



**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2011<sup>1</sup>**  
**2<sup>ème</sup> 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

Cette deuxième épreuve de l'Olympiade notée sur **100 points** comprenait **4 problèmes**. 77 élèves ont pris part à cette épreuve. Ils avaient **2 heures** pour répondre et pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable. Ils disposaient aussi d'un **tableau des masses atomiques relatives et des valeurs de quelques constantes**.

Les moyennes obtenues aux différents problèmes ont été les suivantes :

N° problème	1	2	3	4	TOTAL
	Combustion, stoechiométrie, loi des gaz	Stoechiométrie, pourcentages	Formule empirique et semi-développée	Equations, stoechiométrie, rendement	
<b>Maximum</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>100</b>
Moyenne	10,49	13,90	15,01	17,69	57,09
%	<b>42,0</b>	<b>69,5</b>	<b>50,0</b>	<b>70,8</b>	<b>57,1</b>

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 57,1 %, nettement supérieure à celle obtenue en 2010 (50,2 %) et comparable à celles obtenues en 2009 (56,9 %) et en 2008 (61,9 %). Il n'y a qu'un résultat inférieur à 50%; celui au premier problème. On peut toutefois s'étonner de ce mauvais résultat car il ne faisait intervenir que des notions classiques : équation, masse volumique, loi des gaz. Certains élèves ont pu confondre les volumes de gaz (dioxyde de carbone) et de liquide (kérosène)

**Les 10 lauréats de 5<sup>e</sup> année**, qui ont obtenu plus de 89 %, sont :

1. RAYEE	Robbyn	UT Charleroi	Sigrid JONAS
2. LOUPPE	Véronique	AR Izel	Annick DENIS
3. SALEMI	Léandro	Ste Marie St-Ghislain	Christelle SUVEE
4. ROYER	Anthony	AR Arlon	Michelle BAUDOUX
5. JUNQUE	Célestine	AR Arlon	Michelle BAUDOUX
6. SERON	Benoît	Collège St Louis Liège	Jean RIGA
7. WATHELET	Laurent	AC Bockstael Bxl	Claude de BAKKER
8. BAINES	Stéphanie	AR Nivelles	Isabelle SIMAL
9. HUTSENBAND	Jofrey	UT Charleroi	Sigrid JONAS
10. DESMECHT	Adrien	A.R CHENEE	Dominique DUCHESNE

## **EUSO 2011**

Cette deuxième épreuve a permis de sélectionner un étudiant pour participer à l'EUSO (European Union Science Olympiad) qui a eu lieu cette année à Pardubice (République tchèque). Cette Olympiade, destinée aux élèves de 5<sup>ème</sup> année, propose aux 3 lauréats des Olympiades de biologie, de chimie et de physique de réaliser un travail scientifique pluridisciplinaire. C'est

Robbyn RAYEE qui a été sélectionné pour cette épreuve. Toutes nos félicitations à l'équipe francophone des 3 étudiants qui a décroché la 1<sup>ère</sup> médaille de bronze à l'EUSO.

Si vous voulez en savoir plus sur l'EUSO, consultez le site : <http://www.euso.be/euso/Fran/fran.html>

<sup>1</sup> 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 ; essencia Wallonie ; essencia 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.

## PROBLEMES

### Problème 1 (25 points)

Le kérosène liquide est un mélange d'hydrocarbures utilisé comme combustible dans les moteurs d'avions à réaction.

On suppose que le kérosène est représenté par la formule  $C_{14}H_{30}$  et que sa masse volumique ( $\rho$ ) est égale à  $0,763 \text{ g/mL}$ .

- Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de la réaction de combustion considérée.
- Quel volume (en L) de dioxyde de carbone obtient-on (dans les CNTP soit  $22,4 \text{ L}$  par mole) si  $200 \text{ L}$  d'air réagissent avec la quantité stœchiométrique correspondante de kérosène ?
- Quelle masse de dioxyde de carbone (en g) obtient-on par la combustion totale de  $100 \text{ L}$  de kérosène liquide ?

### Problème 2 (20 points)

La bouillie bordelaise est constituée de  $80,0 \%$  en masse de sulfate de cuivre pentahydraté ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) et de  $20,0 \%$  en masse d'hydroxyde de calcium ou chaux éteinte ( $Ca(OH)_2$ )

Calculez les quantités de matière (en mol) d'hydroxyde de calcium et de sulfate de cuivre pentahydraté nécessaires pour préparer  $1,00 \text{ L}$  de bouillie à  $10,0 \text{ g/L}$ .

Donnée :  $A_r Cu = 63,6$  ;  $A_r Ca = 40,08$  ;  $A_r S = 32,07$

### Problème 3 (30 points)

On cherche à déterminer la formule d'un insecticide organique ne contenant que les éléments C, H et Cl. Le traitement d'une masse de  $2,00 \text{ kg}$  conclut, après analyse, à la présence d'une masse de  $1462 \text{ g}$  de chlore au sein de l'échantillon.

D'autre part, cette analyse révèle un pourcentage en masse de carbone de  $24,8 \%$ .

- Quelle est la formule brute (empirique) de cet insecticide ?
- Sachant que sa masse molaire est égale à  $291 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , déterminer la formule moléculaire de cet insecticide.
- Proposez une formule de structure développée de ce composé.

### Problème 4 (25 points)

A haute température, le carbone réagit avec la vapeur d'eau pour former un mélange de monoxyde de carbone et de dihydrogène.

Le monoxyde de carbone isolé à partir du mélange avec l'hydrogène réagit avec le nickel pour former du tétracarbonylnickel ou nickel tétracarbonyle ( $Ni(CO)_4$ )

- Ecrivez les équations équilibrées (pondérées) des deux réactions.
- Quelle masse de  $Ni(CO)_4$  obtient-on si on utilise le CO produit à partir de  $72,0 \text{ g}$  de carbone et si les 2 réactions successives ont un rendement de  $80,0 \%$  pour la première et  $70,0 \%$  pour la deuxième ?

Donnée :  $A_r Ni = 58,7$

## REPONSES

### PROBLEME 1 (résultats obtenus en laissant "tous les chiffres dans la machine")

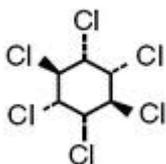
- a)  $C_{14}H_{30} + 43/2 O_2 \rightarrow 14 CO_2 + 15 H_2O$  5 points
- b)  $V O_2 = 40 L$  (20,95 % en volume de  $O_2$  précisément ; accepter 20 %)  
 $n O_2 = 40 / 22,4 = 1,786 mol$   
 $n CO_2 = 1,786 \times 2/43 \times 14 = 1,163 mol$   
 $V CO_2 = 1,163 \times 22,4 = 26,05 L$  10 points
- c)  $m C_{14}H_{30} = 76,3 kg$   
 $n C_{14}H_{30} = 76300 / 198 = 385 mol$   
 $n CO_2 = 385 \times 14 = 5390 mol$   
 $m CO_2 = 5395 \times 44 = 237378 g$  10 points

### PROBLEME 2

- $M Ca(OH)_2 = 74,1 g/mol$  5 points
- 2,00 g de chaux éteinte :  
 $n Ca(OH)_2 = 2,00 / 74,1 = 0,027 mol$  5 points
- $M CuSO_4 \cdot 5H_2O = 250 g/mol$  5 points
- 8,00 g de  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  :  
 $n CuSO_4 \cdot 5H_2O = 8,00 / 250 = 0,032 mol$  5 points

### PROBLEME 3

- a) % en masse de Cl =  $(1462 / 2000) \times 100 = 73,1$  4 points  
% en masse de C = 24,8  
% en masse de H = 2,10 3 points  
 $n C = 24,8 / 12,0 = 2,07$  3 points  
 $n H = 2,1 / 1,01 = 2,08$  3 points  
 $n Cl = 73,1 / 35,5 = 2,06$  3 points  
 $C_2H_2Cl_2$  3 points
- b)  $M C_2H_2Cl_2 = 97,0 g/mol$   
 $291/97,0 = 3$   
 $C_6H_6Cl_6$  5 points
- c) L'insecticide est l'hexachlorocyclohexane 6 points  
Accepter les isomères ainsi que toute proposition plausible



### PROBLEME 4

- a)  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$  3 points  
 $4 CO + Ni \rightarrow Ni(CO)_4$  3 points
- b)  $n C = 72,0 / 12,0 = 6 mol$  4 points  
 $n CO = 6 \times (80/100) = 4,8 mol$  5 points  
 $n Ni(CO)_4 = 4,8 \times (1/4) \times (70/100) = 0,84 mol$  5 points  
 $m Ni(CO)_4 = 0,84 \times 171 = 143 g$  5 points