



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2008<sup>1</sup> NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - première épreuve

A.C.Lg

par

Cl. HOUSSIER, R. CAHAY, S. DELFOSSE, R. FRANCOIS, J. FURNEMONT,  
M. HUSQUINET-PETIT, R. HULS, C. MALHERBE, R. MOUTON-LEJEUNE.

510 élèves de sixième année se sont inscrits au niveau 2 pour présenter la première épreuve dans leur école, les copies étant corrigées par leur professeur. C'est une cinquantaine d'élèves de plus qu'en 2007 ; serait-ce dû au fait que l'épreuve s'est déroulée plus tard dans l'année scolaire ? L'épreuve était cotée sur 100 points et les élèves devaient répondre en 1h40 à 18 questions n'abordant ni l'oxydoréduction ni le pH. Les élèves pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable et avaient à leur disposition les valeurs de quelques constantes ainsi qu'un tableau périodique.

La moyenne obtenue par les 360 élèves ayant participé à l'épreuve a été de 47,2 % soit une moyenne un peu supérieure à celle obtenue en 2007 (45,4%). Cela reste faible, ce qui nous pose question car le but de la première épreuve est aussi de prendre un peu le pouls de l'enseignement de la chimie dans l'enseignement secondaire en Communauté française. Rappelons que le nombre d'heures de sciences, notamment de chimie, a été raboté. Ajoutons aussi, à la décharge des élèves, qu'il y avait beaucoup de questions (18) et que ces dernières étaient recadrées autant que possible dans un contexte demandant une lecture attentive ; n'est-ce pas, en effet, en restituant la chimie dans un contexte réel que l'on rendra à la chimie ses lettres de noblesse ? Une autre question se pose : pourquoi certains professeurs signalent-ils que ce ne sont pas les meilleurs élèves qui se présentent à l'Olympiade ?

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

N° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximum	6	7	6	5	7	5	8	4	6	6
Moyenne	5,2	4,55	1,50	2,36	1,35	1,96	2,53	2,85	3,37	2,91
%	86,7	65,0	25,0	47,2	19,3	39,2	31,6	71,2	56,2	48,5

N° question	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL
Maximum	6	4	5	5	8	4	4	4	100
Moyenne	4,75	1,09	3,73	3,09	3,18	0,6	1,38	0,78	47,2
%	78,3	27,2	74,6	61,8	39,8	15,0	34,5	19,5	47,2

91 élèves ayant obtenu plus de 57 % ont été invités à participer à la deuxième épreuve (problèmes).

L'examen des résultats de la première épreuve appelle les commentaires suivants.

Les deux questions faisant intervenir une lecture de graphique (Q1, 86,7 % et Q13, 74,6 %) et les deux questions sur les équilibres (Q11, calcul d'une constante d'équilibre, 78,3 % et Q8, déplacement d'un équilibre acide/base, 71,2 %) ont été les mieux réussies. Par contre, la question Q6 sur l'équilibre de formation du monoxyde d'azote n'a recueilli que 39,2 % ; est-ce la notion de rendement abordée dans cette question qui posait problème ?

Les notions de stœchiométrie (Q9, 56,2 %), pondération d'équations chimiques simples (Q2, 65,0 %) et désignation des instruments de laboratoire (Q14, 61,2 %) semblent assez bien maîtrisées. Toutefois, la question sur la myoglobine (Q3, 25,0 %) pouvant être aussi considérée comme question de stœchiométrie n'a pas du tout été réussie. La formulation a probablement perturbé les élèves. De même la moyenne obtenue à la question Q5 sur le dosage de l'amphétamine par titrage n'est que de (19,3) %. Est-ce de nouveau, la formulation

<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 ; Essenscia Wallonie ; Essenscia 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.

de la question qui pourrait être mise en cause alors que nous n'avons pas voulu piéger les élèves en précisant que l'amine  $\text{RNH}_2$  se comportait comme l'ammoniac,  $\text{NH}_3$  ?

Les résultats en chimie organique ne sont guère meilleurs qu'en 2007. De nouveau, le recours à la notation simplifiée des molécules explique peut-être en partie cet état de choses. Les professeurs ne pourraient-ils nous faire part de leur avis à ce propos ? Les scores à trois questions dépassent 40 % : la question Q4 (47,2 %) sur la combustion incomplète des hydrocarbures, la question Q10 (48,5 %) sur les glucides et édulcorants et la question 15 (39,8 %) abordant nomenclature et propriétés. La question Q17 (34,5 %) sur la réaction de l'éthanol avec le sodium métallique semblait simple mais pas pour les élèves apparemment. Enfin, étonnamment, la question Q18 sur les fonctions chimiques n'a obtenu qu'un score de 19,5 % alors que l'on demandait de reconnaître 4 groupes fonctionnels parmi les cinq groupes suivants : noyau benzénique, amine (tertiaire), ester, fonction éthylénique, éther.

Que faut-il enfin dire des résultats catastrophiques obtenus pour la question Q7 sur les produits chimiques et la vie courante (31,6 %) et la question Q12 (27,2 %) sur la loi des gaz parfaits !

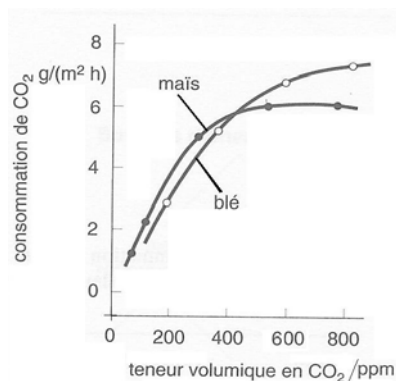
Le fait que 150 élèves inscrits n'ont pas participé à l'épreuve nous interpelle. La date de l'épreuve (13 février) coïncidant avec la visite à l'ULg des rhétos de la région en est probablement une des causes. Nous n'avons pas été attentifs à cette coïncidence. Il faut aussi signaler que certains professeurs mettent en cause les activités, sorties et tests organisés par l'école au même moment.

Nous remercions sincèrement les professeurs qui ont corrigé cette épreuve dans leur école et contribué au succès de cette Olympiade.

## Questions

**1. Dioxyde de carbone et croissance des plantes<sup>2</sup> (6 points)** Le dioxyde de carbone est la matière première nécessaire à l'élaboration des substances organiques par photosynthèse et constitue le composé nutritif le plus important pour les plantes. Grâce à diverses expériences, on sait que le dioxyde de carbone exerce une influence sur la croissance des plantes. On doit toutefois se montrer prudent sur les prévisions de croissance et de rendement à cause de l'existence d'interactions complexes.

Sur la base du graphique ci-contre, indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses. La croissance de la plante est mesurée par la consommation de  $\text{CO}_2$  en g par  $\text{m}^2$  et par heure. (NB : 1 ppm = une part par million = 1 mg/1000 g)



1. Au delà de 600 ppm de  $\text{CO}_2$  dans l'air, plus la teneur en  $\text{CO}_2$  est élevée, plus la croissance du maïs augmente
2. Des teneurs élevées en  $\text{CO}_2$  dans l'air modifient de manière significative la croissance du blé
3. Pour une teneur de 800 ppm de  $\text{CO}_2$  dans l'air, il vaut mieux cultiver du maïs que du blé si l'on tient compte de la capacité de la céréale à consommer du  $\text{CO}_2$

VRAI	FAUX
VRAI	FAUX
VRAI	FAUX

**2. Une autre façon de titrer : mesurer la conductivité des solutions<sup>3</sup> (7 points)** On mélange respectivement les solutions suivantes en proportions stoechiométriques et on mesure la conductivité des mélanges obtenus.

- |   |   |  |
|---|---|--|
| A. $\text{HCl} + \text{NaOH}$                       | B. $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl}$          | C. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl}$ |
| D. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2$ | E. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$ |  |

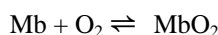
1. Equilibrer (pondérer) les équations moléculaires correspondant aux réactions chimiques qui ont lieu lors du mélange des solutions indiquées ci-dessus.

<sup>2</sup> Cfr C. BLIEFERT et R. PERRAUD, Chimie de l'environnement / air, eau, sol, déchets, p.143, De Boeck Université, Paris, Bruxelles.

<sup>3</sup> cfr Examen national de chimie 2003 pour les écoles secondaires du Canada

2. Parmi les 5 mélanges, quel est celui qui présente la conductivité électrique la plus faible, sachant que la conductivité augmente avec la quantité d'ions présents ? (Chaque solution a une concentration de  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  avant mélange). (NB : le chlorure d'argent et le sulfate de baryum sont des sels très peu solubles dans l'eau ; tous les autres composés sont solubles à cette concentration)

**3. Une molécule bien oxygénée<sup>4</sup> (6 points)** La myoglobine (Mb) est une protéine contenant un groupe hémique (noyau porphyrinique) au centre duquel se trouve un ion  $\text{Fe}^{2+}$ , permettant le stockage de l'oxygène. Chaque molécule de myoglobine peut se lier réversiblement à une molécule de dioxygène suivant l'équation :



Le stockage d'oxygène est important pour les animaux marins comme les baleines. On peut considérer qu'une molécule de myoglobine peut « remplir » une boîte qui a comme dimensions  $4,5 \text{ nm} \times 3,5 \text{ nm} \times 2,5 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Comme la molécule a la forme d'un ellipsoïde, on peut considérer que le volume de la molécule est environ la moitié de celui de la boîte. La masse volumique de cette protéine est de  $1400 \text{ kg/m}^3$ .

a) En sachant que la constante d'Avogadro est  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , estimer la masse molaire de la myoglobine (Mb) :

- volume de la "boîte" contenant une molécule de Mb :
- volume occupé par Mb :
- masse de Mb dans ce volume :
- masse molaire de Mb :

b) Les baleines consomment l'oxygène en respirant de l'air à la surface de l'eau. Elles peuvent rester sous l'eau longtemps en utilisant l'air stocké. En considérant que 20 % de la masse des tissus musculaires sont constitués de myoglobine, calculer la quantité de matière (nombre de moles) de dioxygène qu'une baleine peut stocker par kg de tissu musculaire.

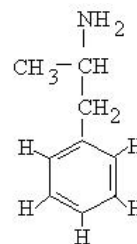
**4. Combustion incomplète des hydrocarbures<sup>5</sup> (5 points)** Parmi les propositions ci-dessous, quels sont les produits les plus probables obtenus par combustion incomplète d'un hydrocarbure ?

- A. Du dioxyde de carbone et de l'eau
- B. Du dioxyde de carbone et de l'hydrogène
- C. Du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone et de l'eau
- D. Du monoxyde de carbone uniquement
- E. Du monoxyde de carbone et de l'hydrogène

### 5. L'amphétamine<sup>6</sup> (7 points)

Actuellement, la lutte contre le dopage est devenue une des priorités des responsables sportifs. Parmi les stimulants puissants, on trouve les amphétamines. L'amphétamine la plus simple (benzadrine) est représentée ci-contre ; il s'agit d'une base aminée que l'on désignera plus simplement par  $\text{R-NH}_2$  (se comporte comme  $\text{NH}_3$ ).

On veut connaître la teneur en amphétamine d'un médicament. Pour ce faire, on broie un comprimé de ce médicament dans un certain volume d'eau distillée. On titre ensuite la solution obtenue à l'aide d'une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène,  $\text{HCl(aq)}$  dont la concentration est de  $1,00 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$  ( $\text{mol L}^{-1}$ ). Le point d'équivalence est atteint après addition de  $15,0 \text{ cm}^3$  (mL) de la solution d'acide.



1. Écrire l'équation de la réaction entre l'amphétamine (utiliser la formule simplifiée) et la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène.
2. Calculer la masse molaire de l'amphétamine en utilisant la formule fournie ci-dessus.
3. Calculer en mg la masse d'amphétamine présente dans un comprimé.

**6. La préparation industrielle de l'acide nitrique<sup>7</sup> (5 points)** La première étape dans la production de l'acide nitrique implique la réaction entre l'ammoniac et l'oxygène de l'air en utilisant un catalyseur à base de platine à une température de  $900 \text{ }^\circ\text{C}$ .

L'équation correspondant à la réaction chimique qui se produit dans ces conditions est :

<sup>4</sup> cfr Problème 2 préparatoire à l'Olympiade Internationale de Chimie, Groningen, IChO 34, 2002

<sup>5</sup> cfr Question 26 du Baccalauréat international 2001, chimie, niveau moyen, épreuve 1

<sup>6</sup> cfr Question B2 d du Baccalauréat européen 2004



**10. Glucides et édulcorants<sup>8</sup> (6 points)** Les glucides appelés aussi sucres ou hydrates de carbone sont des composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène dont la formule générale se ramène à l'expression  $C_n(H_2O)_n$  ou  $C_n(H_2O)_{n-1}$ . Dans cette formule, la valeur de n peut varier de trois à quelques milliers. Les glucides les plus répandus comptent 6 atomes de carbone comme le glucose ( $CH_2OH-(CHOH)_4-COH$ ) et le fructose, ou douze comme le saccharose. Actuellement, les glucides de certains produits alimentaires dits « sans sucre » sont remplacés par des polyols (polyalcools). L'un de ces polyols est le sorbitol ou hexane-1,2,3,4,5,6-hexol.

1. Écrire la formule semi-développée du sorbitol.

Le sorbitol peut être obtenu par hydrogénation catalytique du glucose

2. Écrire l'équation de cette réaction en utilisant les formules moléculaires

3. Le sorbitol est-il un glucide ? (*Entourer la bonne réponse*) OUI  NON

**11. Constante d'équilibre<sup>9</sup> (6 points)** A température élevée, le diazote réagit avec le dioxygène pour former du monoxyde d'azote. En analysant la composition du système à l'équilibre, on obtient les valeurs suivantes des concentrations :

$[N_2] = 4,10 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  ;  $[O_2] = 7,8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  ;  $[NO] = 4,70 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$  .

1. Equilibrer (pondérer) l'équation de la réaction :

2. Ecrire l'expression de la constante d'équilibre :

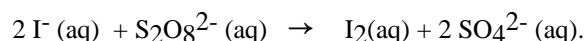
3. Calculer la valeur de la constante d'équilibre :

**12. Ballons à gaz (4 points)** Jacques Alexandre CHARLES (1746-1823) fut le premier à formuler la loi de la dilatation des gaz. Il rêvait de voler. En 1783, il fit construire par les frères ROBERT un ballon fait d'étoffe de soie imperméabilisée avec un produit caoutchouteux. Ce ballon de 4 mètres de diamètre et d'un volume de 33 mètres cubes a été rempli de dihydrogène obtenu par action d'acide sulfurique sur de la limaille de fer. Il a fallu 4 jours pour remplir le ballon, lequel a finalement parcouru 16 km.

1. Ecrire l'équation de la réaction de l'acide sulfurique avec le fer. La réaction produit du sulfate de fer (II) :

2. En présence d'un excès de limaille de fer, quel volume d'une solution aqueuse d'acide sulfurique à 12 mol/L faudrait-il utiliser pour gonfler un ballon de 33 m<sup>3</sup>, si le gaz s'y trouve à une pression de 1 atm (= 1,01325 x 10<sup>5</sup> Pa) et à une température de 25°C ?

**13. Cinétique<sup>10</sup> (5 points)** Soit la réaction d'oxydation des ions iodure par les ions peroxodisulfate (persulfate) en solution aqueuse :



On réalise 3 expériences, A, B et C, au cours desquelles on détermine expérimentalement l'évolution de la concentration en iode (diiode) au fur et à mesure de l'avancement de la réaction. Pour chaque expérience, on modifie la concentration initiale en ions iodure ( $[I^-]_0$ ). Le tableau suivant précise les conditions de chaque expérience:

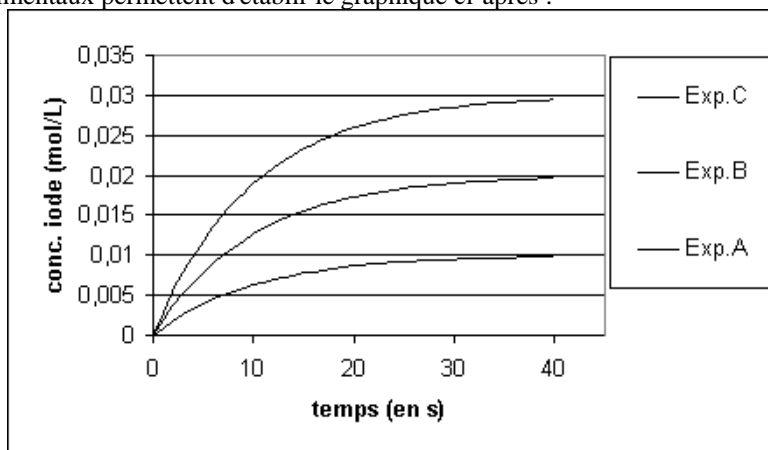
Expérience	$[I^-]_0$ (mol.L <sup>-1</sup> )	$[S_2O_8^{2-}]_0$ (mol.L <sup>-1</sup> )	Température (K)
A	$2,00 \times 10^{-2}$	1,00	293
B	$4,00 \times 10^{-2}$	1,00	293
C	$6,00 \times 10^{-2}$	1,00	293

<sup>8</sup> cfr Question B 3 du Baccalauréat européen 2001

<sup>9</sup> cfr S.S. Zumdahl, Chimie des solutions, 2<sup>ème</sup> édition, p.190, De Boeck Université, Bruxelles, 1998.

<sup>10</sup> Olympiades de Chimie 1996

Les résultats expérimentaux permettent d'établir le graphique ci-après :

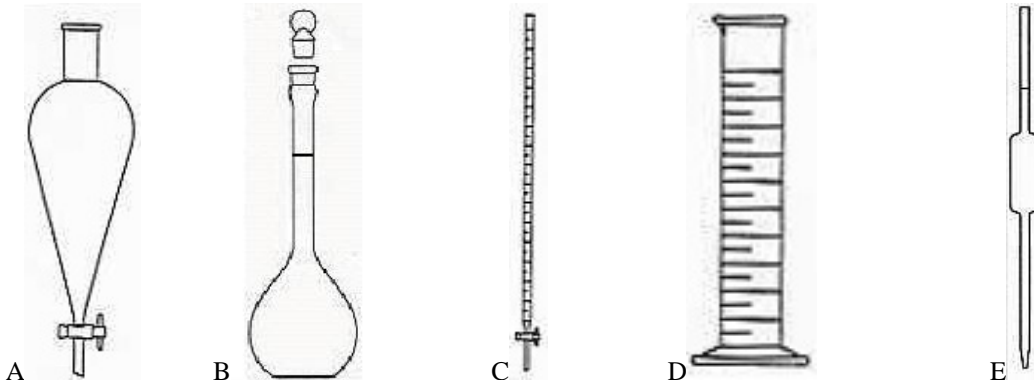


Ces expériences permettent de tirer les conclusions notées ci-dessous (*Dans chaque cas, entourer la case qui convient*) :

a) La réaction la plus lente s'observe dans l'expérience :	A	B	C	
b) La réaction la plus rapide s'observe dans l'expérience :	A	B	C	
c) La vitesse de la réaction est influencée par :	$[I^-]_0$	oui	non	Impossible à déduire des données
	la température	oui	non	Impossible à déduire des données
	$[S_2O_8^{2-}]_0$	oui	non	Impossible à déduire des données

#### 14. Choisir le bon instrument au laboratoire<sup>11</sup> (5 points)

Les instruments ci-dessous sont souvent utilisés dans les laboratoires traditionnels de chimie



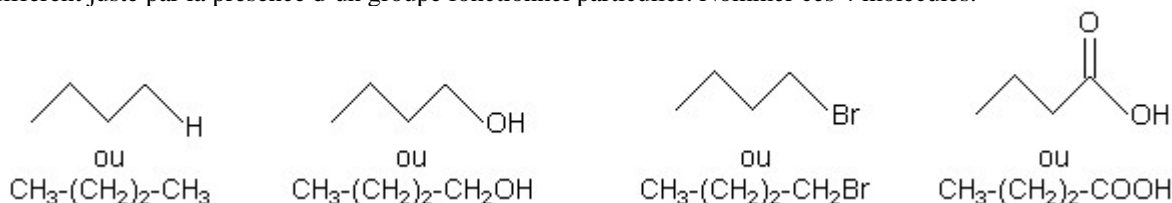
Pour quelle utilisation conviennent-ils le mieux ?

Noter, à côté de l'utilisation suggérée, la lettre correspondant à l'instrument le plus approprié.

1. Prélever un volume précis d'une solution
2. Séparer deux liquides non miscibles
3. Ajouter un volume précis d'une solution
4. Préparer un volume précis d'une solution
5. Ajouter un volume approximatif d'une solution

<sup>11</sup> cfr Quelques instruments et flacons courants au laboratoire de chimie, Université de Liège, Activités préparatoires en chimie

**15. (8 points)** Les quatre molécules organiques suivantes possèdent toutes 4 atomes de carbone. Elles diffèrent juste par la présence d'un groupe fonctionnel particulier. Nommer ces 4 molécules.



Parmi ces composés quelles sont les deux substances qui présentent les températures d'ébullition les plus élevées ?

Pour ces deux substances, quelle force intermoléculaire intervient pour leur conférer des températures d'ébullition élevées ?

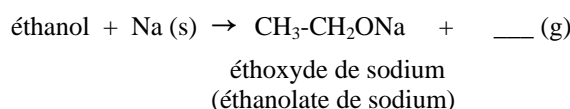
Parmi ces 4 composés, quel est celui qui est le plus soluble dans l'eau? Quelle est l'origine de cette solubilité élevée?

**16. (4 points)** Représenter les produits des 4 réactions ci-dessous.



**17. (4 points)** Il existe plusieurs méthodes pour synthétiser l'éthoxyéthane (oxyde de diéthyle, éther diéthylique ou diéthyl éther). L'une d'entre elles, appelée synthèse de Williamson, nécessite l'emploi d'éthoxyde de sodium (éthanolate de sodium) que l'on fait réagir avec un dérivé halogéné.

Représenter les formules développées (structure) de l'éthanol, de l'éthoxyde de sodium et de l'éthoxyéthane. L'éthoxyde de sodium est produit par réaction entre l'éthanol et le sodium métallique, comme indiqué ci-dessous.



De quel type de réaction s'agit-il : acide/base ; oxydo-réduction ; métathèse (échange d'ions) ? Entourer la bonne réponse.

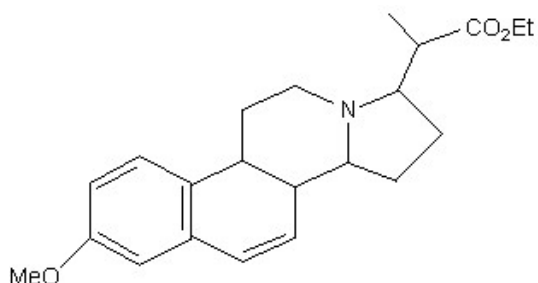
Un gaz explosif est produit au cours de cette réaction. Quelle est la nature de ce gaz ?

Ecrire et pondérer (équilibrer) l'équation moléculaire de la réaction.

**18. (4 points)** Quels sont les groupes fonctionnels présents dans la molécule suivante ?

(Me = CH<sub>3</sub> ; Et = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)

Entourer sur la formule les fonctions présentes et indiquer leur nom.



## Réponses

1. (6 points) 1. FAUX ; 2. VRAI ; 3. FAUX

2. (7 points)

- A.  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 B.  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$   
 C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow)$   
 D.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2 \text{H}_2\text{O}$   
 E.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

Parmi les 5 mélanges, celui qui présente la conductivité électrique la plus faible est le mélange D (le chlorure d'argent du mélange B est précipité mais il est accompagné du nitrate de sodium totalement dissocié ; le sulfate de baryum du mélange D est précipité et il n'y a pas de sel dissocié dans la solution)

3. (6 points)

a) la masse molaire de la myoglobine (Mb) se calcule comme suit :

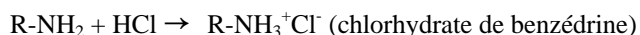
- volume de la "boîte" contenant une molécule de Mb :  $4,5 \times 3,5 \times 2,5 \times 10^{-27} \text{ m}^3 = 39,375 \times 10^{-27} \text{ m}^3$ ;
- volume occupé par Mb :  $39,375 \times 10^{-27} / 2 = 19,6875 \times 10^{-27} \text{ m}^3$
- masse de Mb dans ce volume :  $1400000 (\text{g}/\text{m}^3) \times 19,6875 \times 10^{-27} (\text{m}^3) = 2,756 \times 10^{-20} \text{ g}$
- masse molaire de Mb :  $2,756 \times 10^{-20} (\text{g}) \times 6,02 \times 10^{23} (\text{mol}^{-1}) = 16593 \text{ g}/\text{mol}$ .

b) Considérant que 20 % de la masse des tissus musculaires sont de la myoglobine, dans 1 kg de tissu il y a donc 200 g de myoglobine soit  $200\text{g}/16593 \text{ g mol}^{-1} = 0,012 \text{ mol}$ . Chaque mole de myoglobine pouvant stocker 1 mole de dioxygène, la quantité de matière (nombre de moles) de dioxygène qu'une baleine peut stocker par kg de muscle vaut donc 0,012 mol.

4. (5 points) La combustion incomplète d'un hydrocarbure donne les produits C

5. (7 points)

1. L'équation de la réaction de la benzédrine avec la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène s'écrit :



2. La formule moléculaire de la benzédrine s'écrit  $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}$ . Sa masse molaire vaut donc :

$$(9 \times 12,01) + (13 \times 1,01) + 14,01 = 135,23 \text{ g}/\text{mol}$$

3. Les 15 mL d'HCl à  $1,00 \times 10^{-1} \text{ mol}/\text{L}$  nécessaires pour atteindre le point équivalent contiennent :

$n(\text{benzédrine}) = n(\text{HCl}) = 15,0 \times 10^{-3} \text{ L} \times 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1} = 1,50 \times 10^{-3} \text{ mol}$ . Compte tenu de la stœchiométrie 1:1 de la réaction, il y a donc  $1,50 \times 10^{-3} \text{ mol}$  soit :  $m(\text{benzédrine}) = 1,50 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 135,23 \text{ g}/\text{mol} = 0,203 \text{ g}$  de cette amphétamine dans un comprimé.

6. (5 points) Pour augmenter le rendement en monoxyde d'azote il faut condenser l'eau

7. (8 points)

Eau de Javel	<b>2</b> (solution aqueuse d'hypochlorite de sodium)	Revêtement anti-adhésif	<b>3</b> (polymère type téflon)
Esprit de sel	<b>6</b> (solution aqueuse de chlorure d'hydrogène)	Régénérant d'adoucesseur d'eau	<b>4</b> (chlorure de sodium)
Sel de lave-vaisselle	<b>4</b> (chlorure de sodium)	Absorbeur d'humidité	<b>1</b> (chlorure de calcium)
Déboucheur éviers	<b>8</b> (hydroxyde de sodium solide)	Détartrant pour machine à café	<b>9</b> (acide citrique ou acétique)

8. (4 points)

1. La forme acide de l'acide acétylsalicylique est HA

2. La base conjuguée de l'acide acétylsalicylique est  $\text{A}^-$

L'équilibre (1) d'ionisation de l'acide acétylsalicylique sera déplacé vers la gauche (réponse B)



**9.** (6 points)

1. La masse (en kg) de méthanol à utiliser pour la transestérification de 100 kg d'huile se calcule comme suit :  
- quantité de matière (nombre de moles) de tripalmitate de glycérol dans 100 kg d'huile :

$$100 \times 10^3 \text{ g} / 807,49 \text{ g mol}^{-1} = 123,84 \text{ mol}$$

- quantité de matière (nombre de moles) de méthanol :  $3 \times 123,84 \text{ mol} = 371,52 \text{ mol}$

- masse de méthanol :  $371,52 \text{ mol} \times M(\text{CH}_3\text{OH}) = 371,52 \text{ mol} \times 32,05 \text{ g mol}^{-1} = 11907,2 \text{ g} = 11,91 \text{ kg}$  de méthanol

2. Masse (en kg) de biodiesel obtenue :

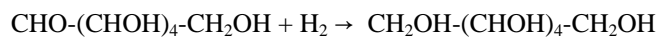
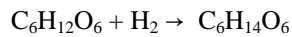
- quantité de matière de palmitate de méthyle :  $3 \times 123,84 \text{ mol} = 371,52 \text{ mol}$

- masse de biodiesel :  $371,52 \text{ mol} \times 270,51 \text{ g/mol} = 100500 \text{ g} = 100,5 \text{ kg}$

**10.** (6 points)

1. La formule semi-développée du sorbitol s'écrit :  $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{CH}_2\text{OH}$

2. La réaction d'hydrogénation catalytique du glucose s'écrit :



3. Le sorbitol n'est pas un glucide parce qu'il ne répond pas à une des formules générales  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$  ou  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_{n-1}$ . Ce n'est ni un aldose, ni un cétose.

**11.** (6 points)

1. L'équation pondérée correspondant à la réaction s'écrit :  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NO}$

2. L'expression de la constante d'équilibre s'écrit :  $K_C = [\text{NO}]^2 / [\text{N}_2] [\text{O}_2]$

3. La constante d'équilibre vaut :  $(4,70 \times 10^{-4})^2 / (4,10 \times 10^{-2} \times 7,80 \times 10^{-3}) = 6,90 \times 10^{-4}$  (sans unité)

**12.** (4 points)

1. L'équation de la réaction de l'acide sulfurique avec le fer s'écrit :



2.

- quantité de matière de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  = quantité de matière de  $\text{H}_2$  :

$$n = P V / RT = (1,013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 33 \text{ m}^3) / (8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298 \text{ K}) = 1350 \text{ mol}$$

- volume de solution d'acide sulfurique à 12 mol/L :  $V = 1350 \text{ mol} / 12 \text{ mol L}^{-1} = 112 \text{ L}$

**13.** (5 points)

a) La réaction la plus lente s'observe dans l'expérience A

b) La réaction la plus rapide s'observe dans l'expérience C

c) La vitesse de la réaction est influencée par :

$[\text{I}^-]_0$	oui	
la température		Impossible à déduire des données
$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_0$		Impossible à déduire des données

**14.** (5 points)

1. Prélever un volume précis d'une solution E (pipette)

2. Séparer deux liquides non miscibles A (ampoule à décanter)

3. Ajouter un volume précis d'une solution C (burette graduée)

4. Préparer un volume précis d'une solution B (ballon jaugé)

5. Ajouter un volume approximatif d'une solution D (éprouvette graduée)

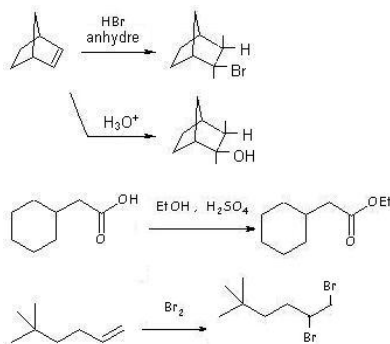
**15.** (8 points)

Les 4 molécules se nomment : butane ; butan-1-ol ou n-butanol ; 1-bromobutane ; acide butanoïque

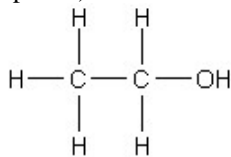
Les deux composés présentant les températures d'ébullition les plus élevées sont le butan-1-ol et l'acide butanoïque. La force intermoléculaire qui entre en jeu pour leur conférer ces températures d'ébullition élevées est la liaison hydrogène (ou pont hydrogène).

Le composé qui est le plus soluble dans l'eau est l'acide butanoïque. Les forces intermoléculaires (liaisons hydrogène ou ponts hydrogène) formées avec les molécules d'eau sont à la base de cette solubilité élevée.

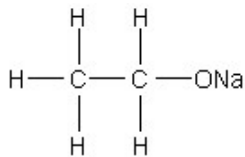
NB. Dans l'eau, l'acide butanoïque se dissocie partiellement en ions butanoate et  $H^+$  (ou  $H_3O^+$ ) ; on peut aussi dire qu'il peut transférer un proton à l'eau pour former  $H_3O^+$  et l'ion butanoate. Ceci favorise également sa dissolution dans l'eau.

**16.** (4 points)

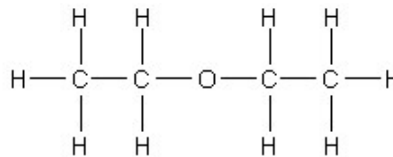
(EtOH=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

**17.** (4 points)

(éthanol)



(éthoxyde de sodium)



(éthoxyéthane)

Le métal agit comme réducteur ; il réduit  $H^+$  en  $H_2$ . C'est donc une oxydo-réduction.

Le gaz explosif produit au cours de cette réaction est l'hydrogène.

L'équation pondérée s'écrit :



éthoxyde de sodium  
(éthanolate de sodium)

**18.** (4 points)

Les groupes fonctionnels présents dans la molécule sont indiqués sur la figure.

(1 point par réponse correcte ; 4 réponses correctes donnent droit au 4 points)

