



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2006¹

NIVEAU 1 (élèves de cinquième année)

Première épreuve : QUESTIONS

par

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

693 élèves de cinquième se sont inscrits au niveau I et ont présenté la première épreuve dans leur école. Ils devaient répondre à 15 questions en 1h40 et pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable mais aucun document personnel. Cette première épreuve, cotée sur 100 points a permis de sélectionner une centaine d'élèves appelés à résoudre des problèmes lors d'une deuxième épreuve.

N.B. Chaque fois qu'il est question de volumes gazeux, ceux-ci sont supposés mesurés à $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $P = 101325\text{ Pa}$ (CNTP).

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

N° question	1	2	3	4	5	6	7	8
Maximum	10	5	11	10	5	6	5	6
Moyenne	5,5	4	5,9	7,3	3,8	4,4	2,7	5,1
%	55	80	53,6	73	76	73,3	54	85

N° question	9	10	11	12	13	14	17	TOTAL
Maximum	6	5	6	8	6	5	6	100
Moyenne	1,3	3,8	5,2	6,3	3,3	4,3	5,1	67,97
%	21,7	76	86,7	78,8	55	86	85	68

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 68 %, soit une moyenne un peu inférieure à celle obtenue en 2005 (72,9%).

On peut se montrer satisfait des résultats obtenus ; la matière de 4^{ème} est bien maîtrisée par les participants.

Il faut toutefois relever des faiblesses :

- dans la détermination de la formule moléculaire de deux molécules organiques et l'écriture de leur formule développée (Q1, 55 %)
- dans une question de stœchiométrie faisant intervenir la notion de rendement (Q7, 54 %)
- dans la question détaillant l'expérience de Rutherford (Q18, 55 %)
- et surtout dans le calcul de la formule du sulfate de cuivre hydraté (Q9, 21,7 %).

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 ; Fedichem Wallonie ; Fedichem 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.

1. (10 pts) A l'aide des équations chimiques pondérées suivantes, déterminez la formule moléculaire du composé X et du composé Y.



Composé X :



Composé Y :

Proposez ensuite deux formules développées (symboles de Lewis) représentant deux molécules différentes en accord avec la formule moléculaire du composé X.

Formule 1 :

Formule 2 :

2. (5 pts) Répondez par vrai ou par faux :

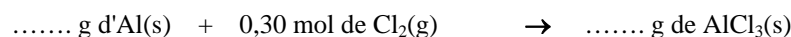
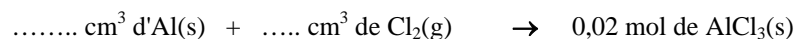
- Un atome est constitué de nucléons et d'électrons.
- La charge négative qui apparaît sur un atome résulte de la perte d'électrons.
- La concentration molaire d'une solution désigne le rapport entre le nombre de mole de soluté dissous et le volume de la solution.
- La masse du noyau d'un atome est égale à la masse du proton multipliée par le nombre atomique Z de cet atome.
- Dans les conditions normales de température et de pression, le volume occupé par une mole de gaz est égal à 22,4 mL.

a)	b)	c)	d)	e)

3. (11 pts) L'aluminium (masse volumique = 2,7 kg dm⁻³) réagit avec le dichlore gazeux suivant l'équation :
 Al(s) + Cl₂(g) → AlCl₃(s)

Pondérez (équilibrez) cette équation.

Complétez les propositions suivantes :



4. (10 pts) Complétez le tableau suivant :

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

5.² (5 pts) En introduisant 100 mmol de carbone incandescent dans un flacon contenant 40,0 mmol de dioxygène, il restera à l'état final :

Entourez la bonne réponse.

- 40,0 mmol de C et 0,0 mmol de O₂
- 60,0 mmol de C et 0,0 mmol de O₂
- 80,0 mmol de C et 20,0 mmol de O₂

Ecrivez l'équation de la réaction :

² Tiré de : Physique Chimie 2de, Collection Galiléo, BORDAS

6. (6 pts) Les atomes suivants : $^{12}_6\text{X}$ $^{13}_6\text{Y}$ $^{14}_6\text{Z}$

- a) appartiennent au même élément chimique ;
- b) sont des isotopes ;
- c) ont le même nombre de masse ;
- d) ont le même nombre d'électrons ;
- e) ont le même nombre de nucléons ;
- f) ont le même nombre de neutrons.

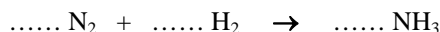
Répondez par vrai ou par faux :

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

7. (5 pts) En utilisant 24 g de H_2 avec un excès de N_2 , quelle sera la masse de NH_3 obtenu si le rendement de la réaction est de 75 % ?

Le rendement d'une réaction est égal à 100% lorsque l'entièreté du réactif en défaut est transformée en produit.

Equilibrez (pondérez) l'équation.



Masse de NH_3 :

8. (6 pts) Le NO_2 est appelé "dioxyde d'azote". On utilise le préfixe "di" parce que :

- a) l'atome d'azote a une masse plus faible que l'atome d'oxygène ;
- b) le rapport entre le nombre d'atomes d'oxygène et le nombre d'atomes d'azote est égal à 1/2 ;
- c) le chlore et l'oxygène sont des atomes métalliques ;
- d) l'oxygène est plus électronégatif que l'azote ;
- e) le rapport entre le nombre d'atomes d'azote et le nombre d'atomes d'oxygène est égal à 1/2 ;
- f) l'air contient plus d'azote que d'oxygène.

Répondez par vrai ou faux :

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

9. (6 pts) Soit le composé suivant dont la formule est $\text{CuSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$.

Cette formulation signifie que, lors de la formation du cristal de sulfate de cuivre aux dépens des ions dissous, les ions constitutifs du cristal restent entourés d'un certain nombre de molécules d'eau ; il se forme ainsi des cristaux hydratés. Cette hydratation est responsable de leur coloration bleue. Ainsi, les cristaux bleus de sulfate de cuivre chauffés perdent leur eau d'hydratation et deviennent blancs.

On a vérifié ainsi que 12,47 g de ce composé contenait 4,5 g de H_2O .

Déterminez la valeur de x :

$M_r(\text{Cu}) = 63,5$

Entourez la bonne réponse : x = 1 2 3 4 5 6

10. (5 pts) On dispose d'une solution aqueuse à 8,197 g/L en Na_3PO_4 . On désire engager 0,15 mol de Na_3PO_4 dans une réaction chimique. Pour ce faire, quel volume de la solution faut-il mettre en œuvre ?

Entourez la bonne réponse :

- a) 2,0 L
- b) 1,0 L
- c) 0,50 L
- d) 0,25 L
- e) 0,20 L
- f) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte.

11. (6 pts) Complétez le tableau suivant:

<u>Nom</u>	<u>Formule</u>	<u>Fonction chimique</u> (Acide, hydroxyde, oxyde acide, oxyde métallique ou sel)	<u>Masse molaire</u> (g/mol)
dioxyde de carbone			
	CaSO ₄		
nitrite de potassium			
	Mg(OH) ₂		

12. (8 pts) Répondez par vrai ou par faux :

- a) P⁻, S²⁻ et Cl ont la même structure électronique.
 b) O²⁻, N et F⁻ ont la même structure électronique.
 c) K⁺, Ca²⁺ et Ar ont la même structure électronique.
 d) Al³⁺, F⁻ et Ne ont la même structure électronique.

a)	b)	c)	d)

13. (6 pts) En bombardant de minces feuilles d'or avec des particules α émises par une substance radioactive, Rutherford observa que la plupart des particules traversaient les feuilles métalliques en étant à peine déviées. Une sur cent mille subissait une déviation notable.

L'épaisseur des feuilles utilisées était proche de $5,00 \times 10^{-7}$ m tandis que l'atome d'or assimilé à une sphère a un diamètre de $3,00 \times 10^{-10}$ m. A l'état solide, un élément est considéré comme un empilement régulier d'atomes en contact.

Déterminez le nombre de couches d'atomes d'or constituant les feuilles.

Réponse : couches

Quelle propriété de la matière est ainsi mise en évidence ?

Entourez la (les) bonne(s) réponse(s) :

- a) la matière est essentiellement composée de vide ;
 b) le rayon de l'atome est sensiblement plus grand que le rayon du noyau ;
 c) l'or possède une très faible densité.

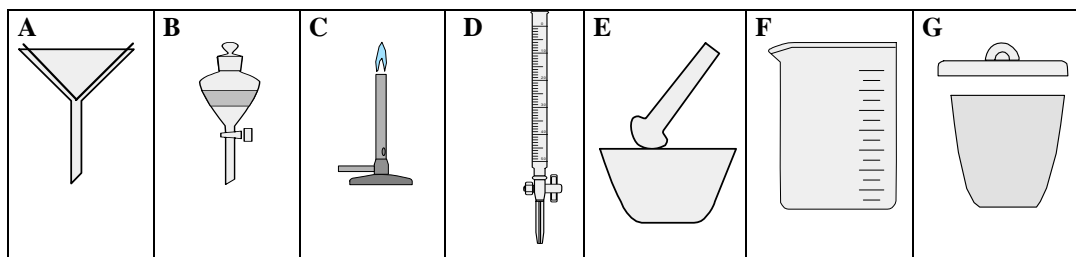
14. (5 pts) Quelle est l'équation chimique correspondant à la dissociation du nitrate de calcium solide dans l'eau :

Entourez la bonne réponse :

- a) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^{2-}(\text{aq})$
 b) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^-(\text{aq})$
 c) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{NO}_3^{2-}(\text{aq})$
 d) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^{2-}(\text{aq})$
 e) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Ca}^+(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^{2-}(\text{aq})$
 f) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte.

15. (6 pts) Quel instrument faut-il utiliser pour réaliser les opérations suivantes ?

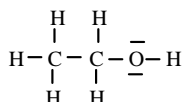
	<u>Schéma</u>
Prélever environ 100 mL d'une solution.	
Chauffer un tube à essai en Pyrex	
Réduire un solide en poudre	
Séparer un solide d'un liquide	
Séparer deux phases liquides distinctes	
Réaliser un titrage	



RÉPONSES AUX QUESTIONS

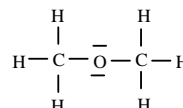
1. Composé X : C_2H_6O 3 points
 Composé Y : C_4H_8 3 points

Formule 1 :



2 points ;

Formule 2 :



2 points

2. 1 point par réponse

a)	b)	c)	d)	e)
V	F	V	F	F

3. $1 (2) \text{ Al (s)} + 3/2 (3) \text{ Cl}_2 \text{ (g)} \rightarrow 1 (2) \text{ AlCl}_3 \text{ (s)}$ 2 points
 $0,15 \text{ mol d'Al (s)} + 0,225 \text{ mol de Cl}_2 \rightarrow 20 \text{ g de AlCl}_3 \text{ (s)}$ 3 points
 $0,2 \text{ cm}^3 \text{ d'Al (s)} + 672 \text{ cm}^3 \text{ de Cl}_2 \rightarrow 0,02 \text{ mol de AlCl}_3 \text{ (s)}$ 3 points
 $5,4 \text{ g d'Al (s)} + 0,3 \text{ mol de Cl}_2 \rightarrow 26,7 \text{ g de AlCl}_3 \text{ (s)}$ 3 points

4. 1 point pour la représentation ; 0,5 pour la géométrie ; 0,5 pour la polarité

Molécule	Représentation de la molécule	Géométrie	Polaire	Apolaire
NH ₃		pyramidale	X	
CO ₂		linéaire		X
H ₂ S		coudée	X	
BCl ₃		triangulaire		X
CH ₄		tétraédrique		X

5. b) 60,0 mmol de C et 0,0 mmol de O₂ 3 points

Equation : $C + O_2 \rightarrow CO_2$ 2 points

6. 1 point par réponse

a)	b)	c)	d)	e)	f)
V	V	F	V	F	F

7. $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$ 2 points
 Masse de NH_3 : 102 g 3 points

8. 1 point par réponse

a)	b)	c)	d)	e)	f)
F	F	F	F	V	F

9. $x = 5$ 6 points

10. f) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte. 5 points

11. 0,5 point par réponse

<u>Nom</u>	<u>Formule</u>	<u>Fonction chimique</u> (Acide, hydroxyde, oxyde acide, oxyde métallique ou sel)	<u>Masse molaire</u>
dioxyde de carbone	CO_2	oxyde acide	44
sulfate de calcium	CaSO_4	sel	136
nitrite de potassium	KNO_2	sel	85
hydroxyde de magnésium	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	hydroxyde	58

12. 2 points par réponse

a)	b)	c)	d)
F	F	V	V

13. Réponse : 1667 couches 2 points
 a) la matière est essentiellement composée de vide ; 2 points
 b) le rayon de l'atome est sensiblement plus grand que le rayon du noyau ; 2 points

14. b) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^-(\text{aq})$ 5 points

15. 1 point par réponse

	<u>Schémas</u>
Prélever environ 100 mL d'une solution.	F
Chauffer un tube à essai en Pyrex	C
Réduire un solide en poudre	E
Séparer un solide d'un liquide	A
Séparer deux phases liquides distinctes	B
Réaliser un titrage	D