

Détachez cette feuille et conservez-la



ACLg

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2010

NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - Première épreuve

Chères (chers) élèves,

Nous vous félicitons pour votre participation à l'Olympiade de chimie et nous vous souhaitons plein succès dans cette épreuve ainsi que dans vos études et dans toutes vos entreprises futures.

Avant d'entamer cette épreuve, lisez attentivement ce qui suit.

Vous devez répondre à 15 questions pour un total de 100 points.

REMARQUES IMPORTANTES

- Respectez scrupuleusement les consignes pour libeller vos réponses.
- Vous disposez, au début du questionnaire, d'une page comportant une table des masses atomiques relatives des éléments, la valeur de quelques constantes, ainsi que les électronégativités des éléments des trois premières périodes. À la fin du questionnaire, vous avez une feuille de brouillon pour préparer vos réponses.
- La durée de l'épreuve est fixée à 1 heure et 40 minutes.
- L'utilisation d'une machine à calculer non programmable est autorisée.
- Pour faciliter le travail des élèves, l'indication des états d'agrégation n'est pas exigée.

Dans plusieurs questions, vous aurez à faire un choix entre deux ou plusieurs réponses. Dans ce cas, entourez simplement de manière très visible, sans rature, le(s) chiffre(s), la(les) lettre(s) ou la(les) case(s) correspondant à la (aux) bonne(s) réponse(s).

La centaine de candidats sélectionnés au terme de cette première épreuve seront invités à participer à une **journée de leçons de chimie** (générale, physique et organique) le **jeudi 18 février** 2010 à l'Université de Liège.

Ils seront convoqués à la **deuxième épreuve (problèmes)** qui aura lieu le **mercredi 17 mars** 2010 à 14h30 précises dans un des 5 centres régionaux : Arlon, Bruxelles, Liège, Mons ou Namur.

En vous souhaitant bon travail, nous vous prions de croire en nos meilleurs sentiments.

Les organisateurs de l'Olympiade francophone de Chimie

Avec le soutien de la Politique scientifique fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Communauté Germanophone de Belgique ; Solvay ; Le Soir ; UCB-Pharma ; Prayon sa ; les Editions De Boeck ; Larcier ; Tondeur ; Essenscia Wallonie; Essenscia Bruxelles ; le Fonds de Formation de l'Industrie chimique ; Belgochlor ; Belgian Shell ; la Société Royale de Chimie ; la Région Bruxelloise ; les Universités Francophones.

Détachez cette feuille et conservez-la



Groupe Transition 1998

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

1 I a		masse atomique relative M_r										13 14 15 16 17					18 VIII a																		
H 1		2 II a		nombre atomique Z										III a IV a V a VI a VII a					He 2																
6,94 Li 3		9,01 Be 4		3 III b		4 IV b		5 V b		6 VI b		7 VII b		8 VIII b			9 I b		10 II b		11 III a		12 IV a		13 V a		14 VI a		15 VII a		16 VIII a				
22,99 Na 11	24,31 Mg 12		44,96 Sc 21	47,88 Ti 22	50,94 V 23	52,00 Cr 24	54,94 Mn 25	55,85 Fe 26	58,93 Co 27	58,69 Ni 28	63,55 Cu 29	65,39 Zn 30	69,72 Ga 31	72,61 Ge 32	74,92 As 33	78,96 Se 34	79,90 Br 35	83,80 Kr 36																	
85,47 Rb 37	87,62 Sr 38		88,91 Y 39	91,22 Zr 40	92,91 Nb 41	95,94 Mo 42	*	101,07 Ru 44	102,91 Rh 45	106,42 Pd 46	107,87 Ag 47	112,41 Cd 48	114,82 In 49	118,71 Sn 50	121,75 Sb 51	127,60 Te 52	126,90 I 53	131,29 Xe 54																	
132,91 Cs 55	137,33 Ba 56	(1) 57-70	174,97 Lu 71	178,49 Hf 72	180,95 Ta 73	183,9 W 74	186,21 Re 75	190,21 Os 76	192,22 Ir 77	195,08 Pt 78	196,97 Au 79	200,59 Hg 80	204,38 Tl 81	207,21 Pb 82	208,98 Bi 83	*	*	*																	
* Fr 87	* Ra 88	(2) 89-102	* Lr 103	* Rf 104	* Db 105	* Sg 106	* Bh 107	* Hs 108	* Mt 109	* Uun 110	* Uuu 111	* Uub 112																							

* Éléments n'ayant pas de nucléide (isotope) de durée suffisamment longue et n'ayant donc pas une composition terrestre caractéristique.

(1) éléments de la famille des lanthanides

(2) éléments de la famille des actinides

Constantes

$$R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$


$$R = 8,21 \times 10^{-2} \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Volume d'une mole d'un gaz idéal à 273 K et 101 325 Pa : $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ (L mol^{-1})

$$1 \text{ F} = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Électronégativités des éléments des trois premières périodes : H : 2,1 ; Li : 1,0 ; Be : 1,5 ; B : 1,5 ; C : 2,5 ; N : 3,0 ; O : 3,5 ; F : 4,0 ; Na : 1,08 ; Mg : 1,42 ; Al : 1,18 ; Si : 1,81 ; P : 2,14 ; S : 2,37 ; Cl : 3,17.

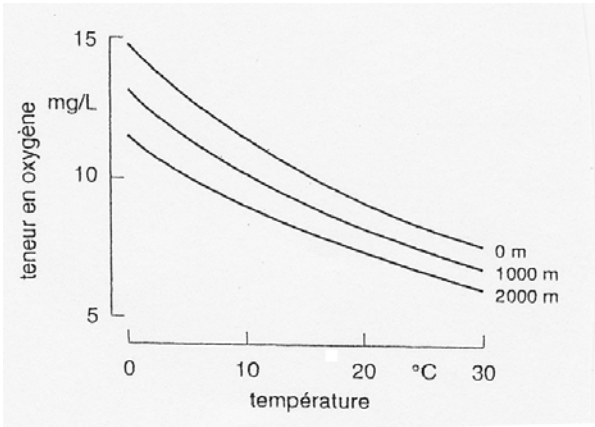
 ACLg	NOM : Prénom :
--	-------------------------------------

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2010
NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - PREMIÈRE ÉPREUVE : QUESTIONS

6 pts	QUESTION I Composition ionique de l'eau de mer					
0,5 x 6	La composition ionique approximative (en mol/L) d'une eau de mer est la suivante : $[Cl^-] = 6,0 \times 10^{-1}$; $[Na^+] = 5,0 \times 10^{-1}$; $[SO_4^{2-}] = 2,5 \times 10^{-2}$; $[Mg^{2+}] = 5,0 \times 10^{-2}$; $[Ca^{2+}] = 2,0 \times 10^{-2}$; $[K^+] = 9,7 \times 10^{-3}$; $[Br^-] = 7,0 \times 10^{-4}$ Indiquer les concentrations (en mol/L) des sels suivants qu'il faudrait utiliser pour préparer une solution de composition proche de celle de l'eau de mer.					
	[KBr]	[KCl]	[MgSO ₄]	[NaCl]	[MgCl ₂]	[CaCl ₂]
3 x 1	Donner les valeurs des concentrations obtenues pour les ions Cl^- , Mg^{2+} et K^+ .					
	Ion	Cl^-	Mg^{2+}			
	Conc. (mol/L)					

6 pts	QUESTION II L'air					
	Parmi les substances suivantes qui sont, ou peuvent être, présentes dans notre atmosphère, quelle(s) est (sont) celle(s) qui est (sont) responsables : des pluies acides, de l'effet de serre, de la protection contre les radiations ultraviolettes du soleil, de la photosynthèse, de la fertilisation des sols ? <i>Mettre une croix dans la case appropriée (1 point par réponse correcte ; -1 point par réponse fautive ; pas de résultat global négatif)</i>					
	Composé	Pluies acides	Effet de serre	Protection rayons UV	Photosynthèse	Fertilisation
	diazote					
	dioxygène					
	dioxyde de carbone					
	dioxyde de soufre					
	Ozone stratosphérique					
	méthane					

8 pts	QUESTION III Combustion des alcanes
4	La combustion complète de 500 mL d'un mélange gazeux de propane et de butane fournit 1,75 L de dioxyde de carbone gazeux (tous les volumes sont mesurés à 20°C et sous une pression de 1013 hPa).
4	1) Pondérer les équations des réactions de combustion 2) Quels sont les pourcentages en volume de propane et de butane dans le mélange initial ? Détailler le raisonnement.

8 pts	QUESTION IV Solubilité du dioxygène		
	Sur base du graphique ci-dessous ¹ donnant la teneur en dioxygène dissous dans l'eau en fonction de la température et de l'altitude, cocher la case VRAI ou FAUX pour chacune des propositions énoncées.		
			
2	1. La solubilité du dioxygène dans l'eau diminue lorsque la température augmente.	VRAI	FAUX
2	2. La solubilité du dioxygène dans l'eau augmente avec la diminution de la pression atmosphérique (lorsque l'altitude augmente).		
2	3. La dissolution du dioxygène dans l'eau est endothermique.		
2	4. A 10 °C, la solubilité du dioxygène dans l'eau (en mg/L), au niveau de la mer, est de (estimer).		

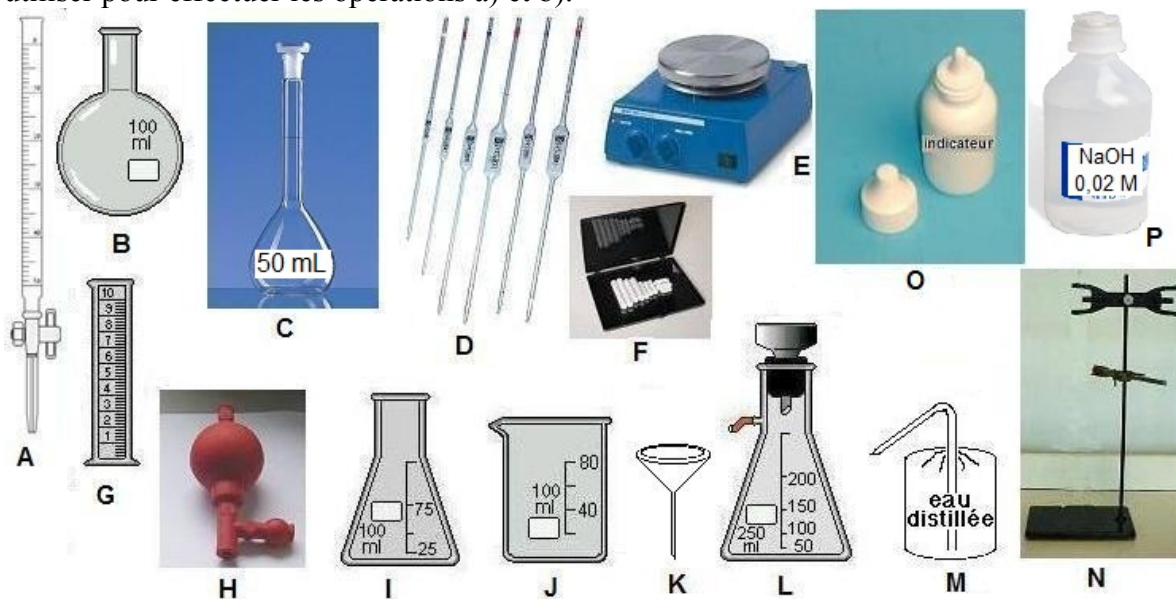
¹ Cfr C. BLIEFERT et R. PERRAUD, Chimie de l'environnement, p.294 Bruxelles, De Boeck Université

8,5 pts **QUESTION V Titrage Acide/Base**

On dispose de 10 mL de liquide gastrique d'un patient qui se plaint de brûlures d'estomac. On propose :

- de le diluer 10 fois dans l'eau distillée, puis
- de titrer la solution diluée à l'aide d'une solution aqueuse à $2,0 \times 10^{-2}$ mol/L d'hydroxyde de sodium.

Indiquer parmi l'équipement de laboratoire de chimie représenté ci-dessous, ce qu'il faudra utiliser pour effectuer les opérations a) et b).



- Dilution : indiquer dans le tableau ci-dessous les lettres et noms des 4 équipements minimum nécessaires pour cette opération.

**4 x
0,5**

Equipement				
Nom				

- Titrage : indiquer dans le tableau ci-dessous les lettres et noms des 7 équipements minimum nécessaires pour cette opération.

**7 x
0,5**

Equipement							
Nom							

- Calculer la concentration en chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique) du **suc gastrique du patient** s'il a fallu 15 mL de solution d'hydroxyde de sodium à $2,0 \times 10^{-2}$ mol/L pour atteindre le terme du titrage de 20 mL de la **solution diluée de suc gastrique**.

3

5 pts	QUESTION VI Equilibre				
1	Soit la réaction suivante, limitée à un équilibre :				
	$\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3 (\text{g}) + \text{NO} (\text{g})$				
2	Sa constante d'équilibre K_c vaut 1 à 307°C.				
	1) Ecrire l'expression de K_c en fonction des concentrations des différents composés.				
2	2) Si on mélange, à 307 °C, 4 moles de SO_2 et 6 moles de NO_2 dans un ballon de 2 litres , quelle sera, parmi les valeurs ci-dessous, la valeur de la concentration (en mol/L) de SO_3 à l'équilibre ? (<i>Entourer la bonne réponse</i>)				
	1,0	1,2	1,5	2,4	4
2	3) Exprimer la constante d'équilibre en fonction de la concentration x en SO_3 dans le mélange envisagé en 2) ci-dessus. En extraire la valeur de x .				

6 pts	QUESTION VII Equilibres				
2	Soient les deux réactions suivantes, en phase gazeuse, limitées à un équilibre :				
	$\frac{1}{2} \text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2 (\text{g}) \quad K_1$ $2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \quad K_2$				
2	1) Exprimer les constantes d'équilibre K_1 et K_2 .				
	2) Comment peut-on calculer la constante d'équilibre K_3 de l'équilibre suivant				
2	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2 (\text{g}) + 2 \text{O}_2 (\text{g})$				
	à partir de K_1 et K_2 . (<i>Entourez la bonne réponse dans le tableau ci-dessous</i>)				
2	$K_3 = K_1 \times K_2$	$K_3 = 1/(K_1^2 \times K_2)$	$K_3 = 1/(K_1 \times K_2)$	$K_3 = K_2 / K_1$	$K_3 = K_1^2 \times K_2$
	3) Donner le calcul détaillé de K_3 à partir de K_1 et K_2 pour l'expression choisie en 2) ci-dessus.				

6 pts	QUESTION VIII A propos des métaux					
6 x 1	Les métaux font partie de notre environnement et sont utilisés dans une série d'applications familières. Soient les métaux suivants :					
	A	B	C	D	E	F
	zinc	aluminium	silicium	tungstène	cuivre	fer
	Indiquer dans le tableau ci-dessous la lettre correspondant au métal approprié à l'application mentionnée.					
						Métal
	1.	Sert de filament dans les ampoules électriques traditionnelles, en voie de disparition car trop énergivores.				
	2.	Est utilisé dans la fabrication des cellules photovoltaïques.				
	3.	Sert dans la fabrication de gouttières et est aussi utilisé actuellement comme recouvrement de toitures.				
4.	Est un constituant essentiel des aciers.					
5.	Sert de film d'emballage dans les ménages.					
6.	Est utilisé pour le transport du courant dans les fils électriques.					

8 pts	QUESTION IX Relation propriétés/structures²		
	Indiquer si les propositions suivantes concernant les liaisons hydrogène sont vraies ou fausses. (Cocher la colonne « vrai » ou « faux » dans le tableau ci-dessous)		
		VRAI	FAUX
2	Les liaisons hydrogène forment des ponts entre les atomes électronégatifs.		
2	Les molécules organiques de faible masse molaire ayant tendance à former des liaisons hydrogène sont généralement solubles dans l'eau.		
2	Les liaisons hydrogène ne sont pas importantes dans les édifices biochimiques.		
2	Les molécules d'eau et d'alcool sont unies entre elles par des liaisons hydrogène.		

² PCEM Ex. corrigés P.25 Ex.30

7,5 pts	QUESTION X Les esters – des fonctions organiques importantes
3	<p>Un ester A de formule moléculaire (brute) $C_4H_8O_2$ est un liquide neutre qui se décompose (s'hydrolyse) lentement dans l'eau en donnant un milieu progressivement de plus en plus acide. Cette décomposition est accélérée par l'addition d'une base telle que l'hydroxyde de sodium.</p> <p>Proposer trois formules semi-développées, sans double liaison $>C=C<$, pour 3 esters isomères de ce composé.</p>
2,5 1 1	<p>Si l'on sépare les deux composés issus de la réaction d'hydrolyse, le plus volatil des deux a une masse molaire de 32 g/mol et un point d'ébullition de 65 °C.</p> <p>Parmi les trois isomères proposés, quel est celui qui correspond au composé A ?</p> <p>Ecrire les équations des réactions d'hydrolyse :</p> <p>a) dans l'eau :</p> <p>b) dans un milieu basique (NaOH) :</p> <p>c) quel(s) rôle(s) joue l'hydroxyde de sodium ?</p>

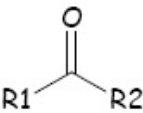
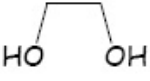
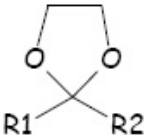
6 pts	QUESTION XI Isomérisie cis/trans³		
6 x 1	<p>Les hydrocarbures dont la formule est donnée ci-dessous possèdent-ils des isomères cis et trans ? (<i>Cocher la case correspondant à la bonne réponse</i>)</p>		
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Oui	Non
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} = \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 \qquad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$		
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$		
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$		
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		

³ Olympiade francophone de Chimie 1995, question 10.

6 pts	QUESTION XII Gazéification du charbon⁴
3	<p>Dans le processus de gazéification du charbon, le charbon est converti en un mélange combustible de monoxyde de carbone et de dihydrogène (gaz à l'eau) suivant la réaction :</p> $\text{H}_2\text{O (g)} + \text{C (s)} \rightarrow \text{CO (g)} + \text{H}_2 \text{(g)} \quad (1)$ <p>1) Calculer la variation d'enthalpie standard, $\Delta H^\ominus(1)$, accompagnant la réaction (1) (chaleur de réaction) à partir des chaleurs de réaction des deux réactions suivantes :</p> $2 \text{C (s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO (g)} \quad (2) \quad \Delta H^\ominus(2) = - 221,0 \text{ kJ}$ $2 \text{H}_2 \text{(g)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O (g)} \quad (3) \quad \Delta H^\ominus(3) = - 483,6 \text{ kJ}$
3	<p>2) Le gaz à l'eau peut être utilisé comme combustible. C'était le cas chez nous, à l'époque où les mines de charbon étaient florissantes.</p> <p>Sa réaction de combustion s'écrit :</p> $\text{CO (g)} + \text{H}_2 \text{(g)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{(g)} + \text{H}_2\text{O (g)} \quad (4)$ <p>Calculer la chaleur de la réaction (4), $\Delta H^\ominus(4)$, connaissant la chaleur de réaction suivante :</p> $\text{C (s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{(g)} \quad (5) \quad \Delta H^\ominus(5) = - 393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$

⁴ Preparatory problems, 41th ICHO, UK 2009, Problem 4.

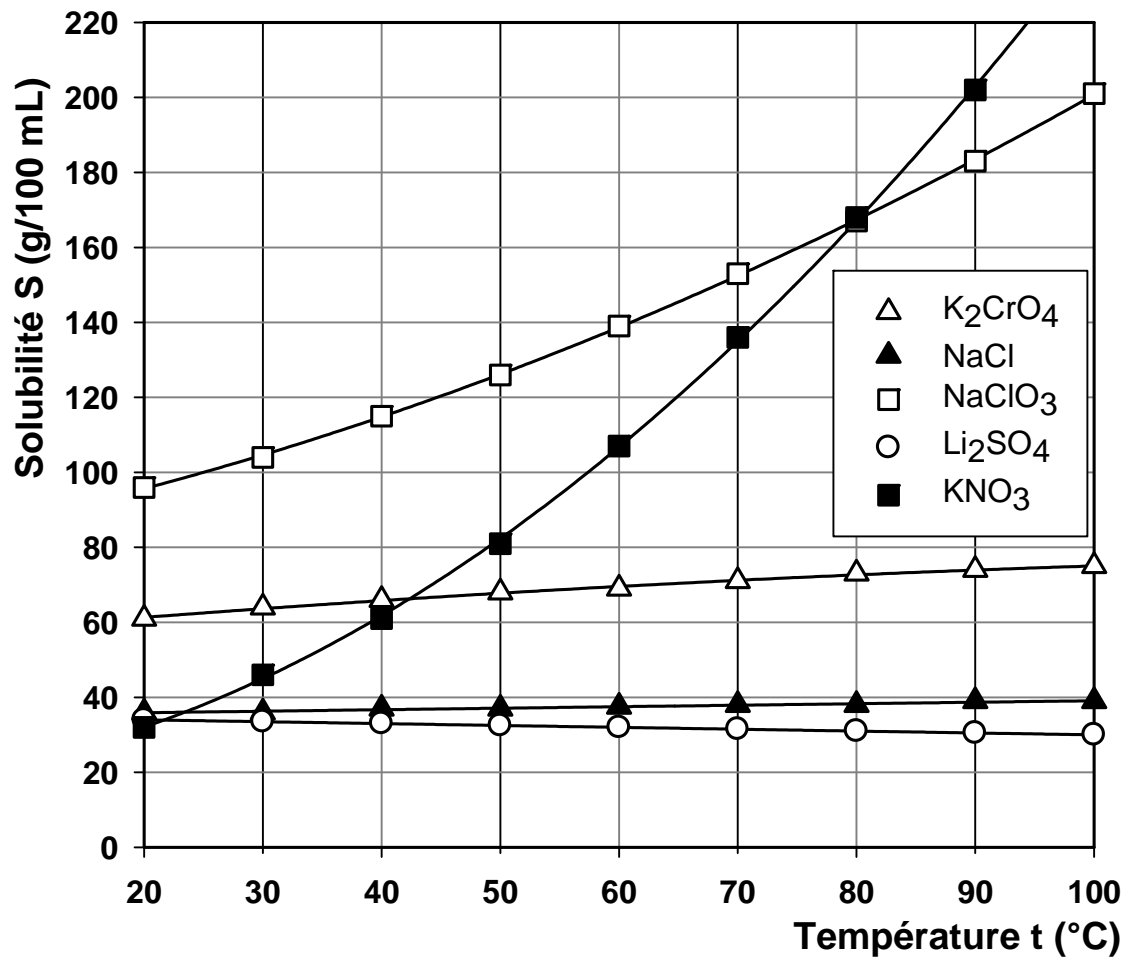
6 pts	QUESTION XIII Schéma réactionnel organique⁵
	<p>En chimie organique, le chimiste procède généralement à une série de réactions pour préparer une substance au départ d'un composé donné. Dans l'enchaînement des réactions suivantes</p> <p>a) but-1-ène $\xrightarrow{\text{HCl}}$ A</p> <p>b) A + KOH (aq) \longrightarrow B</p> <p>c) B $\xrightarrow{[\text{H}_3\text{O}^+], \text{KMnO}_4}$ C</p> <p>3 identifier les substances A, B et C en indiquant leurs formules semi-développées planes A = B = C =</p> <p>3 Nommer les substances A : B : et C :</p>

6 pts	QUESTION XIV Déplacement d'équilibre organique																				
	<p>La plupart des réactions organiques sont limitées à un équilibre. Par exemple, la synthèse de molécules appelées acétals peut être réalisées en faisant réagir une fonction aldéhyde (ou cétone) en présence de l'éthane-1,2-diol (éthylène glycol) à haute température selon le schéma suivant :</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>aldéhyde ou cétone</p> </div> <div style="text-align: center;">+</div> <div style="text-align: center;">  <p>éthane-1,2-diol</p> </div> <div style="text-align: center;">\rightleftharpoons</div> <div style="text-align: center;">  <p>acétal</p> </div> <div style="text-align: center;">+</div> <div style="text-align: center;"> H_2O </div> </div> <p>Indiquer d'une croix dans la case appropriée le sens du déplacement de l'équilibre en fonction des diverses modifications du système proposées ci-dessous.</p> <table border="1" data-bbox="217 1534 1407 1966"> <thead> <tr> <th></th> <th data-bbox="778 1534 986 1630">Déplacement \longrightarrow</th> <th data-bbox="991 1534 1195 1630">Pas de déplacement</th> <th data-bbox="1200 1534 1407 1630">Déplacement \longleftarrow</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="135 1668 204 1702">1,5</td> <td data-bbox="217 1630 778 1702">Mettre un large excès d'éthane-1,2-diol par rapport à l'aldéhyde (ou la cétone)</td> <td data-bbox="778 1630 986 1702"></td> <td data-bbox="991 1630 1195 1702"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="135 1736 204 1769">1,5</td> <td data-bbox="217 1702 778 1816">Employer des réactifs qui n'étaient pas parfaitement secs au départ de la réaction</td> <td data-bbox="778 1702 986 1816"></td> <td data-bbox="991 1702 1195 1816"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="135 1848 204 1881">2</td> <td data-bbox="217 1816 778 1888">Introduire un catalyseur acide dans le milieu</td> <td data-bbox="778 1816 986 1888"></td> <td data-bbox="991 1816 1195 1888"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="135 1915 204 1948">1</td> <td data-bbox="217 1888 778 1966">Éliminer l'eau formée au cours de la réaction</td> <td data-bbox="778 1888 986 1966"></td> <td data-bbox="991 1888 1195 1966"></td> </tr> </tbody> </table>		Déplacement \longrightarrow	Pas de déplacement	Déplacement \longleftarrow	1,5	Mettre un large excès d'éthane-1,2-diol par rapport à l'aldéhyde (ou la cétone)			1,5	Employer des réactifs qui n'étaient pas parfaitement secs au départ de la réaction			2	Introduire un catalyseur acide dans le milieu			1	Éliminer l'eau formée au cours de la réaction		
	Déplacement \longrightarrow	Pas de déplacement	Déplacement \longleftarrow																		
1,5	Mettre un large excès d'éthane-1,2-diol par rapport à l'aldéhyde (ou la cétone)																				
1,5	Employer des réactifs qui n'étaient pas parfaitement secs au départ de la réaction																				
2	Introduire un catalyseur acide dans le milieu																				
1	Éliminer l'eau formée au cours de la réaction																				

⁵ Olympiade francophone de Chimie 1995, question 8.

7 pts QUESTION XV Solubilité

Le graphique suivant représente la variation de la solubilité dans l'eau de cinq composés en fonction de la température.



0,5

(a) Quel est le composé le plus soluble à 20°C ?

0,5

(b) Quel est le composé le plus soluble à 90°C ?

1

(c) Quels sont les composés qui ont une solubilité semblable à 30°C ?

1

(d) Quelle est la solubilité **en g/L** du nitrate de potassium à 50°C ?

1

(e) Classez ces composés par ordre décroissant de solubilité à 70°C.

1

(f) Donner un exemple, parmi les composés repris sur la figure, de sel dont la dissolution est endothermique. Nommer ce sel.

1,5

(g) Donner un exemple, parmi les composés repris sur la figure, de sel dont la dissolution est exothermique. Nommer ce sel.

1,5

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2010

NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - PREMIÈRE ÉPREUVE : REPONSES

6 pts	QUESTION I Composition ionique de l'eau de mer					
0,5 x 6	Les concentrations (en mole/L) des sels à utiliser pour préparer une solution de composition proche de celle de l'eau de mer sont :					
	[KBr]	[KCl]	[MgSO ₄]	[NaCl]	[MgCl ₂]	[CaCl ₂]
	$7,0 \times 10^{-4}$	$9,0 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-1}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$
3 x 1	Les valeurs des concentrations obtenues pour les ions Cl ⁻ , Mg ²⁺ et K ⁺ sont :					
	Ion	Cl ⁻		Mg ²⁺		K ⁺
	Conc. (mol/L)	$0,009 + 0,5 + 0,05 +$ $0,04 = 0,599$		$(2,5+2,5) \times 10^{-2} =$ 5×10^{-2}		$9,0 \times 10^{-3} + 7,0 \times 10^{-4}$ $= 9,7 \times 10^{-3}$

6 pts	QUESTION II L'air					
Les substances suivantes sont responsables des effets indiqués. Le dioxygène ne doit pas être coché car il intervient pour la respiration et est dégagé lors de la photosynthèse. (1 point par croix correctement placée et - 1 point par croix mal placée)						
	Composé	Pluies acides	Effet de serre	Protection rayons UV	Photosynthèse	Fertilisation
	diazote					X
	dioxygène					
	dioxyde de carbone		X		X	
	dioxyde de soufre	X				
	Ozone stratosphérique			X		
	méthane		X			

8 pts	QUESTION III					
2	1) Equations des réactions de combustion :					
	$C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$					
2	$C_4H_{10} + (13/2) O_2 \rightarrow 4 CO_2 + 5 H_2O$					
	2) Les pourcentages en volume de propane et de butane dans le mélange initial sont :					
	volume initial : $v_{prop} + v_{but} = 0,50$ L					
	volume de CO ₂ résultant de la combustion : $3 v_{prop} + 4 v_{but} = 1,75$ L					
	$v_{but} = 0,25$ L ; $v_{prop} = 0,25$ L					
4	50 % de propane et de butane dans le mélange initial.					

8 pts	QUESTION IV Solubilité du dioxygène		
	Sur base du graphique, les réponses sont :		
		VRAI	FAUX
2	1. La solubilité du dioxygène dans l'eau diminue lorsque la température augmente.	X	
2	2. La solubilité du dioxygène dans l'eau augmente avec la diminution de la pression atmosphérique (lorsque l'altitude augmente).		X
2	3. La dissolution du dioxygène dans l'eau est endothermique.		X
2	4. A 10 °C, la solubilité du dioxygène dans l'eau (en mg/L), au niveau de la mer, est de 12 (estimer).		

8,5 pts	QUESTION V Titrage Acide/Base							
	a) Dilution : les lettres et noms des 4 équipements minimum nécessaires pour cette opération sont :							
	Equipement	D	H	C	M			
4 x 0,5	Nom	pipette de 5,0 mL	poire à pipeter	Flacon ou ballon jaugé de 50 mL	Pissette d'eau distillée			
	(NB : les volumes de la pipette et du ballon jaugé peuvent être omis)							
	b) Titrage : les lettres et noms des 7 équipements minimum nécessaires pour cette opération.							
	Equipement	A	N	I	P	O	D	H
7 x 0,5	Nom	burette	statif	Erlenmeyer (flacon conique)	Flacon NaOH 0,02 M	indicateur	Pipette de 20 mL	poire à pipeter
	(NB : le volume de la pipette peut être omis)							
	c) La concentration en chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique) de la solution diluée de suc gastrique et du suc gastrique du patient valent :							
3	- lors du titrage : $n(\text{NaOH})=n(\text{HCl}) = 15,0 \times 10^{-3} \times 2,0 \times 10^{-2} = 3,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$							
	$c \text{ (solution diluée)} = 3,0 \times 10^{-4} / 20,0 \times 10^{-3} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$							
	- suc gastrique non dilué :							
	$c \text{ (solution initiale)} = 10 \times 1,5 \times 10^{-2} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ mol/L (0,15 M)}$							

5 pts	QUESTION VI Equilibre
1	1) L'expression de la constante d'équilibre K_c en fonction des concentrations en les différents composés pour l'équilibre $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ est $K_c = \frac{[\text{SO}_3][\text{NO}]}{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]}$
2	2) Si on mélange 4 moles de SO_2 et 6 moles de NO_2 dans un ballon de 2 litres , la valeur de la concentration en SO_3 à l'équilibre vaut 1,2 mol/L.
2	3) L'expression de la constante d'équilibre en fonction de la concentration x en SO_3 pour le mélange 2) est : $K_c = x^2 / \{(2-x)(3-x)\} = 1$ (à 307°C) D'où on extrait une valeur de x : $6 - 2x - 3x + x^2 = x^2$ ou $x = 1,2$.

6 pts	QUESTION VII Equilibres
2	1) L'expression des constantes d'équilibre relative K_1 et K_2 est : $K_1 = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{O}_2][\text{N}_2]^{1/2}}$ et $K_2 = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$
2	2) La constante d'équilibre K_3 peut être obtenue à partir de K_1 et K_2 par la relation $K_3 = 1/(K_1^2 \times K_2)$
2	3) Le calcul détaillé de K_3 à partir de K_1 et K_2 pour l'expression choisie en 2) fournit : $K_3 = 1 / \left\{ \left(\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{O}_2][\text{N}_2]^{1/2}} \right)^2 \times \left(\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} \right) \right\} = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]^2}{[\text{NO}_2]^2} \times \left\{ \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \right\} = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$

6 pts	QUESTION VIII A propos des métaux												
6 x 1	Soient les métaux suivants :												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>zinc</td> <td>aluminium</td> <td>silicium</td> <td>tungstène</td> <td>cuivre</td> <td>fer</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	D	E	F	zinc	aluminium	silicium	tungstène	cuivre	fer
	A	B	C	D	E	F							
	zinc	aluminium	silicium	tungstène	cuivre	fer							
	Le tableau ci-dessous indique la lettre correspondant au métal approprié à l'application mentionnée.												
			Métal										
	1.	Sert de filament dans les ampoules électriques traditionnelles, en voie de disparition car trop énergivores.	D										
	2.	Est utilisé dans la fabrication des cellules photovoltaïques.	C										
3.	Sert dans la fabrication de gouttières et est aussi utilisé actuellement comme recouvrement de toitures.	A											
4.	Est un constituant essentiel des aciers.	F											
5.	Sert de film d'emballage dans les ménages.	B											
6.	Est utilisé pour le transport du courant dans les fils électriques.	E											

8 pts	QUESTION IX Relation propriétés/structures ¹		
	Propositions concernant les liaisons hydrogène.		
		VRAI	FAUX
2	Les liaisons hydrogène forment des ponts entre les atomes électronégatifs.		X
2	Les molécules organiques de faible masse molaire ayant tendance à former des liaisons hydrogène sont généralement solubles dans l'eau.	X	
2	Les liaisons hydrogène ne sont pas importantes dans les édifices biochimiques.		X
2	Les molécules d'eau et d'alcool sont unies entre elles par des liaisons hydrogène.	X	

7,5 pts	QUESTION X Les esters – des fonctions organiques importantes		
3	Les formules semi-développées, sans double liaison $>C=C<$, des 3 esters isomères de $C_4H_8O_2$ sont :		
	$CH_3-CH_2-COOCH_3$	$CH_3-COOC_2H_5$	$HCOOC_3H_7$
	Parmi ces trois isomères, celui qui correspond au composé A est $CH_3-CH_2-COOCH_3$ L'équation de sa réaction d'hydrolyse s'écrit :		
1,5	a) dans l'eau : $CH_3-CH_2-COOCH_3 + H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-COOH + CH_3OH$		
	b) dans un milieu basique (NaOH) :		
	$CH_3-CH_2-COOCH_3 + NaOH \rightarrow CH_3-CH_2-COONa + CH_3OH$		
1,5	ou	$CH_3-CH_2-COOCH_3 + NaOH \rightarrow CH_3-CH_2-COO^- + Na^+ + CH_3OH$	
	ou	$CH_3-CH_2-COOCH_3 + OH^- \rightarrow CH_3-CH_2-COO^- + CH_3OH$	
1,5	c) les rôles de l'hydroxyde de sodium sont (accepter un ou plusieurs des 3 choix) :		
	- déplace l'équilibre (vers la droite)		
	- neutralise l'acide carboxylique formé		
	- catalyseur (accélère la réaction d'hydrolyse)		

¹ PCEM Ex. corrigés P.25 Ex.30

6 pts	QUESTION XI Isomérisie cis/trans ²		
6 x 1	Parmi les hydrocarbures du tableau, ceux qui possèdent des isomères cis et trans sont		
		Oui	Non
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_3$	X	
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$		X
	$\begin{array}{ccc} \text{CH}_3 & & \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$		X
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$	X	
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$		X
$\text{CH}_3 - \text{CH} = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	X		

6 pts	QUESTION XII Gazéification du charbon ³		
3	1) Le changement d'enthalpie standard pour la réaction (1) vaut :		
	$\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) \quad (2)$		$\Delta H^\ominus(2) = -110,5 \text{ kJ}$
	$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \quad (3)$		$\Delta H^\ominus(3) = 241,8 \text{ kJ}$
	<hr/>		
	$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad (1)$		$\Delta H^\ominus(1) = -110,5 + 241,8 = 131,3 \text{ kJ}$
3	2) La chaleur de la réaction (4) vaut :		
	$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad (5)$		$\Delta H^\ominus(5) = -393,5 \text{ kJ}$
	$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \quad (1)$		$\Delta H^\ominus(1) = -131,3 \text{ kJ}$
	<hr/>		
	$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad (4)$		
	$\Delta H^\ominus(4) = -393,5 - 131,3 = -524,8 \text{ kJ}$		

² Olympiade francophone de Chimie 1995, question 10.

³ Preparatory problems, 41th ICHO, UK 2009, Problem 4.

6 pts	QUESTION XIII Schéma réactionnel organique⁴
3x1	Les formules semi-développées planes des substances A , B et C sont A = CH ₃ -CHCl-C ₂ H ₅ B = CH ₃ -CHOH-C ₂ H ₅ C = CH ₃ -CO-C ₂ H ₅
3x1	Les noms de ces substances sont : A : 2-chlorobutane B : butan-2-ol ou 2-butanol C : butan-2-one ou méthyléthylcétone

6 pts	QUESTION XIV Déplacement d'équilibre organique			
	Le sens du déplacement de l'équilibre en fonctions des diverses modifications du système proposées est :			
	Modification imposée	Déplacement →	Pas de déplacement	Déplacement ←
1,5	Mettre un large excès d'éthane-1,2-diol par rapport à l'aldéhyde (ou la cétone)	X		
1,5	Employer des réactifs qui n'étaient pas parfaitement secs au départ de la réaction			X
2	Introduire un catalyseur acide dans le milieu		X	
1	Éliminer l'eau formée au cours de la réaction	X		

7 pts	QUESTION XV Solubilité
	D'après le graphique :
0,5	(a) Le composé le plus soluble à 20°C est NaClO ₃
0,5	(b) Le composé le plus soluble à 90°C est KNO ₃
1	(c) Les composés de solubilités semblables à 30°C sont NaCl et Li ₂ SO ₄
1	(d) La solubilité en g/L du nitrate de potassium à 50°C vaut 800 g/L
	(e) Classez ces composés par ordre décroissant de solubilité à 70°C. NaClO ₃ > KNO ₃ > K ₂ CrO ₄ > NaCl > Li ₂ SO ₄
1	(f) Parmi ces composés, les sels dont la dissolution est endothermique sont, par exemple, le nitrate de potassium KNO ₃ , le chlorate de sodium NaClO ₃ , le chromate de potassium K ₂ CrO ₄ .
1,5	(g) Parmi ces composés, le sel dont la dissolution est exothermique est le sulfate de lithium, Li ₂ SO ₄ .
1,5	

⁴ Olympiade francophone de Chimie 1995, question 8.