



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2014

1^{ère} épreuve -NIVEAU 2 (élèves de 6^{ème})

R. CAHAY, R. FRANCOIS, J. FURNEMONT, C. HOUSSIER, R. HULS,
M. HUSQUINET-PETIT, G. KAISIN, C. MALHERBE

418 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 2013 ; nous avons reçu les résultats de 347 élèves.

L'épreuve était notée sur 100 points et les élèves devaient, en 2h, répondre 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 55,2 % soit 18 % de plus que celle obtenue en 2013 (36,95 %).

Il semble donc que les questions étaient mieux en concordance avec les programmes de chimie.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

n°Question	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Barème	5	6	8	6	8	6	6	6	8
Moyennes	3,60	1,35	5,24	4,87	3,45	2,83	3,93	3,24	1,61
%	72,0	22,6	65,5	81,2	43,1	47,2	65,5	53,9	20,1

n°Question	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	Total
Barème	6	5	6	7	7	10	100
Moyennes	4,41	2,60	1,83	5,45	5,28	5,56	55,2
%	73,5	52,0	30,6	77,9	75,4	55,6	55,2

Les 89 élèves qui ont obtenu 67 % et plus, ainsi que douze lauréats des épreuves de 5^{ème} en 2013, ont été invités à présenter la deuxième épreuve. 93 élèves se sont présentés.

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

Contrairement à 2013, une question a obtenu une note supérieure à 80 % : QIV / 81,2 % (carbonate de sodium et procédé Solvay) et quatre autres questions ont obtenu une note comprise entre 80 et 70% : QXIII / 77,9 % (fonctions organiques, les phéromones), QXIV / 75,4 % (réactions organiques et équilibres chimiques), QX / 73,5 % (les polymères dans la vie quotidienne) et QI / 72,0 % (vie courante).

Deux questions ont obtenu une note comprise entre 70 et 60% : QIII : 65,5 % (loi du gaz parfait) et QVII / 65,5 % (solubilité et stœchiométrie).

Trois questions ont obtenu une note comprise entre 60 et 50 % : QXV / 55,6 % (chimie organique, températures d'ébullition), QVIII / 53,9 % (équilibres en phase gazeuse, valorisation des déchets) et QXI / 52,0 % (couples acide/base).

Deux questions ont obtenu une note comprise entre 50 et 40 % : QVI / 47,2 % (cinétique chimique) et QV / 43,1 % (thermochimie, pouvoir calorifique des hydrocarbures).

Une question a obtenu un peu plus de 30 % : QXII / 30,6 % (isomérisation des molécules organiques).

Deux questions ont obtenu un « très mauvais » score : QII / 22,6 % (concentration ; solutions isotoniques) et QIX / 20,1 % (titrage et solubilité, la culture des moules).

Si les équilibres chimiques classiques et la chimie organique semblent assez bien maîtrisés, ce n'est pas le cas des équilibres de solubilité ni de l'isomérisation en chimie organique. Le mauvais score à la question QII est probablement lié à une lecture inattentive ou à une mauvaise compréhension des données. Quant au mauvais score à la question QXII, il fallait trouver le bon composé et aucun point n'était attribué pour le raisonnement.

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.

QUESTIONS

QUESTION I (5 pts) Vie courante¹

A la pompe, en Europe, on trouve de l'essence sans plomb 95. Ce nombre indique :

- la masse volumique de l'essence.
- la température d'ébullition de l'essence.
- l'indice d'octane (résistance de l'essence à l'auto-inflammation).
- le contenu de l'essence en éthanol, ajouté pour améliorer la combustion.
- le contenu en huile végétale de l'essence.

QUESTION II (6 pts) Concentration, solutions isotoniques

Les solutions de chlorure de sodium à 0,90 g %, ou de glucose à 5,5 g % sont isotoniques (pression osmotique égale à celle du milieu intracellulaire). Calculer leur concentration molaire en ions et en glucose (masse molaire = 180,2 g/mol). Les masses volumiques des solutions peuvent être considérées comme proches de celle de l'eau.

La pression osmotique est liée à la concentration par la relation $\pi = i c RT$ où i est proche de 1 pour les solutions diluées de composés non-électrolytes et proche du nombre d'ions issus de la dissociation d'une molécule pour les électrolytes.

Quelle est la valeur de i ?

- pour la solution de chlorure de sodium :
- pour la solution de glucose :

QUESTION III (8 pts) Loi du gaz parfait

Donner les formules chimiques et classer par ordre de masse volumique croissante les gaz suivants, tous à l'état pur et idéal, à 273 K et sous une pression de 1 atmosphère (101325 Pa).

A : monoxyde d'azote B : dichlore C : argon
D : dihydrogène E : diazote F : dioxygène

Masse volumique

la plus faible

la plus élevée

--	--	--	--	--	--

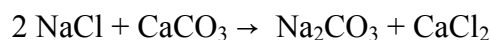
Que deviendra la masse volumique de ces gaz si la température est portée à 819 K et la pression à 3 atmosphères ? (*Entourer la bonne réponse*)

Elle triplera	Elle ne changera pas	Elle diminuera d'un facteur 3
---------------	----------------------	-------------------------------

¹ Inspiré de "La chimie est un jeu" par A. Bender et C. Rabbe, Libro Mémo 2011, p.53 ; voir aussi http://fr.wikipedia.org/wiki/Essence_%28hydrocarbure%29#Indice_d.27octane.

QUESTION IV (6 pts) Carbonate de sodium et procédé Solvay

C'est en 1863² qu'est breveté le procédé Solvay permettant de produire du carbonate de sodium, Na₂CO₃, de manière plus économique. Ce procédé est décrit par la réaction globale :

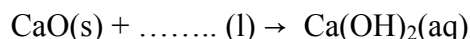


Cette réaction nécessite pour sa réalisation 8 étapes successives.

- 1) **Préparation d'une saumure** (solution saturée de chlorure de sodium, NaCl).
- 2) **Absorption d'ammoniac** NH₃ dans cette saumure.
- 3) **Calcination du calcaire** dans un four à chaux :



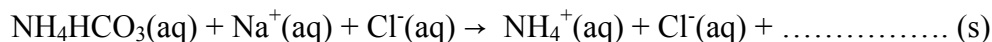
- 4) **Préparation d'un lait de chaux** en présence d'un excès d'eau :



- 5) **Carbonatation** avec CO₂ de la saumure saturée en ammoniac :

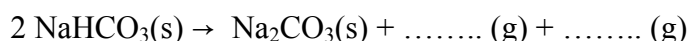


et **précipitation de l'hydrogénocarbonate de sodium** en présence de chlorure de sodium :

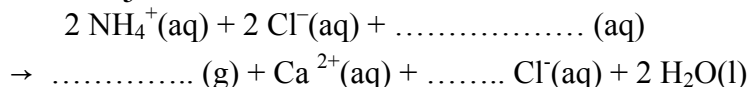


- 6) **Filtration de l'hydrogénocarbonate de sodium :**

- 7) **Calcination de l'hydrogénocarbonate de sodium** vers 150 - 200°C :



- 8) **Régénération de NH₃** à l'aide du lait de chaux :



CaCl₂ est un coproduit partiellement valorisé comme desséchant, sel de déneigement. NaHCO₃, produit intermédiaire dans le procédé Solvay, n'est pas utilisé directement car il n'est pas suffisamment pur. On utilise NaHCO₃ notamment comme poudre levante dans l'alimentation et comme sel effervescent dans les boissons et les comprimés.

Dans les équations chimiques précédentes, ajouter les formules des composés chimiques manquants et pondérer (équilibrer) si nécessaire les équations rencontrées.

QUESTION V (8 pts) Thermochimie³, pouvoir calorifique des hydrocarbures

On brûle séparément, dans un excès de dioxygène, 1 mole de propane et 1 mole de n-butane.

1. Ecrire et pondérer (équilibrer) les équations de ces 2 réactions de combustion :
2. Sachant que les chaleurs de combustion de ces 2 hydrocarbures valent respectivement (en kJ/mol) : - 2220 ; - 2878
déterminer les chaleurs de réaction
 - par groupe -CH₂- :
 - et par groupe -CH₃ :
3. Estimer la valeur de la chaleur de combustion du n-pentane :

² http://gfev.univ-tln.fr/ChIndus/ORGA_INDUSTRIELLE.htm ;

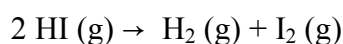
<http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/Donnees/acc.htm> (Na/carbonate de sodium)

³ Inspiré de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice 18.31, p.749.

4. Calculer les quantités de chaleur dégagées par la combustion de 1,00 g de :
- propane :
 - n-butane :
 - n-pentane :
5. Comme combustible, quel est l'hydrocarbure le plus intéressant par rapport à la masse à transporter ?

QUESTION VI (6 pts) Cinétique chimique⁴

L'étude de la cinétique de décomposition de l'iodure d'hydrogène gazeux



fournit les valeurs suivantes de l'évolution au cours du temps de la concentration en iodure d'hydrogène à 700 K :

temps (s)	0	1000	2000	3000	4000	5000
$c(\text{HI})(\text{mmol/L})$	10,0	4,40	2,80	2,10	1,60	1,30

Estimer les valeurs de la

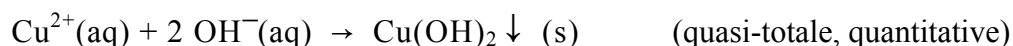
- vitesse moyenne de disparition de HI au début de la réaction :
- vitesse de disparition de HI dans l'intervalle de temps 4000 à 5000 s :

Si l'on étudie cette cinétique en dosant par titrage le diiode formé, quelles seront les valeurs de la

- vitesse moyenne d'apparition de I_2 au début de la réaction :
- vitesse d'apparition de I_2 dans l'intervalle de temps 4000 à 5000 s :

QUESTION VII (6 pts) Solubilité et stœchiométrie⁵

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 :



L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
--	-------------------------------	-------------------------------

On mélange alors 0,03 mol d'ions Cu^{2+} et 0,03 mol d'ions OH^{-} .

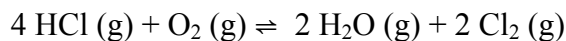
Le mélange initial est stœchiométrique.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
Tous les ions OH^{-} réagissent.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
Il apparaît 0.03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
Tous les ions Cu^{2+} réagissent.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux

⁴ Adapté de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice 13.7, p.571.

⁵ M. SONNEVILLE et J. MAUREL, "Groupe Lycée-Post-baccalauréats" : bilan d'une année d'activités, Bull. Union des Physiciens, 92, p. 240, 1998.

QUESTION VIII (6 pts) Equilibres en phase gazeuse⁶, valorisation des déchets

Lorsque de grandes quantités de chlorure d'hydrogène apparaissent comme "déchets" dans un processus industriel, il est possible de les valoriser en les transformant en dichlore par réaction à 400°C avec le dioxygène suivant le procédé de Deacon, **réaction exothermique** limitée à un équilibre et décrite par l'équation globale :



Quel sera l'effet des facteurs suivants sur le rendement en dichlore obtenu à l'équilibre ?
(Entourer les bonnes réponses)

Action	Rendement en chlore		
Augmentation de la pression du dioxygène injecté	diminution	pas de modification	augmentation
Compression de volume de l'enceinte réactionnelle	diminution	pas de modification	augmentation
Ajout d'un catalyseur	diminution	pas de modification	augmentation
Extraction de l'eau formée à l'aide d'un desséchant	diminution	pas de modification	augmentation
Augmentation de la température	diminution	pas de modification	augmentation

QUESTION IX (8 pts) Titrage et solubilité⁷. La culture des moules

Le choix d'une zone appropriée pour la culture de moules nécessite la connaissance de la salinité de l'eau de mer.

Pour doser la quantité d'ions chlorure dans l'eau de mer, on réalise un titrage à l'aide d'une solution aqueuse de nitrate d'argent préalablement étalonnée à l'aide d'une solution aqueuse standard de chlorure de sodium. Les ions chlorure précipitent lors de l'addition du nitrate d'argent et le terme du titrage est détecté grâce à l'introduction, dans l'eau de mer à titrer, de chromate de potassium, K_2CrO_4 , qui donne une coloration rouge-orange dès que le terme est dépassé.

1. Ecrire l'équation ionique décrivant la précipitation avant le terme du titrage :
2. Ecrire l'équation ionique décrivant le trouble rouge-orange au-delà du terme du titrage :
3. Que peut-on dire de la solubilité du sel qui précipite à partir du terme du titrage par rapport à celle du sel qui précipite avant le terme (*entourer la bonne réponse*) ?
Elle est plus élevée moins élevée égale
4. S'il faut 28,0 mL de la solution aqueuse de nitrate d'argent pour atteindre le terme du titrage de 5,00 mL de la solution aqueuse standard à 32,7 g/L de chlorure de sodium, quelle est la concentration de la solution aqueuse de nitrate d'argent ?
5. Quelle est la concentration en ions chlorure de l'échantillon d'eau de mer, sachant qu'il a fallu ajouter 26,8 mL de la solution étalonnée de nitrate d'argent à 5,00 mL de l'échantillon d'eau de mer pour atteindre le terme du titrage ?

⁶ R.H. Petrucci et al., General Chemistry, Prentice Hall, 2002, exercice 21, p.658.

⁷ EUSO, Vol.1 (2003-2007) p.98-108.

QUESTION X (6 pts) Les polymères dans la vie quotidienne

Depuis une centaine d'années déjà, les matières plastiques ont révolutionné notre vie quotidienne.

- 1) Dès 1946, le polyéthylène (PE) est utilisé pour la conservation alimentaire.
- 2) Dès 1951, le polystyrène (PS) intervient dans la fabrication du stylo à bille BIC ; il est largement utilisé actuellement comme matériau isolant (polystyrène expansé).
- 3) Dès 1952, le polychlorure de vinyle (PVC) intervient dans les équipements médicaux (poches à sang, sondes, cathéters...) ; il est largement employé dans les canalisations.
- 4) A partir de 1954, le polytétrafluoroéthylène (PTFE, TEFLON) est utilisé pour le revêtement de poêles anti-adhésives.
- 5) Dès 1968, le polypropylène ou polypropène (PP) est utilisé pour la fabrication des réservoirs d'essence.

Les différents polymères cités ci-dessus proviennent de la polymérisation, par addition, de petites molécules organiques appelées monomères. Rendre à chaque monomère ci-dessous le numéro du polymère correspondant dans la liste ci-dessus.

- A) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$
- B) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- C) $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$
- D) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$
- E) $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$

A et	B et	C et	D et	E et
------	------	------	------	------

Donner le nom du monomère C :

QUESTION XI (5 pts) Acide/base

Pour chacun(e) des substances ou ions suivant(e)s, écrire le(s) couple(s) acide/base dans lequel il (elle) est impliqué(e).

	Couples acide/base conjugués
$\text{CH}_3\text{-COOH}$	
CO_3^{2-}	
NO_2^-	
H_2PO_4^-	
NH_4^+	

QUESTION XII (6 pts) Isomérisation des composés organiques

Parmi les hydrocarbures suivants :

- 2,3-diméthylpent-2-ène,
- 2-méthylbutane,
- 3,3-diméthylcyclopentène,
- 4-méthylpent-2-ène,
- 3-éthyl-4-méthylpent-1-ène,
- 2-méthylpent-2-ène

trouver l'hydrocarbure correspondant aux critères suivants :

- appartient à la famille des alcènes ;
- n'est pas cyclique ;
- est un isomère de constitution du 2-éthylbut-1-ène ;
- **ne possède pas** d'isomères cis-trans (Z-E).

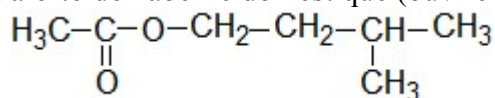
Nom :

Formule semi-développée :

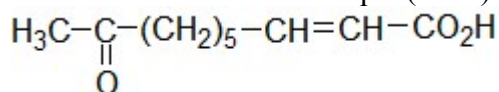
QUESTION XIII (7 pts) Fonctions organiques⁸, les phéromones

Chez les insectes l'émission et la perception des odeurs est la principale forme de communication ; les molécules échangées s'appellent des phéromones. Les trois formules développées suivantes correspondent à des phéromones de l'abeille domestique.

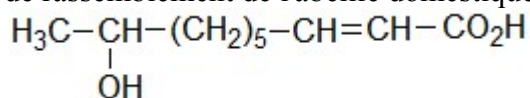
Molécule 1 : phéromone d'alerte de l'abeille domestique (ouvrière)



Molécule 2 : phéromone sexuelle de l'abeille domestique (reine).



Molécule 3 : phéromone de rassemblement de l'abeille domestique (reine)



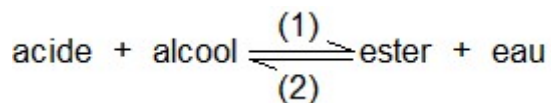
Compléter le tableau suivant en notant par une croix, dans la(les) case(s) adéquate(s), si la molécule possède la propriété indiquée.

Molécule(s) possédant	Molécule 1	Molécule 2	Molécule 3
une double liaison carbone-carbone			
une fonction alcool			
une fonction cétone			
une fonction acide carboxylique			
une fonction ester			

⁸ Inspiré de M. SONNEVILLE et J. MAUREL, "Groupe Lycée-Post-baccalauréats" : bilan d'une année d'activités, Bull. Union des Physiciens, 92, p. 239, 1998

QUESTION XIV (7 pts) Réactions organiques⁹ et équilibre chimique

On réalise un mélange de 0,100 mol d'un acide carboxylique et de 0,100 mol d'alcool. Une réaction conduit à la formation d'un ester et d'eau :

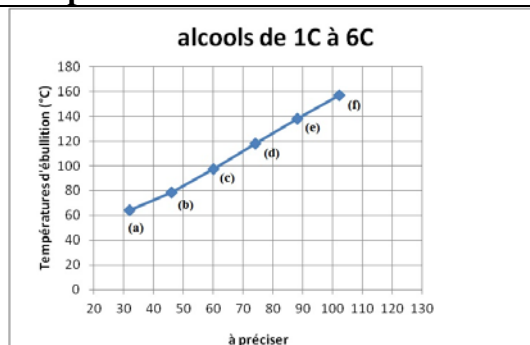


Après une journée, on constate que la quantité d'ester formé ne varie plus et est égale à 0,066 mol.

On a alors atteint l'état d'équilibre chimique	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
Le rendement en ester de la réaction est 34 %	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
Une fois l'équilibre atteint, plus aucune molécule ne réagit	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
En ajoutant un catalyseur, on peut obtenir plus d'ester	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
En distillant, quand c'est possible, l'ester au fur et à mesure de sa formation, on peut augmenter le rendement	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
En ajoutant de l'acide, on déplace l'équilibre dans le sens (2)	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
En éliminant l'eau avec un desséchant, on augmente le rendement en ester de la réaction	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux

QUESTION XV (10 pts) Chimie Organique - Températures d'ébullition

Le graphique ci-contre représente l'évolution des températures d'ébullition (t_{eb}) pour des alcools primaires à chaîne linéaire contenant de 1 à 6 atomes de carbone.



- a) Préciser la nature et l'unité de la grandeur portée en abscisse : _____
- b) Donner les **noms** des alcools correspondant aux points (a) à (f) :
- (a) : (b) : (c) : (d) :
- (e) : (f) :
- c) Les deux facteurs repris ci-dessous peuvent-ils être responsables de l'évolution de la température d'ébullition, t_{eb} , observée pour cette série d'alcools primaires ?

Cocher la case adéquate pour chacune des deux propositions.

Il y a augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
Le nombre de liaisons hydrogène (ponts hydrogène) diminue avec l'allongement de la chaîne	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux

- d) Dans le même système d'axes de coordonnées, où se situeront les trois composés mentionnés dans le tableau ci-dessous reprenant les domaines de températures (indiquer la valeur de l'abscisse et entourer le domaine approprié de températures d'ébullition, t_{eb}) :

⁹ ibidem p. 241.

Composé	Abscisse	Ordonnée		
		$t_{\text{éb}} \ll 120^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} \approx 130^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} > 140^{\circ}\text{C}$
n-hexane		$t_{\text{éb}} \ll 120^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} \approx 130^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} > 140^{\circ}\text{C}$
n-heptanol		$t_{\text{éb}} \ll 150^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} \approx 170^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} \approx 150^{\circ}\text{C}$
Acide éthanoïque		$t_{\text{éb}} \ll 100^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} \approx 100^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{éb}} > 100^{\circ}\text{C}$

REPONSES

QUESTION I (5 pts) Vie courante

A la pompe, en Europe, on trouve de l'essence sans plomb 95. Ce nombre indique :

l'indice d'octane (résistance de l'essence à l'auto-inflammation).

QUESTION II (6 pts) Concentration, solutions isotoniques

Les concentrations des solutions de chlorure de sodium à 0,90 g %, et de glucose à 5,5 g % valent :

- pour NaCl : $c_M = 0,90 \text{ g} \times 1000 \text{ g/L} / (100 \text{ g} \times 58,44 \text{ g/mol}) = 0,154 \text{ mol/L}$
- pour le glucose : $c_M = 5,50 \text{ g} \times 1000 \text{ g/L} / (100 \text{ g} \times 180,2 \text{ g/mol}) = 0,305 \text{ mol/L}$

La valeur de i :

- pour la solution de chlorure de sodium est 2
- pour la solution de glucose est 1

QUESTION III (8 pts) Loi du gaz parfait

Masse volumique

la plus faible

la plus élevée

H ₂	N ₂	NO	O ₂	Ar	Cl ₂
----------------	----------------	----	----------------	----	-----------------

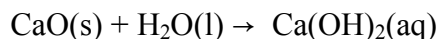
Si la température est portée à 819 K et la pression à 3 atmosphères, la masse volumique de ces gaz ne changera pas.

QUESTION IV (6 pts) Carbonate de sodium et procédé Solvay

1) **Calcination du calcaire** dans un four à chaux :



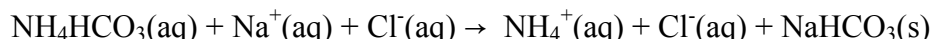
2) **Préparation d'un lait de chaux** en présence d'un excès d'eau :



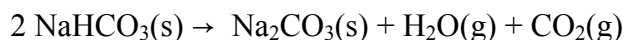
3) **Carbonatation** avec CO₂ de la saumure saturée en ammoniac :



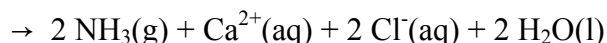
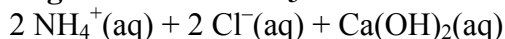
et **précipitation de l'hydrogénocarbonate de sodium** en présence de chlorure de sodium :



7) **Calcination de l'hydrogénocarbonate de sodium** vers 150 - 200°C :



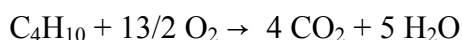
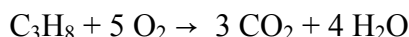
8) **Régénération de NH₃** à l'aide du lait de chaux :



QUESTION V (8 pts) Thermochimie, pouvoir calorifique des hydrocarbures

Combustion d'une mole de propane et d'une mole de n-butane.

1. équations des 2 réactions de combustion :



L'indication du signe des chaleurs de réaction ne sera pas exigée.

2. chaleurs de réaction :

- par groupe $-\text{CH}_2-$: $- 2878 - (-2220) = - 658 \text{ kJ/mol}$

- et par groupe $-\text{CH}_3$: $[-2220 - (- 658)]/2 = - 781 \text{ kJ/mol}$

3. chaleur de combustion du n-pentane :

$$-2878 + (- 658) = - 3536 \text{ kJ/mol}$$

4. quantités de chaleur dégagées par la combustion de 1,00 g de

- propane : $- 2220/44,11 = - 50,3 \text{ kJ/g}$

- n-butane : $- 2878/58,14 = - 49,5 \text{ kJ/g}$

- n-pentane : $- 3536/72,17 = - 49,0 \text{ kJ/g}$

5. Comme combustible, l'hydrocarbure le plus intéressant par rapport à la masse à transporter est le propane.

QUESTION VI (6 pts) Cinétique chimique

Valeurs de la

vitesse moyenne de disparition de HI au début de la réaction :

$$v = \Delta c / \Delta t = (4,40 - 10,0) / 1000 = - 5,6 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ (accepter } 5,6 \times 10^{-3})$$

vitesse de disparition de HI dans l'intervalle de temps 4000 à 5000 s :

$$v = (1,30 - 1,60) / 1000 = - 0,3 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ (accepter } 0,3 \times 10^{-3})$$

Valeurs de la

vitesse moyenne d'apparition de I_2 au début de la réaction :

$$- (- 5,6 \times 10^{-3} / 2) = + 2,8 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

vitesse d'apparition de I_2 dans l'intervalle de temps 4000 à 5000 s :

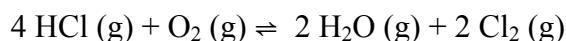
$$- (- 0,3 \times 10^{-3}) / 2 = + 0,15 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

QUESTION VII (6 pts) Solubilité et stœchiométrie

L'hydroxyde de cuivre est très soluble dans l'eau.		Faux
On mélange alors 0,03 mol d'ions Cu^{2+} et 0,03 mol d'ions OH^- .		
Le mélange initial est stœchiométrique.		Faux
Tous les ions OH^- réagissent.	Vrai	
Il apparaît 0,03 mol d'hydroxyde de cuivre (II).		Faux
Tous les ions Cu^{2+} réagissent.		Faux

QUESTION VIII (6 pts) Equilibres en phase gazeuse, valorisation des déchets

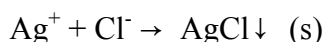
Effet des facteurs suivants sur le rendement en dichlore pour l'équilibre :



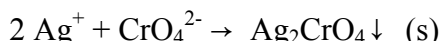
Action	Rendement en chlore		
Augmentation de la pression du dioxygène injecté			augmentation
Compression de volume de l'enceinte réactionnelle			augmentation
Ajout d'un catalyseur		pas de modification	
Extraction de l'eau formée à l'aide d'un desséchant			augmentation
Augmentation de la température	diminution		

QUESTION IX (8 pts) Titrage et solubilité. La culture des moules

1. Equation ionique décrivant la précipitation avant le terme du titrage :



2. Equation ionique décrivant le trouble rouge-orange au-delà du terme du titrage :



3. La solubilité du sel qui précipite à partir du terme du titrage par rapport à celle du sel qui précipite avant le terme est plus élevée

4. La concentration de la solution standard de NaCl vaut :

$$c_{\text{NaCl}} = (32,7 \text{ g/L}) / (58,44 \text{ g/mol}) = 0,5595 \text{ mol/L} = 0,560 \text{ mol/L}$$

La concentration de la solution aqueuse de nitrate d'argent vaut donc :

$$n_{\text{NaCl}} \text{ (dans 5 mL)} = (5,00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 32,7 \text{ g/L}) / (58,44 \text{ g/mol}) \\ = 0,00280 \text{ mol} = n_{\text{AgNO}_3} \text{ (dans 28 mL)}$$

$$c_{\text{AgNO}_3} = 0,00280 \text{ mol} / (28,0 \times 10^{-3} \text{ L}) = 0,100 \text{ mol/L (ou 0,100 M)}$$

5. Concentration en ions chlorure de l'échantillon d'eau de mer :

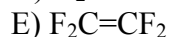
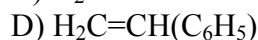
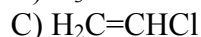
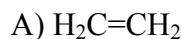
$$n_{\text{AgNO}_3} \text{ (dans 26,8 mL)} = 0,100 \text{ mol/L} \times 26,8 \times 10^{-3} \text{ L} = 2,68 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{Ag}^+}$$

$$c_{\text{Cl}^-} = (2,68 \times 10^{-3} \text{ mol}) / (5 \times 10^{-3} \text{ L}) = 0,536 \text{ mol/L}$$

QUESTION X (6 pts) Les polymères dans la vie quotidienne

Les monomères ci-dessous correspondent aux numéros 1 à 5 des polymères de la liste :



A et 1)	B et 5)	C et 3)	D et 2)	E et 4)
---------	---------	---------	---------	---------

Le nom du monomère C est monochloroéthène ou chlorure de vinyle

QUESTION XI (5 pts) Acide/base

Les couples acide/base sont les suivants :

	Couples acide/base conjugués
CH ₃ -COOH	CH ₃ -COOH/CH ₃ -COO ⁻
CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻ /CO ₃ ²⁻
NO ₂ ⁻	HNO ₂ /NO ₂ ⁻
H ₂ PO ₄ ⁻	H ₃ PO ₄ /H ₂ PO ₄ ⁻ et H ₂ PO ₄ ⁻ /HPO ₄ ²⁻
NH ₄ ⁺	NH ₄ ⁺ /NH ₃

QUESTION XII (6 pts) Isomérisation des composés organiques

Hydrocarbure correspondant aux critères indiqués :

Nom : 2-méthylpent-2-ène

Formule semi-développée : CH₃-C(CH₃)=CH-C₂H₅

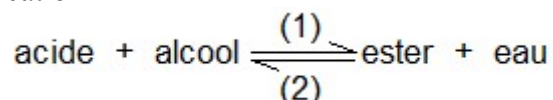
QUESTION XIII (7 pts) Fonctions organiques, les phéromones

Les molécules possédant la propriété indiquée sont :

Molécule(s) possédant	Molécule 1	Molécule 2	Molécule 3
une double liaison carbone-carbone		X	X
une fonction alcool			X
une fonction cétone		X	
une fonction acide carboxylique		X	X
une fonction ester	X		

QUESTION XIV (7 pts) Réactions organiques et équilibre chimique

Pour la réaction d'estérification



les constatations suivantes s'appliquent lorsque la quantité d'ester formé ne varie plus et est égale à 0,066 mol :

On a alors atteint l'état d'équilibre chimique	Vrai	
Le rendement en ester de la réaction est 34 %		Faux
Une fois l'équilibre atteint, plus aucune molécule ne réagit		Faux
En ajoutant un catalyseur, on peut obtenir plus d'ester		Faux
En distillant, quand c'est possible, l'ester au fur et à mesure de sa formation, on peut augmenter le rendement	Vrai	
En ajoutant de l'acide, on déplace l'équilibre dans le sens (2)		Faux
En éliminant l'eau avec un desséchant, on augmente le rendement en ester de la réaction	Vrai	

QUESTION XV (10 pts) Chimie Organique - Températures d'ébullition

- a) la nature et l'unité de la grandeur portée en abscisse est la masse molaire (en g/mol)
b) les **noms** des alcools correspondant aux points (a) à (f) sont :
(a) : méthanol (b) : éthanol (c) : n-propanol (d) : n-butanol
(e) : n-pentanol (f) : n-hexanol
c) Les deux facteurs qui pourraient être responsables de l'évolution de la température d'ébullition, $t_{\text{éb}}$, observée pour cette série d'alcools primaires sont :

Il y a augmentation des interactions intermoléculaires avec l'allongement de la chaîne	Vrai	
Le nombre de liaisons hydrogène (ponts hydrogène) diminue avec l'allongement de la chaîne		Faux

- d) La position des trois composés ci-dessous sur ce graphique est :

Composé	Abscisse	Ordonnée		
n-hexane	86 g/mol	$t_{\text{éb}} \ll 120^{\circ}\text{C}$		
n-heptanol (heptan-1-ol)	116 g/mol		$t_{\text{éb}} \approx 170^{\circ}\text{C}$	
Acide éthanoïque	60 g/mol			$t_{\text{éb}} > 100^{\circ}\text{C}$

NB. Les noms officiels (nomenclature IUPAC) des alcools c à f sont :
propan-1-ol, butan-1-ol, pentan-1-ol et hexan-1-ol.