



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2013¹ 2^{ème} épreuve -NIVEAU I (élèves de cinquième année)

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

Cette deuxième épreuve de l'Olympiade notée sur **100 points** comprenait **4 problèmes**. 74 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
	Concentration	Titrage acide/base	Solubilité	Formule moléculaire	
Maximum	25	25	25	25	100
Moyenne	22,80	20,36	16,82	6,92	66,90
%	91,20	81,44	67,28	27,68	66,90

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 66,90 %, bien supérieure à celle obtenue en 2012 (52,83 %).

Alors que les lauréats de 2012 avaient obtenu plus de 75 %, cette année, **les 12 lauréats de 5^e année**, ont obtenu plus de 90 % ; ce sont :

1	CARDINAEEL	Pieter	AR Arlon	Michelle BAUDOUX
2	RAVOISIN	Nathan	AR Arlon	Michelle BAUDOUX
3	SCHOONEN	Cédric	Ath.Com. E. Bockstael	Despina KATSAROS
4	SCHOVAERS	Corentin	Institut Saint-Louis, Namur	Céline TONDEUR
5	VROONHOVE	Thibault	College St-Michel, Gosselies	Nathalie EVRARD
6	MULLER	Wendy	AR Waimies	Sonia GALLEN
7	PAQUET	Arnaud	AR "Air Pur", Seraing	Viviane COLLIGNON
8	EL HOMRITI	Fatima	AR Serge Creuz, Bruxelles	Hafida HAZOURI
9	BILBA	Teddy	Ath. Com. R. Catteau, Bxl	Isabelle VANHAELEN
10	BONTEMPS	Ludovic	Coll. Mercier, Braine-L'Alleud	Adèle DE BONT
11	VANCOPPENOLLE	Matthias	Coll. Ste-Marie, Mouscron	Fanny DOCQUIR
12	ROSENBRUCH	Quentin	Coll. Ste-Marie, Saint Ghislain	Christelle SUEVE

Les élèves ont très bien réussi les problèmes 1 (91,20 %) et 2 (81,44 %) et bien le problème 3 (67,28 %). Par contre, le problème 4 n'a obtenu qu'une note de 27,68 %.

La moyenne très élevée obtenue par les lauréats indique que l'épreuve n'était pas très sélective. Pour les problèmes 1, 2 et 3, de nombreux élèves ont fait un 100 %. Le niveau de difficulté de ces 3 problèmes était trop faible.

Rappelons que l'Olympiade est un concours, un jeu qui appelle au dépassement de soi et non pas une évaluation du niveau des élèves d'un professeur ou d'un établissement donné.

EUSO 2013

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 Luxembourg du 17 au 24 mars ; l'olympiade avait pour thème « Time for more science, friendship, knowledge and teamwork ».

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 ; 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.

26 pays s'étaient inscrits formant au total 44 équipes en compétition. Les participants âgés de 17 ans au maximum étaient répartis en équipes de 3 personnes. L'olympiade proprement dite comprenait deux épreuves pratiques assorties de questions théoriques et de réflexion. Chaque épreuve pratique comportait des aspects biologiques, chimiques et physiques.

En chimie, c'est Pieter CARDINAEL qui a été sélectionné pour participer à cette épreuve.

L'équipe belge néerlandophone a obtenu une médaille d'argent tandis que l'équipe belge francophone s'est vue attribuer une médaille de bronze.

Toutes nos félicitations à l'équipe francophone des 3 étudiants : Pieter Cardinael (Athénée Royal Arlon), Nathan Greffe (Athénée Royal Air Pur - Seraing), Salomé Desmecht (Athénée Royal - Chênée) ; Léonard Hockx était « mentor » pour la chimie.

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

PROBLEMES

PROBLEME 1 (25 points)

On amène une solution de 100 mL de saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) de concentration 1,00 mol/L à un volume final de 1,00 L.

- Combien de fois a-t-on dilué la solution initiale ?
- Calculez la quantité de matière n (en mol) dans la solution initiale.
- Calculez la quantité de matière n (en mol) dans la solution diluée.
- Quelle est la concentration c (en mol/L) de la solution diluée ?
- Quelle est la concentration massique c_m (en g/L) de la solution diluée ?

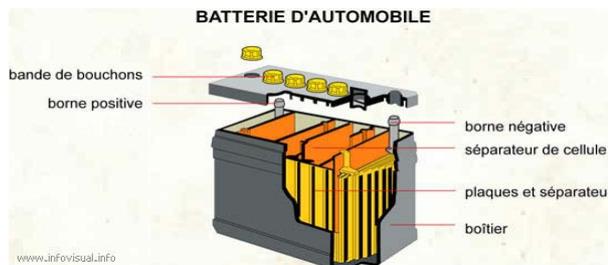
Ar : H : 1,0 - O : 16,0 - C : 12,0

PROBLEME 2 (25 points)

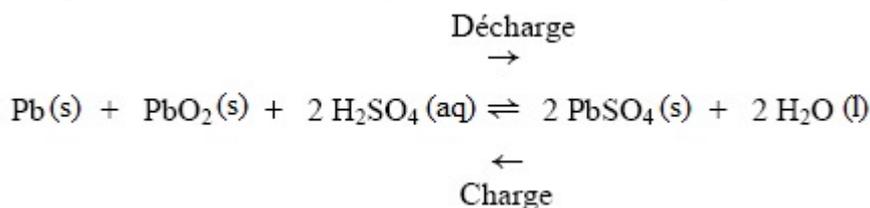
La batterie de voiture est un accumulateur au plomb, une sorte de pile rechargeable.

La batterie se décharge lorsqu'elle fournit du courant, par exemple pour démarrer le moteur.

Elle se recharge ensuite grâce au courant fourni par un alternateur entraîné par le moteur. Ce phénomène est analogue à celui de la dynamo du vélo.



L'équation suivante représente la décharge (de gauche à droite) et la charge (de droite à gauche) :



La concentration en acide sulfurique varie en fonction de l'état de charge de la batterie.

Par exemple, si elle est complètement chargée, la concentration de l'acide sulfurique est de 4,65 mol/L. Si elle est complètement déchargée, sa concentration n'est plus que de 2,00 mol/L.

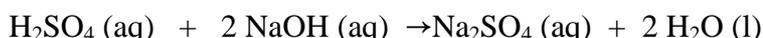
Pour vérifier l'état de charge d'une batterie, on peut réaliser un dosage de la concentration d'acide sulfurique en procédant comme suit :

On prélève exactement 5,00 mL de la solution d'acide et on les introduit dans un erlenmeyer.

On dilue avec environ 100 mL d'eau désionisée.

On titre la solution d'acide sulfurique au moyen d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration égale à 0,960 mol/L. Le titrage nécessite un volume de 36,0 mL de solution d'hydroxyde de sodium.

Quelle est la concentration c (en mol/L) de l'acide sulfurique de la batterie ?



Ar : H : 1,0 - O : 16,0 - S : 32,1 - Na : 23,0

PROBLEME 3 (25 points)

L'eau de distribution de la région bruxelloise a une teneur élevée en ions calcium (Ca^{2+}), à savoir 140 mg d'ions Ca^{2+} par litre d'eau. On dit que c'est une eau dure.

Par chauffage prolongé au-dessus de 60 °C d'une eau dure, il se forme un dépôt de carbonate de calcium qui entartre les appareils de chauffage comme les machines à laver par exemple.

La réaction de précipitation du carbonate de calcium peut s'écrire comme suit :



- Calculez la quantité de matière n (en mol) de CaCO_3 qui pourrait théoriquement précipiter à partir de 1,00 m³ d'eau de distribution de la région bruxelloise.
- Calculez la masse m (en g) de CaCO_3 qui pourrait théoriquement précipiter à partir de 1,00 m³ d'eau de distribution de la région bruxelloise.

Ar : H : 1,0 - O : 16,0 - C : 12,0 - Ca : 40,1

PROBLEME 4 (25 points)

Un sel double², plus précisément un sulfate double de fer et d'ammonium hydraté subit l'analyse suivante.

On dissout 7,84 g du sel dans de l'eau et on ajoute du BaCl_2 jusqu'à précipitation complète. On obtient 9,34 g de BaSO_4 .

En traitant le sel par de l'hydroxyde de calcium on obtient un dégagement d'ammoniac que l'on recueille et dont on mesure le volume aux conditions normales de température et de pression.

A partir de 3,92 g de sel, on obtient 448 mL d'ammoniac. Enfin, on détermine que 5,88 g de sel renferment 0,838 g de fer et 0,302 g d'hydrogène.

- Quelle est la formule moléculaire du sel ?
- Proposez une formule faisant apparaître les groupements sulfate, les groupements ammonium et les molécules d'eau d'hydratation.

Ar : H : 1,0 - N : 14,0 - O : 16,0 - Cl : 35,5 - S : 32,1 - Ba : 137,3 - Fe : 55,9

REPONSES

PROBLEME 1

- Dilution : 10 fois 5 points
- $n = 0,100$ mol 5 points
- $n = 0,100$ mol 5 points
- $c = 0,100$ mol/L 5 points
- $c_m = 0,100$ mol/L x 342 g/mol = 34,2 g/L 5 points

PROBLEME 2

- $n \text{ NaOH} = 0,960 \text{ mol/L} \times 0,036 \text{ L} = 0,03456 \text{ mol}$ 10 points
 $n \text{ H}_2\text{SO}_4 = 0,03456 \text{ mol} / 2 = 0,01728 \text{ mol}$ 5 points
 $c \text{ H}_2\text{SO}_4 = 0,01728 \text{ mol} / 0,005 \text{ L} = 3,456 \text{ mol/L}$ 10 points

² Un sel double est un sel qui résulte de la combinaison de deux sels comme par exemple l'alun, qui est un sulfate double d'aluminium et de potassium, de formule $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$.

PROBLEME 3

$n \text{Ca}^{2+}$ dans un litre = $0,140 \text{ (g/L)} / 40,1 \text{ (g/mol)} = 3,4912 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	10 points
$n \text{Ca}^{2+}$ dans un $\text{m}^3 = 1000 \times 3,4912 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3,4912 \text{ mol}$	5 points
$n \text{CaCO}_3$ dans un $\text{m}^3 = 3,4912 \text{ mol}$	5 points
$m \text{CaCO}_3$ dans un $\text{m}^3 = 3,4912 \text{ mol} \times 100,1 \text{ g/mol} = 349,47 \text{ g}$	5 points

PROBLEME 4

$M \text{BaSO}_4 = 233,4 \text{ g/mol}$	
$n \text{BaSO}_4 = 9,34 \text{ g} / 233,4 \text{ g/mol} = 0,0400 \text{ mol}$	
$n \text{SO}_4^{2-} = n \text{S} = 0,0400 \text{ mol}$	5 points
$m \text{S} = 0,0400 \text{ mol} \times 32,1 = 1,2845 \text{ g}$	
$\% \text{S} = (1,2845 \text{ g} / 7,84 \text{ g}) \times 100 = 16,38 \%$	
$n \text{NH}_3 = n \text{N} = 0,448 \text{ L} / 22,4 \text{ L/mol} = 0,0200 \text{ mol}$	
$m \text{N} = 0,0200 \text{ mol} \times 14 \text{ g/mol} = 0,28 \text{ g}$	5 points
$\% \text{N} = (0,28 \text{ g} / 3,92 \text{ g}) \times 100 = 7,143 \%$	
$\% \text{Fe} = (0,838 \text{ g} / 5,88 \text{ g}) \times 100 = 14,25 \%$	2 points
$\% \text{H} = (0,302 \text{ g} / 5,88 \text{ g}) \times 100 = 5,136 \%$	2 points
$\% \text{O} = 100 - \% \text{S} - \% \text{N} - \% \text{Fe} - \% \text{H} = 57,09 \%$	2 points
$n \text{S} = 16,38 / 32,1 = 0,51$	
$n \text{N} = 7,143 / 14,0 = 0,51$	
$n \text{Fe} = 14,25 / 55,9 = 0,25$	3 points
$n \text{H} = 5,13$	
$n \text{O} = 57,09 / 16,0 = 3,57$	
Formule moléculaire : $\text{H}_{20}\text{FeN}_2\text{O}_{14}\text{S}_2$	3 points
Formule "développée" : $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	3 points

PROBLEME 4 VARIANTE

$M \text{BaSO}_4 = 233,4 \text{ g/mol}$	
$n \text{BaSO}_4 = 9,34 \text{ g} / 233,4 \text{ g/mol} = 0,0400 \text{ mol}$	
$n \text{SO}_4^{2-} = 0,0400 \text{ mol}$	4 points
Dans une mole de sel, si $n \text{SO}_4^{2-} = 2,00 \text{ mol}$ alors	
$M \text{sel} = (7,84 \text{ g} / 0,0400 \text{ mol}) \times 2,00 = 392 \text{ g/mol}$	4 points
Dans 3,92 g de sel, $n \text{NH}_3 = 0,448 \text{ L} / 22,4 \text{ L/mol} = 0,0200 \text{ mol}$	
Donc, dans 392 g de sel il y a 2,00 mol d'ions NH_4^+	4 points
Dans 5,88 g de sel, $n \text{Fe} = 0,838 \text{ g} / 55,87 \text{ g/mol} = 0,0150 \text{ mol}$	
Dans une mole de sel ou 392 g,	
$n \text{Fe} = (0,0150 \text{ mol} / 5,88 \text{ g}) \times 392 \text{ g} = 1,00 \text{ mol}$	3 points
La formule est donc $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	3 points
On obtient la quantité de matière de H_2O , à partir de la masse d'hydrogène.	
$n \text{H} = [(0,302 \text{ g} / 1,0 \text{ g/mol}) / 5,88 \text{ g}] \times 392 \text{ g} = 20,13$	
Considérons que $n \text{H} = 20$	3 points
Comme il y a deux ions NH_4^+ , il faut retirer 8 H de sorte qu'il en reste 12, ce qui correspond à 6 H_2O	
La formule finale est donc à : $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	4 points