

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2015

NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - PREMIÈRE ÉPREUVE : REPONSES

5 pts	QUESTION I Vie courante¹ - A propos d'eaux		
5x1pt	Le nom et la formule chimique des constituants caractéristiques des différentes eaux sont :		
	Type d'eau	Nom	Formule
	Eau de Javel	hypochlorite de sodium	NaOCl
	Eau lourde	(hémi)oxyde de deutérium ou eau deutérée ou deutérium	D ₂ O
	Eau oxygénée	peroxyde d'hydrogène	H ₂ O ₂
	Eau de chaux	hydroxyde de calcium	Ca(OH) ₂
Eau dure	riche en ions Ca ²⁺ et/ou Mg ²⁺ , en calcaire	accepter Ca(HCO ₃) ₂ , CaCO ₃ et/ou MgCO ₃	

8 pts	QUESTION II Concentration ionique		
2 1 1 2 2	Les ions présents et leurs concentrations molaires sont les suivantes :		
	Composé	Ions présents	Concentration ionique
	Nitrate de baryum : Ba(NO ₃) ₂	Ba ²⁺ NO ₃ ⁻	0,020 0,040
	Chlorure de potassium : KCl	K ⁺ Cl ⁻	0,020 0,020
	Acide trifluoroacétique : CF ₃ -COOH	CF ₃ -COO ⁻ H ⁺ (ou H ₃ O ⁺)	0,020 0,020
	Sulfate d'aluminium : Al ₂ (SO ₄) ₃	Al ³⁺ SO ₄ ²⁻	0,040 0,060
	Hydroxyde de calcium : Ca(OH) ₂	Ca ²⁺ OH ⁻	0,020 0,040

7 pts	QUESTION III Loi du gaz parfait		
1	a) Quantité de matière (mol) et concentration en dioxyde de carbone dans le cylindre : $n = 425/44,01 = 9,66 \text{ mol}$; $c \text{ (mol/L)} = 9,66 / 0,605 = 15,967 \text{ mol/L}$		
1	b) Volume correspondant à cette quantité de matière à température ordinaire (20 °C) et sous la pression atmosphérique (101.325 Pa = 1 atm) est :		
2	$9,66 \times 8,314 \times 293,15 / 101325 = 0,232 \text{ m}^3 = 232 \text{ L}$		
	ou		
1	$9,66 \times 8,21 \times 10^{-2} \times 293,15 / 1 = 232 \text{ L}$		
1	c) Pression calculée de CO ₂ dans le cylindre à 20°C :		
1	$P = (n/V) RT = 9,66 \times 8,314 \times 293,15 / 0,605 \times 10^{-3} = 3,89 \times 10^7 \text{ Pa} = 384 \text{ atm}$		
	ou		
1	$P = (n/V) RT = 9,66 \times 8,21 \times 10^{-2} \times 293,15 / 0,605 = 232,09 / 0,605 = 384 \text{ atm}$		
	d) Quand on ouvre une bouteille d'eau gazeuse, on voit des bulles s'échapper : VRAI		
	e) Est-il préférable de remplir les bouteilles avec de l'eau froide pour avoir de l'eau plus gazeuse à table ? OUI		
	f) La dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau est un phénomène EXOTHERMIQUE		

¹ Adapté de "Q10, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen"

8 pts	QUESTION IV Constituants de l'air ²						
	Les 4 principaux constituants de l'air naturel et sec et leurs rôles sont :						
	Nom du Constituant	Formule	Rend l'eau légèrement acide	Indispensable à la respiration	Indispensable à la photosynthèse	Indispensable à la fabrication d'engrais	Inerte chimiquement
2	diazote	N ₂				X	X
2	dioxygène	O ₂		X			
2	argon	Ar					X
2	dioxyde de carbone	CO ₂	X		X		

8 pts	QUESTION V Thermochimie ³
	L'enthalpie de la formation du propane (éqn (4)) s'obtient de la manière suivante :
	(1) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$ - 286 kJ/mol
	(2) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ - 394 kJ/mol
4	(3) $C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$ - 2220 kJ/mol
	(4) $3 C + 4 H_2 \rightarrow C_3H_8$ $\Delta H = ?$
	équ (4) = 4 × éqn (1) + 3 × éqn (2) – éqn (3)
4	$\Delta H_{\text{formation}} (4) = - 1144 - 1182 + 2220 = 106 \text{ kJ/mol}$

6 pts	QUESTION VI Cinétique chimique ⁴
2	1) Equation pondérée (équilibrée) de la réaction de dismutation de ClO ⁻ s'écrit :
	$3 ClO^- \rightarrow 2 Cl^- + ClO_3^-$
2	2) La vitesse initiale de dismutation des ions hypochlorite vaut :
	$\Delta[ClO^-] / \Delta t = - (3/2) \Delta[Cl^-] / \Delta t = - 1,5 \times 3,6 = - 5,4 \text{ (mol/L).min}^{-1}$
2	3) Si la concentration initiale en hypochlorite est de 5 mol/L, après 10 s (= 1/6 min) il y a eu dismutation de 5,4/6 = 0,9 mol/L d'ions hypochlorite et leur concentration a donc chuté à :
	$[ClO^-] = 5 - 0,9 = 4,1 \text{ mol/L}$

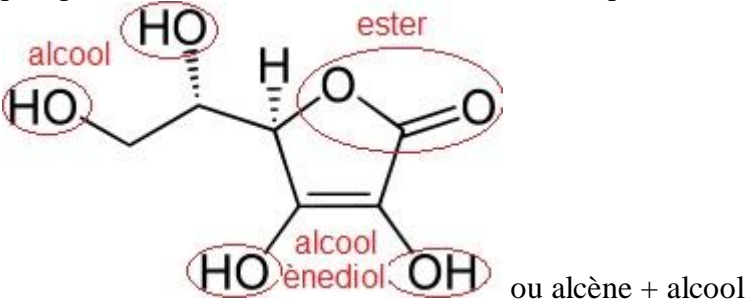
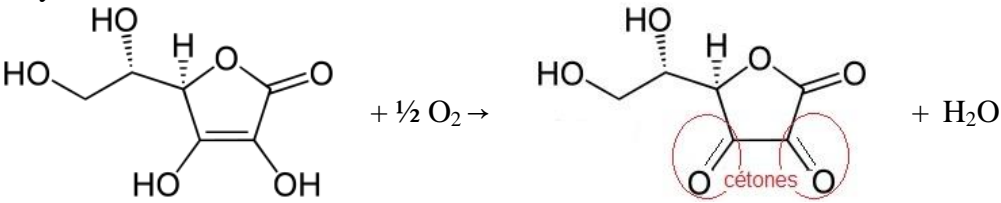
² Adapté de "Q1, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen"

³ Inspiré de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice p.244.

⁴ Adapté de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice 13.14.

6 pts QUESTION VII Solubilité et stœchiométrie				
Les composés se classent par ordre décroissant de solubilité, comme suit : (L'indication des états d'agrégation (s, aq) n'est pas exigée)				
	Composé	Equilibre de solubilité	Produit de solubilité (K _{ps})	Solubilité en mol/L
2	(1) Ag ₂ SO ₄	Ag ₂ SO ₄ (s) ⇌ 2 Ag ⁺ (aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)	K _{ps} = [Ag ⁺] ² [SO ₄ ²⁻]	K _{ps} = 4 S ³ S = 2,68 × 10 ⁻²
2	(2) PbCl ₂	PbCl ₂ (s) ⇌ Pb ²⁺ (aq) + 2 Cl ⁻ (aq)	K _{ps} = [Pb ²⁺][Cl ⁻] ²	K _{ps} = 4 S ³ S = 1,62 × 10 ⁻²
2	(3) BaSO ₄	BaSO ₄ (s) ⇌ Ba ²⁺ (aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)	K _{ps} = [Ba ²⁺][SO ₄ ²⁻]	K _{ps} = S ² S = 1,05 × 10 ⁻⁵

7 pts QUESTION VIII Equilibres chimiques – Procédés industriels					
Affirmations pour différentes réactions limitées à un équilibre.					
7x1pt	Equilibres	Action	Effet		
	CaCO ₃ (s) ⇌ CaO(s) + CO ₂ (g) décomposition endothermique	augmentation de pression	déplacement de l'équilibre vers la droite		Faux
		augmentation de température	décomposition de CaCO ₃ accentuée	Vrai	
	N ₂ (g) + 3 H ₂ (g) ⇌ 2 NH ₃ (g) réaction exothermique dans le sens →	augmentation de pression partielle de N ₂	augmentation du rendement en NH ₃	Vrai	
		augmentation de pression totale	déplacement de l'équilibre vers la droite	Vrai	
		augmentation de température	équilibre atteint plus lentement		Faux
	CH ₂ =CH ₂ (g) + H ₂ O(vap) ⇌ C ₂ H ₅ OH(g) réaction exothermique dans le sens →	diminution de température	diminution de la constante d'équilibre		Faux
		addition d'un catalyseur	équilibre atteint plus rapidement	Vrai	

6 pts	QUESTION IX Fonctions organiques - Industrie agroalimentaire
4	<p>Fonctions organiques présentes dans la molécule d'acide ascorbique.</p> 
2	<p>Oxydation à l'air :</p> 

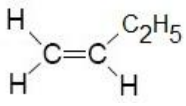
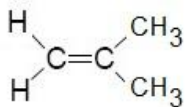
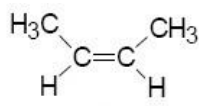
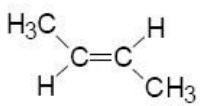
7 pts	QUESTION X Solubilité des sels dans l'eau et lecture de graphique
1	(a) Le composé le plus soluble à 20°C est NaClO ₃
1	(b) Le composé le plus soluble à 90°C est KNO ₃
1	(c) Les composés qui ont une solubilité semblable à 30°C sont : NaCl (chlorure de sodium) et Li ₂ SO ₄
1	(d) La solubilité en g/L du nitrate de potassium à 50°C vaut : 800 g/L
1	(e) Le classement de ces composés par ordre décroissant de solubilité à 70°C est : NaClO ₃ > KNO ₃ > K ₂ CrO ₄ > NaCl > Li ₂ SO ₄
2	(f) Parmi ces composés, le sel dont la dissolution est exothermique est : Li ₂ SO ₄ (sulfate de lithium)

4 pts QUESTION XI Les polymères dans la vie quotidienne ⁵						
4x1pt	Nom du polymère	Origine			Monomère	
		synthétique	animale	végétale	Formule moléculaire	nom
	Polyéthylène	X			C ₂ H ₄	éthène ou éthylène
	Teflon	X			C ₂ F ₄ ou CF ₂ =CF ₂	tétrafluoro-éthène
	Amidon			X	C ₆ H ₁₂ O ₆	glucose
	PVC	X			C ₂ H ₃ Cl ou CH ₂ =CHCl	monochloro-éthène ou chlorure de vinyle

6 pts QUESTION XII Equilibre acide/base ⁶ - A propos de l'aspirine	
2	a) L'acide acétylsalicylique ou aspirine : X est un électrolyte faible.
2	b) La dilution d'une solution de cet acide : X augmente son degré de dissociation.
2	c) Dans l'estomac l'équilibre d'ionisation de l'acide acétylsalicylique sera : X déplacé vers la gauche,

⁵ Q3, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen

⁶ Q6, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen

8 pts	QUESTION XIII Isomérisation des composés organiques			
Formules de molécules organiques et isomérisation				
	Formule	Nom	Isomérisation	Fonction organique
1	C ₂ H ₄ O			
	(formule semi-développée) CH ₃ -CHO	Éthanal ou acétaldéhyde		aldéhyde
4	C ₄ H ₈			
	(formules développées)			
		but-1-ène	position	alcène
		2-méthylprop-1-ène	position	
 butène-2(cis)	but-2-ène cis et trans	cis/trans		
 butène-2(trans)				
3	C ₂ H ₄ O ₂			
	(formules semi-développées) CH ₃ -COOH	acide acétique (éthanoïque)	fonctionnelle	acide carboxylique
HCOO-CH ₃	méthanoate de méthyle	ester		

6 pts	QUESTION XIV Réactions organiques ⁷ - Polymères
1	a) Addition de dichlore sur l'éthylène : $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ (1,2-dichloroéthane)
1	b) Transformation du dichloroéthane en chlorure de vinyle ou monochloroéthène : $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{HCl}$ gaz Y dégagé : HCl
1	c) Dissolution de Y dans l'eau : $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ (accepter : $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$)
2	d) Réaction de formation du précipité blanc : $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ ion mis en évidence : Cl^-
1	e) Polyaddition du chlorure de vinyle : $n \text{CH}_2=\text{CHCl} \rightarrow -[\text{-CH}_2-\text{CHCl-}]_n-$ nom du polymère : chlorure de polyvinyle (PVC)

8 pts	QUESTION XV Températures d'ébullition et forces intermoléculaires ⁸																								
	1) Points d'ébullition																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Composé</th> <th>Formule semi-développée</th> <th>$t_{\text{éb}}$ (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>éthanol</td> <td>$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$</td> <td>78,5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>méthane</td> <td>CH_4</td> <td>- 164</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>éthane</td> <td>C_2H_6</td> <td>- 89</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>acide éthanóïque</td> <td>CH_3-COOH</td> <td>100,8</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>propane</td> <td>C_3H_8</td> <td>- 42</td> </tr> </tbody> </table>		Composé	Formule semi-développée	$t_{\text{éb}}$ (°C)	1	éthanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	78,5	1	méthane	CH_4	- 164	1	éthane	C_2H_6	- 89	1	acide éthanóïque	CH_3-COOH	100,8	1	propane	C_3H_8	- 42
	Composé	Formule semi-développée	$t_{\text{éb}}$ (°C)																						
1	éthanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	78,5																						
1	méthane	CH_4	- 164																						
1	éthane	C_2H_6	- 89																						
1	acide éthanóïque	CH_3-COOH	100,8																						
1	propane	C_3H_8	- 42																						
1,5	2) Les points d'ébullition les plus élevés de deux des composés (éthanol et acide éthanóïque) sont dus à la présence de liaison hydrogène entre leurs molécules (aussi un peu à leurs masses molaires plus élevées).																								
1,5	3) L'évolution des points d'ébullition les plus bas des trois autres composés (les alcanes) est due à l'accroissement de la longueur de leur chaîne hydrocarbonée (donc de leur masse molaire).																								

⁷ XXV^{ème} Olympiades Nationales de la chimie. Epreuve du Concours Régional 2008-2009 - Académie de Caen

⁸ Q2, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen