

**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 1994**  
**DEUXIEME EPREUVE**  
**NIVEAU I (élèves de 5ème année) PROBLEMES**

**PROBLEME 1**

**20 points**

Une importante source de soufre est constituée par  $\text{H}_2\text{S}$  contenu dans le gaz naturel.  
Calculez la masse de soufre obtenue par jour en sachant que l'on extrait quotidiennement  $31.000.000 \text{ m}^3$  de gaz brut contenant 15 % de  $\text{H}_2\text{S}$  en volume.  
Le volume molaire de  $\text{H}_2\text{S}$  = 25 l/mol dans les conditions d'extraction

**PROBLEME 2**

**25 pts**

On laisse couler  $25 \text{ cm}^3$  d'eau sur 125 g de  $\text{Na}_2\text{O}_2$ .

La réaction produit  $\text{NaOH}$  et  $\text{O}_2$ .

- 5 pts. 1- Ecrivez l'équation de la réaction.
- 8 pts. 2- Calculez a) la masse du réactif en excès.
- 4 pts                    b) le volume d'oxygène obtenu aux conditions normales de température et de pression ( $0^\circ\text{C}$ , 101325 Pa)
- 4 pts.                    c) la masse de  $\text{NaOH}$  obtenue.
- 4 pts.                    d) la composition centésimale en masse du mélange solide final.

**PROBLEME 3.****23 pts**

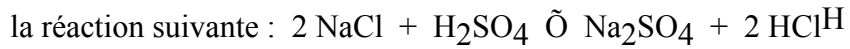
Une solution d'acide sulfurique a une masse volumique de  $1,835 \text{ g/cm}^3$  à  $20^\circ\text{C}$  et une concentration de  $95,72 \text{ g}$  par  $100 \text{ g}$  de solution.

11 pts.

a) calculez sa concentration molaire ( nombre de moles par litre ).

12 pts.

b) On utilise cette solution pour préparer de l'acide chlorhydrique gazeux, selon



Quel volume de cette solution d'acide sulfurique faut-il utiliser pour obtenir  $90 \text{ litres}$  d'HCl gaz. à la température de  $0^\circ\text{C}$  et sous la pression de  $101325 \text{ Pa}$  ?

La quantité de NaCl est en excès.

**PROBLEME 4.****12 pts.**

L'élément bore à l'état naturel est formé par un mélange de 2 nucléides dont les % atomiques sont les suivants :

 $^{10}$  $\text{B} = 19,64\%$  $^{11}$  $\text{B} = 80,36\%$ 

Sachant que les masses d'une mole de ces nucléides sont respectivement  $10,0129 \text{ g}$  et  $11,0093 \text{ g}$ , c molaire atomique de l'élément bore naturel.

**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 1996**  
**DEUXIEME EPREUVE**  
**NIVEAU I (élèves de 5ème année) - PROBLEMES**

**PROBLEME 1**

**30 points.**

Une prise d'essai de 0,2920 g de sulfate de métal trivalent anhydre est dissoute dans de l'eau. On réalise ensuite la réaction avec du chlorure de baryum afin de précipiter le sulfate de baryum.

Ce dernier est filtré et pesé : on obtient 0,3949 g de sulfate de baryum.

- a) Donnez les équations correspondant aux différentes réactions.
- b) Quelle est la formule du sulfate métallique de départ ?

**PROBLEME 2**

**30 points.**

Dans un récipient en verre, on verse :

- 25 mL de NaOH 0,198 mol/L
- 50 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol/L
- 20 mL de HCl 0,02 mol/L

- a) Quel sera le caractère acide, basique ou neutre de la solution résultante ?
- b) Si cette solution n'est pas neutre, quel sera le volume de NaOH 0,1 mol/L ou de HCl 0,1 mol/L à ajouter pour la neutraliser ?

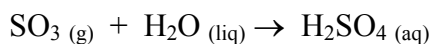
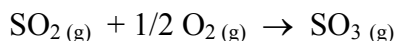
**PROBLEME 3**

**20 points.**

Les industries chimiques contribuent pour 25 % environ aux rejets de dioxyde de soufre dans l'atmosphère; pour 1989, ceci correspond à environ 42 ktonnes de dioxyde de soufre.

Quelle masse de sulfate d'hydrogène ( acide sulfurique ) aurait-on pu fabriquer avec la totalité des rejets ?

On suppose les réactions suivantes complètes :



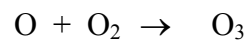
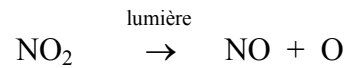
**PROBLEME 4****20 points.**

Les oxydes d'azote ( NO, NO<sub>2</sub>, ... ) présents dans l'atmosphère proviennent des réactions de combustion ( industries, moyens de transport ... ) mais aussi et dans des proportions non négligeables, des décharges électriques lors des orages.

Sous l'action du rayonnement ultraviolet du soleil, le dioxyde d'azote peut, en présence de dioxygène, donner de l'ozone (O<sub>3</sub>) et du monoxyde d'azote.

Quelle masse d'ozone pourrait engendrer 1 m<sup>3</sup> d'air dont la teneur en dioxyde d'azote est égale à 1 mg/m<sup>3</sup> ?

Les équations considérées sont :



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 1997

### NIVEAU I (élèves de 5ème année) PROBLEMES

Extrait de B. Wilmet, A.-E. Dalcq, D. Van Raemdonck, Le français et les Sciences, Editions Duculot, Louvain - la - Neuve, 1989, pp 126-127.

#### **Problème 1** **25 points**

On dispose de deux minerais de manganèse contenant respectivement 40 et 25 % de Manganèse. Combien de kilogrammes de chaque échantillon doit-on mélanger pour obtenir 100 kg contenant 35 % de manganèse ?

#### **Problème 2** **25 points**

On verse une solution d'acide sulfurique dilué sur 15 g d'un mélange de cuivre et de fer en poudre. Cette solution d'acide attaque le fer pour former le sulfate de fer (II) et du dihydrogène mais ne réagit pas avec le cuivre.

- a) Ecrivez l'équation pondérée de la réaction.
- b) Le volume de dihydrogène dégagé dans les conditions normales de température et de pression est de  $4,48 \text{ dm}^3$ . Calculez la masse de chaque métal qui constitue le mélange.
- c) Calculez les proportions de chaque métal dans ce mélange.

#### **Problème 3** **25 points**

Quand on absorbe 1 mg de médicament, on peut s'étonner qu'une si petite quantité, une fois diluée dans tout le corps, puisse être active au niveau d'un organe particulier.

Calculer combien de molécules d'aspirine ( $M = 180 \text{ g/mol}$ ) parviennent dans chaque  $\text{cm}^3$  de votre corps si vous en absorbez 1 mg.

Le volume de votre corps est sensiblement égal à sa masse exprimée en kg (Supposons 70 kg). Vous supposerez (ce qui n'est pas exact) que ce médicament se répartit uniformément dans tout le volume du corps.

#### **Problème 4** **25 points**

Une tablette utilisée comme remède contre le brûlant contient 0,7 g d'un mélange de carbonate de magnésium,  $\text{MgCO}_3 (\text{s})$ , et d'hydroxyde d'aluminium,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Une tablette neutralisera 20 millimoles d'acide chlorhydrique. Les produits de la neutralisation sont, en plus des ions magnésium et des ions aluminium, le dioxyde de carbone et l'eau.

- a) Ecrire les équations des réactions chimiques entre l'acide chlorhydrique et le carbonate de magnésium et entre l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde d'aluminium. Si certaines espèces sont des ions, indiquez les dans les équations.
- b) Calculez la masse de carbonate de Magnésium et d'hydroxyde d'aluminium dans une tablette.

## REPONSES

### Problème 1

25 points

- 7 pts  $x$  kg à 40 % et  $y$  kg à 25 %
- $x + y = 100 \Rightarrow y = 100 - x$
- 7 pts  $40x + 25y = 35 \cdot 100$
- $40x + 25(100 - x) = 3500$
- 5 pts  $40x + 2500 - 25x = 3500$
- $15x = 1000$
- 3 pts  $x = 1000/15 = 66,67$  kg
- 3 pts  $y = 33,33$  kg

---

25 pts

### Problème 2

25 points

- 4 pts a)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$
- 4 pts b)  $4,48/22,4 = 0,2$  mol
- 4 pts  $\Rightarrow 0,2$  mol de Fe au départ
- 4 pts  $\Rightarrow 0,2 \cdot 56 \text{ g} = 11,2$  g de Fe au départ
- 3 pts  $\Rightarrow 15 - 11,2 = 3,8$  g de Cu
- 3 pts c) % de Cu:  $(3,8/15) \times 100 = 25,3$  %
- 3 pts % de Fe:  $(11,2/15) \times 100 = 74,7$  %

---

25 pts

**Problème 3****25 points**

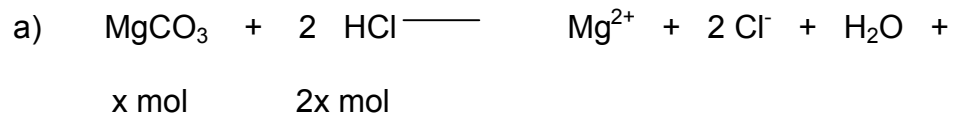
15 pts

$$\Rightarrow (10^{-3} / 180) \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ molécules} = 3,33 \cdot 10^{18} \text{ molécules}$$

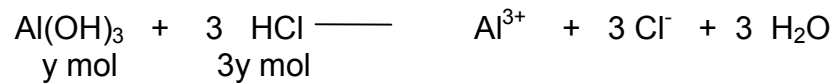
10 pts

$$70 \text{ l} = 70 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{par cm}^3, 3,33 \cdot 10^{18} / 70 \cdot 10^3 \text{ molécules}$$

$$\Rightarrow 4,76 \cdot 10^{13} \text{ molécules/cm}^3$$

25 pts**Problème 4****25 points**CO<sub>2</sub>

10 pts



3 pts

b)  $2x + 3y = 20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

2 pts

$$M_{\text{MgCO}_3} = 84 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Al(OH)}_3} = 78 \text{ g/mol}$$

3 pts

$$84x + 78y = 0,7 \text{ g}$$

0,93 y

$$84x = 0,7 - 78y \Rightarrow x = (0,7 - 78y) / 84 = 8,33 \cdot 10^{-3} - 0,93y$$

$$2(8,33 \cdot 10^{-3} - 0,93y) + 3y = 20 \cdot 10^{-3}$$

$$16,66 \cdot 10^{-3} - 1,86y + 3y = 20 \cdot 10^{-3}$$

$$(3 - 1,86)y = 20 \cdot 10^{-3} - 16,66 \cdot 10^{-3}$$

7 pts

$$1,14y = 3,34 \cdot 10^{-3}$$

$$y = 2,93 \cdot 10^{-3}$$

$$x = 8,33 \cdot 10^{-3} - 0,93 \cdot 2,93 \cdot 10^{-3} = 5,61 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Masse de MgCO}_3 = 5,61 \cdot 10^{-3} \cdot 84 = 0,471 \text{ g}$$

$$\text{Masse de Al(OH)}_3 = 2,93 \cdot 10^{-3} \cdot 78 = 0,229 \text{ g}$$

$$\underline{\underline{0,700 \text{ g}}}$$

25 pts

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 1997

## NIVEAU I (élèves de 5ème année) PROBLEMES

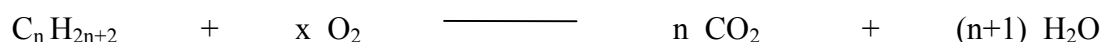
### Problème 1

25 points

Les alcanes sont des hydrocarbures de formule générale  $C_n H_{2n+2}$  où  $n = 1, 2, 3, \dots$

La combustion de 17,4 g d'un alcane ayant fourni 27 g d'eau (et du dioxyde de carbone), peut-on en déduire sa formule moléculaire ? On pourrait croire que non ! Et pourtant ...

L'équation de la combustion est la suivante:



### Problème 2

25 points

Un mélange de NaCl et de KCl pèse 5,4892 g.

Cet échantillon est dissous dans l'eau et mis en réaction avec un excès de  $AgNO_3$  en solution.

12,7052 g de AgCl sont produits.

Quel était le pourcentage de NaCl dans le mélange initial ?

Ecrivez les équations des réactions.



**Problème 3****25 points**

Un accumulateur au plomb de 6V contient 700 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pur dissous dans l'eau.

- a) Combien de g de carbonate de sodium solide faudrait-il pour neutraliser cet acide s'il était répandu ?
- b) Combien de litres de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  à 2 mol/l faudrait-il ?
- c) Quel serait le volume de  $\text{CO}_2$  envoyé dans l'atmosphère (mesuré dans les conditions normales) ?

**Problème 4****25 points**

On dispose de 200 ml d'une solution de chlorure de potassium de concentration 0,4 M.

Quelle est la concentration molaire en KCl des solutions obtenues en ajoutant à cette solution:

- a) 500 ml d'eau
- b) 250 ml de la même solution
- c) 200 ml d'une solution de NaBr 0,1 M
- d) 100 ml d'une solution de KCl 0,1 M
- e) 1,49 g de KCl solide (Volume du solide négligeable)

## REPONSES

### Problème 1

$$M/17,4 = (n+1) 18 / 27 \quad 5 \text{ pts}$$

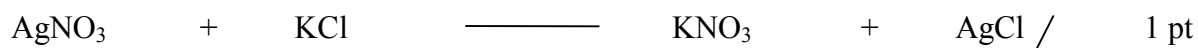
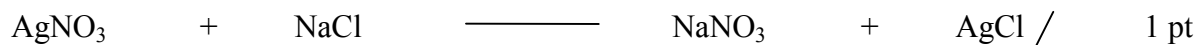
$$M = n \cdot 12 + 2 \cdot 1 n + 2 = 14 n + 2 \quad 5 \text{ pts}$$

$$(14 n + 2) / 17,4 = (n + 1) 18 / 27 \quad 5 \text{ pts}$$

$$n = 4 \quad 5 \text{ pts}$$

$$C_4H_{10} \quad 5 \text{ pts}$$

### Problème 2



Il doit y avoir conservation des atomes de chlore

$$n AgCl = n NaCl + n KCl \quad 5 \text{ pts}$$

$$M AgCl = 107,87 + 35,453 = 143,323$$

$$n AgCl = 12,7052 / 143,323 = 0,088649 = 0,089 \text{ mol} \quad 3 \text{ pts}$$

Soit x, la masse de NaCl; y, la masse de KCl

$$\begin{cases} x / 58,443 + y / 74,555 = 0,089 \\ x + y = 5,4892 \end{cases} \quad 5 \text{ pts}$$

$$x / 58,443 + (5,4892 - x) / 74,555 = 0,089$$

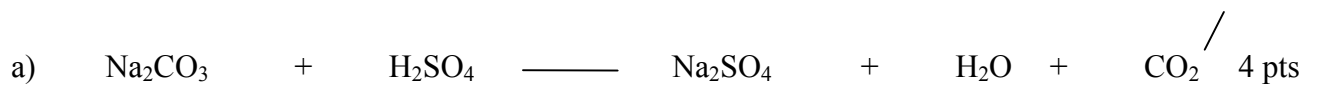
$$74,555 x + 58,443 (5,4892 - x) = 0,089 \cdot 74,555 \cdot 58,443 \quad 5 \text{ pts}$$

$$16,11 x = 66,98$$

$$x = 4,16$$

$$\% NaCl = 4,16 \cdot 100 / 5,4892 = 75,74 \% \quad 5 \text{ pt}$$

### Problème 3



$n \text{H}_2\text{SO}_4 = 700 / 98 = 7,14 \text{ mol}$  3 pts

$n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 7,14 \text{ mol}$  3 pts

$m \text{Na}_2\text{CO}_3 = 7,14 \cdot 106 = 756,84 \text{ g}$  3 pts

b)  $n = C V \quad V = n / C = 7,14 / 2 = 3,57 \text{ litres}$  6 pts

c)  $n \text{CO}_2 = 7,14 \text{ mol}$  3 pts

$V \text{CO}_2 = 7,14 \cdot 22,4 \text{ l} = 159,9 \text{ litres}$  3 pts

### Problème 4

a)  $n \text{KCl} = 200 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 = 80 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 $V = 700 \text{ ml} = 0,7 \text{ litres}$   
 $C = 80 \cdot 10^{-3} / 0,7 = 0,11 \text{ M}$  5 pts

b) 0,4 M inchangé 5 pts

c) 0,2 M 5 pts

d)  $n \text{KCl} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ mol} + 100 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \text{ mol} = 90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 $V = 0,3 \text{ l}$   
 $C = 90 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,3 \text{ l} = 0,3 \text{ M}$  5 pts

e)  $n \text{KCl} = 1,49 / 75,5 = 0,02 \text{ mol}$   
 $n \text{KCl} = 0,02 \text{ mol} + 0,08 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$   
 $C = 0,1 \text{ mol} / 200 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 0,5 \text{ M}$  5 pts

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2000

NIVEAU I (élèves de 5<sup>ème</sup> année) PROBLEMES

Votre numéro

**Problème 1**

**20 points**

**Popeye avait-il raison ?<sup>1</sup>**

Un adolescent a besoin de 15 mg de fer par jour.

Quelle masse de foie de veau, ou d'épinards, doit-il consommer en une journée pour couvrir ce besoin si l'on considère que ces aliments constituent les seules sources d'élément fer dans notre alimentation ?

Données :    masse d'élément fer dans 100g de foie de veau :    8 mg  
                  masse d'élément fer dans 100 g d'épinards :        4 mg

taux d'absorption d'élément fer par l'organisme pour le foie de veau :20 %

taux d'absorption d'élément fer par l'organisme pour les épinards :    5 %

---

<sup>1 1</sup> Tiré de 2<sup>ème</sup> Chimie, Collection Durupthy, Hachette Education.

## Problème 2

20 points

### Les ressources en azote et en phosphore<sup>2</sup>

Lire le texte suivant et répondre aux questions qui suivent :

Les nitrates ne sont qu'une des formes de l'azote, qui est surtout abondant à l'état moléculaire gazeux puisque celui-ci constitue environ les quatre cinquièmes de l'air atmosphérique. Certains micro-organismes, dont quelques cyanophycées, sont capables de fixer cet azote atmosphérique alors que d'autres s'activent à le restituer en dénitrifiant les nitrates. L'azote parcourt ainsi une véritable boucle entre la biosphère et l'atmosphère, boucle sur laquelle l'homme n'a finalement que peu d'emprise. Le phosphore, lui, n'a pas de dérivés naturels gazeux et sa forme minérale naturelle est uniquement le phosphate, celle de ses

gisements. La nature l'en extrait parcimonieusement pour satisfaire les besoins de la biosphère, le laissant, le reste du temps, fixé dans les sols et les sédiments, le terme ultime de son parcours étant la mer. Seule possibilité de retour aux sources efficace : le soulèvement des fonds marins, les percées magmatiques ... A plus brève échéance, il ne faut guère compter que sur la restitution par les fientes d'oiseaux de mer piscivores, c'est à dire pas vraiment de quoi reconstituer des gisements économiquement exploitables, à la vitesse où l'homme s'active à épuiser ceux qui existent.

- a) Citer les différentes espèces chimiques contenant l'élément azote.
- b) Quelle est celle qui constitue une part importante de l'air ?
- c) D'après le texte, en quoi consiste l'opération de dénitrification des nitrates ?
- d) Donner la formule d'un ion phosphate.
- e) Les ressources de phosphore sont-elles aussi abondantes que celles de l'azote ? Justifiez votre réponse.
- f) Les ressources de phosphore sont-elles aussi disponibles que celles de l'azote ? Justifiez votre réponse.

---

<sup>2 2</sup> Tiré de 2ème Chimie, Collection Durupthy, Hachette Education.

Votre numéro

### Problème 3

20 points

#### L'airbag

Depuis quelques années sont apparues sur le marché, des voitures équipées d'un ou plusieurs coussins d'air: en anglais "airbag". L'airbag se gonfle instantanément en cas de choc brutal. Le gaz responsable du gonflage est le diazote. Ce gaz provient de la décomposition de l'azoture de sodium  $\text{NaN}_3$  selon la réaction qui peut s'écrire:



Comme l'airbag doit être gonflé en une fraction de seconde, cette décomposition de  $\text{NaN}_3$  est rendue instantanée par l'emploi d'un détonateur qui se déclenche lors de la fermeture d'un circuit électrique qui permet le passage du courant. Les sacs gonflés contiennent un volume de diazote qui peut varier entre 35 et 60 litres selon les modèles; ils doivent se dégonfler en plus ou moins deux secondes pour éviter que la personne n'étouffe.

- Écrire les lectures molaire et pondérale de cette équation.
- Quelle est la masse de diazote contenue dans 50 litres de diazote (CNTP)?
- Pour avoir un sac gonflé contenant 50 litres de diazote, quelle masse de  $\text{NaN}_3$  doit-on décomposer?
- Dans ces conditions, quelle masse de sodium obtiendra-t-on?

Votre numéro

### Problème 4

20 points

#### Titan est l'un des 16 satellites de Jupiter.

La composition atomique de son atmosphère est la suivante:

H : 11,68 %  
C : 2,92 %  
Ar : 5,40 %  
N : 80,0 %

Les principaux corps présents sont du diazote, de l'argon et du méthane  $\text{CH}_4$ . Déterminer les pourcentages de chacune de ces espèces.

**Problème 5****20 points****Oligo-éléments<sup>3</sup>**

L'organisme utilise, en petites quantités, divers éléments métalliques appelés oligo-éléments tels que le cuivre, l'or, l'argent sous forme ionique.

En cas de carence, il est nécessaire d'absorber des préparations contenant ces ions.

Une ampoule buvable d'*Oligosol*<sup>®</sup> contient 2 ml d'une solution de gluconate d'argent  $C_6H_{11}O_7Ag$  et de gluconate de cuivre  $(C_6H_{11}O_7)_2Cu$ . Elle contient respectivement 0,60 mg du premier et 0,45 mg du second.

- a) Déterminer la concentration molaire des ions  $Ag^+$  et  $Cu^{2+}$  dans une ampoule.
- b) Comment mettre en évidence la présence des deux cations dans l'ampoule d'*Oligosol* ?

---

<sup>3</sup> Tiré de 1<sup>ère</sup> S Chimie, Collection Durupthy, Hachette Education.

## Réponses

### Problème 1 20 points

Foie de veau: Masse de fer absorbée pour 100 g = 8 mg x 1/5 = 1,6 mg **5 pts**  
Masse de foie nécessaire = 100 g x 15/1,6 = 937,5 g **5 pts**

Epinards: Masse de fer absorbée pour 100 g = 4 mg x 1/20 = 0,2 mg **5 pts**  
Masse d'épinards nécessaire = 100 g x 15/0,2 = 7500 g **5 pts**

### Problème 2 20 points

a)  $N_2$   $NO_3^-$  **3 pts**

b)  $N_2$  **2 pts**

c)  $NO_3^- \rightarrow N_2$  **4 pts**

d)  $PO_4^{3-}$  **3 pts**

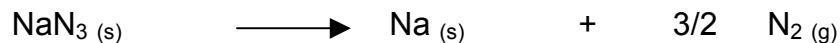
e) Le texte ne permet pas de répondre à cette question. **4 pts**

f) NON **1 pt**

Les ressources en phosphore sont figées dans les gisements. **3 pts**

Le retour du phosphore ne se fait que par des phénomènes très lents ou minimes.

### Problème 3 20 points



a)  $1 \text{ mol}$   $1 \text{ mol}$   $\frac{3}{2} \text{ mol}$  **5 pts**  
 $65 \text{ g}$   $23 \text{ g}$   $42 \text{ g}$

b)  $n_{N_2} = 50 \text{ l} / 22,4 \text{ (l/mol)} = 2,23 \text{ mol}$  **5 pts**  
 $m_{N_2} = 2,23 \text{ mol} \times 28 \text{ g/mol} = 62,44 \text{ g}$

c)  $n_{NaN_3} = 2,23 \text{ mol} \times 2/3 = 1,49 \text{ mol}$  **5 pts**  
 $m_{NaN_3} = 1,49 \text{ mol} \times 65 \text{ g/mol} = 96,85 \text{ g}$

d)  $n_{Na} = 2,23 \text{ mol} \times 2/3 = 1,49 \text{ mol}$  **5 pts**  
 $m_{Na} = 1,49 \text{ mol} \times 23 \text{ g/mol} = 34,27 \text{ g}$

### Problème 4 20 points

Les espèces moléculaires prises en compte ont pour formule:  $N_2$  ; Ar ;  $CH_4$

On considère 100.000 atomes dans les proportions données:

$N(H) = 11680$  ;  $N(Ar) = 5400$  ;  $N(C) = 2920$  ;  $N(N) = 80.000$

D'après les formules des différents corps:

$N(N_2) = N(N)/2 = 40.000$      $N(Ar) = 5400$      $N(CH_4) = N(C) = N(H)/4 = 2920$  **10 pts**

N, nombre total de molécules = 48.320

%  $N_2 = 82,8$     % Ar = 11,2    %  $CH_4 = 6,0$  **10 pts**



**Problème 5****20 points**

a)

$$M_{\text{gluconate d'Ag}} = 303 \text{ g/mol}$$

**2 pts**

$$M_{\text{gluconate de Cu}} = 453,5 \text{ g/mol}$$

**2 pts**

$$n_{\text{gluconate d'Ag}} = 0,60 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 303 \text{ g/mol} = 1,98 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

**3 pts**

$$n_{\text{gluconate de Cu}} = 0,45 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 453,5 \text{ g/mol} = 9,92 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

**3 pts**

$$C_{\text{Ag}} = 1,98 \cdot 10^{-6} \text{ mol} / 2 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 9,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

**3 pts**

$$C_{\text{Cu}} = 9,92 \cdot 10^{-7} \text{ mol} / 2 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 4,96 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

**3 pts**

b) Tests:     $\text{Ag}^+ : + \text{Cl}^-$             précipité blanc  
                  $\text{Cu}^{++} : + \text{NH}_3$         coloration bleu intense

**2 pt****2 pt**

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2001

## NIVEAU I (élèves de 5ème année) PROBLEMES

### Problème 1 <sup>1</sup>

Votre numéro

25 points

Voici la composition d'une eau minérale telle qu'annoncée sur l'étiquette accompagnant la bouteille.

Les concentrations des divers ions sont exprimées en  $\text{mg.L}^{-1}$ .

$\text{Ca}^{2+}$	78	$\text{HCO}_3^-$	357
$\text{Mg}^{2+}$	24	$\text{SO}_4^{2-}$	10
$\text{K}^+$	1	$\text{Cl}^-$	2,2
$\text{Na}^+$	5	$\text{NO}_3^-$	3,8
		$\text{F}^-$	0,12

1. Calculez les concentrations molaires des différents ions en  $\text{mol.L}^{-1}$ .
2. Comment pourrait montrer que cette eau contient les ions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{Cl}^-$  ?
3. On chauffe 1 litre d'eau de cette eau jusqu'à évaporation totale. Calculez la masse du résidu sec de cette eau.
4. a) Calculez le nombre total de charges positives amenées par les cations pour 1 litre d'eau.  
b) Calculez le nombre de charges négatives amenées par les anions pour 1 litre d'eau.  
c) Comparez ces deux nombres et proposez une explication.

<sup>1</sup> D'après Physique Chimie; Hatier.

**Problème 2** <sup>2</sup>

Votre numéro

**25 points**

200 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse contenant des ions cuivre (II) et des ions chlorure sont analysés par précipitation

On introduit dans 100 cm<sup>3</sup> de la solution une solution d'hydroxyde de sodium de façon à précipiter tous les ions Cu<sup>2+</sup><sub>aq</sub>. On obtient alors 1,95 g d'hydroxyde de cuivre (II).

On introduit dans 100 cm<sup>3</sup> de la solution une solution de nitrate d'argent de façon à précipiter tous les ions Cl<sup>-</sup><sub>aq</sub>. On obtient alors 5,74 g de chlorure d'argent.

1. Calculer la concentration molaire en ions Cu<sup>2+</sup><sub>aq</sub> de la solution X.
2. Calculer la concentration molaire en ions Cl<sup>-</sup><sub>aq</sub> de la solution X.
3. La solution initiale est – elle électriquement neutre ?
4. Quel volume d'hydroxyde de sodium (C = 0,1 mol/L) a été nécessaire pour faire précipiter les ions Cu<sup>2+</sup><sub>aq</sub> ?

Votre numéro

**Problème 3** <sup>3</sup>**25 points**

Une limonade est une boisson gazeuse contenant du dioxyde de carbone, du sucre, des arômes naturels de citron ou d'orange et un acidifiant.

Le glucose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) et le dioxyde de carbone sont solubles dans l'eau. A 20 degrés Celsius, on peut dissoudre dans un litre d'eau jusqu'à 700 g de glucose et 0,038 mol de dioxyde de carbone.

1. Quelles sont les solubilités respectives, en mol/L du glucose et du dioxyde de carbone ?
2. On veut fabriquer 75 cl de limonade à partir de 75 cl d'une solution saturée de dioxyde de carbone. Quelle masse de glucose faut-il ajouter pour obtenir une concentration molaire en glucose de 0,3 mol/L ?
- 3.

---

<sup>2</sup> D'après Physique Chimie; Hatier.

<sup>3</sup> D'après Physique Chimie; Belin.

**Problème 4** <sup>4</sup>

Votre numéro

**25 points**

Les chameaux emmagasinent de la tristéarine ( $C_{57}H_{110}O_6$ ) dans leurs bosses. Cette graisse est à la fois une réserve d'énergie et une réserve d'eau. En effet, lorsqu'elle est consommée, il se produit une réaction de combustion qui libère de l'eau et du dioxyde de carbone.

1. Ecrivez l'équation chimique équilibrée (pondérée) correspondant à cette réaction.
2. Quel volume de dioxygène est nécessaire pour consommer 1,0 kg de tristéarine ?
3. Quelle est la masse d'eau accessible à partir de 1,0 kg de cette graisse ?

---

<sup>4</sup> D'après Physique Chimie; Belin.

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2002

## NIVEAU I (élèves de 5ème année) PROBLEMES

### Problème 1

Votre numéro

25 points

On dispose de 1 g d'un mélange de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  et de  $\text{KCl}$ .  
On désire connaître le pourcentage massique de chacun de ces deux constituants.  
Pour ce faire, on dissout cet échantillon dans de l'eau déminéralisée et on ajoute du  $\text{AgNO}_3$  en excès.  
Le précipité obtenu est filtré, lavé et séché.  
La masse de précipité est de 2,62 g.

Quels sont les pourcentages massiques en  $\text{NH}_4\text{Cl}$  et en  $\text{KCl}$  ?

### Problème 2 <sup>1</sup>

Votre numéro

25 points

La caféine, présente dans le café, le thé, le chocolat, les boissons au cola, est un stimulant pouvant être toxique à forte dose (plus de 600 mg par jour). Sa formule chimique est  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$

- Quelle est la masse molaire de la caféine ?
- Quels sont les pourcentages massiques des différents éléments chimiques constituant la caféine ?
- Quelle quantité de matière de caféine y a – t – il dans une tasse de café contenant 80 mg de caféine ? Combien y a – t – il de molécules de caféine dans la tasse ?
- Combien de ces tasses de café peut – on boire par jour sans risque d'intoxication ?
- Un café décaféiné en grains (ou moulu) ne doit pas contenir plus de 0,1 % en masse de caféine. Quelle quantité de matière maximale de caféine y a – t – il dans un paquet de café décaféiné d' une masse de 250 g ?

<sup>1</sup> D'après Physique Chimie; 2<sup>ème</sup> Microméga; Hatier.

**Problème 3**

Votre numéro

**25 points**

On désire préparer 50 mL d'une solution de HCl 0,05 mol/L.  
Pour ce faire, on dispose d' une solution concentrée de HCl dont la masse volumique vaut  $1,098 \text{ g/cm}^3$  et le pourcentage en masse 19,9 %.

Quels sont les volumes de  $\text{H}_2\text{O}$  et de solution concentrée de HCl à mettre en œuvre ?

**Problème 4**

Votre numéro

**25 points**

Une chaîne en or pur a une masse totale de 27,5 g. Elle est constituée de 105 petits maillons tous identiques.

Calculez le nombre d'atomes d'or contenus dans chaque maillon.

## Réponses

1.  $x = n_{\text{NH}_4\text{Cl}}$        $M_{\text{AgCl}} = 143.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$        $M_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 53.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 $y = n_{\text{KCl}}$        $M_{\text{KCl}} = 74.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$x + y = 2.62 / 143.5 = 0.018 \text{ mol}$$

$$x \cdot 53.5 + y \cdot 74.5 = 1 \text{ g}$$

$$x = 0.0162 \quad y = 0.0018$$

$$m_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0.8667 \text{ g} \quad m_{\text{KCl}} = 0.1341 \text{ g}$$

$$\% \text{ NH}_4\text{Cl} = 87 \quad \% \text{ KCl} = 13$$

2. a) 194 g/mol  
b) C : 49.48 ; H : 5.15 ; N : 28.87 ; O : 16.49  
c)  $4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  ;  $2.4 \cdot 10^{20}$  molécules  
d) 7.5 tasses  
e)  $1.29 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

3.  $4.2 \cdot 10^{-4} \text{ L}$  de HCl et  $49.58 \cdot 10^{-3} \text{ L}$  de H<sub>2</sub>O

4.  $7.98 \cdot 10^{20}$  atomes

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2003

## NIVEAU I (élèves de 5ème année) PROBLEMES

### Problème 1

Votre numéro

25 points

La *mycomycine* est une substance analogue à la pénicilline et à la streptomycine qui sont à la base des antibiotiques. Elle est produite par la bactérie *Nocardia acidophilus*. A partir de bouillons de culture de cette bactérie, on peut obtenir des cristaux de cette substance.

Ceux – ci ne contiennent que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène.

Pour déterminer la formule chimique de cette substance, un échantillon de 0,1141 g a été chauffé dans un courant d'oxygène jusqu'à combustion complète.

Le courant gazeux, entraînant les produits de combustion, passait dans un tube taré contenant du chlorure de calcium qui absorbait uniquement la vapeur d'eau produite.

Un second tube taré contenant un mélange d'hydroxyde de sodium et d'oxyde de calcium absorbait uniquement le gaz carbonique produit.

Après combustion complète, le premier tube avait gagné 0,0519 g (masse de l'eau produite par la combustion) ; le deuxième, quant à lui, avait gagné 0,3295 g (masse du gaz carbonique produit par la combustion).

Calculez le pourcentage massique des atomes constitutifs de cette molécule.

Ecrivez la formule brute la plus simple de la *mycomycine*.



**Problème 2**

Votre numéro

**25 points**

Une prise d'essai de 0,3283 g de sulfate d'un métal trivalent 18-hydraté est dissoute dans de l'eau.

On ajoute à cette solution du chlorure de baryum afin de précipiter complètement les sulfates sous forme de sulfate de baryum.

Le précipité obtenu est filtré, lavé, séché et pesé : on obtient 0,3449 g de sulfate de baryum.

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de la précipitation.

Quelle est la formule du sulfate métallique trivalent ?

**Problème 3**

Votre numéro

**25 points**

On désire déterminer le pourcentage massique en  $\text{CaCO}_3$  d'une roche calcaire.

Pour ce faire, on broie un échantillon de roche de 9,2 g que l'on fait réagir ensuite avec un excès de HCl.

Cette opération se déroule dans un erlenmeyer contenant 400 mL d'une solution de HCl de concentration 0,5 mol/L.

Lorsque le dégagement gazeux cesse, on prélève 100 mL de la solution obtenue que l'on titre à l'aide d'une solution de NaOH de concentration 1 mol/L.

Il faut 17,8 mL de la solution de NaOH pour neutraliser les 100 mL prélevés.

Ecrivez les équations des réactions mises en œuvre.

Calculez le pourcentage massique en  $\text{CaCO}_3$ .

**Problème 4**

Votre numéro

**25 points**

L'air que nous respirons contient environ 1/5 de dioxygène et 4/5 de diazote en volume.

Quel volume de chacun de ces gaz est enfermé dans une salle de 90 m<sup>3</sup> ?

A quelle quantité de matière (en mol) cela correspond – il pour chacun d'eux ?

Quelles masses de dioxygène et de diazote la salle contient – elle ?

**Problème subsidiaire**

Votre numéro

**25 points**

L'acide sulfurique se dissout en toutes proportions dans l'eau et la réaction est très exothermique :  $\Delta H = - 84 \text{ kJ}$  par mol de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Un étudiant dispose d'acide sulfurique concentré de masse volumique 1,83 kg/L. Il désire préparer 100mL d'une solution d'acide sulfurique à 5 % en volume (c'est à dire 5 mL de soluté par 100 mL de solution).

Pour ce faire, il verse avec précaution un certain volume d'acide dans un certain volume d'eau.

Notez que lors de la dilution de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré, on constate une contraction du volume de la solution

La masse volumique de la solution obtenue est de 1,058 kg/L.

- a) Calculez les volumes d'acide et d'eau à utiliser pour préparer cette solution.
- b) Ecrire la réaction d'ionisation de l'acide sulfurique dans l'eau.
- c) Justifiez la spontanéité de cette réaction.
- d) Indiquez les tests permettant de vérifier la présence des ions  $\text{H}^+$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  dans la solution.
- e) Calculez l'élévation de la température de la solution obtenue en négligeant les pertes thermiques et l'énergie thermique absorbée par le récipient.

La chaleur massique de la solution  $c_{\text{solution}}$  est égale à 4,18 J/g.

La chaleur massique d'une substance est la quantité d'énergie qu'il faut fournir à un gramme de cette substance pour élever sa température de 1 °C.

- f) Pour préparer une solution d'acide sulfurique, il faut toujours verser l'acide dans un grand volume d'eau mais jamais l'inverse. Justifiez en quelques mots cette façon de faire.
- g) L'acide sulfurique est un des composants de certains déboucheurs.
  - Citer les précautions à prendre lors de la manipulation de ces déboucheurs.
  - Expliquer leur mode d'action. Ecrivez les équations correspondantes (maximum 3)

**Problème subsidiaire**

Votre numéro

**25 points**

## Réponses

### PROBLEME 1

Pourcentage massique de chaque atome :

$$\text{H : } \frac{0,0519}{18} \times 2,016 \times \frac{100}{0,1141} = 5,09 \text{ \%} \quad 8 \text{ pts}$$

$$\text{C : } \frac{0,3295}{44} \times 12,01 \times \frac{100}{0,1141} = 78,82 \text{ \%} \quad 8 \text{ pts}$$

$$\text{O : } 100 - 5,09 - 78,82 = 16,09 \text{ \%} \quad 4 \text{ pts}$$

Formule brute la plus simple : 5 pts

$$\text{H : } 5,09 / 1,008 = 5,05 \text{ mol dans 100 g de mycomycine} \quad \text{H : 5,02}$$

$$\text{C : } 78,82 / 12,01 = 6,56 \text{ mol dans 100 g de mycomycine} \quad \text{C : 6,53}$$

$$\text{O : } 16,09 / 15,999 = 1,005 \text{ mol dans 100 g de mycomycine} \quad \text{O : 1}$$

Formule :  $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}$

### PROBLÈME 2



$$n_{\text{BaSO}_4} = 0,3449 / 233,39 = 0,00148 \text{ mol} \quad 3 \text{ pts}$$

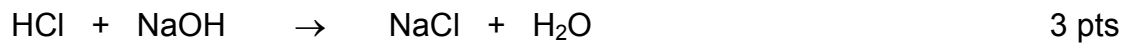
$$n_{\text{M}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}} = 0,00148 / 3 = 4,926 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad 5 \text{ pts}$$

$$M_{\text{M}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}} = 0,3283 / 4,926 \cdot 10^{-4} = 666,5 \text{ g/mol} \quad 5 \text{ pts}$$

$$M_{\text{M}} = (666,5 - (18 \times 18) - (3 \times 96)) / 2 = 27,25 \text{ g/mol} \quad 5 \text{ pts}$$

Formule :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$  2 pts

### PROBLEME 3



$$n_{\text{HCl}} \text{ ds les 400 mL de départ} = 0,5 \times 0,4 = 0,2 \text{ mol} \quad 3 \text{ pts}$$

$$n_{\text{HCl}} \text{ ds les 100 mL prélevés} = 0,0178 \text{ mol} \quad 3 \text{ pts}$$

$$n_{\text{HCl}} \text{ ds les 400 mL de la solution obtenue} = 0,0178 \times 4 = 0,0712 \text{ mol} \quad 3 \text{ pts}$$

$$n_{\text{HCl}} \text{ consommés} = 0,2 - 0,0712 = 0,1288 \text{ mol} \quad 3 \text{ pts}$$

$$n_{\text{CaCO}_3} = 0,1288 / 2 = 0,0644 \text{ mol} \quad 3 \text{ pts}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = 0,0644 \times 100,06 = 6,444 \text{ g} \quad 2 \text{ pts}$$

$$\% \text{ massique} = (6,444 / 9,2) \times 100 = 70,04 \% \quad 2 \text{ pts}$$

### PROBLEME 4

$$\text{Volume de O}_2 = 90 / 5 = 18 \text{ m}^3 \quad 2,5 \text{ pts}$$

$$\text{Volume de N}_2 = 90 \times 4/5 = 72 \text{ m}^3 \quad 2,5 \text{ pts}$$

$$n \text{ de O}_2 = 18000 / 22,4 = 803,6 \text{ mol} \quad 5 \text{ pts}$$

$$n \text{ de N}_2 = 72000 / 22,4 = 3214,3 \text{ mol} \quad 5 \text{ pts}$$

$$m \text{ de O}_2 = 803,6 \times 32 = 25715,2 \text{ g} \quad 5 \text{ pts}$$

$$m \text{ de N}_2 = 3214,3 \times 28 = 90000,4 \text{ g} \quad 5 \text{ pts}$$

## PROBLEME SUBSIDIAIRE

a) 4 pts

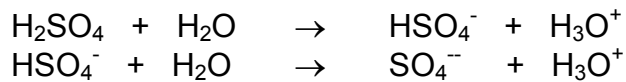
m de 100 mL de solution diluée =  $0,1 \times 1058 = 105,8$  g

m de 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,005 \times 1830 = 9,15$  g

m d' $\text{H}_2\text{O} = 105,8 - 9,15 = 96,65$  g

$V_{\text{H}_2\text{O}} = 96,65$  mL

b) 2 pts



c) 3 pts (2 + 1)

$\text{H}^+$  : papier pH, indicateur coloré

$\text{SO}_4^{2-}$  :  $\text{BaCl}_2$  pour précipiter  $\text{BaSO}_4$

d) 3 pts

Exothermicité ; acide fort.

e) 4 pts

masse de la solution = 105,8 g

$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 9,15 / 98,07 = 0,0933$  mol

$\Delta H = -84 \times 0,0933 = 7837$  J

$\Delta T = 7837 / (4,18 \times 105,8) = 17,7$  °C

f) 3 pts

Dispersion de la chaleur de dissolution.

$\text{H}_2\text{O}$  dans acide : ébullition d'une petite quantité d'eau dans un grand volume d'acide avec risque de projections de gouttelettes d'acide concentré.

g) 6 pts (3 + 3)

Protection de la peau, des yeux.

Verser de petites quantités à la fois

Laisser réagir assez longtemps

Vérifier si les matériaux sanitaires sont compatibles avec cet usage

Dissolution du carbonate de calcium, de magnésium

Oxydation des matières organiques



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2004<sup>1</sup>

### NIVEAU I (élèves de cinquième année) - Deuxième épreuve : PROBLEMES

par

Damien GRANATOROWICZ, Jean-Claude DUPONT, J. FURNEMONT, Josiane KINON-IDCZAK,  
Véronique LONNAY, Liliane MERCINY, Raymonde MOUTON-LEJEUNE, R.HULS.

#### Problème 1

25 points

#### Préparation d'une solution de soude<sup>2</sup>

Les solutions de soude sont très couramment utilisées au laboratoire de chimie. La soude NaOH ( $M_{\text{NaOH}} = 40,0 \text{ g mol}^{-1}$ ) se présente sous forme de pastilles blanches.

On veut préparer, pour une séance de laboratoire, 500 mL d'une solution de concentration molaire 1,00 mol/L.

- a) Calculer la masse de soude nécessaire.

#### Réponse :

Cette solution concentrée servira à la préparation d'une solution de concentration  $1,00 \times 10^{-2}$  mol/L.

En effet, pour son expérience, l'élève doit utiliser 10,0 mL de cette solution diluée.

- b) Quel volume de la solution concentrée faudrait-il prélever pour préparer directement les 10,0 mL désirés ?

#### Réponse :

Pratiquement, la dilution s'effectue en deux temps :

- 1°) L'élève commence par diluer la solution initiale d'un facteur 20 pour préparer une solution intermédiaire.  
La plus petite pipette dont il dispose pour opérer cette dilution a une capacité de 5,00 mL

- c) Quel volume de cette solution intermédiaire va-t-il préparer ?

#### Réponse :

- d) Quelle est la concentration de cette solution intermédiaire ?

#### Réponse :

<sup>1</sup> Avec le soutien de la Politique scientifique fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Communauté Germanophone de Belgique ; Solvay ; Le Soir ; UCB-Pharma ; Prayon-Rupel ; les Editions De Boeck ; Larcier ; Tondeur ; Fedichem Wallonie, Fedichem Bruxelles, le Fonds de Formation de l'Industrie chimique ; Belgochlor ; Belgian Shell ; la Société Royale de Chimie

<sup>2</sup> Tiré de : Collection Galileo, Physique Chimie 2<sup>ème</sup> BORDAS

2°) L'élève dilue ensuite la solution intermédiaire pour préparer la solution finale qu'il utilisera dans son expérience.

e) Quel est le facteur de la seconde dilution effectuée pour préparer la solution finale ?

**Réponse :**

**Problème 2**

**25 points**

Dosage du sesquioxyde de chrome (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dans un minerai

Un échantillon de minerai contenant du sesquioxyde de chrome et pesant 0,2482 g est soumis à une fusion oxydante (Equ. 1).

Le mélange fondu contenant des ions chromate (CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), provenant de l'oxydation du sesquioxyde, est dissous dans une solution diluée d'acide sulfurique ; les ions chromate se transforment alors en ions dichromate (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>) (Equ. 2)

On ajoute ensuite un excès d'une solution d'iodure de potassium (KI).

L'iode libéré (Equ. 3) réagit exactement avec 23,1 cm<sup>3</sup> d'une solution de thiosulfate de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) de concentration 0,100 mol.L<sup>-1</sup>. (Equ. 4)

Calculer le pourcentage en masse de sesquioxyde de chrome dans le minerai.

Equations :



A<sub>r</sub> : H : 1,01    O : 16,00    Na : 22,99    S : 32,07    Cr : 52,00    I : 126,90

**Problème 3**

**25 points**

<sup>3</sup>On trouve sur l'étiquette d'un produit laitier "allégé" les renseignements suivants:

Vitamines et sels minéraux	vitamine B1	vitamine B2	vitamine B5	vitamine B6	vitamine B9	vitamine B12	calcium	phosphore
Teneur pour un pot	0,25 mg	0,24 mg	1 mg	0,32 mg	30 µg	0,3 µg	163 mg	131 mg
% de la D.J.R.*	18,0	15,0	17,0	16,0	15,0	30,0	20,0	16,0

\* D.J.R. représente la dose journalière recommandée pour un adulte.

a) Calculer la masse de calcium (en mg) que l'on doit absorber chaque jour.

<sup>3</sup> Tiré de : Collection Durupthy, Chimie 1<sup>ère</sup> S, HACHETTE EDUCATION

Au cours d'un repas, un Homme consomme, entre autres, du poisson et un pot de ce produit laitier allégé. Cent grammes de poisson apportent 460 mg de phosphore.

- b) Quelle masse de poisson (en g) cette personne doit-elle consommer pour que la dose journalière recommandée de phosphore soit atteinte ?

#### Problème 4

25 points

Le carbone 14 ( $^{14}\text{C}$ ), isotope radioactif de l'élément carbone, se transforme spontanément et continûment en azote 14 ( $^{14}\text{N}$ ).

La période  $T$  d'un isotope radioactif est le temps au bout duquel a disparu la moitié du nombre initial d'atomes.

Ainsi, il faut 5700 ans pour que la moitié du carbone 14 présent dans un échantillon se soit transformé en azote 14.

Soit un échantillon contenant 0,0425 g de  $^{14}\text{C}$ , déterminez graphiquement le temps au bout duquel il ne subsistera que 0,0074 g de  $^{14}\text{C}$ .

Quelle incertitude attribuez-vous à votre réponse. Justifiez la valeur proposée en précisant les différentes causes d'erreurs.

REMARQUE : La résolution doit se faire sur le papier millimétré fourni en utilisant au maximum la surface proposée (15 cm x 16 cm).  
Annotez votre graphique et précisez les échelles choisies.



**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2004<sup>4</sup>**  
**NIVEAU I (élèves de cinquième année)**

**RÉPONSES AUX PROBLÈMES**

**PROBLEME 1**

- a) 20 g 5 points
- b) 0,1 mL 5 points
- c) 100 mL 5 points
- d) 0,05 mol.L<sup>-1</sup> 5 points
- e) 5 5 points

**PROBLÈME 2**

$n \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 23,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  4 points

$n \text{I}_2 = 11,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  4 points

$n \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} = 3,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  4 points

$n \text{CrO}_4^{2-} = 7,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  3 points

$n \text{Cr}_2\text{O}_3 = 3,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  3 points

$m \text{Cr}_2\text{O}_3 = 152 \times 3,85 \cdot 10^{-4} = 0,0585 \text{ g}$  3 points

$\% \text{ massique} = (0,0585 / 0,2482) \times 100 = 23,6 \%$  4 points

**PROBLEME 3**

a)  $m_{\text{Ca}} = (100 / 20,0) \times 163 = 815 \text{ mg}$  10 points

b) D.J.R. en P =  $(100 / 16,0) \times 131 = 819 \text{ mg}$  5 points

$131 + m_{\text{poisson}} \times (460 / 100) = 819 \text{ mg}$

$\Rightarrow m_{\text{poisson}} = 149,6 \text{ g}$  10 points

---

<sup>4</sup> Avec le soutien de la Politique scientifique fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Communauté Germanophone de Belgique ; Solvay ; Le Soir ; UCB-Pharma ; Prayon-Rupel ; les Editions De Boeck ; Larcier ; Tondeur ; Fedichem Wallonie, Fedichem Bruxelles, le Fonds de Formation de l'Industrie chimique ; Belgochlor ; Belgian Shell ; la Société Royale de Chimie

#### PROBLEME 4

Annotation ordonnée : graduations 1 point  
échelle 1 point  
variable 1 point

Annotation abscisse : graduations 1 point  
échelle 1 point  
variable 1 point

Utilisation maximale de la surface proposée :

a) Abscisse: 16 cm disponibles pour trois périodes à 5 points  
prendre en compte; 5 cm par période;  
1 mm = 114 ans  
Ordonnée : 15 cm disponibles pour 351 ( $10^{-4}$  g);  
1 cm = 25 ( $10^{-4}$  g); origine à 50 ( $10^{-4}$  g)

ou

b) Abscisse: 16 cm disponibles pour quatre périodes 5 points  
à prendre en compte; 4 cm par période;  
1 mm = 142,5 ans  
Ordonnée : 15 cm disponibles pour 351 ( $10^{-4}$  g);  
1 cm = 30 ( $10^{-4}$  g); origine à 0 ( $10^{-4}$  g)

Réponse d'après l'équation cinétique :  $t = 14378$  ans 10 points maximum

1 point en moins par déviation de +/- 50 ans

Incertitude : Valeur : entre 100 et 200 ans 1 point

Justification : Ordonnée 1 point  
Abscisse 1 point  
Graphisme 1 point

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2005

## NIVEAU I PROBLEMES

Chères amies, Chers amis chimistes,

Nous vous félicitons pour votre participation à cette Olympiade.

Lors de cette deuxième épreuve, nous sélectionnerons un étudiant désireux de participer à l'EUSO (European Union Science Olympiad). Cette Olympiade destinée aux élèves de 5<sup>ème</sup> année proposera à notre lauréat un travail scientifique pluridisciplinaire en compagnie de jeunes biologistes et physiciens en herbe.

## INSTRUCTIONS

Cette deuxième épreuve de l'Olympiade est notée sur **100 points** et comprend **4 problèmes à 25 points**.

Vous avez **2 heures** pour réaliser votre travail; vous pouvez utiliser une machine à calculer non programmable, mais aucun autre document personnel.

**Répondez à chacun des problèmes sur la feuille où figure l'énoncé.** Indiquez votre raisonnement ainsi que vos calculs d'une manière claire, dépouillée et schématique.

Le questionnaire est accompagné d'un **tableau des masses atomiques avec les valeurs de quelques constantes**.

**INDIQUEZ VOTRE NUMERO SUR CHACUNE DES FEUILLES S.V.P.**

**BON TRAVAIL**

### Ils soutiennent les Olympiades :

La Communauté Française de Belgique,  
La Communauté Germanophone de Belgique,  
La Région Bruxelloise  
La Politique Scientifique Fédérale,  
La Société Royale de Chimie,  
Les Universités francophones  
Le Fonds de Formation Employés de l'Industrie Chimique

SOLVAY	SCHELL	UCB	PRAYON – RUPEL
Le Soir	Les Editions : DE BOECK	LARCIER	TONDEUR
AScBr	FEDICHEM WALLONIE	BELGOCHLOR	FEDICHEM BRUXELLES

Spéléologie et estomac

Quels points communs peut-il y avoir entre un médicament contre les aigreurs d'estomac et une expédition spéléologique ? Dans les deux cas, le carbonate de calcium est impliqué. D'une part, un médicament comme le Rennie© contient essentiellement du carbonate de calcium. D'autre part, les expéditions spéléologiques sont surtout effectuées dans les massifs essentiellement calcaires. Cette roche, principalement constituée de carbonate de calcium, est chimiquement creusée par les eaux pluviales pour former les grottes et les rivières souterraines.

Pourquoi une même espèce chimique peut-elle soulager l'estomac et permettre la formation de cavités souterraines ?

Les ions carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  apportés par le médicament réagissent avec les ions  $\text{H}^+$  produits par l'estomac et responsables de l'aigreur. Du dioxyde de carbone gazeux et de l'eau sont formés. Cette diminution des ions  $\text{H}^+$  soulage temporairement de la douleur due à l'aigreur. Le fonctionnement du médicament passe donc par une réaction chimique réduisant la quantité d'ions  $\text{H}^+$  dans l'estomac.

Dans les massifs calcaires, la roche est attaquée par l'acidité des pluies. Cette faible acidité, naturellement présente dans l'eau de pluie, suffit à éroder la roche, creusant ainsi les espaces qui deviennent des cavités. Le dioxyde de carbone formé lors de cette érosion de la roche se retrouve dans les eaux souterraines. Quand ces eaux sont récupérées lors de leurs résurgences, on constate qu'elles sont effectivement chargées de dioxyde de carbone. Ce sont des eaux de source naturellement pétillantes. La présence de gaz dans l'eau minérale résulte donc des ruissellements en milieu calcaire. Ainsi, boire des eaux naturellement gazeuses comme Perrier© ou Badoit©, c'est avaler un peu des roches calcaires présentes sous nos pieds.

1. Quelle est la propriété chimique commune aux médicaments contre les aigreurs d'estomac et les roches calcaires ?  
Répondez à cette question par l'écriture d'une réaction chimique.
2. Si une aigreur d'estomac était due à un excès d'environ  $2 \cdot 10^{-3}$  mol d'ions  $\text{H}^+$ , quelle masse de carbonate de calcium serait-il nécessaire d'ingérer pour éliminer cette quantité de matière d'acide ?
3. Un morceau de craie (carbonate de calcium) de 1 g est introduit dans une eau de pluie acide qui contient  $10^{-4}$  mol d'ions  $\text{H}^+$  par litre. Quel volume d'une telle pluie va permettre de détruire complètement cette craie ?
4. Sachant qu'il pleut en moyenne 900 L par mètre carré par an dans nos régions, combien de temps serait nécessaire pour qu'une pluie érode une hauteur d'un mètre dans un massif calcaire (masse volumique = 2,7 kg/L) ? La concentration de cette pluie est de  $10^{-4}$  mol d'ions  $\text{H}^+$  par litre.

---

<sup>1</sup> Tiré de : Micoméga; Physique – Chimie, 2<sup>de</sup> ; HATIER

**Problème 2<sup>2</sup>**

<u>Votre numéro</u>
---------------------

**25 points**Précipitation de l'hydroxyde de cuivre (II)

4,0 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium ( $C_{\text{OH}^-} = 0,40 \text{ mol/L}$ ) sont ajoutés à 12 mL d'une solution de sulfate de cuivre (II) ( $C_{\text{Cu}^{2+}} = 0,10 \text{ mol/L}$ ). Les ions  $\text{Cu}^{2+}$  réagissent avec les ions  $\text{OH}^-$  pour donner un précipité d'hydroxyde de cuivre (II).

1. Ecrivez l'équation de la réaction chimique.
  
2. Quels sont, à l'état initial, les nombres de mol d'ions  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{OH}^-$  en présence ?
  
3. Quels sont les nombres de mol de toutes les espèces chimiques présentes à l'état final ?
  
4. Quels sont les concentrations des espèces chimiques présentes en solution à l'état final ?

---

<sup>2</sup> Tiré de : Collection Galiléo, Physique Chimie 2<sup>ème</sup>, Programme 2000, BORDAS.

**Problème 3<sup>3</sup>**

<u>Votre numéro</u>
---------------------

**25 points**Analyse d'un insecticide

Un insecticide à base de DDT (Formule moléculaire (brute) :  $C_{14}H_9Cl_5$ ) est annoncé en contenir 1 % en masse. Afin de vérifier s'il contient la quantité prévue de produit actif, il est soumis à une expertise pour laquelle on procède ainsi : un échantillon d'insecticide de 0,73 g est traité de façon à minéraliser le chlore du DDT, c'est à dire à le transformer entièrement en ions  $Cl^-$ .

En présence de nitrate d'argent en excès, ces ions sont intégralement inclus dans un précipité de chlorure d'argent, qu'on filtre, sèche et pèse. La masse de  $AgCl$  ainsi obtenue est 14 mg.

Calculez le pourcentage en masse de DDT révélé par l'expertise.

---

<sup>3</sup> Tiré de : Chimie Physique; Exercices et Problèmes résolus; Arnaud; DUNOD.

**Problème 4<sup>4</sup>**

<u>Votre numéro</u>
---------------------

**25 points**Dilutions

On dispose d'un volume  $V = 50 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de glucose (Formule moléculaire (brute) :  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), de concentration molaire  $C = 0,5 \text{ mol/L}$ . On ajoute à cette solution  $450 \text{ mL}$  d'eau. On obtient la solution  $S_1$ .

On prélève alors un volume  $V' = 100 \text{ mL}$  de la solution  $S_1$  auquel on ajoute  $900 \text{ mL}$  d'eau. On obtient la solution  $S_2$ .

1. Quelle est la concentration massique de la solution  $S_1$  ?

2. Quel est la concentration molaire de la solution  $S_2$  ?

---

<sup>4</sup> Tiré de : Physique Chimie 2<sup>de</sup>; BELIN 2000

**Problème 1 Réponses aux problèmes ProbOlymp5e05 25 points**

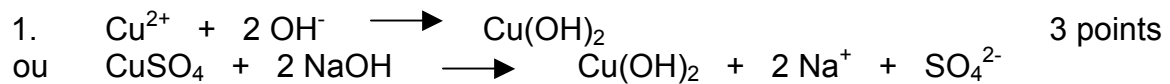


2.  $m_{\text{CaCO}_3} = 10^{-3} \times 100 = 0,1 \text{ g}$  5 points

3.  $n_{\text{CaCO}_3} = 10^{-2} \text{ mol}$   
 $V_{\text{H}^+} = 2 \times (10^{-2} / 10^{-4}) = 200 \text{ L}$  5 points

4.  $m_{\text{CaCO}_3} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ g}$        $n_{\text{CaCO}_3} = 2,7 \cdot 10^4 \text{ mol}$   
 $V_{\text{H}^+} = 2 \times (2,7 \cdot 10^4 / 10^{-4}) = 5,4 \cdot 10^8 \text{ L}$   
 $t = 5,4 \cdot 10^8 / 900 = 600.000 \text{ ans}$  10 points

**Problème 2 25 points**



2.  $n_{\text{Cu}^{2+}} = 1,2 \text{ mmol}$  2 points

$n_{\text{OH}^-} = 1,6 \text{ mmol}$  2 points

3.  $n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,40 \text{ mmol}$  2 points

$n_{\text{OH}^-} = 0 \text{ mmol}$  2 points

$n_{\text{SO}_4^{2-}} = 1,2 \text{ mmol}$  2 points

$n_{\text{Na}^+} = 1,6 \text{ mmol}$  2 points

$n_{\text{Cu(OH)}_2} = 0,8 \text{ mmol}$  2 points

4.  $C_{\text{Cu}^{2+}} = 25 \text{ mmol/L}$  2 points

$C_{\text{OH}^-} = 0 \text{ mmol/L}$  2 points

$C_{\text{SO}_4^{2-}} = 75 \text{ mmol/L}$  2 points

$C_{\text{Na}^+} = 100 \text{ mmol/L}$  2 points



**Problème 3****25 points**

$$n_{\text{AgCl}} = n_{\text{Cl}} = 0,014 / 143,5 = 9,76 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

5 points

$$n_{\text{DDT}} = 9,76 \cdot 10^{-5} / 5 = 1,95 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

7 points

$$m_{\text{DDT}} = 1,95 \cdot 10^{-5} \times 354,5 = 6,92 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

8 points

$$\%_{\text{Cl}} = (6,92 \cdot 10^{-3} / 0,73) \times 100 = 0,95 \%$$

5 points

**Problème 4****25 points**

1.  $r'_{\text{S1}} = 180 \times 0,05 = 9 \text{ g/L}$

15 points

2.  $C_{\text{S2}} = 0,005 \text{ mol/L}$

10 points



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2006<sup>1</sup>

### NIVEAU 1 (élèves de cinquième année)

#### deuxième épreuve : PROBLEMES

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**. 114 élèves ont pris part à cette épreuve. Ils avaient **2 heures** pour répondre et pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable, mais aucun autre document personnel. 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	19,4	15,1	14,7	16,2	65,3
%	<b>77,6</b>	<b>60,4</b>	<b>58,8</b>	<b>64,8</b>	<b>65,3</b>

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de **65,3 %**, bien meilleure que celle obtenue en 2005 (51,5 %). Avec des moyennes de 67,97 pour la première épreuve et de 65,3 pour les problèmes, on peut considérer que le niveau des questions était bien adapté aux compétences des étudiants. Notons que les 4 exercices ont recueilli au moins 59 %. On peut également remarquer que le problème 4 qui traitait de techniques inconnues des élèves et qui demandait un effort de compréhension à la lecture a recueilli une moyenne de 64.8 % ce qui est encourageant.

**Les 11 lauréats de 5<sup>e</sup> année.** Tous ont obtenu plus de 90%.

1. HUBERLAND Vincent, Athénée Royal de et à ENGHEN ; professeur : Mme CROQUET
2. ABDELHAMID Karim, Athénée Provincial Waroqué à MORLANWEZ ; professeur : Mme FUINO
3. LOODTS Vanessa, Institut de la Vierge Fidèle à BRUXELLES ; professeur : Mme LAMBERT  
RABAUX Thomas, Collège Ste Marie à MOUSCRON ; professeur : M. VRIELYNCK
5. HISETTE Quentin, Institut de l'Instruction Chrétienne à FLONE ; professeur : Mme HIERNAUX
6. GERASIMTCHIK Kasili, Athénée Provincial Waroqué à MORLANWEZ ; professeur : Mme FUINO
7. LU ANH KHOA Augustin, Collège St Servais à LIEGE ; professeur : Mme GUILLAUME
8. HUBERT Maxime, Athénée Royal de et à ARLON ; professeur : Mme BAUDOUX  
DE VOS Thomas, Athénée Provincial Waroqué à MORLANWEZ ; professeur : Mme FUINO  
TAMINIAUX Nicolas, Institut de l'Enfant Jésus à NIVELLES ; professeur : Mme de LOCHT  
VAUDOISEY Paul, Ecole Européenne à BRUXELLES ; professeur : M. LELAIDIER

#### EUSO 2006

Cette deuxième épreuve a permis de sélectionner un étudiant pour participer à l'EUSO (European Union Science Olympiad) qui a lieu cette année à Bruxelles. 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.

<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 ; Fedichem Wallonie ; Fedichem Bruxelles; le Fonds de Formation 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.

C'est Vincent Huberland qui a été sélectionné pour former l'équipe francophone avec Marianne Maquet et Nicolas Dechamps ; ils ont remporté une médaille d'argent.

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

---

### Problème 1 (25 points)

La rouille de fer a une composition chimique qui n'est pas toujours bien définie, mais on peut admettre qu'il s'agit de l'oxyde de formule  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

La tour Eiffel a nécessité, pour sa construction, 6900 t de fer.

1) Ecrivez l'équation de cette transformation.

Si tout ce fer était transformé en rouille,

2) quelle serait la masse (en tonnes) de rouille obtenue ?

3) quel serait le volume (en  $\text{m}^3$ ) de dioxygène nécessaire pour que cette transformation se réalise ?

---

### Problème 2 (25 points)

Une installation de chauffage utilise 3600 L de fuel ( $\rho = 0,9 \text{ g/cm}^3$ ) par an. La teneur en soufre de ce carburant est de 0,3 % en masse.

Au cours de la combustion, il se forme du dioxyde de soufre qui se transforme par la suite en acide sulfurique.

1) Ecrivez les équations correspondant à la transformation du soufre en acide sulfurique.

2) Calculez la masse (en kg) d'acide sulfurique formée annuellement par cette installation.

---

### Problème 3 (25 points)

On mélange des masses égales de Zn et d' $\text{I}_2$  que l'on transforme en  $\text{ZnI}_2$ .

1) Ecrivez l'équation de la réaction.

2) Quelle est la fraction pondérale de Zn qui sera en excès ?

---

### Problème 4 (25 points)

#### L'HUILE ESSENTIELLE D'EUCALYPTUS :

L'eucalyptus est un arbre originaire d'Australie. Ses feuilles contiennent une huile essentielle odorante dont le principal constituant est une molécule appelée l'eucalyptol. Ce principe actif est à l'origine des propriétés thérapeutiques de l'huile essentielle d'eucalyptus, souvent utilisée en inhalation pour lutter contre les problèmes respiratoires.

A- Extraction de l'huile essentielle d'eucalyptus.

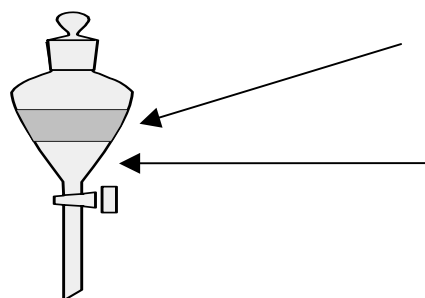
On fait bouillir pendant une vingtaine de minutes des feuilles d'eucalyptus émietées dans de l'eau. On obtient alors un mélange d'eau et d'huile essentielle d'eucalyptus. On veut ensuite " extraire par solvant " l'huile essentielle de ce mélange. Trois solvants sont à notre disposition : cyclohexane, toluène, éthanol. On donne quelques-unes de leurs caractéristiques ci-dessous :

Solvant	Toluène	Cyclohexane	Ethanol
Miscibilité avec l'eau	Non miscible	Non miscible	Miscible
Solubilité de l'eucalyptol	Peu soluble	Très soluble	Très soluble
Densité	0,87	0,78	0,81

1) Quel solvant extracteur choisiriez-vous ?

On introduit dans une ampoule à décanter 5 mL du solvant extracteur choisi et le mélange [eau + huile essentielle] ; on agite puis on laisse décanter.

2) Indiquez et justifiez l'ordre et le contenu des phases.



### B- Synthèse d'une substance odorante courante :

L'acétate d'isoamyle est une substance odorante présente dans beaucoup d'arômes naturels. Cette espèce chimique peut être synthétisée en laboratoire en suivant le protocole décrit ci-dessous :

On mélange tout d'abord dans un ballon  $V_1 = 5$  mL d'alcool isoamylique ( $C_5H_{12}O$ ) avec  $n_2 = 0,14$  mole d'acide acétique pur ( $C_2H_4O_2$ ). On ajoute ensuite un peu d'acide sulfurique  $H_2SO_4$  concentré pour accélérer la transformation chimique. L'acide sulfurique n'est pas consommé au cours de la transformation, ce n'est donc pas un réactif.

Au cours du chauffage, il se forme de l'acétate d'isoamyle ( $C_7H_{14}O_2$ ) et de l'eau ( $H_2O$ ). Après 20 min de chauffage, on refroidit le ballon sous l'eau froide, puis on verse son contenu dans une ampoule à décanter contenant 50 mL d'une solution aqueuse de NaCl. On agite et on laisse décanter. On observe alors deux phases. On recueille la phase organique.

Données : Masses volumiques :  $\rho(\text{alcool isoamylique}) = 0,81 \text{ g mL}^{-1}$  ;  $\rho(\text{acide acétique}) = 1,05 \text{ g mL}^{-1}$ .

- 3) Calculez la masse molaire moléculaire de l'acide acétique.
- 4) Calculez la masse d'acide acétique à introduire dans le ballon.
- 5) Déduisez le volume d'acide acétique à introduire dans le ballon.
- 6) Quels sont les réactifs de cette synthèse ?
- 7) Quels sont les produits de cette synthèse ?
- 8) Comment appelle-t-on une substance qui accélère une réaction chimique et qui n'est pas consommée au cours de la réaction ?
- 9) Pourquoi utilise-t-on une solution aqueuse de NaCl plutôt que de l'eau pure ?

### C- Etude comparative par chromatographie :

La technique de chromatographie sur couche mince (CCM) consiste en un déplacement des composés sur une plaque de silice (dioxyde de silicium) au moyen d'un solvant migrant sur cette plaque. Le déplacement subi est une des caractéristiques de la nature des molécules.

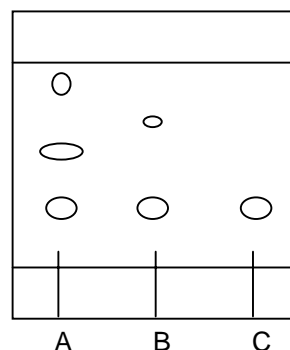
On réalise une chromatographie sur couche mince en utilisant comme éluant un mélange de cyclohexane et d'acétate d'éthyle.

On obtient le résultat suivant :

Dépôt A : huile essentielle d'eucalyptus extraite des feuilles.

Dépôt B : produit de la synthèse de l'acétate d'isoamyle.

Dépôt C : acétate d'isoamyle de référence (substance pure)



- 10) Indiquez les marques correspondant à l'acétate d'isoamyle.
- 11) Que pouvez-vous déduire du fait que le dépôt A donne plusieurs marques après élution ?
- 12) Le dépôt B présente deux marques après élution. Quelle pourrait être la nature de la seconde ?

## RÉPONSES

### Problème 1 25 points

- 1)  $2 \text{ Fe} + 3/2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$  5 points
- 2)  $n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 6,177 \times 10^7 \text{ mol}$  ;  $M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 159,7 \text{ g/mol}$  ;  $m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 9,86 \times 10^3 \text{ t}$  3 x 4 points
- 3)  $n_{\text{O}_2} = 9,266 \times 10^7 \text{ mol}$  ;  $V_{\text{O}_2} = 2,076 \times 10^6 \text{ m}^3$  2 x 4 points
- 

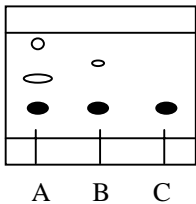
### Problème 2 25 points

- 1)  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$  ;  $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{ O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$  ;  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  3 x 2 points
- 2)  $m_{\text{fuel}} = 3,240 \times 10^6 \text{ g}$  ;  $m_{\text{S}} = 9,72 \times 10^3 \text{ g}$  ;  $n_{\text{S}} = 303,09 \text{ mol}$  3 x 5 points
- $m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 29,72 \text{ kg}$  4 points
- 

### Problème 3 25 points

- 1)  $\text{Zn} + \text{I}_2 \rightarrow \text{ZnI}_2$  5 points
- 2) Soit une masse de 10 g :
- $n_{\text{Zn}} = 0,1529 \text{ mol}$  ;  $n_{\text{I}_2} = 0,0394 \text{ mol}$  ;  $n_{\text{Zn}} \text{ en excès} = 0,1529 - 0,0394 = 0,1135 \text{ mol}$  20 points
- Fraction de Zn =  $0,1135 \text{ mol} / 0,1529 \text{ mol} = 0,74$
- 

### Problème 4 25 points

- 1) Cyclohexane 3 points
- 2) Phase supérieure : cyclohexane + huile essentielle  
Phase inférieure : eau 3 points
- 3)  $M_{\text{acide acétique}} = 60 \text{ g/mol}$  1 point
- 4)  $m_{\text{acide acétique}} = 0,14 \text{ mol} \times 60 \text{ g mol}^{-1} = 8,4 \text{ g}$  2 points
- 5)  $V_{\text{acide acétique}} = 8 \text{ mL}$  2 points
- 6) Réactifs : acide acétique + alcool isoamylique 2 points
- 7) Produits : acétate d'isoamyle + eau 2 points
- 8) Catalyseur 2 points
- 9) *Densité ou solubilité (relargage) ou séchage phase organique* 2 points
- 10)  2 points
- Les marques noires correspondent à l'acétate d'isoamyle
- 11) L'huile essentielle est composée d'au moins trois substances différentes 2 points
- 12) Alcool isoamylique 2 points

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2007

## NIVEAU I PROBLEMES

Chères amies, Chers amis chimistes,

Nous vous félicitons pour votre participation à cette Olympiade.

Lors de cette deuxième épreuve, nous sélectionnerons un étudiant désireux de participer à l'EUSO (European Union Science Olympiad). Cette Olympiade destinée aux élèves de 5<sup>ème</sup> année proposera à notre lauréat un travail scientifique pluridisciplinaire en compagnie de jeunes biologistes et physiciens en herbe.

## INSTRUCTIONS

Cette deuxième épreuve de l'Olympiade est notée sur **100 points** et comprend **4 problèmes à 25 points**.

Vous avez **2 heures** pour réaliser votre travail; vous pouvez utiliser une machine à calculer non programmable, mais aucun autre document personnel.

**Répondez à chacun des problèmes sur la feuille où figure l'énoncé.** Indiquez votre raisonnement ainsi que vos calculs d'une manière claire, dépouillée et schématique.

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).

**INDIQUEZ VOTRE NUMERO SUR CHACUNE DES FEUILLES S.V.P.**

**BON TRAVAIL**

Avec le soutien de :

**La Communauté Française de Belgique,  
La Communauté Germanophone de Belgique,  
La Région Bruxelloise  
La Politique Scientifique Fédérale,  
La Société Royale de Chimie,  
Les Universités francophones  
Fonds de Formation de l'Industrie Chimique - Employés**

**SOLVAY**

**BELGIAN SHELL**

**UCB PHARMA**

**PRAYON S.A.**

**Les Editions :**

**DE BOECK**

**LARCIER**

**TONDEUR**

**LE SOIR**

**AScBr**

**FEDICHEM WALLONIE**

**FEDICHEM BRUXELLES**

**BELGOCHLOR**

**Problème 1**

Votre numéro

**25 points**

Une usine est spécialisée dans le recyclage de bouteilles en verre. Sur 5000 bouteilles récupérées dans un conteneur, 20% ne sont pas recyclables.

Le verre contient en moyenne 60 % de silice ( $\text{SiO}_2$ ).

Sachant qu'une bouteille a une masse d'environ 400 g, calculez :

- a) la masse de  $\text{SiO}_2$  récupérée à partir de ces 5000 bouteilles.
- b) la quantité de matière (en mol) récupérée à partir de ces 5000 bouteilles.

$A_r$  Si = 28,09;  $A_r$  O = 16,00

**Problème 2**

Votre numéro

**25 points**

On prépare 200 mL d'eau sucrée en dissolvant , dans l'eau, deux morceaux de sucre (saccharose  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )

- a) Une boîte de sucre d'un kilogramme renferme trois couches de morceaux de sucre. Chaque couche comporte quatre rangées de quinze morceaux de sucre. Quelle est la masse d'un morceau de sucre ?
- b) Quelle est la concentration molaire de la solution obtenue ?
- c) Quel volume de la solution précédente faut-il utiliser pour préparer 200 mL d'eau sucrée de concentration molaire en sucre égale à 0,020 mol/L
- d) Pour préparer 200 mL de solution au même goût sucré que la solution de la question b), on introduit dans l'eau, de l'aspartame ( $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_5\text{N}_2$ ). La solution d'aspartame est alors 220 fois moins concentrée que celle de sucre. Quelle masse d'aspartame faut-il utiliser pour préparer une telle solution ?

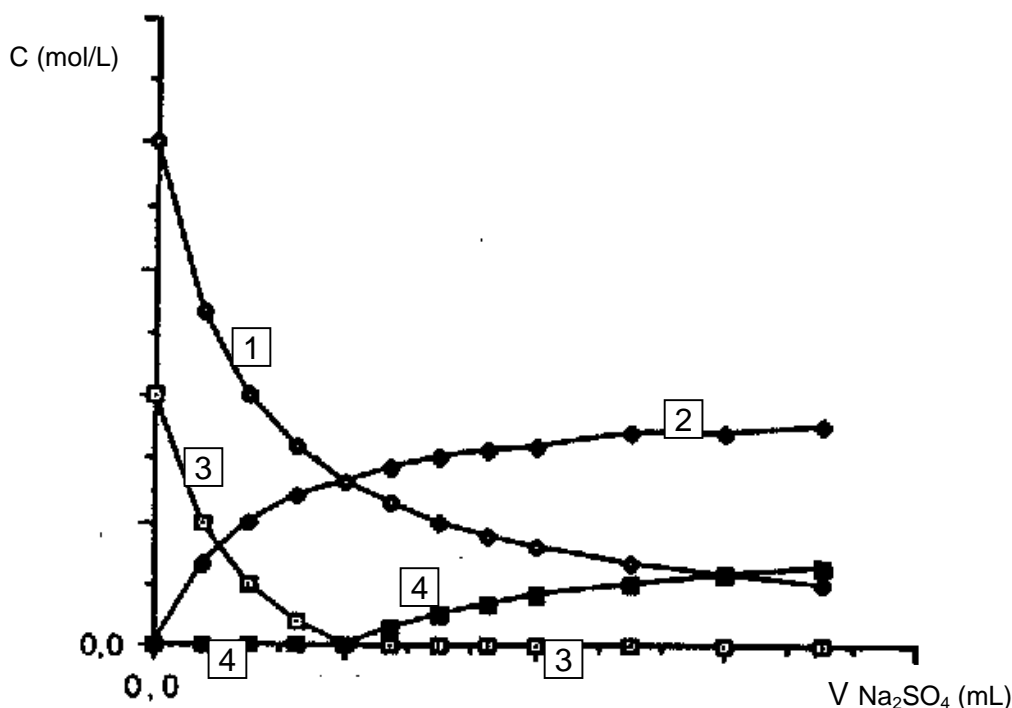
$A_r$  C = 12,01;  $A_r$  H = 1,01;  $A_r$  O = 16,00;  $A_r$  N = 14,01

**Problème 3<sup>1</sup>**

**25 points**

A 100 mL d'une solution de nitrate de baryum de concentration égale à 0,200 mol/L, on ajoute une solution de sulfate de sodium, de concentration égale à 0,100 mol/L. Il se forme un sel insoluble, le sulfate de baryum ( $\text{BaSO}_4$ ). On peut considérer que chaque ion  $\text{SO}_4^{2-}$  précipite jusqu'à la consommation complète des ions  $\text{Ba}^{2+}$ .

- a) Ecrivez les équations de dissociation du nitrate de baryum et du sulfate de sodium.
- b) Ecrivez l'équation de formation du sulfate de baryum.
- c) Calculez la concentration en ions sodium lorsque le volume de solution de sulfate de sodium ajouté vaut 0,200 L.
- d) Calculez la concentration en ions nitrate lorsque le volume de solution de sulfate de sodium ajouté vaut 0,200 L.
- e) Le graphique suivant présente l'évolution des concentrations des 4 ions présents dans le système en fonction du volume de solution de sulfate de sodium ajouté. Attribuez à chaque courbe l'ion correspondant.



**Problème 4<sup>2</sup>**

**25 points**

En procédant à la combustion complète de 0,250 g d'un hydrocarbure  $\text{C}_x\text{H}_y$  de masse molaire égale à 58,1 g/mol, on récupère 0,759 g de  $\text{CO}_2$ . Etablissez la formule moléculaire de cet hydrocarbure.

$A_r$  C = 12,01;  $A_r$  H = 1,01;  $A_r$  O = 16,00

<sup>1</sup> Tiré de : J. Dauchot, P. Slosse, B. Wilmet; *QCM Chimie générale*, DUNOD; 1997

<sup>2</sup> Tiré de : J. Dauchot, P. Slosse, B. Wilmet; *QCM Chimie générale*, DUNOD; 1997



**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2007**  
**NIVEAU I Réponses aux PROBLEMES**

**Problème 1**

**20 points**

- a) Masse de SiO<sub>2</sub> = 5000 x 0,8 x 0,6 x 0,4 = 960 kg 10 points  
 b) n SiO<sub>2</sub> = 960.10<sup>3</sup> / 60,09 = 15,98.10<sup>3</sup> mol 10 points

**Problème 2**

**30 points**

- a) Masse d'un morceau de sucre = 1000 / (3 x 4 x 5) = 5,56 g 3 points  
 b) m<sub>sucre</sub> = 2 x 5,56 = 11,1 g 3 points  
 M<sub>saccharose</sub> = 342 g/mol 3 points  
 n<sub>saccharose</sub> = 11,1 / 342 = 3,3.10<sup>-2</sup> mol 3 points  
 C<sub>solution</sub> = 3,3.10<sup>-2</sup> / 0,20 = 0,17 mol/L 3 points  
 c) n<sub>sucre</sub> à prélever = 0,02 x 0,20 = 4,0.10<sup>-3</sup> mol 3 points  
 V à prélever = 4,0.10<sup>-3</sup> / 0,17 = 2,4.10<sup>-2</sup> L 3 points  
 d) n<sub>aspartame</sub> = 3,3.10<sup>-2</sup> / 220 = 1,5.10<sup>-4</sup> mol 3 points  
 M<sub>aspartame</sub> = 294 g/mol 3 points  
 m<sub>aspartame</sub> = 1,5.10<sup>-4</sup> x 294 = 4,4.10<sup>-2</sup> g 3 points

**Problème 3**

**25 points**

- a) Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> → Ba<sup>2+</sup> + 2 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 1 point  
 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → 2 Na<sup>+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 1 point  
 b) Ba<sup>2+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → BaSO<sub>4</sub> 3 points  
 c) C Na<sup>+</sup> = (2 x 0,100 x 0,200) / (0,100 + 0,200) = 0,133 mol/L 4 points  
 d) C NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = (2 x 0,100 x 0,200) / (0,100 + 0,200) = 0,133 mol/L 4 points  
 e) 3 x 4 12 points

1	2	3	4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

**Problème 4**

**25 points**

Equation : C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> + (x + y/4) O<sub>2</sub> → x CO<sub>2</sub> + y/2 H<sub>2</sub>O 10 points

n CO<sub>2</sub> = x n C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> ⇒ (0,759 / 44,01) = x (0,250 / 58,1) 5 points

M C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> = x 12,01 + y 1,01 = 58,1 g/mol 5 points

x = 4 et y = 10 5 points