄	Monohydrogéo-phosphate de potassium	174 (174,18)	1,00.10⁻⁴	1,74.10⁻² (0,017418)	6,02.10 ¹⁹

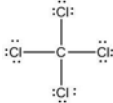
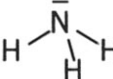
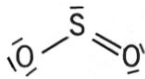
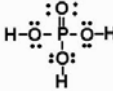
QUESTION IV (5 x 1 point)

- | | | |
|-----------------------------------|---|---------|
| a) sulfure de mercure (II) | | 1 point |
| b) oxyde d'aluminium | <u>accepter sesquioxyde d'aluminium</u> | 1 point |
| c) carbonate de calcium | | 1 point |
| d) sulfate de calcium (dihydraté) | <u>accepter sulfate de calcium</u> | 1 point |
| e) dioxyde de silicium | | 1 point |

QUESTION V (6 x 1 point)

- | | |
|---------|---------|
| a) FAUX | 1 point |
| b) VRAI | 1 point |
| c) VRAI | 1 point |
| d) FAUX | 1 point |
| e) FAUX | 1 point |
| f) FAUX | 1 point |

QUESTION VI (5 x 1 point)

Substance	Représentation de Lewis
CCl ₄	
NH ₃	
SO ₂	
NaCl	$[\text{Na}]^+ [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$
H ₃ PO ₄	

QUESTION VII (4 points) : b)**QUESTION VIII (4 points) : a)****QUESTION IX (7 x 1 point)**

- a) $2 \text{ NH}_3 + 5/2 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ NO} + 3 \text{ H}_2\text{O}$ 1 point
- b) $\text{CO} + \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + 3 \text{ FeO}$ 1 point
- c) $\text{Cu}_2\text{S} + 2 \text{ Cu}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{ Cu} + \text{SO}_2$ 1 point
- d) $\text{CH}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{ H}_2$ 1 point
- e) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 1 point
- f) $\text{Fe} + 2 \text{ HCl} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 + 2 \text{ Cl}^-$ 1 point
- g) $3 \text{ Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4$ 1 point

QUESTION X (4 points) : $1,67 \times 10^{21}$ molécules**QUESTION XI (2 x 3 points)**

- a) $4,26 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 3 points
- b) 213 mL 3 points

QUESTION XII (5 points) : c)

QUESTION XIII (4 x 2 points)

ions	Z	e ⁻	n°	p ⁺	A
K ⁺	19	18	20	19	39
F ⁻	9	10	10	9	19
S ²⁻	16	18	16	16	32
Ca ²⁺	20	18	20	20	40

QUESTION XIV (4 x 2 points)

- | | |
|---------------------|----------|
| a) Fusion | 2 points |
| b) Solide | 2 points |
| c) Solide + liquide | 2 points |
| d) Liquide | 2 points |

QUESTION XV (6 x 1 point)

b)	c)	f)	a)	d)	e)
----	----	----	----	----	----

QUESTION XVI (5 x 1 point)

- a) $2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HCl}$
 (accepter $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$)
- b) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$
- c) $\text{CH}_4 + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CHCl}_3 + 3 \text{HCl}$
- d) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- e) $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

QUESTION XVII (12 x 0,5 point)

support élevateur	entrée d'eau	noix	erlenmeyer	thermomètre	distillat	statif
8	11	3	12	1	13	2
réfrigérant	sortie d'eau	mélange eau+écorce	pince	chauffe- ballon	ballon rodé	
10	9	6	4	7	5	



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2015¹

1^{ère} épreuve -NIVEAU 1 (élèves de 5^{ème} année)

par Damien Granatorowicz, Carine Stegen, Gaëlle Dintilhac, Liliane Merciny, Véronique Lonnay, Sandrine Lenoir, Madeleine Petit, René Cahay, Jean-Claude Dupont, Jacques Furnémont et Claude Houssier.

683 élèves de cinquième année se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école ; c'est une trentaine d'élèves inscrits de moins qu'en 2014 (712) ; notons aussi que 14 élèves de quatrième se sont inscrits à l'épreuve de 5^{ème}, assurant la relève ! Les résultats de 600 élèves nous sont parvenus ; c'est une cinquantaine de moins que l'année dernière (647). Voilà donc deux années de suite que le nombre d'inscrits en cinquième est en baisse. Il est vrai que 2013 avait été une année exceptionnelle.

Comme en 2014, l'épreuve était notée sur 100 points et les élèves devaient, en 2 h, répondre à 17 questions ; les copies étaient corrigées par les professeurs.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

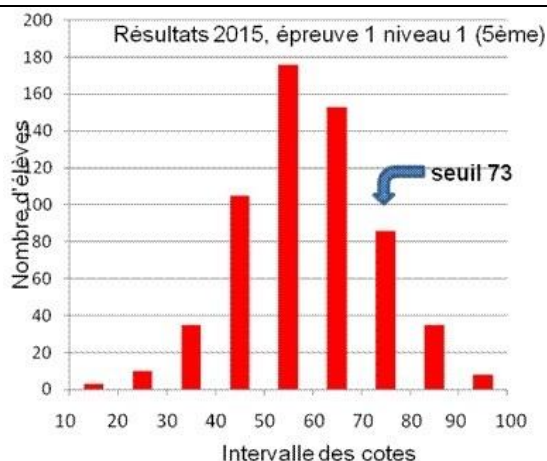
N° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximum	4	4	4	5	6	10	5	6	6	5
Moyenne	3,01	2,25	1,14	0,53	4,64	5,94	2,10	3,99	4,89	1,37
%	75,20	56,35	28,38	10,62	77,33	59,38	42,02	66,50	81,51	27,36

N° question	11	12	13	14	15	16	17	Total
Maximum	10	5	5	6	5	8	6	100
Moyenne	9,27	2,76	1,37	2,85	4,09	4,20	3,90	58,28
%	92,66	55,11	27,36	47,45	81,82	52,50	64,93	58,28

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 58,28 % soit une moyenne proche que celle obtenue en 2014 (60,3 %).

Sur l'histogramme des résultats ci-contre, on voit que les pics se situent aux alentours de 50 à 70 % des points et comprennent environ 330 élèves sur les 600 qui ont participé à l'épreuve.

Les 103 élèves qui ont obtenu 73 % et plus ont été admis à la 2^{ème} épreuve. 89 d'entre eux s'y sont présentés.



¹ Avec le soutien de la Politique scientifique fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Communauté Germanophone de Belgique ; Solvay ; Le Soir ; Prayon sa ; les Editions De Boeck ; Larcier ; Tondeur ; essenscia Wallonie; essenscia Bruxelles ; Co-valent ; la Société Royale de Chimie ; la Région Bruxelloise ; les Universités Francophones.

L'examen des résultats appelle les commentaires suivants.

- Trois questions ont donné de très bons résultats : Q11 / 92,66 % (équilibre / pondération d'équations) ; Q15 / 81,82 % (propriétés des gaz) ; Q9 / 81,51 % (concentrations).
- 4 questions ont obtenu des résultats plus que satisfaisants : Q5 / 77,33 % (composés du gallium) ; Q1 / 75,20 % (structure électronique) ; Q8 / 66,50 % (calculs de masses et de quantités de matière) ; Q17 / 64,93 % (appareillage et acide benzoïque).
- 4 questions ont donné des résultats suffisants : Q6 / 59,38 % (nomenclature, structure de Lewis, polarité des molécules) ; Q2 / 56,35 % (évolution dans le tableau périodique) ; Q12 / 55,11 % (combustion du butane et calculs stœchiométriques) ; Q16 / 52,50 % (lecture de graphique).
- Les résultats aux 6 autres questions étaient totalement insuffisants, voire très mauvais : Q14 / 47,45 % (équilibre / pondération d'équations) ; Q7 / 42,02 % (masse volumique de la vapeur d'eau) ; Q3 / 28,38 % (électrons de cœur) ; Q10 / 27,36 % (dilution) ; Q13 / 27,36 % (stœchiométrie) ; Q4 / 10,62 % (formules chimiques).

Avec une moyenne générale de 58,28 %, on peut considérer que les élèves inscrits maîtrisaient les matières abordées.

Toutefois, bien que leurs formulations soit inhabituelle, les résultats obtenus aux questions sur les électrons de cœur (Q3 / 28,38 %) et la dilution (Q10 / 27,36 %) interpellent car il s'agit de matières généralement bien maîtrisées. La notion d'électron de cœur aurait-elle disparu ?

Que dire alors du résultat à la question Q4 (10,62 %) où il fallait identifier une formule incorrecte (NaF_2) parmi 5 formules chimiques proposées. Il se peut que la présence de NaBH_4 ait perturbé les élèves ! Les rédacteurs avaient d'ailleurs hésité sur le choix de ce composé.

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

QUESTIONS

QUESTION I (4 pts)

- a) Un ion sulfure dont le nombre de masse est 32 possède (*entourez la bonne réponse*)
- (i) 16 électrons ; 16 protons ; 16 neutrons
 - (ii) 16 électrons ; 14 protons ; 16 neutrons
 - (iii) 18 électrons ; 16 protons ; 16 neutrons
- b) L'élément X possède les 4 isotopes suivants :
- $${}^{11}_6\text{X} \quad {}^{12}_6\text{X} \quad {}^{13}_6\text{X} \quad {}^{14}_6\text{X}$$
- Quel est le nom de cet élément ?
- c) Ces 4 isotopes possèdent (*entourez la bonne réponse*) :
- (i) 6 protons et 6 électrons
 - (ii) 6 protons et 6 neutrons
 - (iii) 6 neutrons et 6 électrons
- d) L'isotope ${}^{13}_6\text{X}$ possède (*entourez la bonne réponse*) :
- (i) 6 électrons ; 7 protons ; 6 neutrons
 - (ii) 6 électrons ; 6 protons ; 6 neutrons
 - (iii) 6 électrons ; 6 protons ; 7 neutrons

QUESTION II (4 pts)

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

- 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

QUESTION III (4 pts)

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*).

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

QUESTION IV (5 pts)

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

- a) Na₂O b) NaCl c) NaF₂ d) Na₂O₂ e) NaBH₄ f) NaOCl

QUESTION V (6 pts)

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".

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

QUESTION VI (10 pts)

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.

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

QUESTION VII (5 pts)

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

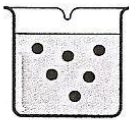
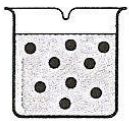
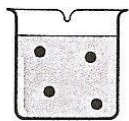
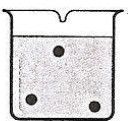
QUESTION VIII (6 pts)*(arrondissez votre réponse à l'unité)*

- a) Calculez la masse (en g) de 4,00 moles de Na_3PO_4 .
 b) Combien de moles contiennent 700 g de HCl ?
 c) Quelle masse de Al_2O_3 contient 50,0 g d'oxygène ?

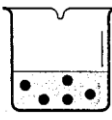
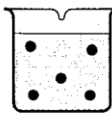
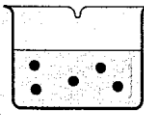
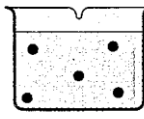
QUESTION IX (6 pts)

- 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	 BECHER A (1,00 L)  BECHER B  BECHER C  BECHER D
---	---

- 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 :	 BECHER A (0,500 L)  BECHER B (1,00 L)  BECHER C (1,50 L)  BECHER D (2,00 L)
--	---

QUESTION X (5 pts)

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

(Entourez la bonne réponse)

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

QUESTION XI (10 pts)

Équilibrez (pondérez) les équations suivantes :

- 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) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$

QUESTION XII (5 pts)

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



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

QUESTION XIII (5 pts)

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.

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

QUESTION XIV (6 pts)

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

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

QUESTION XV (5 pts)

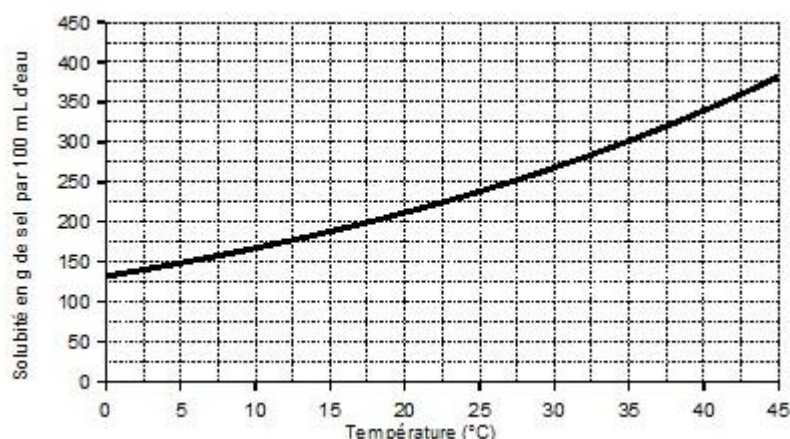
Associez les propositions suivantes avec les gaz correspondants (*complétez le tableau*).

- 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_2S	H_2	CO	CO_2	O_2

QUESTION XVI (8 pts)

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.



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 ?

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 ?

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 ?

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 ?

QUESTION XVII (6 pts)

Le mode opératoire suivant décrit la synthèse de l'acide benzoïque ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) par oxydation du benzaldéhyde ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$) à l'aide du permanganate de potassium (KMnO_4).

"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 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$) 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_4) 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_2) 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 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) 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_4	
	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.

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

REPONSES

QUESTION I (4 pts)

a) **iii)** b) **carbone** c) **i)** d) **iii)** 4 x 1 point

QUESTION II (4 pts)

VRAI ; VRAI ; VRAI ; FAUX 4 x 1 point

QUESTION III (4 pts)

d)

QUESTION IV (5 pts)

c) NaF₂

QUESTION V (6 pts)

a) **Ga₂O₃** b) **Ga₂S₃** c) **GaCl₃** 3 x 2 points

QUESTION VI (10 pts)

20 x 0,5 point

Formule	Nom	Structure de Lewis	Géométrie	Polaire	Apolaire
CO ₂	dioxyde de carbone	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{O}=\text{C}=\text{O} \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$	linéaire		X
BCl ₃	trichlorure de bore	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{Cl} \quad \text{B} \quad \text{Cl} \\ \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{Cl} \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$	triangulaire		X
HCN	cyanure d'hydrogène (ou acide cyanhydrique)	H-C≡N:	linéaire	X	
SiCl ₄	tétrachlorure de silicium	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{Cl} \quad \text{Si} \quad \text{Cl} \\ \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{Cl} \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$	tétraédrique		X
PH ₃	hydrure de phosphore	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{P} \quad \text{H} \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{H} \end{array}$	pyramidale	X	

QUESTION VII (5 pts)

a)

QUESTION VIII (6 pts)

a) **656 g** b) **19 mol** c) **106 g** 3 x 2 points

QUESTION IX (6 pts)

- a) BECHER B : 1,50 L ; BECHER C : 0,666 L ; BECHER D : 0,500 L
 b) D ; C ; B ; A

QUESTION X (5 pts)

- b) 240 mL

QUESTION XI (10 pts)

- a) $\text{Cu}_2\text{S} + 2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CuO} + \text{SO}_2$
 b) $3 \text{Mg} + 2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 + 3 \text{H}_2$
 c) $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$
 d) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$
 e) $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$

QUESTION XII (5 pts)

- a)

QUESTION XIII (5 pts)

- c)

QUESTION XIV (6 pts)

- a) $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 b) $2 \text{KNO}_3 + \text{S} + 3 \text{C} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 3 \text{CO}_2 + \text{N}_2$

QUESTION XV (5 pts)

d)	c)	e)	a)	b)
H ₂ S	H ₂	CO	CO ₂	O ₂

QUESTION XVI (8 pts)

- a) 10,0 g b) 35,0 °C c) 17,5 °C d) 10,0 g 4 x 2 points

QUESTION XVII (6 pts)

- a) 8 x 0,5 point

Légendes	Numéros
solution de KMnO ₄	6
entrée eau réfrigérant	3
sortie eau réfrigérant	1
support élévateur	8
mélange soude + benzaldéhyde	4
réfrigérant	2
ampoule d'addition	5
chauffe - ballon	7

- b) *accepter toute proposition renfermant les réactifs et produits suivants :*
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{MnO}_2$ 1 point
- c) MnO_2 *accepter* MnO_2 + pierre ponce 1 point