



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2009¹

NIVEAU 1 (élèves de 5^{ème}) - deuxième épreuve : PROBLEMES

ACLg

par

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

Cette deuxième épreuve de l'Olympiade notée sur **100 points** comprenait **4 problèmes à 25 points**. 84 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 avec les valeurs de quelques constantes**.

Les moyennes obtenues aux différents problèmes ont été les suivantes :

N° problème	1	2	3	4	TOTAL
Maximum	25	25	25	25	100
Moyenne	19,05	22,86	6,40	8,63	56,93
%	76,19	91,43	25,62	34,50	56,9

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 56,9 %, un peu inférieure à celle obtenue en 2008 (61,9 %).

Les 14 lauréats de 5^e année, qui ont obtenu 75 % ou plus, sont :

1. JACQUET	Martin	AR P. Delvaux	Chantal SCOUFFLAIRE
2. VAN OOLDENEEL	Alexandre	AR Arlon	Michelle BAUDOUX
3. BASTIN	Oriane	AR P. Delvaux	Elisabeth PREUTENS
4. PACYNA	Laura	AR Visé	Isabelle LEMAIRE
5. PARFONRY	Simon	AR THUIN	Pierre VLAMINCK
6. FORTEMPS	Loïc	Col Ste Gertrude	Mme PATERNOTTE
7. BODART	Arnaud	Inst St Laurent	Jocelyne LEPERE
8. SIMON	Valentin	CES St Joseph	Cristina ORFANU
9. RENIER	Kévin	AR HUY	Suzanne BARBETTE
10. PETRY	Robin	CES St Joseph	Cristina ORFANU
11. SNYERS	Charles	CES St Joseph	Cristina ORFANU
12. SOJIC	François-Xavier	AR Arlon	Michelle BAUDOUX
13. ANDRE	Antoine	Inst St Jean Baptiste	Michèle LEPOUTRE
14. MAQUET	Claire	AR Air Pur	Philippe COLYN

EUSO 2009

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 Murcie, Espagne. Cette Olympiade, destinée aux élèves de 5^{ème} année, propose aux 3 lauréats des Olympiades de biologie, de chimie et de physique de réaliser un travail scientifique pluridisciplinaire. C'est Oriane BASTIN qui a participé à cette épreuve. L'équipe francophone belge y a décroché une belle médaille d'argent.

Si vous voulez en savoir plus sur l'EUSO, consultez le site :

<http://www.euso.be/euso/Fran/fran.html>

¹ La liste de nos sponsors a été donnée avec l'analyse des résultats à la 1^{ère} épreuve.

QUESTIONS

Problème 1 (25 points)

La saccharine, qui n'a aucune valeur nutritive, est considérée comme suspecte par les toxicologues. Dans les bières, sa concentration en masse doit être écrite sur la bouteille si elle dépasse 15 mg/L.

On prélève 2,0 mL d'une bière "X", que l'on amène à 30,0 mL par dilution avec de l'eau. Par dosage, on trouve, pour la saccharine, une concentration de $2,0 \cdot 10^{-5}$ mol/L dans cette dernière solution. Quelle est la concentration massique en saccharine de cette bière ?

Doit-on indiquer cette concentration sur la bouteille ?

Saccharine : $C_7H_5NO_3S$; $M = 183,20$ g/mol

Problème 2 (25 points)

Soit la réaction entre MnO_2 et HCl :



- Equilibrez (pondérez) cette équation.
- Quelle masse (en g) de Cl_2 peut être préparée à partir de 15,0 g de MnO_2 et 30,0 g de HCl ?

$$A_r \text{ H} = 1,0 ; A_r \text{ Cl} = 35,5 ; A_r \text{ O} = 16,0 ; A_r \text{ Mn} = 54,9$$

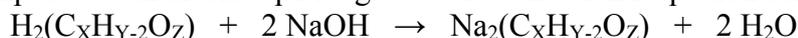
Problème 3 (25 points)

Déterminez la formule chimique du composé organique dont l'analyse a fourni les résultats suivants :

- Le composé contient seulement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène.
- On a préparé une solution de ce composé. Cette solution présente un pourcentage massique de 2,51 % (cela signifie que 100 g de solution contient 2,51 g du composé) et une masse volumique de $1,1$ g/cm³.

50 cm³ de cette solution réagissent exactement avec 29,5 cm³ d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration égale 0,9 mol/L.

Ce composé est un diacide qui réagit avec NaOH selon l'équation suivante :



- Le composé contient 34,62 % en masse de carbone.
- Si on brûle une certaine quantité de ce composé dans un excès de dioxygène, il se forme 1,32 g de CO_2 et 0,36 g de H_2O .

$$A_r \text{ H} = 1,0 ; A_r \text{ C} = 12,0 ; A_r \text{ O} = 16,0$$

Problème 4 (25 points)

Bien que ancien, le texte ci-dessous renferme des renseignements intéressants qui vous

TRAITÉ DE CHIMIE

APPLIQUÉE AUX ARTS;

PAR M. DUMAS,

A PARIS,

CHEZ BÉCHET JEUNE,
LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, N° 4.

1834.

CHAPITRE XVII.

CUIVRE. Composés binaires et salins de ce métal.

150. Le cuivre est un des métaux connus des anciens; il a été mis en usage long-temps avant le fer. Dès les premiers temps historiques, il est question du bronze, c'est-à-dire, d'un alliage formé de cuivre et d'étain, dont la dureté est telle qu'on a pu s'en servir pour fabriquer des instrumens tranchans ou des armes, à une époque où le fer était encore très-rare ou même avant qu'il fût connu.

Le cuivre possède une couleur rouge particulière; il a une odeur et une saveur sensibles et désagréables, toutes ses préparations sont vénéneuses. Sa densité varie: lorsqu'il a été fondu, elle est de 8,788, et quand il a été écroui, elle devient égale à 8,878.

On s'est souvent trompé sur la véritable densité du cuivre, parce que l'on a pris pour purs des cuivres souillés de protoxide. Berzélius a trouvé les densités suivantes:

Cuivre fondu.	8,83
Id. en cylindres épais de deux lignes.	8,946
Id. en cylindres laminés.	8,958

Sa densité augmente avec l'écrouissage; elle augmente aussi avec sa pureté. La densité du cuivre rosette très-chargé de protoxide est quelquefois de 8,5 seulement.

Le cuivre est malléable à chaud et à froid. C'est, après le fer, le métal le plus tenace, mais il l'est moins que le platine. Il fond à 27 degrés du pyromètre de Wedgwood. Refroidi lentement, il cristallise en pyramides quadrangulaires. Quand on l'expose en vase clos à une température très-élevée pendant long-temps, il ne perd pas sensiblement de son poids. Le cuivre fondu au contact de l'air, se couvre d'une légère couche d'oxide dont une partie est susceptible d'être absorbée par le cuivre et en diminue la ductilité. Il émet des vapeurs quand le bain est incandescent et qu'il a le contact de l'air. Mais ces vapeurs qui se condensent en une poussière rouge sont de petits globules de protoxide avec un noyau métallique. Il est probable que le mouvement de l'air en détermine la formation.

On ne connaît pas de composé de cuivre et de carbone; cependant le cuivre fondu au contact du charbon devient un peu aigre, et on est dans l'usage de le chauffer à l'air pour lui rendre sa ductilité. Il paraît donc qu'il se forme un peu de carbure qui, s'étant disséminé dans le métal, y produit un effet analogue à celui qui résulte de la dissémination de quelques traces d'oxide dans le cuivre.

Quand il reste long-temps exposé à l'air humide, il s'oxide et se couvre d'un mélange d'hydrate et de carbonate hydraté. Chauffé au rouge, au contact de l'air, il se recouvre d'une couche de protoxide qui s'en détache en écailles que l'on nomme battitures de cuivre. Si on continue à chauffer, il se forme du deutoxide. Le cuivre ne décompose l'eau dans aucune circonstance, ni à la température ordinaire, ni à une température élevée; il ne peut pas la décomposer par l'intermède des acides.

Quand le cuivre est très-divisé et qu'on le touche avec un charbon allumé, il prend feu et brûle comme de l'amadou; et si on tente l'expérience dans l'oxygène pur, l'ignition est assez vive; le cuivre se convertit tout entier en deutoxide.

Les acides oxigénans agissent vivement sur le cuivre. L'acide nitrique le dissout avec dégagement de deutoxide d'azote; l'acide nitreux agit de la même manière. L'acide sulfurique concentré attaque peu le cuivre, même à l'aide de l'ébullition, mais cela tient seulement à ce que le cuivre forme un sulfate qui est peu soluble dans l'acide sulfurique concentré, et qui recouvre le métal d'une croûte qui le garantit de l'action de l'acide.

L'acide hydrochlorique étendu n'agit pas sur lui; bouillant et concentré, il n'agit guère mieux, si le métal est à l'abri du contact de l'air. Les alcalis déterminent l'oxidation du cuivre par le contact de l'air. L'ammoniaque surtout exerce une action très-prompte. Le tartrate acide, le sulfate acide de potasse ainsi que les corps gras produisent le même effet, quand il y a contact de l'air.

Les dissolutions faibles de quelques alcalis peuvent oxidier le cuivre; parce qu'elles contiennent de l'air en dissolution, tandis que les solutions saturées, n'en contenant pas, sont sans action sur lui.

Les deux oxides de cuivre sont très-facilement réduits par l'hydrogène à une température inférieure au rouge.

La matière prend feu. C'est par ce moyen qu'on se procure le cuivre parfaitement pur. Le fer et le zinc les réduisent aussi par voie humide ou par voie sèche.

permettront de répondre aux questions de la page suivante.

- a) Pour quelle qualité le bronze a-t-il été préféré au cuivre pur dans les temps anciens ?
 - b) Proposez une formule pour le protoxide de cuivre.
 - c) Proposez une formule pour le deutoxide de cuivre.
 - d) Dans la nomenclature actuelle quel mot emploierait-on pour "acide oxigénans" ?
 - e) Quels acides semblent attaquer facilement le cuivre ?
 - f) Proposez une équation pour la combustion du cuivre finement divisé.
 - g) Proposez une équation pour la réduction du deutoxide de cuivre par l'hydrogène.
- Les 3 dernières questions sont des questions de culture générale : les réponses ne se trouvent pas dans le texte.
- h) Le cuivre forme un autre alliage avec le zinc. Quel est le nom de cet alliage ?
 - i) Comment appelle-t-on dans la vie de tous les jours le composé qui se forme lorsque le cuivre reste longtemps exposé à l'air humide ?
 - j) Quelle est la couleur du sulfate formé par l'action de l'acide sulfurique sur le cuivre ?

REPONSES

PROBLEME 1 (25 points)

Concentration massique de la saccharine dans la solution

$$= 183,20 \times 2 \cdot 10^{-5} = 3,66 \text{ mg/L} \quad 6 \text{ points}$$

Masse de saccharine dans les 30 mL = $3,66 \times 30 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ mg}$ 6 points

Masse de saccharine dans les 2 mL = 0,11 mg 6 points

Concentration massique de la saccharine dans la bière = $500 \times 0,11$

$$= 54,96 \text{ mg/L} \quad 6 \text{ points}$$

Indication sur la bouteille ? OUI 1 point

PROBLEME 2 (25 points)



$$n(\text{MnO}_2) = 15 \text{ g} / 86,9 \text{ g/mol} = 0,173 \text{ mol} \quad 5 \text{ points}$$

$$n(\text{HCl}) = 30 \text{ g} / 36,5 \text{ g/mol} = 0,822 \text{ mol} \quad 5 \text{ points}$$

Réactif limitant : MnO_2 5 points

$$m \text{Cl}_2 = 0,173 \text{ mol} \times 71,0 \text{ g/mol} = 12,3 \text{ g} \quad 6 \text{ points}$$

PROBLEME 3 (25 points)

$$n \text{NaOH} = 26,55 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n \text{ composé} = 13,275 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c \text{ solution composé} = 13,275 \cdot 10^{-3} \times 20 = 0,2655 \text{ mol/L} \quad 5 \text{ points}$$

$$\text{Masse composé dans 1 L de solution} = 1100 \times (2,51/100) = 27,61 \text{ g} \quad 5 \text{ points}$$

$$\text{Masse molaire composé} = 27,61 / 0,2655 = 103,99 \text{ g/mol} \quad 3 \text{ points}$$

$$1,32 \text{ g de CO}_2 : 0,36 \text{ g de C}$$

$$0,36 \text{ g de H}_2\text{O} : 0,04 \text{ g de H}$$

$$9 \times \text{plus de C} \quad 4 \text{ points}$$

$$\% \text{ en masse de H} = 3,85$$

$$\% \text{ en masse de O} = 100 - 3,85 - 34,62 = 61,53 \quad 2 \text{ points}$$

Nombre de C dans la molécule = $(34,62/100) \times (103,99/12) = 3$	2 points
Nombre de H dans la molécule = $(3,85/100) \times (103,99/1) = 4$	2 points
Nombre de O dans la molécule = $(61,53 /100) \times (103,99/16) = 4$	2 points
$C_3H_4O_4$	

PROBLEME 4 (2,5 points par réponse correcte)

- Pour quelle qualité le bronze a-t-il été préféré au cuivre pur dans les temps anciens ?
Dureté ou concept équivalent
- Proposez une formule pour le protoxide de cuivre : Cu_2O
- Proposez une formule pour le deutoxide de cuivre : CuO
- Dans la nomenclature actuelle quel mot emploierait-on pour "acide oxigénans" ?
Oxoacide
- Quels acides semblent attaquer facilement le cuivre ?
Acides nitrique et nitreux
- Proposez une équation pour la combustion du cuivre finement divisé.
 $2 Cu + 1/2 O_2 \rightarrow Cu_2O$ ou $Cu + 1/2 O_2 \rightarrow CuO$
- Proposez une équation pour la réduction du deutoxide de cuivre par l'hydrogène.
 $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$ (accepter pour 1 point $Cu_2O + H_2 \rightarrow 2 Cu + H_2O$)
- Le cuivre forme un autre alliage avec le zinc. Quel est le nom de cet alliage ?
Laiton
- Comment appelle-t-on dans la vie de tous les jours le composé qui se forme lorsque le cuivre reste longtemps exposé à l'air humide ?
Vert-de-gris
- Quelle est la couleur du sulfate formé par l'action de l'acide sulfurique sur le cuivre ?
Bleue