



NOM :

Prénom :

**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2014**  
**NIVEAU 2** (élèves de sixième année) - **PREMIÈRE ÉPREUVE : REPONSES**

<b>5 pts</b>	<b>QUESTION I Vie courante<sup>1</sup></b>
	A la pompe, en Europe, on trouve de l'essence sans plomb 95. Ce nombre indique <input checked="" type="checkbox"/> l'indice d'octane (résistance de l'essence à l'auto-inflammation).

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION II Concentration, solutions isotoniques</b>
	Les concentrations des solutions de chlorure de sodium à 0,90 g %, et de glucose à 5,5 g % valent
<b>2</b>	pour NaCl : $c_M = 0,90 \text{ g} \times 1000 \text{ g/L} / (100 \text{ g} \times 58,44 \text{ g/mol}) = 0,154 \text{ mol/L}$
<b>2</b>	pour le glucose : $c_M = 5,50 \text{ g} \times 1000 \text{ g/L} / (100 \text{ g} \times 180,2 \text{ g/mol}) = 0,305 \text{ mol/L}$
<b>2</b>	La valeur de i - pour la solution de chlorure de sodium est 2 - pour la solution de glucose est 1

<b>8 pts</b>	<b>QUESTION III Loi du gaz parfait</b>						
<b>6</b>	Masse volumique la plus faible <span style="float: right;">la plus élevée</span>						
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>H<sub>2</sub></td> <td>N<sub>2</sub></td> <td>NO</td> <td>O<sub>2</sub></td> <td>Ar</td> <td>Cl<sub>2</sub></td> </tr> </table>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	NO	O <sub>2</sub>	Ar	Cl <sub>2</sub>
H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	NO	O <sub>2</sub>	Ar	Cl <sub>2</sub>		
<b>2</b>	Si la température est portée à 819 K et la pression à 3 atmosphères, la masse volumique de ces gaz						
	ne changera pas						

<sup>1</sup> Inspiré de "La chimie est un jeu" par A. Bender et C. Rabbe, Libro Mémo 2011, p.53 ; voir aussi [http://fr.wikipedia.org/wiki/Essence\\_%28hydrocarbure%29#Indice\\_d.27octane](http://fr.wikipedia.org/wiki/Essence_%28hydrocarbure%29#Indice_d.27octane).

6 pts	QUESTION IV Carbonate de sodium et procédé Solvay
1	3) <b>Calcination du calcaire</b> dans un four à chaux : $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
1	4) <b>Préparation d'un lait de chaux</b> en présence d'un excès d'eau : $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
1	5) <b>Carbonatation</b> avec $\text{CO}_2$ de la saumure saturée en ammoniac : $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{aq})$ et <b>précipitation de l'hydrogénocarbonate de sodium</b> en présence de chlorure de sodium :
1	$\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s})$
1	7) <b>Calcination de l'hydrogénocarbonate</b> vers 150 - 200°C : $2 \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$
1	8) <b>Régénération de <math>\text{NH}_3</math></b> à l'aide du lait de chaux : $2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ $\rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

8 pts	QUESTION V Thermochimie <sup>2</sup> , pouvoir calorifique des hydrocarbures
1	Combustion d'une mole de propane et d'une mole de n-butane. 1. équations des 2 réactions de combustion : $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_4\text{H}_{10} + 13/2 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$  L'indication du signe des chaleurs de réaction ne sera pas exigée.
1	2. chaleurs de réaction - par groupe $-\text{CH}_2-$ : $-2878 - (-2220) = -658 \text{ kJ/mol}$
1	- et par groupe $-\text{CH}_3$ : $[-2220 - (-658)]/2 = -781 \text{ kJ/mol}$
1	3. chaleur de combustion du n-pentane : $-2878 + (-658) = -3536 \text{ kJ/mol}$
1	4. Calculer les quantités de chaleur dégagées par la combustion de 1,00 g de - propane : $-2220/44,11 = -50,3 \text{ kJ/g}$
1	- n-butane : $-2878/58,14 = -49,5 \text{ kJ/g}$
1	- n-pentane : $-3536/72,17 = -49,0 \text{ kJ/g}$
1	5. Comme combustible, l'hydrocarbure le plus intéressant par rapport à la masse à transporter est le propane

<sup>2</sup> Inspiré de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice 18.31, p.749.

6 pts	QUESTION VI Cinétique chimique <sup>3</sup>
2	Valeurs de la vitesse moyenne de disparition de HI au début de la réaction : $v = \Delta c / \Delta t = (4,40 - 10,0) / 1000 = - 5,6 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ (accepter $5,6 \times 10^{-3}$ )
2	vitesse de disparition de HI dans l'intervalle de temps 4000 à 5000 s : $v = (1,30 - 1,60) / 1000 = - 0,3 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ (accepter $0,3 \times 10^{-3}$ )
1	Valeurs de la vitesse moyenne d'apparition de I <sub>2</sub> au début de la réaction : $- (- 5,6 \times 10^{-3} / 2) = + 2,8 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
1	vitesse d'apparition de I <sub>2</sub> dans l'intervalle de temps 4000 à 5000 s : $- (- 0,3 \times 10^{-3}) / 2 = + 0,15 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

6 pts	QUESTION VII Solubilité et stœchiométrie <sup>4</sup>			
1	<table border="1"> <tr> <td>L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.</td> <td></td> <td>Faux</td> </tr> </table> <p>On mélange alors 0,03 mol d'ions Cu<sup>2+</sup> et 0,03 mol d'ions OH<sup>-</sup>.</p>	L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.		Faux
L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.		Faux		
1	<table border="1"> <tr> <td>Le mélange initial est stœchiométrique.</td> <td></td> <td>Faux</td> </tr> </table>	Le mélange initial est stœchiométrique.		Faux
Le mélange initial est stœchiométrique.		Faux		
1	<table border="1"> <tr> <td>Tous les ions OH<sup>-</sup> réagissent.</td> <td>Vrai</td> <td></td> </tr> </table>	Tous les ions OH <sup>-</sup> réagissent.	Vrai	
Tous les ions OH <sup>-</sup> réagissent.	Vrai			
2	<table border="1"> <tr> <td>Il apparaît 0.03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).</td> <td></td> <td>Faux</td> </tr> </table>	Il apparaît 0.03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).		Faux
Il apparaît 0.03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).		Faux		
1	<table border="1"> <tr> <td>Tous les ions Cu<sup>2+</sup> réagissent.</td> <td></td> <td>Faux</td> </tr> </table>	Tous les ions Cu <sup>2+</sup> réagissent.		Faux
Tous les ions Cu <sup>2+</sup> réagissent.		Faux		

<sup>3</sup> Adapté de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice 13.7, p.571.

<sup>4</sup> M. SONNEVILLE et J. MAUREL, "Groupe Lycée-Post-baccalauréats" : bilan d'une année d'activités, Bull. Union des Physiciens, 92, p. 240, 1998.

6 pts	QUESTION VIII Equilibres en phase gazeuse <sup>5</sup> , valorisation des déchets			
	Effet des facteurs suivants sur le rendement en dichlore pour l'équilibre : $4 \text{ HCl (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ H}_2\text{O (g)} + 2 \text{ Cl}_2 \text{ (g)}$			
	Action	Rendement en chlore		
1	Augmentation de la pression du dioxygène injecté			augmentation
2	Compression de volume de l'enceinte réactionnelle			augmentation
1	Ajout d'un catalyseur		pas de modification	
1	Extraction de l'eau formée à l'aide d'un desséchant			augmentation
1	Augmentation de la température	diminution		

8 pts	QUESTION IX Titrage et solubilité <sup>6</sup> . La culture des moules
2	1. Equation ionique décrivant la précipitation avant le terme du titrage : $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow \text{ (s)}$
1	2. Equation ionique décrivant le trouble rouge-orange au-delà du terme du titrage : $2 \text{ Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow \text{ (s)}$
1	3. La solubilité du sel qui précipite à partir du terme du titrage par rapport à celle du sel qui précipite avant le terme est plus élevée
2	4. La concentration de la solution standard de NaCl vaut : $c_{\text{NaCl}} = (32,7 \text{ g/L}) / (58,44 \text{ g/mol}) = 0,5595 \text{ mol/L} = 0,560 \text{ mol/L}$ La concentration de la solution aqueuse de nitrate d'argent vaut donc : $n_{\text{NaCl}} \text{ (dans 5 mL)} = (5,00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 32,7 \text{ g/L}) / (58,44 \text{ g/mol})$ $= 0,00280 \text{ mol} = n_{\text{AgNO}_3} \text{ (dans 28 mL)}$
2	$c_{\text{AgNO}_3} = 0,00280 \text{ mol} / (28,0 \times 10^{-3} \text{ L}) = 0,100 \text{ mol/L}$ (ou 0,100 M)
	5. Concentration en ions chlorure de l'échantillon d'eau de mer : $n_{\text{AgNO}_3} \text{ (dans 26,8 mL)} = 0,100 \text{ mol/L} \times 26,8 \times 10^{-3} \text{ L} = 2,68 \times 10^{-3} \text{ mol}$ $n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{Ag}^+}$ $c_{\text{Cl}^-} = (2,68 \times 10^{-3} \text{ mol}) / (5 \times 10^{-3} \text{ L}) = 0,536 \text{ mol/L}$

<sup>5</sup> R.H. Petrucci et al., General Chemistry, Prentice Hall, 2002, exercice 21, p.658.

<sup>6</sup> EUSO, Vol.1 (2003-2007) p.98-108.

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION X Les polymères dans la vie quotidienne</b>				
	Les monomères ci-dessous correspondent aux numéros suivants des polymères de la liste : A) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ B) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$ C) $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$ D) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$ E) $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$				
<b>5x1</b>	A et 1)	B et 5)	C et 3)	D et 2)	E et 4)
<b>1</b>	Le nom du monomère C : monochloroéthène ou chlorure de vinyle				

<b>5 pts</b>	<b>QUESTION XI Acide/base</b>	
	Les couples acide/base sont les suivants :	
	<b>Couples acide/base conjugués</b>	
<b>1</b>	$\text{CH}_3\text{-COOH}$	$\text{CH}_3\text{-COOH}/\text{CH}_3\text{-COO}^-$
<b>1</b>	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
<b>1</b>	$\text{NO}_2^-$	$\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$
<b>1</b>	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4^-$ et $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$
<b>1</b>	$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION XII Isomérisie des composés organiques</b>
	Hydrocarbure correspondant aux critères indiqués :
<b>3</b>	Nom : 2-méthylpent-2-ène
<b>3</b>	Formule semi-développée : $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)=\text{CH-C}_2\text{H}_5$

<b>7 pts</b>	<b>QUESTION XIII Fonctions organiques<sup>7</sup>, les phéromones</b>			
	Les molécules possédant la propriété indiquée sont :			
	<b>Molécule(s) possédant</b>	Molécule 1	Molécule 2	Molécule 3
<b>2</b>	une double liaison carbone-carbone		X	X
<b>1</b>	une fonction alcool			X
<b>1</b>	une fonction cétone		X	
<b>2</b>	une fonction acide carboxylique		X	X
<b>1</b>	une fonction ester	X		

<sup>7</sup> Inspiré de M. SONNEVILLE et J. MAUREL, "Groupe Lycée-Post-baccalauréats" : bilan d'une année d'activités, Bull. Union des Physiciens, 92, p. 239, 1998

<b>7 pts</b>	<b>QUESTION XIV Réactions organiques<sup>8</sup> et équilibre chimique</b>		
	Pour la réaction d'estérfication		
	$\text{acide} + \text{alcool} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} \text{ester} + \text{eau}$		
	les constatations suivantes s'appliquent lorsque la quantité d'ester formé ne varie plus et est égale à 0,066 mol :		
<b>1</b>	On a alors atteint l'état d'équilibre chimique	Vrai	
<b>1</b>	Le rendement en ester de la réaction est 34 %		Faux
<b>1</b>	Une fois l'équilibre atteint, plus aucune molécule ne réagit		Faux
<b>1</b>	En ajoutant un catalyseur, on peut obtenir plus d'ester		Faux
<b>1</b>	En distillant, quand c'est possible, l'ester au fur et à mesure de sa formation, on peut augmenter le rendement	Vrai	
<b>1</b>	En ajoutant de l'acide, on déplace l'équilibre dans le sens (2)		Faux
<b>1</b>	En éliminant l'eau avec un desséchant, on augmente le rendement en ester de la réaction	Vrai	

<b>10 pts</b>	<b>QUESTION XV Chimie Organique - Températures d'ébullition</b>		
	Le graphique représente l'évolution des températures d'ébullition ( $t_{eb}$ ) pour des alcools primaires à chaîne linéaire contenant de 1 à 6 atomes de carbone.		
<b>2</b>	a) la nature et l'unité de la grandeur portée en abscisse est la masse molaire (en g/mol)		
	b) les <b>noms</b> des alcools correspondant aux points (a) à (f) sont :		
<b>3</b>	(a) : méthanol      (b) : éthanol      (c) : n-propanol      (d) : n-butanol		
	(e) : n-pentanol      (f) : n-hexanol		
	c) Les deux facteurs qui pourraient être responsables de l'évolution de la température d'ébullition, $t_{eb}$ , observée pour cette série d'alcools primaires sont :		
<b>1</b>	Il y a augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne	Vrai	
<b>1</b>	Le <b>nombre</b> de liaisons hydrogène (ponts hydrogène) diminue avec l'allongement de la chaîne		Faux
	d) La position des trois composés ci-dessous sur ce graphique est :		
<b>1</b>	Composé	Abscisse	Ordonnée
	n-hexane	86 g/mol	$t_{eb} < 130^{\circ}\text{C}$
<b>1</b>	n-heptanol	116 g/mol	$t_{eb} \approx 170^{\circ}\text{C}$
<b>1</b>	Acide éthanoïque	60 g/mol	$t_{eb} > 100^{\circ}\text{C}$

<sup>8</sup> ibidem p. 241.