



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2012¹ 1^{ère} épreuve -NIVEAU 2 (élèves de sixième année)

par

R. CAHAY, R. FRANCOIS, J. FURNEMONT, C. HOUSSEIER, R. HULS,
M. HUSQUINET-PETIT, G. KAISIN, C. MALHERBE, R. MOUTON-LEJEUNE ^{†2}.

410 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 en moins qu'en 2011 ; 325 élèves ont réellement participé à l'épreuve.

L'épreuve était notée sur 100 points et les élèves devaient répondre en 2h à 15 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.

La moyenne obtenue a été de 49,6 % soit une moyenne assez comparable à celles obtenues en 2011 (50,8) et en 2010 (50,2). Compte tenu du nombre relativement réduit de questions (15 questions) aux énoncés brefs, simples et précis, une moyenne aussi faible interpelle. En effet, les lacunes constatées portent très souvent sur des notions de base, notions qui devraient être maîtrisées dès les premières années d'apprentissage de la chimie.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

n° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Maximum	5	5	5	9	7	6	6	6	7	5	5	10	10	6	8	100
Moyenne	2,36	2,44	3,58	5,44	3,61	3,32	1,83	4,13	3,53	3,20	1,14	6,71	3,10	0,70	3,86	49,63
%	47,2	48,8	71,6	60,4	51,6	55,3	30,5	68,8	50,4	64,0	22,8	67,1	31,0	11,7	48,2	49,6

Les 102 élèves qui ont obtenu 58 % et plus, ainsi que les dix lauréats des épreuves de 5ème en 2011, ont été invités à présenter la deuxième épreuve. 89 élèves se sont présentés.

L'examen des résultats à la première épreuve appelle les commentaires suivants.

Seule la question Q3 / 71,6 % (loi des gaz parfaits) a été bien réussie.

Quatre questions Q8 / 68,8 % (déplacement d'équilibres), Q12 / 67,1 % (titrage acide-base), Q10 / 64,0 % (structure) et Q4 / 60,4 % (manipulation de chimie analytique) ont obtenu plus de 60 %.

Trois questions Q6 / 55,3 % (cinétique chimique), Q5 / 51,6 % (thermochimie) et Q9 / 50,4 % (constante d'équilibre) ont obtenu un peu plus de la moitié de points.

Trois questions ont obtenu un score proche de 50 % : Q2 / 48,8 % (concentration), Q15 / 48,2 % (points d'ébullition de composés organiques) et Q1 / 47,2 % (états d'agrégation).

Les autres questions ont obtenu un « mauvais » score : Q13 / 31,0% (fonctions organiques), Q7 / 30,5 % (dissociation ionique dans l'eau) et Q11 / 22,8 % (polymères). La question Q14 / 11,7 % (réactions organiques) a obtenu un très mauvais score.

Selon l'un des professeurs impliqués dans cette épreuve, le questionnaire de 6ème permet aux élèves de prendre conscience de leur manque de précision et de rigueur, qualités dont ils auront bien besoin dans leurs études ultérieures.

¹ 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 de Bruxelles Capitale ; les Universités francophones (Bruxelles, Liège, Mons-Hainaut) ; les Associations des Chimistes et des Sciences des Universités (ACLg : Liège ; ASBr : Bruxelles ; ACL : Louvain-la Neuve ; Didactique des Sciences : Mons-Hainaut) ; le Fonds de Formation des Employés de l'Industrie Chimique ; essenscia Wallonie ; essenscia Bruxelles ; Prayon S.A. ; Solvay ; UCB-Pharma ; les Éditions De Boeck ; Le Soir.

² Les membres du comité des Olympiades rendent un hommage tout particulier à Raymonde MOUTON-LEJEUNE, qui nous a quittés récemment. Pendant de nombreuses années, elle s'est consacrée avec enthousiasme et savoir-faire aux Olympiades de chimie et fut l'un des artisans de leur succès auprès des professeurs et des élèves.

Si les équilibres chimiques semblent assez bien maîtrisés, ce n'est pas le cas de la chimie organique. Il est possible qu'à ce moment de l'année scolaire, cette matière n'ait pas été vue de manière approfondie, voire même qu'elle n'ait pas encore été abordée. C'est d'ailleurs l'une des explications avancée par un professeur. Par contre, on ne voit pas d'explication logique aux notes médiocres obtenues dans des matières qui relèvent davantage de la culture générale scientifique : Q1 / 47,2 % (états d'agrégation), Q2 / 48,8 % (concentration) et Q7 / 30,5 % (dissociation ionique dans l'eau). Ce sont des notions qui devraient être acquises depuis la quatrième année.

On trouvera l'histogramme des résultats sur le site www.olympiades.be

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

QUESTION I (5 points) Etats d'agrégation

Parmi les composés du tableau ci-dessous, désigner par une croix dans la(les) case(s) correspondant à votre choix :

- a) le(s) composé(s) solide(s),
- b) liquide(s),
- c) gazeux à 25 °C et sous la pression atmosphérique normale (= 101 325 Pa),
- d) le(s) composé(s) ionique(s) (électrolytes forts),
- e) le(s) composé(s) non soluble(s) dans un solvant polaire.

Composés	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	NaOH	HCl
a) solide(s)					
b) liquide(s)					
c) gazeux					
d) ionique(s)					
e) non soluble(s) dans un solvant polaire					

QUESTION II (5 points) Concentration

Quel volume d'eau faut-il ajouter à 500 cm³ (mL) d'une solution aqueuse contenant 0,10 mol/L d'hydroxyde de sodium, NaOH (aq), pour obtenir une solution aqueuse dont la concentration soit égale à 0,020 mol/L?

- a) 2500 cm³ (mL)
- b) 1500 cm³ (mL)
- c) 1000 cm³ (mL)
- d) 500 cm³ (mL)
- e) 2000 cm³ (mL)

Entourer la bonne réponse.

QUESTION III (5 points) Loi des gaz parfaits

44,8 dm³ (L) de méthane, CH₄ (g), mesurés dans les conditions normales de température et de pression ($t = 0\text{ °C}$ et $p = 1\text{ atm}$ ou 101 325 Pa), correspondent à une masse de :

- a) 16 g
- b) 26 g
- c) 28,9 g
- d) 32,1 g
- e) 44,8 g

Entourer la bonne réponse.

QUESTION IV (9 points) Manipulation de chimie analytique

Quatre flacons contenant des solutions aqueuses de mêmes concentrations ont perdu leur étiquette. On retrouve celles-ci détachées et dans le désordre : AgNO_3 , K_2CO_3 , Na_2S et HCl

Pour identifier les flacons, on les repère par **A**, **B**, **C** et **D** et on fait réagir deux à deux les solutions. Les observations sont reprises dans le tableau ci-dessous :

	B	C	D
A	précipité blanc	dégagement gazeux	dégagement gazeux
B		précipité blanc	précipité noir
C	précipité blanc		rien de visible
D	précipité noir	rien de visible	

a) Attribuer à chaque flacon une des étiquettes **A**, **B**, **C** et **D** à l'aide des informations suivantes relatives aux substances en solution aqueuse.

ANIONS \ CATIONS	nitrate	chlorure	sulfure	carbonate
hydrogène	soluble	soluble	gaz peu soluble	se décompose en donnant un gaz
sodium	soluble	soluble	soluble	soluble
potassium	soluble	soluble	soluble	soluble
argent	soluble	peu soluble blanc	peu soluble noir	peu soluble blanc

Réponse :

A = **B** = **C** = **D** =

b) Ecrire et pondérer (équilibrer) les 5 équations correspondant aux réactions chimiques observées :

A + B :

A + C :

A + D :

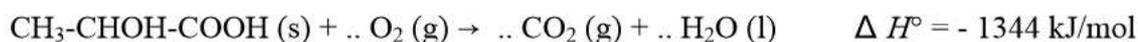
B + C :

B + D :

QUESTION V (7 points) Thermochimie³

Lors d'un effort musculaire excessivement poussé, les muscles insuffisamment oxygénés convertissent le glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, en acide lactique, $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ plutôt que de le transformer complètement en CO_2 et H_2O .

A partir des valeurs des chaleurs de combustion du glucose et de l'acide lactique :



déterminer la chaleur de la réaction :



Pondérer (équilibrer) les 3 réactions ci-dessus.

A quel pourcentage la valeur de cette chaleur de réaction correspond-t-elle par rapport à la combustion totale d'une mole de glucose :

³ P. Atkins et J. de Paula, "Physical Chemistry for the Life Sciences, Oxford University Press, UK, 2006, p.64.

QUESTION VI (6 points) Cinétique chimique

La vitesse de la réaction entre les substances **X** et **Y** est mesurée à température constante pour différentes concentrations initiales de **X** et **Y**. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Vitesse de réaction (en $\text{mmol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$ ou $\text{mmol L}^{-1} \text{s}^{-1}$)	12	24	36
Concentration initiale en X (en mol L^{-1})	5	10	15
Concentration initiale en Y (en mol L^{-1})	5	10	5

A partir des données du tableau, on peut déduire que la vitesse de réaction est:

A: proportionnelle à la concentration de **X**, mais indépendante de celle de **Y**.

B: proportionnelle à la concentration de **X** et de **Y**.

C: proportionnelle à la concentration de **Y**, mais indépendante de celle de **X**.

D: dépendante à la fois des concentrations de **X** et de **Y** mais non exprimée de manière satisfaisante dans les propositions A, B ou C.

E: dépendante de plusieurs facteurs non spécifiés, autres que la concentration.

Entourer la (les) lettre(s) correspondant à la (aux) bonne(s) réponse(s).

QUESTION VII (6 points) Dissociation ionique dans l'eau

On dissout dans un même volume d'eau afin d'obtenir une concentration de 0,01 mol/L, chacun des composés suivants, tous des électrolytes forts : KI, NaCl, MgSO₄, Na₂SO₄, MgCl₂.

Quelles sont les concentrations totales de chacune des espèces ioniques présentes en solution ?

Espèce ionique	Concentration (mol/L)

QUESTION VIII (6 points) Equilibres

Dans quel sens les équilibres suivants sont-ils déplacés lors d'une augmentation de la pression totale ?

- a) $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$
 b) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$
 c) $4 HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 Cl_2(g) + 2 H_2O(g)$
 d) $H_2O(l) + HCl(g) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

	a)	b)	c)	d)
1	→	←	X	←
2	←	X	→	→
3	→	←	X	←
4	X	→	←	X
5	←	X	←	←

Entourer une des cinq propositions 1 à 5 qui soit correcte pour les 4 équilibres a), b), c), et d), sur base des conventions suivantes :

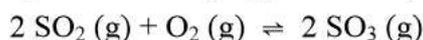
→ équilibre déplacé vers la droite ;

← équilibre déplacé vers la gauche ;

X aucun effet sur l'équilibre.

QUESTION IX (7 points) Equilibres

La préparation de l'acide sulfurique se fait au départ de la réaction d'oxydation du dioxyde de soufre par le dioxygène. La réaction, limitée à un équilibre chimique, peut être représentée par l'équation :



Dans un système particulier à température constante, lorsque l'équilibre est établi, la concentration de chacun des différents gaz est égale à 0,018 mol/L.

a) Calculer la valeur de la constante d'équilibre K_c :

b) Que deviendra la valeur de la constante d'équilibre si on double le volume occupé par le système en équilibre ?

QUESTION X (5 points) Structure

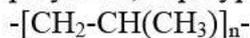
Parmi les entités chimiques suivantes, toutes formées de 3 atomes, laquelle (ou lesquelles) présente(nt) une structure linéaire ?

	SO ₂	CO ₂	NO ₂ ⁻	CS ₂	H ₂ S
Molécule linéaire	oui	oui	oui	oui	oui
	non	non	non	non	non

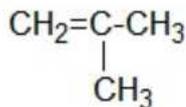
Entourer la (ou les) bonnes réponses.

QUESTION XI (5 points) Réactions organiques - Polymères

La polymérisation d'un monomère éthylénique, le propène ou propylène, donne lieu à la formation d'un polymère, le polypropylène dont la formule peut être représentée par :



a) Donner la formule du polymère obtenu par polymérisation du 2-méthylprop-1-ène ou isobutène :



Ce polymère est utilisé dans les adhésifs.

b) Donner la formule du monomère donnant lieu à la formation du polyacétate de vinyle (PVA) $-\text{[CH}_2\text{-CH(OOC-CH}_3\text{)]}_n\text{-}$, un polymère utilisé notamment dans les adhésifs et les peintures.

QUESTION XII (10) Titration acide/base

Compléter le mode opératoire ci-dessous en donnant les équations, en calculant le volume et la masse demandés et en introduisant aux bons endroits les termes adéquats repris dans la liste suivante (certains termes peuvent apparaître plusieurs fois) :

une pipette - une pissette - un entonnoir - un erlenmeyer - sec - une burette - propre - 0,1 – virage - couleur - petites - grandes - 40 - la couleur rose - 0,202 - 0,428 - gouttes - millilitres - indicateur - 20 - bleu - jaune - quantité de matière - neutralisation complète - étalon - devient incolore ;

$$c_b = c_a V_a/V_b; c_b = c_a V_b/V_a.$$

a) Etalonnage d'une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène par le carbonate de sodium

Pour déterminer avec précision la concentration de la solution, laquelle est voisine de 0,2 mol/L, on peut la doser au moyen d'une substance étalon, par exemple, le carbonate de sodium **anhydre**.

Sachant que la réaction s'accompagne d'un dégagement de dioxyde de carbone, écrire l'équation de la réaction complète entre le chlorure d'hydrogène et le carbonate de sodium :

- pour obtenir un virage après l'addition d'environ 40 mL de la solution de chlorure d'hydrogène, peser une masse précise de Na_2CO_3 soit environ g et la placer dans un

- dissoudre le carbonate dans 10 à 20 mL d'eau distillée ajoutée au moyen d'une

- ajouter quelques gouttes d' dans la solution.

- remplir une de 50 mL avec la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène à titrer

- si le volume de solution aqueuse de chlorure d'hydrogène ajouté pour obtenir le virage

de l' vaut exactement 40 mL, la concentration précise de la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène vaut mol/L

b) Titration d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium par la solution étalonnée en a)

La solution à titrer contient environ 0,2 mol/L d'hydroxyde de sodium.

L'équation de la réaction complète entre le chlorure d'hydrogène et l'hydroxyde de sodium s'écrit :

Pour titrer cette solution, on procède comme suit :

- au moyen d'une prélever 20 mL de la solution étalonnée de chlorure d'hydrogène ;

- introduire ce volume dans un Celui-ci doit être mais pas nécessairement

- ajouter quelques gouttes d' dans cette solution ;

- remplir une de 50 mL avec la solution d'hydroxyde de sodium à titrer ;

- laisser couler la solution d'hydroxyde de sodium dans la solution de chlorure d'hydrogène

- lorsqu'on a ajouté environ 20 mL de la solution d'hydroxyde de sodium, on observe un

de l' ; arrêter l'écoulement et noter le volume de la solution titrante ; celui-ci contient la

..... nécessaire à la de l'hydroxyde de sodium ;

- la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium s'obtient en effectuant l'opération mathématique suivante

$$c_b = \dots\dots\dots$$

0,5 point par équation, calcul correct et mot correctement placé

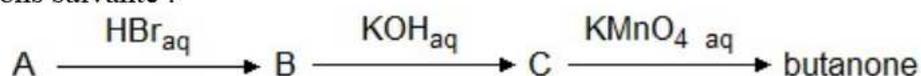
QUESTION XIII (10 points) Fonctions organiques

Ecrire les formules de structure semi-développées de **cinq** isomères non cycliques ne comportant pas de double liaison $>C=C<$ et correspondant à la formule moléculaire $C_5H_{10}O$. Dans chaque cas, indiquer le nom de la fonction oxygénée.

	Formule de structure semi-développée	Fonction oxygénée
1		
2		
3		
4		
5		

QUESTION XIV (6 points) Réactions organiques

Donner la formule semi-développée et le nom de tous les composés organiques impliqués dans la chaîne de transformations suivante :



A :

B :

C :

butanone :

QUESTION XV (8 points) Chimie Organique - Températures d'ébullition

Attribuer à chacun des composés organiques ci-dessous sa température d'ébullition $t_{\text{ébul}}$.

On donne les valeurs suivantes (en $^{\circ}C$) : - 23 ; 100,8 ; 79 ; - 42.

Composé	$t_{\text{ébul}} (^{\circ}C)$
éthanol	
CH_3-O-CH_3	
propane	
H-COOH	

Parmi les facteurs mentionnés ci-dessous, quel est celui qui explique la température d'ébullition la plus élevée d'un des 4 composés ?

- masse molaire plus élevée du composé ;
- formation de ponts hydrogène entre les molécules du composé ;
- caractère non polaire de la molécule.

Cocher la bonne réponse.

REPONSES

QUESTION I (5 points) Etats d'agrégation

Composés	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	NaOH	HCl
a) solide(s)				X	
b) liquide(s)			X		
c) gazeux	X	X			X
d) ionique(s)				X	
e) non soluble(s) dans un solvant polaire	X				
	1 pt	1 pt	1 pt	1 pt	1 pt

QUESTION II (5 points) Concentration

Volume d'eau à ajouter à 500 cm³ d'une solution aqueuse contenant 0,10 mol/L d'hydroxyde de sodium (NaOH) pour obtenir une solution aqueuse dont la concentration soit égale à 0,020 mol/L?

e) 2000 cm³

QUESTION III (5 points) Loi des gaz parfaits

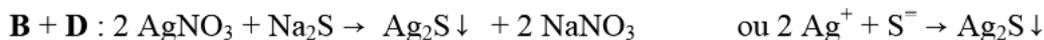
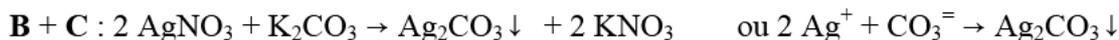
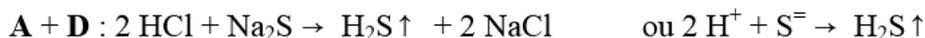
Masse de 44,8 litres de méthane, CH₄, dans les conditions normales de température et de pression ($t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $p = 1\text{ atm}$ ou $101\,325\text{ Pa}$:

d) 32,1 g

QUESTION IV (9 points) Manipulation de chimie analytique

A = HCl **B** = AgNO₃ **C** = K₂CO₃ **D** = Na₂S

Equations correspondant aux réactions chimiques observées :



QUESTION V (7 points) Thermochimie

Combustion du glucose et de l'acide lactique :



La chaleur de la réaction :



vaut $\Delta H^\circ = -2808 - (2 \times -1344) = -120\text{ kJ/mol}$

Le pourcentage de cette chaleur de réaction par rapport à la combustion totale d'une mole de glucose correspond à $-120 \times 100/2808 = 4,27\%$

QUESTION VI (6 points) Cinétique chimique

Les données du tableau indiquent que la vitesse de réaction est

A: proportionnelle à la concentration de X, mais indépendante de celle de Y

QUESTION VII (6 points) Dissociation ionique dans l'eau

Les concentrations totales de chacune des espèces ioniques présentes en solution sont :

Espèce ionique	Concentration (mol/L)
Na ⁺	0,03
K ⁺	0,01
Mg ²⁺	0,02
Cl ⁻	0,03
I ⁻	0,01
SO ₄ ⁼	0,02

QUESTION VIII (6 points) Equilibres

Les équilibres suivants

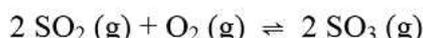
- a) $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$
 b) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$
 c) $4 HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 Cl_2(g) + 2 H_2O(g)$
 d) $H_2O(l) + HCl(g) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

sont déplacés, lors d'une augmentation de la pression totale, dans le sens indiqué selon la proposition 2.

	a)	b)	c)	d)
2	←	Pas de déplacement	→	→

QUESTION IX (7 points) Equilibres

Pour la réaction d'oxydation du dioxyde de soufre suivant l'équation :



a) la constante d'équilibre K_c vaut : $K_c = [SO_3]^2 / [SO_2]^2 [O_2] = (0,018)^2 / (0,018)^2 0,018 = 55,6 \text{ mol}^{-1} \text{ L}$

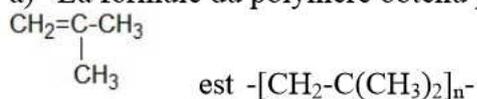
b) la valeur de la constante d'équilibre n'est pas modifiée si on double le volume occupé par le système en équilibre. Par contre, l'équilibre sera déplacé vers la gauche (dans le sens de la décomposition de SO₃).

QUESTION X (5 points) Structure

	SO ₂	CO ₂	NO ₂ ⁻	CS ₂	H ₂ S
Molécule linéaire	non	oui	non	oui	non

QUESTION XI (5 points) Réactions organiques - Polymères

a) La formule du polymère obtenu par polymérisation du 2-méthylprop-1-ène ou isobutène :



b) la formule du monomère donnant lieu à la formation du polyacétate de vinyle (PVA), $-[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OOC}-\text{CH}_3)]_n-$, est :

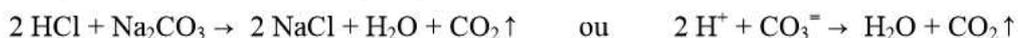


QUESTION XII (10 points) Titrage acide/base

a) Etalonnage d'une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène par le carbonate de sodium

Pour déterminer avec précision la concentration de la solution, laquelle est voisine de 0,2 mol/L, on peut la doser au moyen d'une substance étalon, par exemple, le carbonate de sodium **anhydre**.

Sachant que la réaction s'accompagne d'un dégagement de dioxyde de carbone, écrire l'équation de la réaction complète entre le chlorure d'hydrogène et le carbonate de sodium :

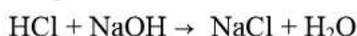


- pour obtenir un virage après l'addition d'environ 40 mL de la solution de chlorure d'hydrogène, peser une masse précise de Na_2CO_3 soit environ **0,428 g** et la placer dans un **erlenmeyer**
- dissoudre le carbonate dans 10 à 20 mL d'eau distillée ajoutée au moyen d'une **pissette**
- ajouter quelques gouttes d' **indicateur** dans la solution.
- remplir une **burette** de 50 mL avec la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène à titrer
- si le volume de solution aqueuse de chlorure d'hydrogène ajouté pour obtenir le virage de l' **indicateur** vaut exactement 40 mL, la concentration précise de la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène vaut **0,202 mol/L**

b) Titrage d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium par la solution étalonnée en a)

La solution à titrer contient environ 0,2 mol/L d'hydroxyde de sodium.

L'équation de la réaction complète entre le chlorure d'hydrogène et l'hydroxyde de sodium s'écrit :



Pour titrer cette solution, on procède comme suit :

- au moyen d'une **pipette** prélever 20 mL de la solution étalonnée de chlorure d'hydrogène ;
- introduire ce volume dans un **erlenmeyer** . Celui-ci doit être **propre** mais pas nécessairement **sec** ;
- ajouter quelques gouttes d' **indicateur** dans cette solution ;
- remplir une **burette** de 50 mL avec la solution d'hydroxyde de sodium à titrer ;
- laisser couler la solution d'hydroxyde de sodium dans la solution de chlorure d'hydrogène
- lorsqu'on a ajouté environ 20 mL de la solution d'hydroxyde de sodium, on observe un **virage** de l' **indicateur** ; arrêter l'écoulement et noter le volume de la solution titrante ; celui-ci contient la **quantité de matière** nécessaire à la **neutralisation complète** de l'hydroxyde de sodium ;
- la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium s'obtient en effectuant l'opération mathématique suivante $c_b = c_a V_a / V_b$.

0,5 point par équation, calcul correct et mot correctement placé

QUESTION XIII (10 points) Fonctions organiques

Cinq isomères non cycliques ne comportant pas de double liaison $>C=C<$ de formule moléculaire $C_5H_{10}O$.

	Formule de structure semi-développée	Fonction oxygénée
1	$CH_3-(CH_2)_3-CHO$	aldéhyde
2	$CH_3-CH(CHO)-CH_2-CH_3$	aldéhyde
3	$CH_3-C(CH_3)_2-CHO$	aldéhyde
4	$CH_3-(CH_2)_2-CO-CH_3$	cétone
5	$CH_3-CH_2-CO-CH_2-CH_3$	cétone

Deux autres isomères sont aussi possibles : $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CHO$ (aldéhyde) et $CH_3-CO-CH(CH_3)-CH_3$ (cétone)

QUESTION XIV (6 points) Réactions organiques

A : $CH_3-CH=CH-CH_3$ (but-2-ène ou butène-2)

B : $CH_3-CH_2-CHBr-CH_3$ (2-bromobutane)

C : $CH_3-CH_2-CHOH-CH_3$ (butan-2-ol ou butanol-2)

butanone : $CH_3-CH_2-CO-CH_3$

QUESTION XV (8 points) Chimie Organique - Températures d'ébullition

Attribuer à chacun des composés organiques ci-dessous sa température d'ébullition parmi les valeurs suivantes (en °C) : -23 ; 100,8 ; 79 ; -42

Composé	$t_{\text{ébul}} (^\circ\text{C})$
éthanol	79
CH_3-O-CH_3	- 23
propane	- 42
H-COOH	100,8

Parmi les facteurs repris ci-dessous, celui qui explique la température d'ébullition la plus élevée de l'acide méthanoïque (formique), H-COOH, est la formation de ponts hydrogène entre les molécules du composé.