



NOM :

Prénom :

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

5 pts	QUESTION I Vie courante¹
	A la pompe, en Europe, on trouve de l'essence sans plomb 95. Ce nombre indique ☒ l'indice d'octane (résistance de l'essence à l'auto-inflammation).

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

8 pts	QUESTION III Loi du gaz parfait					
6	Masse volumique la plus faible la plus élevée					
	H ₂	N ₂	NO	O ₂	Ar	Cl ₂
2	Si la température est portée à 819 K et la pression à 3 atmosphères, la masse volumique de ces gaz					
				ne changera pas		

¹ Inspiré de "La chimie est un jeu" par A. Bender et C. Rabbe, Libro Memo 2011, p.53 ; voir aussi http://fr.wikipedia.org/wiki/Essence_%28hydrocarbure%29#Indice_d.27octane.

6 pts	QUESTION IV Carbonate de sodium et procédé Solvay
1	3) Calcination du calcaire dans un four à chaux : $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
1	4) Préparation d'un lait de chaux 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) Carbonatation avec 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 précipitation de l'hydrogénocarbonate de sodium en présence de chlorure de sodium : $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s})$
1	7) Calcination de l'hydrogénocarbonate 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) Régénération de NH_3 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 ² , 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

² 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 ³
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 ₂ 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 ₂ 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 ⁴		
1	L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.		Faux
	On mélange alors 0,03 mol d'ions Cu ²⁺ et 0,03 mol d'ions OH ⁻ .		
1	Le mélange initial est stœchiométrique.		Faux
1	Tous les ions OH ⁻ réagissent.		Vrai
2	Il apparaît 0.03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).		Faux
1	Tous les ions Cu ²⁺ réagissent.		Faux

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

⁴ 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 ⁵ , valorisation des déchets			
1 2 1 1 1	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		
	Augmentation de la pression du dioxygène injecté			augmentation
	Compression de volume de l'enceinte réactionnelle			augmentation
	Ajout d'un catalyseur		pas de modification	
	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 ⁶ . 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 : $n_{\text{AgNO}_3} \text{ (dans 26,8 mL)} = 0,100 \text{ mol/L} \times 26,8 \times 10^{-3} \text{ L} = 2,68 \times 10^{-3} \text{ mol}$ $n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{Ag}^+}$ $c_{\text{Cl}^-} = (2,68 \times 10^{-3} \text{ mol}) / (5 \times 10^{-3} \text{ L}) = 0,536 \text{ mol/L}$

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

⁶ EUSO, Vol.1 (2003-2007) p.98-108.

6 pts	QUESTION X Les polymères dans la vie quotidienne				
	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) $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$				
5x1	A et 1)	B et 5)	C et 3)	D et 2)	E et 4)
1	Le nom du monomère C : monochloroéthène ou chlorure de vinyle				

5 pts	QUESTION XI Acide/base	
	Les couples acide/base sont les suivants :	
		Couples acide/base conjugués
1	$\text{CH}_3\text{-COOH}$	$\text{CH}_3\text{-COOH}/\text{CH}_3\text{-COO}^-$
1	CO_3^{2-}	$\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
1	NO_2^-	$\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$
1	H_2PO_4^-	$\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4^-$ et $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$
1	NH_4^+	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$

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

7 pts	QUESTION XIII Fonctions organiques⁷, les phéromones			
	Les molécules possédant la propriété indiquée sont :			
	Molécule(s) possédant	Molécule 1	Molécule 2	Molécule 3
2	une double liaison carbone-carbone		X	X
1	une fonction alcool			X
1	une fonction cétone		X	
2	une fonction acide carboxylique		X	X
1	une fonction ester	X		

⁷ 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

7 pts	QUESTION XIV Réactions organiques⁸ et équilibre chimique		
	Pour la réaction d'estérification $\text{acide} + \text{alcool} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} \text{ester} + \text{eau}$ les constatations suivantes s'appliquent lorsque la quantité d'ester formé ne varie plus et est égale à 0,066 mol :		
1	On a alors atteint l'état d'équilibre chimique	Vrai	
1	Le rendement en ester de la réaction est 34 %		Faux
1	Une fois l'équilibre atteint, plus aucune molécule ne réagit		Faux
1	En ajoutant un catalyseur, on peut obtenir plus d'ester		Faux
1	En distillant, quand c'est possible, l'ester au fur et à mesure de sa formation, on peut augmenter le rendement	Vrai	
1	En ajoutant de l'acide, on déplace l'équilibre dans le sens (2)		Faux
1	En éliminant l'eau avec un desséchant, on augmente le rendement en ester de la réaction	Vrai	

10 pts	QUESTION XV Chimie Organique - Températures d'ébullition			
	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.			
2	a) la nature et l'unité de la grandeur portée en abscisse est la masse molaire (en g/mol) b) les noms des alcools correspondant aux points (a) à (f) sont : (a) : méthanol (b) : éthanol (c) : n-propanol (d) : n-butanol (e) : n-pentanol (f) : n-hexanol			
3	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 :			
1	Il y a augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne	Vrai		
1	Le nombre 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 :			
1	Composé	Abscisse	Ordonnée	
	n-hexane	86 g/mol	$t_{eb} < 130^{\circ}\text{C}$	
1	n-heptanol	116 g/mol	$t_{eb} \approx 170^{\circ}\text{C}$	
1	Acide éthanoïque	60 g/mol		$t_{eb} > 100^{\circ}\text{C}$

⁸ ibidem p. 241.