

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 :
	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH (l)} + 3 \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2 \text{ CO}_2 \text{ (g)} + 3 \text{ H}_2\text{O (l)} \quad \Delta H_r = - 1368,0 \text{ kJ/mol} \quad (1)$
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

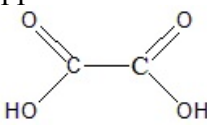
6 pts	QUESTION VII Dissociation ionique dans l'eau
	Pour réaliser la solution, on peut dissoudre dans l'eau les quantités adéquates de MgCl ₂ , K ₂ SO ₄ et NaNO ₃

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					
		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
	$-[\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2]_n-$ déterminer la formule du monomère et donner son nom.
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 : $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ $\text{HOOC}-\text{COOH}$
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-)			
	c) L'origine de la variation de t_{eb} observée pour les alcanes linéaires est :			
1	augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne		Vrai	
1	augmentation du nombre de liaisons hydrogène (ponts hydrogène) avec l'allongement de la chaîne			Faux
	d) Sur le graphique, les trois composés ci-dessous se placeront aux endroits suivants (abscisse et gamme de température) :			
	Composé	Abscisse	t_{eb} (°C)	
2x0,5	Ethanol	46		>> 20
2x0,5	oxyde de diéthyle ou éthoxyéthane	74	≈ 40	
2x0,5	acide éthanoïque	60		>> 50