

**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2016**  
**NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - PREMIÈRE ÉPREUVE : REPONSES**

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION I Vie courante – Au laboratoire</b>			
<b>4x1,5pt</b>	Le gaz que l'on peut recueillir quantitativement au-dessus d'une colonne d'eau sont :			
	<b>Recueilli au-dessus de l'eau</b>	<b>Nom</b>	<b>Formule</b>	
		non	chlorure d'hydrogène	HCl
	oui		dihydrogène	H <sub>2</sub>
		non	ammoniac	NH <sub>3</sub>
	oui		monoxyde de carbone	CO

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION II Composition ionique de l'eau de mer</b>					
<b>6 x 1 pt</b>	Les concentrations (en mol/L) des sels qu'il faudrait utiliser pour préparer une solution de composition proche de celle de l'eau de mer sont :					
	[KBr]	[KCl]	[MgSO <sub>4</sub> ]	[NaCl]	[MgCl <sub>2</sub> ]	[CaCl <sub>2</sub> ]
	$7,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-1}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$

<b>8 pts</b>	<b>QUESTION III L'hydrogène</b>			
<b>2 pts</b>	Pour l'équilibre			
	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g})$			
	Les quantités de matière et les concentrations à l'équilibre sont			
	a)			
			<b>CH<sub>3</sub>OH(g)</b>	<b>CO(g)</b>
	Quantités de matière introduites	1,5 mol	-	-
	Quantités de matière à l'équilibre	1,38	0,12	0,24 mol
<b>2 pts</b>	b)			
		<b>CH<sub>3</sub>OH(g)</b>	<b>CO(g)</b>	<b>H<sub>2</sub>(g)</b>
	Concentrations à l'équilibre (mol/L)	0,69	0,060	0,12
<b>2 pts</b>	c) Expression et valeur de la constante d'équilibre :			
	$K = [\text{CO}] \times [\text{H}_2]^2 / [\text{CH}_3\text{OH}] = 6,0 \times 10^{-2} \times (1,2 \times 10^{-1})^2 / 6,9 \times 10^{-1} = 1,25 \times 10^{-3}$			

8 pts	QUESTION IV Air vital <sup>1</sup>
1	1) Equation pondérée de la réaction : $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \frac{1}{2} \text{O}_2$
1	2) Masse de dioxygène consommée par un astronaute en 1 an : $0,84 \times 365 = 306,6 \text{ kg}$
3	3) Masse de dioxygène produite pour 1,0 kg de filtre chimique (80% de $\text{Na}_2\text{O}_2$ : $16 \times 800 / 78 = 164 \text{ g} = 0,164 \text{ kg}$
2	4) Masse de filtre actif à emmener pour 1 an avec un astronaute dans la station : $306,6 / 0,164 = 1869,5 \text{ kg}$
1	5) Nombre de capsules de 1,67 g : $1869,5 / 0,00167 = 1.119.461 \text{ capsules}$

8 pts	QUESTION V Thermochimie <sup>2</sup>
	Les équations des réactions de combustion concernées sont :
	(2) $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ - 286 kJ/mol
3	(3) $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ - 283 kJ/mol
	(4) $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ - 726 kJ/mol
1	L'enthalpie standard de réaction, $\Delta H^\circ_r$ , pour la réaction $\text{CO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ (1)
3	s'obtient à partir des trois réactions de combustion, par l'opération algébrique : $2 \times (1) + (2) - (3) = -2 \times 286 - 283 + 726 = -129 \text{ kJ/mol}$
1	La réaction globale (1) est exothermique

10 pts	QUESTION VI Cinétique chimique <sup>3</sup>
2	Les valeurs des vitesses de réaction pour les zones de mesures I à II et II à III sont : Zone I à II : $\Delta[\text{CO}_2] / \Delta t = (390-320) / 375 = 0,186 \text{ ppm s}^{-1}$ Zone II à III : $\Delta[\text{CO}_2] / \Delta t = (320-390) / (660-375) = -0,246 \text{ ppm s}^{-1}$
2	Processus impliqués : - Période I à II : a) - Période II à III : c)
2	Vitesses de respiration et de photosynthèse (période II à III) : $v_{\text{tot}} = v_{\text{photosynthèse}} + v_{\text{respiration}}$ $-0,246 = v_{\text{photosynthèse}} + 0,186$ d'où $v_{\text{photosynthèse}} = -0,432 \text{ ppm s}^{-1}$
2	L'option qui décrit le mieux la diminution de concentration en $\text{CO}_2$ en présence de lumière est :
2	c) Vitesse de photosynthèse supérieure à celle de respiration
2	La photosynthèse s'arrêtera, à la lumière d) Lorsque les feuilles auront consommé tout le $\text{CO}_2$ présent dans le récipient.

<sup>1</sup> EUSO 2012, p.307

<sup>2</sup> P. Atkins et L. Jones, "Principes de Chimie" Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, p. 245

<sup>3</sup> EUSO 2008 p.33

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION VII Equilibre de solubilité<sup>4</sup></b>
2	L'équation pondérée représentant l'équilibre de solubilité concerné est : $\text{PbI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq})$ L'expression du produit de solubilité s'écrit :
2	$K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}(\text{aq})] \times [\text{I}^{-}(\text{aq})]^2 = 1,4 \times 10^{-8}$
2	On peut considérer qu'il s'est formé $2,0 \times 10^{-3}$ mol/L de précipité de $\text{PbI}_2$ . Donc la concentration en ions $\text{I}^{-}$ restant en solution vaut : $[\text{I}^{-}(\text{aq})] = (2,0 \times 10^{-1} - 4,0 \times 10^{-3})/2 = 9,8 \times 10^{-2} \text{ mol/L.}$ d'où : $[\text{Pb}^{2+}(\text{aq})] = 1,4 \times 10^{-8} / (9,8 \times 10^{-2})^2 = 1,46 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$
	On peut aussi considérer que la concentration en ions $\text{I}^{-}$ reste approximativement égale à $1,0 \times 10^{-1}$ ce qui donne pour la concentration en ions $\text{Pb}^{2+}$ restant en solution : $[\text{Pb}^{2+}(\text{aq})] \approx 1,4 \times 10^{-8} / (1,0 \times 10^{-1})^2 \approx 1,4 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION VIII Equilibres chimiques – Procédés industriels</b>						
2	a) Equation (1) et équation globale correspondant à la réaction de préparation du dihydrogène, limitée à un équilibre chimique : $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H^{\circ} = + 206,1 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad (1)$ Equation globale (1) + (2) : $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H^{\circ} = + 164,9 \text{ kJ.mol}^{-1}$						
1	b) Cette réaction globale est endothermique						
	c) Pour déplacer l'équilibre dans le sens de la formation de dihydrogène, il vaut mieux – travailler :						
2	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;">à basse pression</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td>à haute température</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		à basse pression		à haute température		
	à basse pression						
à haute température							
1	– travailler en présence d'un catalyseur : <span style="float: right;">FAUX</span>						

<sup>4</sup> P. Atkins et L. Jones, "Principes de Chimie" Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, p. 471.



6 pts		QUESTION XII Fonctions organiques
4	a) groupements fonctionnels organiques extérieures présents sur l'hème-b :	
2	b) pourcentage massique de fer : $M(\text{hème b}) = 616,5 \text{ g/mol}$ $\% \text{ Fe} = 55,8 \times 100 / 616,5 = 9,05$	

6 pts		QUESTION XIII Températures de fusion et d'ébullition	
Propriété(s) :		a) Aura la température d'ébullition la plus élevée. b) Formera des liaisons (ponts) hydrogène intermoléculaires. c) Aura la température d'ébullition la plus faible d) Aura la température de fusion la plus élevée	
CH <sub>4</sub> :			c)
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH :			b)
CH <sub>3</sub> -COOH :			a) b)
CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub> :			b)
6x1pt	NaCl :	a) d) (accepter d) seul)	

9 pts		QUESTION XIV Essence et pollution atmosphérique <sup>5</sup>						
a) formules semi-développées :		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>du n-octane</td> <td>CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>-CH<sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>de l'oct-1-ène</td> <td>CH<sub>2</sub>=CH-(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub></td> </tr> </table>	1	du n-octane	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>3</sub>	1	de l'oct-1-ène	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>
1	du n-octane		CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>3</sub>					
1	de l'oct-1-ène	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>						
b) Pondération de l'équation (2) pour l'octane et de l'équation (4)		$\text{C}_8\text{H}_{18} + 25/2 \text{ O}_2 \rightarrow 8 \text{ CO}_2 + 9 \text{ H}_2\text{O} \quad (2)$ $2 \text{ NO}_2 + 4 \text{ CO} \rightarrow \text{N}_2 + 4 \text{ CO}_2 \quad (4)$						
c) Dans un mélange riche en oxygène,								
1	le pot catalytique ne peut assurer la réduction des oxydes d'azote	VRAI						
1	le pot catalytique oxyde complètement le CO et les hydrocarbures	VRAI						
Dans un mélange pauvre en oxygène,								
1	le pot catalytique oxyde complètement le CO et les hydrocarbures		FAUX					

<sup>5</sup> Les données proviennent du livre de C. BLIEFERT et R. PERRAUD, Chimie de l'environnement / Air, eau, sols, déchets, Bruxelles, Deboeck Université, 2001