



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2017<sup>1</sup>

### 1<sup>ère</sup> épreuve - NIVEAU II (élèves de 6<sup>ème</sup>)

R. CAHAY, S. CAUBERGH, S. DAMMICCO, L. DEMARET, R. FRANCOIS,  
J. FURNEMONT, T. JUNGERS, G. KAISIN, V. LONNAY, A. MAREE,  
L. MERCINY, C. MALHERBE, M. HUSQUINET-PETIT, T. ROBERT, C. WARNIER

377 élèves de sixième année se sont inscrits au niveau 2 pour présenter la première épreuve dans leur école, les copies étant corrigées par leur professeur. C'est une quarantaine d'élèves inscrits de moins qu'en 2016 (417) ; toutefois, nous avons reçu les résultats de 331 élèves, soit 17 de plus qu'en 2016 (314).

L'épreuve était notée sur 100 points et les élèves devaient, en 2 h, répondre à 18 questions n'abordant ni l'oxydoréduction ni le pH. Les élèves pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable et avaient à leur disposition les valeurs de quelques constantes physiques, ainsi qu'un tableau périodique.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

n°Question	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<b>Barème</b>	6	4	8	6	10	4	6	4	6	5
<b>Moyennes</b>	3,26	2,25	5,96	3,59	5,82	1,41	3,67	2,68	2,45	3,43
<b>%</b>	<b>54,3</b>	<b>56,2</b>	<b>75,5</b>	<b>59,8</b>	<b>58,2</b>	<b>35,2</b>	<b>61,2</b>	<b>67,0</b>	<b>40,8</b>	<b>68,6</b>

n°Question	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	Total
<b>Barème</b>	5	6	5	5	6	4	6	4	100
<b>Moyennes</b>	3,46	3,38	1,97	2,55	1,81	2,91	2,94	2,22	55,75
<b>%</b>	<b>69,2</b>	<b>56,3</b>	<b>39,4</b>	<b>51,0</b>	<b>30,2</b>	<b>72,7</b>	<b>49,0</b>	<b>55,5</b>	<b>55,8</b>

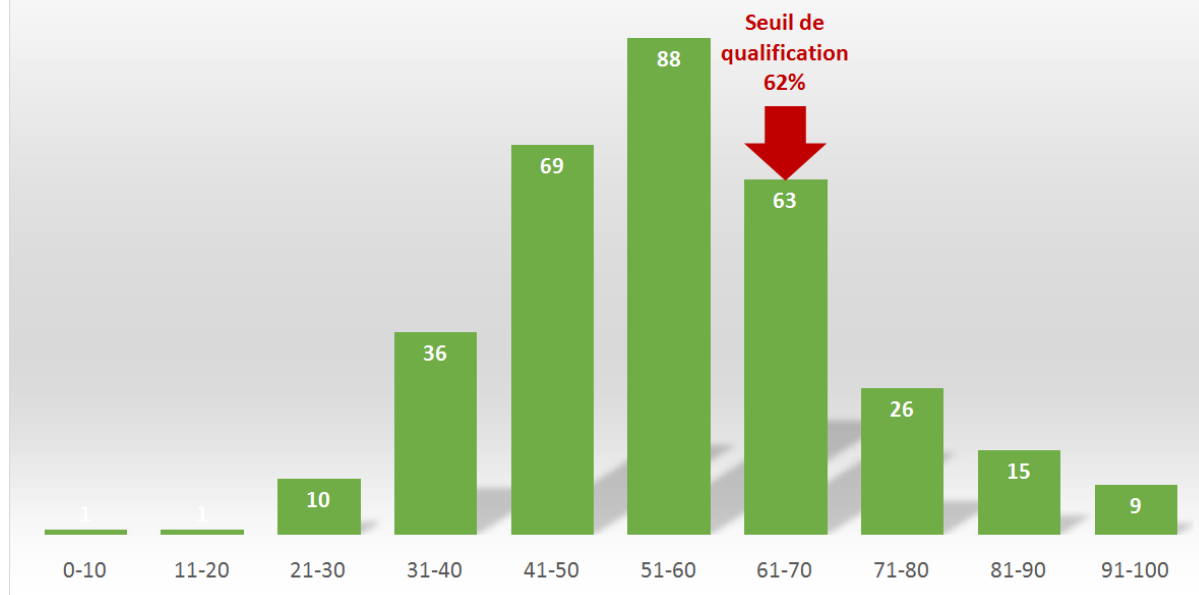
La moyenne obtenue a été de **55,8 %** soit environ 10 % en plus que celle obtenue en 2016 (44,6 %), un résultat plus qu'encourageant !

L'histogramme des résultats ci-contre montre que les pics se situent entre de 41 à 70 % des points et comprennent 220 élèves sur les 331 qui ont participé à l'épreuve.

<sup>1</sup> Organisée par l'Association des Chimistes de l'Université de Liège (ACLg), avec le soutien de la Politique Scientifique Fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Communauté Germanophone de Belgique ; la Région Bruxelloise ; les Universités francophones ; l'Association des Chimistes de Louvain, la Société Royale de Chimie ; Co-Valent ; essenscia Wallonie ; essenscia Bruxelles ; Prayon S.A.; UCB Pharma ; Solvay ; les Éditions De Boeck, Larcier, Tondeur ; Le Soir.

## Olympiades de Chimie 2017

### Résultats 1ere épreuve niveau II (6eme)



Les élèves qui ont obtenu 62 % et plus, ainsi que les 13 lauréats des épreuves de 5ème en 2016, soit au total 125 élèves ont été invités à présenter la deuxième épreuve. 100 élèves se sont présentés.

L'examen des résultats appelle les commentaires suivants.

- Deux questions ont obtenu plus de 70 % :  
QIII / 74,5 % (Les métaux dans la vie courante) ;  
QXVI / 72,7 % (Solubilité du dioxygène ; lecture de graphique) ;
- 4 questions ont donné des résultats nettement suffisants :  
QXI / 69,2 % (Propriétés d'un catalyseur) ;  
QX / 68,6 % (Cinétique chimique ; analyse de graphiques) ;  
QVIII / 67,0 % (Email des dents ; déplacement d'équilibre) ;  
QVII / 61,25 % (Solubilité du  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ) ;
- 7 questions ont donné des résultats suffisants :  
QIV / 59,8 % (Acétylène, enthalpie, pondération d'équations) ;  
QXII / 58,3 % (Déplacement d'équilibres) ;  
QV / 58,2 % (Aspirine, fonctions, équilibre) ;  
QII / 56,3 % (Sous-produits de la combustion du charbon) ;  
QXVIII / 55,5 % (Formule générale d'un acide carboxylique) ;  
QI / 54,3 % (Gaz parfait) ;  
QXIV / 51,0 % (Constante d'équilibre).

- Une question a obtenu près de la moitié des points :  
QXVII / 49,0 % (Combustion des alcanes et gaz parfait)
- Les résultats aux quatre autres questions étaient mauvais :  
QIX / 40,8 % (Isométrie) ;  
QXIII / 39,4 % (Acide nitrique, équilibre chimique) ;  
QVI / 35,2 % (Géométrie des molécules) ;  
QXV / 30,2 % (Ballon sonde ; lecture de graphiques)

Si la cinétique, la solubilité, les déplacements d'équilibre semblent assez bien maîtrisés, ce n'est pas tout à fait le cas de la thermochimie ni de la question relative à la production d'acide nitrique.

Les résultats aux questions faisant intervenir la lecture de graphiques sont un peu contradictoires quand on voit que la question sur le ballon sonde n'obtient que 30,2 %. Par ailleurs, est-ce que le mauvais résultat à la question sur la géométrie des molécules ne serait pas dû au type de question posé ? D'où, l'importance de varier la formulation des questions.

Nous remercions chaleureusement les professeurs qui ont corrigé cette épreuve, contribuant cette année encore au succès de l'Olympiade de chimie.

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2017

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



NOM :

Prénom :

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION I – Gaz parfait<sup>2</sup></b>				
<b>4</b> (si tout juste)	<p>Soit les gaz suivants, tous à l'état pur et idéal, à 273 K et sous une pression de 1 atmosphère (101325 Pa) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde d'azote</li> <li>• Dichlore</li> <li>• Argon</li> <li>• Dihydrogène</li> <li>• Dioxygène</li> </ul> <p>1) Classer ces gaz par ordre de masse volumique croissante en précisant leur formule chimique</p> <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>				
<b>2</b>	<p>2) Que deviendra la masse volumique de ces gaz si la température est portée à 819 K ?</p> <p>a) Elle triplera b) Elle ne changera pas c) Elle diminuera d'un facteur 3</p> <p><i>Entourer la bonne réponse.</i></p>				

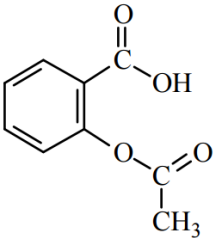
<b>4 pts</b>	<b>QUESTION II - Sous-produits de la combustion du charbon<sup>3</sup></b>				
<b>4x1</b>	<p>La combustion du charbon dans les centrales thermiques entraîne souvent la production de dioxyde de soufre à partir des impuretés du charbon contenant l'élément soufre. Pour éviter les émanations de dioxyde de soufre, du carbonate de calcium peut être mélangé au charbon avant combustion. Les produits chimiques qui se forment dans la chambre de combustion comprennent alors notamment du sulfate de calcium. Les équations-bilans logiques (non équilibrées, non pondérées) qui pourraient avoir lieu sont :</p> <p><math>S + O_2 \rightarrow A</math>  <math>CaCO_3 \rightarrow B + CO_2</math>  <math>A + O_2 \rightarrow C</math>  <math>B + C \rightarrow D</math></p> <p>Rendre à chaque lettre la formule chimique du composé correspondant.</p> <table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="width: 25%;">A =</td> <td style="width: 25%;">B =</td> <td style="width: 25%;">C =</td> <td style="width: 25%;">D =</td> </tr> </table>	A =	B =	C =	D =
A =	B =	C =	D =		

<sup>2</sup> Adapté de la question 3 des Olympiades francophones de Belgique de 2014.

<sup>3</sup> Adapté de la question 21 des Olympiades francophones de Belgique de 1994.

<b>8 pts</b>	<b>QUESTION III- Les métaux dans la vie courante</b>							
<b>8x1pt</b>	On trouve ci-dessous quelques propriétés des métaux suivants :							
	aluminium	cuivre	fer	lithium	or	silicium	tungstène	zinc
	Noter le symbole chimique du métal qui correspond le mieux à la description.							
	<b>Description et propriétés</b>							<b>Symbole du métal</b>
	Métal gris argenté attiré par un aimant, constituant principal de l'acier, utilisé dans les constructions métalliques, les clous, les boîtes de conserve..., rouille à l'air humide							
	Métal gris constituant essentiel des piles alcalines et Leclanché, utilisé aussi dans la fabrication des gouttières							
	Métal rouge-orangé utilisé dans les fils électriques, en plomberie dans les tuyaux d'eau ; se recouvre au cours du temps d'une couche de "vert-de-gris"							
	Métal jaune brillant que l'on trouve le plus souvent à l'état pur dans la nature ("état natif") ; utilisé comme métal précieux							
	Métal blanc argenté à l'aspect brillant, peu dense, utilisé en aéronautique, dans l'emballage alimentaire, les ustensiles de cuisine							
	Métal gris ; on le trouve sous forme d'élément dans les panneaux photovoltaïques, les silicones ; son dioxyde constitue le sable							
Métal gris foncé, possédant un très haut point de fusion, utilisé dans les ampoules électriques à filament (remplacées par des ampoules dites à basse énergie)								
Métal mou, blanc argenté qui réagit facilement avec l'air et l'eau ; métal très léger utilisé dans les piles et les accumulateurs (batteries). Ses sels sont utilisés comme régulateurs de l'humeur.								

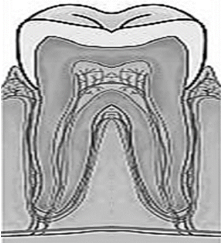
<b>6 pts</b>	<b>QUESTION IV – Acétylène</b>		
<b>1</b>	L'acétylène, dont le nom systématique est l'éthyne, est un gaz, de formule $C_2H_2$ , utilisé comme combustible, notamment par les spéléologues et les soudeurs. On le produit par réaction du carbure de calcium $CaC_2(s)$ avec l'eau. Cette réaction est accompagnée d'une variation d'enthalpie $\Delta H = -130$ kJ pour une mole d'acétylène.		
	1) Écrire et pondérer l'équation de formation de l'acétylène (éthyne) en présence d'un excès d'eau :		
<b>1</b>	2) Écrire et pondérer l'équation de combustion supposée complète de l'acétylène.		
<b>4x1pt</b>	3) Pour chacune des propositions suivantes, entourer la réponse correcte.		
	a) L'hydrolyse du carbure de calcium est	<i>endothermique</i>	<i>exothermique</i>
	b) Après réaction, l'eau en excès est	<i>acide</i>	<i>basique</i>
	c) Après réaction, l'eau en excès est	<i>plus chaude</i>	<i>plus froide</i>
	d) Lors de la combustion de l'acétylène, la variation d'enthalpie est	<i>positive</i>	<i>négative</i>

10 pts	QUESTION V - Aspirine <sup>4</sup>															
<b>5x1pt</b>	<p>L'aspirine est le nom commercial d'une substance dont la formule est :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>1) Les groupements fonctionnels suivants sont présents dans la molécule d'aspirine :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>a) alcool</td> <td>Vrai</td> <td>Faux</td> </tr> <tr> <td>b) acide</td> <td>Vrai</td> <td>Faux</td> </tr> <tr> <td>c) aldéhyde</td> <td>Vrai</td> <td>Faux</td> </tr> <tr> <td>d) ester</td> <td>Vrai</td> <td>Faux</td> </tr> <tr> <td>e) cétone</td> <td>Vrai</td> <td>Faux</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Entourer la bonne réponse</i></p> <p>Si l'on représente cette substance par HA, sa dissociation partielle en solution aqueuse suit la réaction limitée à un équilibre :</p> $\text{HA(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{A}^{\text{-}}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \quad (1)$ <p>2) On peut dire de cette substance que :</p> <p>a) c'est un électrolyte faible  b) c'est un électrolyte fort  c) ce n'est pas un électrolyte.</p> <p><i>Entourer la bonne réponse</i></p> <p>3) Dans l'estomac, l'aspirine rencontre le suc gastrique, un milieu à caractère très acide pendant la digestion. L'équilibre (1) sera donc :</p> <p>a) déplacé sur la droite  b) déplacé vers la gauche  c) ne sera pas modifié</p> <p><i>Entourer la bonne réponse</i></p>	a) alcool	Vrai	Faux	b) acide	Vrai	Faux	c) aldéhyde	Vrai	Faux	d) ester	Vrai	Faux	e) cétone	Vrai	Faux
a) alcool	Vrai	Faux														
b) acide	Vrai	Faux														
c) aldéhyde	Vrai	Faux														
d) ester	Vrai	Faux														
e) cétone	Vrai	Faux														
<b>4</b>	<p><b>4 pts</b> QUESTION VI - Géométrie des molécules<sup>5</sup></p> <p>Déterminer la configuration (géométrie) correcte (de gauche à droite) autour de chaque atome intérieur dans la molécule CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH.</p> <p>a) 1<sup>er</sup> C : tétraédrique ; 2<sup>ème</sup> C : triangulaire ; O : linéaire  b) 1<sup>er</sup> C : triangulaire plane ; 2<sup>ème</sup> C : coudée ; O : linéaire  c) 1<sup>er</sup> C : triangulaire plane ; 2<sup>ème</sup> C : triangulaire pyramidale ; O : coudée  d) 1<sup>er</sup> C : tétraédrique ; 2<sup>ème</sup> C : tétraédrique ; O : coudée</p> <p><i>Entourer la bonne réponse</i></p>															

<sup>4</sup> Adapté de la question 14 des Olympiades francophones de Belgique de 2011.

<sup>5</sup> Nivaldo J. TRO, Chemistry, A Molecular Approach, 3ème édit. Pearson, International Edition, question Q14, page 472

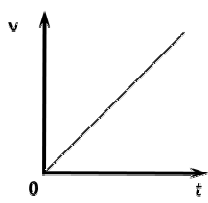
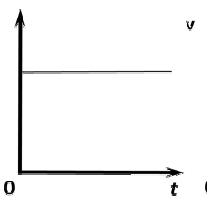
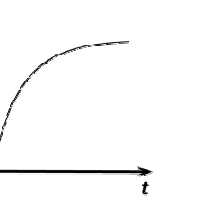
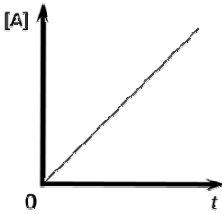
<b>6 pts</b>	<b>QUESTION VII - Solubilité de l'hydroxyde de cuivre (II)</b> <sup>6</sup>											
<b>6x1pt</b>	a) Dès qu'on verse une goutte de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II), la réaction de précipitation suivante a lieu :											
	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$ (quasi-totale, quantitative)											
	L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.											
	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr></table>	Vrai	Faux									
	Vrai	Faux										
	b) On mélange alors 0,03 mol d'ions $\text{Cu}^{2+}$ et 0,03 mol d'ions $\text{OH}^{-}$ .											
Le mélange initial est stœchiométrique.												
Il apparaît 0,03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).												
Tous les ions $\text{Cu}^{2+}$ réagissent.												
Il y aura apparition d'un précipité d'hydroxyde de cuivre (I)												
Tous les ions $\text{OH}^{-}$ réagissent.												
<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr></table>		Vrai	Faux	Vrai	Faux	Vrai	Faux	Vrai	Faux	Vrai	Faux	
Vrai	Faux											
Vrai	Faux											
Vrai	Faux											
Vrai	Faux											
Vrai	Faux											
<i>Entourer les bonnes réponses.</i>												

<b>4 pts</b>	<b>QUESTION VIII - Email des dents</b> <sup>7</sup>																				
<b>4x1pt</b>	L'émail des dents est composé essentiellement d'hydroxyapatite, un hydroxyphosphate de calcium répondant à la formule $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . Dans la bouche, la formation et la décomposition de l'hydroxyapatite donnent lieu à un équilibre que l'on peut représenter par l'équation :																				
	<b>Déminéralisation</b>																				
	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) \rightleftharpoons 5 \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 3 \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$ (1)																				
	<b>Reminéralisation</b>																				
	La formation d'acides (acétique et lactique notamment) sous l'action de certaines bactéries peut entraîner un déplacement de l'équilibre (1) favorisant l'apparition de caries.																				
	On ajoute à certains dentifrices de faibles quantités de fluorure de sodium ou de fluorure de calcium car les ions fluorure sont supposés assurer une protection des dents. En effet, il se formerait de la fluoroapatite dont la solubilité dans l'eau est plus faible que celle de l'hydroxyapatite.																				
	L'équation correspondant à ce processus est :																				
	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) + \text{F}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$ (2)																				
	Si on augmente les concentrations suivantes $c(\text{H}_3\text{O}^{+})$ , $c(\text{Na}^{+})$ , $c(\text{F}^{-})$ , $c(\text{Ca}^{2+})$ , l'émail des dents sera-t-il protégé ou non?																				
		<table border="1"><thead><tr><th>Concentration élevée en</th><th>Émail protégé</th><th>Émail attaqué</th><th>Aucun effet</th></tr></thead><tbody><tr><td><math>\text{H}_3\text{O}^{+}</math></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><math>\text{Na}^{+}</math></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><math>\text{F}^{-}</math></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><math>\text{Ca}^{2+}</math></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Concentration élevée en	Émail protégé	Émail attaqué	Aucun effet	$\text{H}_3\text{O}^{+}$				$\text{Na}^{+}$				$\text{F}^{-}$				$\text{Ca}^{2+}$		
Concentration élevée en	Émail protégé	Émail attaqué	Aucun effet																		
$\text{H}_3\text{O}^{+}$																					
$\text{Na}^{+}$																					
$\text{F}^{-}$																					
$\text{Ca}^{2+}$																					
<i>Cocher les cases correspondant aux bonnes réponses</i>																					

<sup>6</sup> M. SONNEVILLE et J. MAUREL, "Groupe Lycée-Post-baccalauréats", Bull. Union des Physiciens, 92, p. 240, 1998.

<sup>7</sup> Adapté de la question 11 des Olympiades francophones de Belgique de 2006.

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION IX - Isomérisation</b>
<b>6</b>	<p>Le composé ci-dessous :</p> $  \begin{array}{c}  \text{CH}_2 \\     \\  \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\    \quad   \\  \text{H}_2 \quad \text{H}_2  \end{array}  $ <p>a) Est un stéréoisomère Z  b) Est le 3-éthylbut-3-ène  c) Est un stéréoisomère E  d) Est le 2-éthylbut-1-ène  e) Ne présente pas de stéréoisomérisation Z/E</p> <p><i>Entourer la(les) bonne(s) réponse(s)</i></p>

<b>5 pts</b>	<b>QUESTION X - Cinétique – Analyse graphique<sup>8</sup></b>
<b>5</b>	<p>Si la variation de la concentration d'un produit de réaction [A] en fonction du temps est représentée par le graphique ci-contre, lequel des trois graphiques ci-dessous décrit la variation de la vitesse de réaction en fonction du temps ?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Graphique A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Graphique B</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Graphique C</p> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div> <p><i>Entourer la bonne réponse.</i></p>

<sup>8</sup> Adapté de la question 5 des Olympiades francophones de Belgique de 2004.



<b>5 pts</b>	<b>QUESTION XI - Les propriétés d'un catalyseur<sup>9</sup></b>			
<b>5x1pt</b>	Un catalyseur...			
	a) N'intervient pas dans le bilan global de la réaction	<table border="1"><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr></table>	Vrai	Faux
	Vrai	Faux		
	b) Fournit un mécanisme alternatif à la réaction	<table border="1"><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr></table>	Vrai	Faux
	Vrai	Faux		
c) Modifie la vitesse de la réaction	<table border="1"><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr></table>	Vrai	Faux	
Vrai	Faux			
d) Doit nécessairement avoir le même état d'agrégation que le réactif pour être efficace	<table border="1"><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr></table>	Vrai	Faux	
Vrai	Faux			
	e) Améliore le rendement de la réaction	<table border="1"><tr><td>Vrai</td><td>Faux</td></tr></table>	Vrai	Faux
Vrai	Faux			
	<i>Entourer la bonne réponse</i>			

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION XII- Déplacement d'équilibre<sup>10</sup></b>				
<b>6x1pt</b>	Pour chacune des réactions suivantes limitées à un équilibre chimique, prévoir l'effet :				
	i) d'une diminution de la température du système ;				
	ii) d'une augmentation de la pression totale du système				
	N.B. Les équations sont équilibrées (pondérées).				
	a) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ; la réaction est endothermique de la gauche vers la droite.				
	b) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ; la constante $K_c$ de décomposition vaut :				
	2,30.10 <sup>-5</sup> à 1000 K et 1,14.10 <sup>-4</sup> à 1100 K				
	c) $2 \text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ; la réaction est endothermique de la droite vers la gauche.				
			<b>Réaction a)</b>	<b>Réaction b)</b>	<b>Réaction c)</b>
	<b>Diminution de la température</b>	Il y a déplacement de l'équilibre vers la droite			
	Il y a déplacement de l'équilibre vers la gauche				
	Il n'y a pas de déplacement				
<b>Augmentation de la pression totale</b>	Il y a déplacement de l'équilibre vers la droite				
	Il y a déplacement de l'équilibre vers la gauche				
	Il n'y a pas de déplacement				
	<i>Mettre une croix dans les cases correspondant aux bonnes réponses.</i>				

<sup>9</sup>(Nivaldo J. TRO, Chemistry, A Molecular Approach, 3ème édit. Pearson, International Edition, question 2 page 633)

<sup>10</sup> Adapté de la question 10 des Olympiades francophones de Belgique de 1993.

5 pts	<b>QUESTION XIV-Constantes d'équilibre</b> <sup>12</sup>
5	<p>Dans des tables, un étudiant trouve les constantes d'équilibre <math>K_1</math> et <math>K_2</math> relatives aux deux réactions ci-après, limitées à un équilibre chimique :</p> $\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g}) \quad K_1$ $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad K_2$ <p>Désireux de connaître <math>K</math>, la constante d'équilibre relative à la réaction :</p> $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g})$ <p>Il hésite entre les expressions suivantes, laquelle est correcte ?</p> <p>a) <math>K=K_1 \times K_2</math>    b) <math>K=(K_1)^2 \times K_2</math>    c) <math>K=K_1 \times (K_2)^2</math>    d) <math>K=\frac{1}{K_2 \times (K_1)^2}</math>    e) <math>K=\frac{1}{(K_2)^2 \times K_1}</math></p> <p><i>Entourer la bonne réponse</i></p>

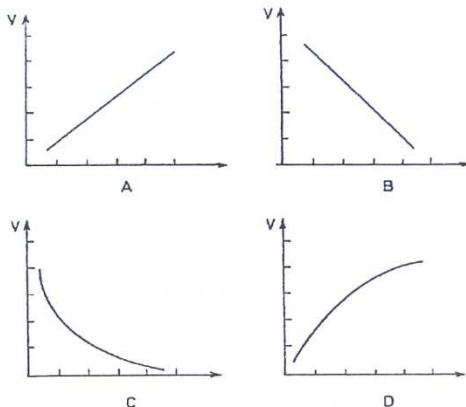
5 pts	<b>QUESTION XIII - Production industrielle de l'acide nitrique</b> <sup>11</sup>
5	<p>La première étape dans la production de l'acide nitrique implique la réaction entre l'ammoniac et le dioxygène de l'air en utilisant un catalyseur à base de platine à une température de 900 °C. L'équation correspondant à la réaction chimique qui se produit dans ces conditions est :</p> $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>Cette réaction, exothermique, est limitée à un équilibre chimique. Quel(s) action(s) permet(tent) d'augmenter le rendement en monoxyde d'azote ?</p> <p>a) Augmenter la pression totale  b) Augmenter la température  c) Opérer la réaction sans catalyseur  d) Ajouter du diazote au mélange réactionnel  e) Condenser l'eau</p> <p><i>Entourer la(les) bonne(s) réponse(s)</i></p>

6 pts	<b>QUESTION XV - Ballon sonde – Lecture de graphiques</b> <sup>13</sup>
	<p>Lorsqu'on envoie un ballon sonde à paroi souple dans l'atmosphère, son volume varie en fonction de l'altitude. Cette variation provient, d'une part, de la diminution de la température et, d'autre part, de la diminution de la pression atmosphérique. Il est évidemment important de savoir comment varie le volume du ballon.</p> <p>On trouve ci-après une série de graphiques:</p>

<sup>11</sup> Examen national de chimie 2003 pour les écoles secondaires du Canada

<sup>12</sup> Olympiades des sciences (Australie) – Examen de qualification en chimie 1996

<sup>13</sup> Adapté de la question 12 des Olympiades francophones de Belgique de 1994.



On considérera que le gaz se comporte comme un gaz parfait.

3

a) Le graphique qui correspond à la variation du volume en fonction de la température absolue, à pression constante est :

A	B	C	D
---	---	---	---

3

b) Le graphique qui correspond à la variation du volume en fonction de la pression totale, à température constante est :

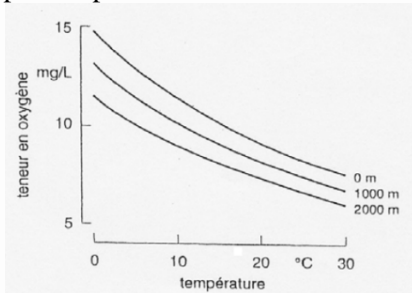
A	B	C	D
---	---	---	---

Entourer la bonne réponse dans chaque cas

4 pts

**QUESTION XVI -Solubilité du dioxygène<sup>14</sup>**

Sur base du graphique ci-dessous donnant la teneur en dioxygène dissous dans l'eau en fonction de la température et de l'altitude, répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes :



4x1pt

- a) La solubilité du dioxygène dans l'eau diminue lorsque la température augmente.
- b) La solubilité du dioxygène dans l'eau augmente avec la diminution de la pression atmosphérique (lorsque l'altitude augmente).
- c) La dissolution du dioxygène dans l'eau est endothermique.
- d) La solubilité du dioxygène au niveau de la mer à 10 °C est de 10 mg L<sup>-1</sup>.

Vrai	Faux
Vrai	Faux
Vrai	Faux
Vrai	Faux

Entourer la bonne réponse

<sup>14</sup> Adapté de la question 4 des Olympiades francophones de Belgique de 2010.

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION XVII- Combustion des alcanes et gaz parfait<sup>15</sup></b>
	<p>Un avion de ligne consomme une tonne de carburant entre le moment où il quitte l'aérogare et celui où il pratique le point fixe (batterie de tests réalisés avant le premier décollage) en bout de piste.</p> <p>1) En admettant que l'on peut représenter le carburant par la formule d'un alcane en <math>C_{12}</math>, écrire l'équation de combustion complète du carburant de l'avion.</p>
<b>2</b>	<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>
<b>4</b>	<p>2) Calculer le volume de dioxygène (à 0 °C et 1 atm, 101 325 Pa) consommé au moment où l'avion atteint le point fixe. Entourer la bonne réponse :</p> <p>a) 24,32 m<sup>3</sup></p> <p>b) 4864 m<sup>3</sup></p> <p>c) 2432 m<sup>3</sup></p> <p>d) 4864 L</p>

<b>4 pts</b>	<b>QUESTION XVIII-Acide carboxylique</b>
<b>4</b>	<p>La formule générale d'un acide carboxylique saturé est :</p> <p>a) <math>C_nH_{2n}O</math></p> <p>b) <math>C_nH_{2n+1}O_2</math></p> <p>c) <math>C_nH_{2n+2}O_2</math></p> <p>d) <math>C_nH_{2n}O_2</math></p> <p>e) <math>C_nH_{2n+1}O</math></p> <p><i>Entourer la bonne réponse</i></p>

<sup>15</sup> Adapté de la question 15 des Olympiades francophones de Belgique de 1992.

**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2017**  
**NIVEAU 2** (élèves de sixième année) - **PREMIÈRE ÉPREUVE : Réponses**

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION I – Gaz parfait</b>				
<b>4 ou 0 (tout ou rien)</b>	1) Classement des gaz par ordre de masse volumique croissante en précisant leur formule chimique				
	<b>H<sub>2</sub></b>	<b>NO</b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>Ar</b>	<b>Cl<sub>2</sub></b>
<b>2</b>	2) c) elle diminuera d'un facteur 3				

<b>4 pts</b>	<b>QUESTION II - Sous-produits de la combustion du charbon</b>			
<b>4x1pt</b>				
	<b>A = SO<sub>2</sub></b>	<b>B = CaO</b>	<b>C = SO<sub>3</sub></b>	<b>D = CaSO<sub>4</sub></b>

<b>8 pts</b>	<b>QUESTION III - Les métaux dans la vie courante</b>	
<b>8x1pt</b>	<b>Description et propriétés</b>	<b>Métal</b>
	Métal gris argenté attiré par un aimant, constituant principal de l'acier, utilisé dans les constructions métalliques, les clous, les boîtes de conserve..., rouille à l'air humide	<b>Fe</b>
	Métal gris constituant essentiel des piles alcalines et Leclanché, utilisé aussi dans la fabrication des gouttières	<b>Zn</b>
	Métal rouge-orangé utilisé dans les fils électriques, en plomberie dans les tuyaux d'eau ; se recouvre au cours du temps d'une couche de "vert-de-gris"	<b>Cu</b>
	Métal jaune brillant que l'on trouve uniquement à l'état pur dans la nature ("état natif") ; utilisé comme métal précieux	<b>Au</b>
	Métal blanc argenté à l'aspect brillant, peu dense, utilisé en aéronautique, dans l'emballage alimentaire, les ustensiles de cuisine	<b>Al</b>
	Métal gris ; on le trouve sous forme d'élément dans les panneaux photovoltaïques, les silicones ; son dioxyde constitue le sable	<b>Si</b>
	Métal gris foncé, possédant un très haut point de fusion, utilisé dans les ampoules électriques à filament (remplacées par des ampoules dites à basse énergie)	<b>W</b>
	Métal mou, blanc argenté qui réagit facilement avec l'air et l'eau ; métal très léger utilisé dans les piles et les accumulateurs (batteries). Ses sels sont utilisés comme régulateurs de l'humeur.	<b>Li</b>

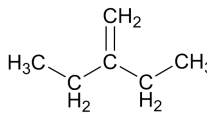
<b>6 pts</b>	<b>QUESTION IV - Acétylène</b>	
<b>1</b>	1) Équation de formation de l'acétylène	$\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$
<b>1</b>	2) Équation de combustion de l'acétylène	$\text{C}_2\text{H}_2 + 5/2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ou $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
<b>4x1pt</b>	3) Pour chacune des propositions suivantes, la réponse correcte est :	
	a) L'hydrolyse du carbure de calcium est	<i>exothermique</i>
	b) Après réaction, l'eau en excès est	<i>basique</i>
	c) Après réaction, l'eau en excès est	<i>plus chaude</i>
	d) Lors de la combustion, la variation d'enthalpie est	<i>négative</i>

<b>10 pts</b>	<b>QUESTION V - Aspirine</b>	
<b>5x1pt</b>	1) Les groupements fonctionnels présents dans la molécule d'aspirine sont :	
	a) alcool	<i>Faux</i>
	b) acide	<i>Vrai</i>
	c) aldéhyde	<i>Faux</i>
	d) ester	<i>Vrai</i>
	e) cétone	<i>Faux</i>
<b>2.5</b>	2) a) c'est un électrolyte faible	
<b>2.5</b>	3) b) déplacé vers la gauche	

<b>4 pts</b>	<b>QUESTION VI - Géométrie des molécules</b>	
<b>4</b>	La configuration correcte est :	
	d) 1 <sup>er</sup> C : tétraédrique ; 2 <sup>ème</sup> C : tétraédrique ; O : coudée	

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION VII - Solubilité de l'hydroxyde de cuivre (II)</b>	
<b>6x1pt</b>	a) L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.	<i>Faux</i>
	b) Le mélange initial est stoechiométrique.	<i>Faux</i>
	c) Il apparaît 0,03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).	<i>Faux</i>
	d) Tous les ions Cu <sup>2+</sup> réagissent.	<i>Faux</i>
	e) Il y aura apparition d'un précipité d'hydroxyde de cuivre (I)	<i>Faux</i>
	f) Tous les ions OH <sup>-</sup> réagissent.	<i>Vrai</i>

<b>4 pts</b>	<b>QUESTION VIII - Email des dents</b>			
<b>4x1pt</b>	Concentration élevée en	Protégé	Attaqué	Aucun effet
	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>		x	
	Na <sup>+</sup>			x
	F <sup>-</sup>	x		
	Ca <sup>2+</sup>	x		

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION IX - Isomérisation</b>	
<b>2x3pts</b> (-2/mauvaises réponses avec min. 0 à la question)	<p>d) Est le 2-éthylbut-1-ène</p> <p>e) Ne présente pas de stéréoisomérisation Z/E</p>	

<b>5 pts</b>	<b>QUESTION X - Cinétique – Analyse graphique</b>
<b>5</b>	<b>Graphique B</b>

<b>5 pts</b>	<b>QUESTION XI - Les propriétés d'un catalyseur</b>	
<b>5x1pt</b>	a) N'intervient pas dans le bilan global de la réaction	<i>Vrai</i>
	b) Fournit un mécanisme alternatif à la réaction	<i>Vrai</i>
	c) Modifie la vitesse de la réaction	<i>Vrai</i>
	d) Doit nécessairement avoir le même état d'agrégation que le réactif pour être efficace	<i>Faux</i>
	e) Améliore le rendement de la réaction	<i>Faux</i>

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION XII - Déplacement d'équilibre</b>				
<b>6x1pt</b>	<b>Diminution de la température</b>	Il y a déplacement de l'équation vers la droite			x
		Il y a déplacement de l'équation vers la gauche	x	x	
		Il n'y a pas de déplacement			
	<b>Augmentation de la pression totale</b>	Il y a déplacement de l'équation vers la droite	x		
		Il y a déplacement de l'équation vers la gauche		x	
		Il n'y a pas de déplacement			x

<b>5 pts</b>	<b>QUESTION XIII - Production industrielle de l'acide nitrique</b>
<b>5</b> (-2 par mauvaise réponse avec min. 0 à la question)	e) Condenser l'eau

<b>5 pts</b>	<b>QUESTION XIV - Constantes d'équilibre</b>
<b>5</b>	e) $K = \frac{1}{(K_1)^2 \times K_2}$

<b>6pts</b>	<b>QUESTION XV - Ballon sonde – Lecture de graphiques</b>
<b>3</b>	a) A
<b>3</b>	b) C

<b>4 pts</b>	<b>QUESTION XVI - Solubilité du dioxygène</b>
<b>4x1pt</b>	<p>a) La solubilité du dioxygène dans l'eau diminue lorsque la température augmente.</p> <p>b) La solubilité du dioxygène dans l'eau augmente avec la diminution de la pression atmosphérique (lorsque l'altitude augmente).</p> <p>c) La dissolution du dioxygène dans l'eau est endothermique.</p> <p>d) La solubilité du dioxygène au niveau de la mer à 10 °C est de 10 mg L<sup>-1</sup>.</p>
	<b>Vrai</b>
	<b>Faux</b>
	<b>Faux</b>
	<b>Faux</b>

	<b>QUESTION XVII - Combustion alcane et gaz parfait</b>
<b>2</b>	<p>1) Equation de combustion complète du carburant de l'avion.</p> $\text{C}_{12}\text{H}_{26} + 37/2 \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 13 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Ou</p> $2 \text{C}_{12}\text{H}_{26} + 37 \text{O}_2 \rightarrow 24 \text{CO}_2 + 26 \text{H}_2\text{O}$
<b>4</b>	2) c) 2432 m <sup>3</sup>

<b>4 pts</b>	<b>QUESTION XVIII - Acide carboxylique</b>
<b>4</b>	d) C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> O <sub>2</sub>