

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2013
NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - **PREMIÈRE ÉPREUVE : REPONSES**

5 pts	QUESTION I Vie courante – Pâte dentifrice
5 x 1	Nature de l'agent (1 à 5) : A.3 ; B.5 ; C.2 ; D.1 ; E.4

8 pts	QUESTION II Concentration
2	a) concentration molaire de la solution stock A : $(0,662 \text{ g} / 294,2 \text{ g/mol}) / 0,250 \text{ L} = 9,00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.
2	b) concentration molaire de la solution diluée B : $(9,00 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times 0,010 \text{ L}) / 0,250 \text{ L} = 3,60 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.
3	c) masse, en mg , de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ à peser pour préparer directement la solution diluée B dans le ballon jaugé de 250 mL : $(3,60 \times 10^{-4} \text{ mol} / 4) \times 294,2 \text{ g/mol} = 2,65 \times 10^{-2} \text{ g} = 26,5 \text{ mg}$
1	d) précision de la balance à utiliser : 0,1 mg

5 pts	QUESTION III Loi du gaz parfait
2	Réaction du CO_2 avec le superoxyde de potassium : $2 \text{KO}_2 (\text{s}) + 1 \text{CO}_2 (\text{g}) \rightarrow 1 \text{K}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + 3/2 \text{O}_2 (\text{g})$ ou coeff. 4, 2, 2, 3
3	Masse de KO_2 nécessaire pour consommer 50,0 L de CO_2 dans les conditions normales de température et de pression (25°C, sous 1 atm = 101325 Pa) : $n_{\text{CO}_2} = PV / RT = 1 \times 50,0 / (0,082 \times 298) = 2,046 \text{ moles}$ masse de $\text{KO}_2 = 71,1 \text{ g/mol} \times 2,046 \text{ mol} \times 2 = 291 \text{ g}$

6 pts	QUESTION IV Manipulation de chimie analytique
2	Réactions de précipitation concernées : a) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ ou $\text{Ag}^+ + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{H}^+$
2	b) $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} \downarrow + 2 \text{H}^+$ (accepter $\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{=2-} \rightarrow \text{ZnS} \downarrow$)
2	Ions présents dans la solution de départ : Ag^+ et Zn^{2+}

8 pts QUESTION V Thermochimie	
	Réactions concernées (ne pas exiger l'indication de l'état d'agrégation) :
1	- Combustion de l'éthanol : $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH (l)} + 3 \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_2 \text{(g)} + 3 \text{H}_2\text{O (l)} \quad \Delta H_f = - 1368,0 \text{ kJ/mol} \quad (1)$
1	- formation de CO ₂ (ou combustion du carbone) : $\text{C (s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{(g)} \quad \Delta H_f = - 393,5 \text{ kJ/mol} \quad (2)$
1	- formation de H ₂ O (ou combustion de l'hydrogène) : $\text{H}_2 \text{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} \quad \Delta H_f = - 285,8 \text{ kJ/mol} \quad (3)$
1	- formation de l'éthanol : $2 \text{C (s)} + 3 \text{H}_2 \text{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH (l)} \quad \Delta H_f = ? \quad (4)$
4	Enthalpie de formation de l'éthanol : $\Delta H_f(\text{éthanol}) = 3 \times (3) + 2 \times (2) - (1)$ $= 3 \times (- 285,8) + 2 \times (- 393,5) - (- 1368,0) = - 276,4 \text{ kJ/mol}$

5 pts QUESTION VI Cinétique chimique			
5x1		Vrai	Faux
	La concentration en réactifs n'a jamais d'influence sur la vitesse d'une réaction chimique.		X
	Une élévation de température augmente la vitesse d'une réaction chimique.	X	
	Un catalyseur positif accélère une réaction chimique.	X	
	Dans une réaction chimique, la vitesse initiale de disparition d'un réactif est égale à la variation de concentration en l'unité de temps au temps t=0.	X	
	Dans une réaction chimique, la vitesse de disparition d'un réactif est toujours constante au cours du temps.		X

6 pts QUESTION VII Dissociation ionique dans l'eau	
	Pour réaliser la solution, on peut dissoudre dans l'eau les quantités adéquates de MgCl ₂ , K ₂ SO ₄ et NaNO ₃

6 pts QUESTION VIII Equilibres acide/base	
3	La réaction d'équilibre résultant de la dissolution du gaz ammoniac (NH ₃) dans l'eau est : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ (attribuer 1 point /3 si la double flèche d'équilibre n'est pas indiquée)
3	En conséquence la concentration en ions OH ⁻ augmente.

8 pts	QUESTION IX Equilibres de solubilité
2	- l'équation de l'équilibre de solubilité impliqué s'écrit : $\text{PbI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \quad \text{ou} \quad \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbI}_2(\text{s})$
3	- l'expression du produit de solubilité K_{ps} est : $K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{I}^{-}]^2 = 1,4 \times 10^{-8}$
3	- $[\text{Pb}^{2+}] = (0,20/2) \text{ mol/L}$ $[\text{I}^{-}] = (0,20/2) \text{ mol/L}$ PbI_2 précipitera puisque : $Q = 0,10 \times (0,10)^2 = 10^{-3} \gg K_{\text{ps}}$

6 pts	QUESTION X Structure et polarité																																			
6x1	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>Géométrie</th> <th>Polaire</th> <th>Non-polaire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CH₄</td> <td>0</td> <td>tétraédrique</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>BF₃</td> <td>0</td> <td>triangulaire</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>NO₂⁻ (nitrite)</td> <td>1</td> <td>coudée</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>1</td> <td>coudée</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO₂</td> <td>0</td> <td>linéaire</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>NH₄⁺</td> <td>0</td> <td>tétraédrique</td> <td></td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>		N	Géométrie	Polaire	Non-polaire	CH ₄	0	tétraédrique		X	BF ₃	0	triangulaire		X	NO ₂ ⁻ (nitrite)	1	coudée	X		SO ₂	1	coudée	X		CO ₂	0	linéaire		X	NH ₄ ⁺	0	tétraédrique		X
		N	Géométrie	Polaire	Non-polaire																															
	CH ₄	0	tétraédrique		X																															
	BF ₃	0	triangulaire		X																															
	NO ₂ ⁻ (nitrite)	1	coudée	X																																
	SO ₂	1	coudée	X																																
	CO ₂	0	linéaire		X																															
NH ₄ ⁺	0	tétraédrique		X																																

5 pts	QUESTION XI Réactions organiques - Polymères
	$-\text{[CH}_2\text{-CCl}_2\text{-CH}_2\text{-CCl}_2\text{-CH}_2\text{-CCl}_2\text{-CH}_2\text{-CCl}_2\text{-CH}_2\text{-CCl}_2\text{]}_n\text{-}$ <p>déterminer la formule du monomère et donner son nom.</p>
3	La formule du monomère est : $\text{H}_2\text{C}=\text{CCl}_2 \quad \text{ou} \quad \text{CH}_2=\text{CCl}_2$
2	Son nom dans la nomenclature officielle est : 1,1-dichloroéthène ou 1,1-dichloroéthylène.

8 pts	QUESTION XII Titrage acide/base et formule moléculaire
1	a) Le composé X est donc un acide (carboxylique)
	b) Les quantités de matière ou nombres de moles d'atomes de chaque espèce présents dans une mole de molécule X valent :
1	- $n(\text{C}) = 26,68 \times 90,04 / (100 \times 12,01) = 2$
1	- $n(\text{H}) = 2,239 \times 90,04 / (100 \times 1,01) = 2$
1	- $n(\text{O}) = (100 - 26,68 - 2,239) \times 90,04 / (100 \times 16) = 71,08 \times 90 / (100 \times 16) = 4$
1	c) La formule moléculaire de X est donc : C ₂ H ₂ O ₄ HOOC-COOH
1	d) Le titrage fournit un nombre de protons dissociables H ⁺ de 2
2	e) La formule de structure développée de X est :

8 pts	QUESTION XIII Fonctions organiques
	1 point pour le nom et 1 point pour la formule semi-développée.
2	a) la déshydratation du n-propanol ou propan-1-ol fournit le propène $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$
2	b) la déshydratation de l'isopropanol ou propan-2-ol fournit le propène $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$
2	c) la déshydratation du n-butanol ou butan-1-ol fournit le but-1-ène $\text{C}_2\text{H}_5\text{-CH=CH}_2$
2	d) la déshydratation du butan-2-ol fournit le but-2-ène $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$ (cis ou trans) (attribuer 1 point sur 2 si les isomères cis et trans ne sont pas mentionnés ; accepter le but-1-ène pour 1 point, même si ce composé n'est pas majoritaire)

8 pts	QUESTION XIV Réactions organiques
	(Ne pas exiger l'indication des états d'agrégation) Les équations des réactions de production de l'éthanol s'écrivent :
1	- hydratation de l'éthène en présence d'acide phosphorique comme catalyseur : $\text{C}_2\text{H}_4 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l})$
1	- fermentation alcoolique des sucres : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l}) + 2 \text{CO}_2 \uparrow (\text{g})$
2	L'équation de la réaction de conversion de l'éthanol en vinaigre à l'air en présence de bactéries de type <i>Acétobacter</i> est :
	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{-COOH} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
2	L'éthanoate d'éthyle (ou acétate d'éthyle) se prépare par réaction de l'éthanol avec l'acide éthanoïque ou acétique dont la formule semi-développée est :
	$\text{CH}_3\text{-COOH}$
2	L'équation de cette réaction d'estérification s'écrit :
	$\text{CH}_3\text{-COOH} (\text{l}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{-COOC}_2\text{H}_5 (\text{l}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

8 pts	QUESTION XV Chimie Organique - Températures d'ébullition																
1	a) La grandeur portée en abscisse est la masse molaire																
2	b) Les noms des hydrocarbures correspondant aux points a à h sont : a : méthane b : éthane c : propane d : n-butane e : n-pentane f : n-hexane g : n-heptane h : n-octane (accepter les noms sans n-)																
1	c) L'origine de la variation de $t_{\text{éb}}$ observée pour les alcanes linéaires est :																
	<table border="1"> <tr> <td>augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne</td> <td>Vrai</td> <td></td> </tr> <tr> <td>augmentation du nombre de liaisons hydrogène (ponts hydrogène) avec l'allongement de la chaîne</td> <td></td> <td>Faux</td> </tr> </table>	augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne	Vrai		augmentation du nombre de liaisons hydrogène (ponts hydrogène) avec l'allongement de la chaîne		Faux										
augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne	Vrai																
augmentation du nombre de liaisons hydrogène (ponts hydrogène) avec l'allongement de la chaîne		Faux															
1	d) Sur le graphique, les trois composés ci-dessous se placeront aux endroits suivants (abscisse et gamme de température) :																
2x0,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composé</th> <th>Abscisse</th> <th colspan="2">$t_{\text{éb}} (\text{°C})$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ethanol</td> <td>46</td> <td></td> <td>>> 20</td> </tr> <tr> <td>oxyde de diéthyle ou éthoxyéthane</td> <td>74</td> <td>≈ 40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acide éthanoïque</td> <td>60</td> <td></td> <td>>> 50</td> </tr> </tbody> </table>	Composé	Abscisse	$t_{\text{éb}} (\text{°C})$		Ethanol	46		>> 20	oxyde de diéthyle ou éthoxyéthane	74	≈ 40		acide éthanoïque	60		>> 50
Composé	Abscisse	$t_{\text{éb}} (\text{°C})$															
Ethanol	46		>> 20														
oxyde de diéthyle ou éthoxyéthane	74	≈ 40															
acide éthanoïque	60		>> 50														
2x0,5																	
2x0,5																	