

EXAMEN DE MATURITA BLANCHE
DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-SLOVAQUES ET FRANCO-TSCHEQUES

Année scolaire 2006 - 2007

EPREUVE DE CHIMIE

Durée 3h

Le sujet est constitué de cinq exercices indépendants. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en rappelant le numéro de l'exercice et des questions qui s'y rapportent.

PLAN DU SUJET :

1. Exploitation de document	OBTENTION DE L'EAU PURE
2. Problème	K_A ET PK_A D'ACIDES ET BASES FAIBLES
3. Questions de cours	COMPOSES ORGANIQUES
4. Exercice à caractère expérimental	SUIVI D'UNE CINÉTIQUE DE REACTION
5. Questionnaire à choix multiples	QUESTIONS SUR L'ENSEMBLE DU PROGRAMME

LE BARÈME DES EXERCICES EST LE SUIVANT :

1. Questions de cours.....	20 POINTS
2. Document.....	10 POINTS
3. Problème.....	25 POINTS
4. Exercice à caractère expérimental	25 POINTS
5. Questionnaire à choix multiples	20 POINTS

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

Aucun document, formulaire ni table de valeurs n'est autorisé. Du papier millimétré est fourni aux candidats.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation.

Deux feuilles annexes sont à rendre avec la copie : la feuille de réponse du questionnaire à choix multiples et la courbe de l'exercice à caractère expérimental.

Chaque page de la copie sera numérotée en bas et au centre « page x/n », n étant le nombre total de pages.

EXPLOITATION DE DOCUMENT

OBTENTION DE L'EAU PURE

Pour obtenir de l'eau potable à partir d'une eau naturelle, plusieurs opérations sont nécessaires.

Dans un premier temps, l'eau est clarifiée par sédimentation ou par floculation (précipitation des substances en suspension), puis filtrée. Afin d'éliminer les bactéries pathogènes, l'eau est désinfectée par addition de dichlore ou d'ozone. Une filtration sur charbon actif permet enfin d'éliminer les goûts ou odeurs désagréables. L'eau ainsi obtenue subit alors une série de mesures physico-chimiques et de tests chimiques et biochimiques pour vérifier qu'elle satisfait bien aux normes définies par la législation sur les eaux potables.

L'eau du robinet, bien que potable, n'est pas pure : elle contient des gaz et des minéraux dissous.

Le dioxygène O_2 , par ses propriétés oxydantes, et le dioxyde de carbone CO_2 , par ses propriétés acides, sont susceptibles de réagir avec des solutés dissous dans l'eau. Il conviendra donc de réduire fortement leur concentration. Une ébullition prolongée et une conservation à l'abri de l'air donnent de bons résultats.

L'eau du robinet contient des anions tels que les ions chlorure, nitrate, sulfate, phosphate, carbonate et hydrogencarbonate, et des cations tels que les ions sodium, potassium, magnésium et calcium. Une eau contenant beaucoup d'ions Ca^{2+} ou Mg^{2+} est dite « dure ».

Une eau dure empêche les savons de mousser et entartre les canalisations. Aussi faut-il « l'adoucir » pour certains usages, tels que le lavage à la machine.

1. Composition (en $mg \cdot L^{-1}$) de quelques eaux minérales.

	Badoit	Contrex	Évian	Vichy	Vittel	Volvic
calcium Ca^{2+}	222	451	78	78	202	10
magnésium Mg^{2+}	66	92	24	9	36	6
sodium Na^+	172	8	5	1 744	3	8
potassium K^+	-	3	1	115	-	6
hydrogénéo-carbonate HCO_3^-	1 420	386	357	4 263	402	64
Sulfate SO_4^{2-}	-	1 058	10	182	306	7
Chlorure Cl^-	-	6	2	329	-	8
Nitrate NO_3^-	-	1	4	-	-	2

2. Solubilité (en $cm^3 \cdot L^{-1}$ sous une pression de 1 bar) de quelques gaz dans l'eau, en fonction de la température.

température (°C)	0	10	20	30
dioxygène O_2	49	38	31	26
dioxyde de carbone CO_2	1 700	1 200	880	665
diazote N_2	23	19	16	13
sulfure d'hydrogène H_2S	4 670	3 400	2 600	2 040

Questions – DOCUMENT:

- Comment passe-t-on d'une eau naturelle à une eau potable ? Enumérez tous les procédés **chimiques** nécessaires.
- Pourquoi faut-il dégazer l'eau utilisée ?
- D'après le texte, quels gaz faut-il surtout éliminer ?
- Trouvez dans le tableau l'eau minérale la plus dure.
- Justifier le choix de la question 4) à partir du texte.
- Comment évolue la solubilité des gaz dans l'eau en fonction de la température ?

PROBLEME

 K_A ET pK_A D'ACIDES ET BASES FAIBLES, pH DE LEURS SOLUTIONS

Par dissolution de dioxyde de carbone dans de l'eau pure, on obtient une solution légèrement acide.

- a) Expliquer la raison de cette acidité. Écrire l'équation-bilan de la réaction et nommer l'espèce basique du couple.
- b) Donner l'expression de la constante d'acidité K_{a1} de ce couple. Calculer le pK_{a1} correspondant sachant que $K_{a1} = 4,5 \times 10^{-7}$.
- c) On considère une solution d'hydrogénocarbonate de sodium NaHCO_3 , de concentration $c = 1 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. De quel couple l'ion hydrogénocarbonate est-il l'acide ? Calculer la constante d'acidité de ce second couple sachant que $pK_{a2} = 10,3$.
- d) A l'aide d'un seul axe gradué en pH définir les domaines de prédominance des formes des deux couples $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ et $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ traités ci-dessus.
- e) Sur une échelle de pK_a , indiquer tous les couples mis en jeu et souligner les espèces majoritairement introduites. Peut-on envisager une réaction acido-basique des ions hydrogénocarbonate sur eux-mêmes ? En donner l'équation-bilan. Déterminer sa constante d'équilibre K_R et montrer qu'il s'agit de la réaction prépondérante dans cette solution.
- f) Dans quel sens la réaction précédente peut-elle être considérée comme quasi totale ? Justifier la réponse.
- g) Quelle relation lie les concentrations de la base la plus forte et de l'acide le plus fort de la solution considérée **en d** ?
- h) Exprimer le pH en fonction de pK_{a1} d'une part et en fonction de pK_{a2} d'autre part.
- i) A l'aide des deux expressions précédentes déduire la relation entre le pH de la solution et les pK_a des deux couples mis en jeu puis calculer la valeur numérique du pH de la solution.
- j) Une eau de pluie non polluée a un pH égale à 5,65. En considérant que toute l'acidité est due à la dissolution de CO_2 qui, ayant été présent dans l'air, a été entraîné puis solubilisé par l'eau de pluie, calculer la concentration des molécules de CO_2 présentes à l'équilibre et la quantité totale de ce gaz ayant ainsi été dissous dans 1 L d'eau.

QUESTIONS DE COURS

COMPOSES ORGANIQUES : NOMENCLATURE, ISOMERIES, REACTIONS

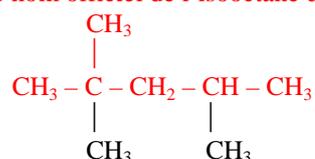
1. Donner la formule brute générale des composés suivants:

a) alcane b) alcène c) alcool à chaîne acyclique saturée

2. Ecrire la formule générale des composés suivants :

a) alcool primaire b) alcool secondaire c) alcool tertiaire
d) aldéhyde e) cétone f) acide carboxylique

3. En expliquant les règles de la nomenclature, donner le nom officiel de l'isooctane de formule :



4. Définir l'isométrie de constitution. On distingue trois grands types d'isométrie de constitution quels sont-ils ?

5. Préciser, pour chaque couple, le type d'isométrie de constitution présenté :

a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$ et $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$

b) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CHO}$ et $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$

c) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ et $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH}$

6. On considère les alcools linéaires de formule brute $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

a) écrire la formule semi-développée de tous les isomères. Les nommer. Dans la question a) on ne considérera pas les stéréoisomères.

b) indiquer lequel de ces alcools possède des stéréoisomères de configuration. Comment se nomme cette isométrie ?

c) dessiner les stéréoisomères de la question 6.b. en utilisant la représentation de CRAM.

d) quelle est la cause de cette stéréoisométrie ?

7. a) Quel est le test caractéristique des aldéhydes et des cétones ?

b) Quels tests caractéristiques permettent de distinguer les aldéhydes des cétones ? (en citer 2 au minimum)

c) Quelle propriété chimique des aldéhydes est alors mise en jeu ?

EXERCICE A CARACTERE EXPERIMENTAL

CINETIQUE D'UNE REACTION CHIMIQUE

A l'instant de date $t = 0$, on mélange 1 L d'une solution d'éthanoate d'éthyle de concentration $c_1 = 10 \text{ mmol.L}^{-1}$ avec 1 L d'une solution d'hydroxyde de sodium de même concentration.

I.

1. De quel type de réaction s'agit-il ? Donner ses caractéristiques.
2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction et nommer les produits obtenus.
3. Calculer la concentration molaire des ions hydroxyde dans le mélange à l'instant $t = 0$.
4. Existe-il un facteur cinétique pour cette réaction ? Lequel ? Expliquer.

II.

Pour déterminer la concentration molaire en ions hydroxyde restants on réalise un dosage colorimétrique à différentes dates t en prélevant un échantillon du mélange.

On détermine ainsi la concentration molaire en ions hydroxyde restants à différentes dates t :

t (min)	2	4	6	8	10	12	14	16
[OH] $(10^{-4} \text{ mol.L}^{-1})$	37	27	19	15	12,5	11	10	9
[alcool] $(10^{-4} \text{ mol.L}^{-1})$								

1. Etablir la relation donnant les concentrations en alcool aux différentes dates t .
2. Compléter le tableau précédent pour [alcool] aux différentes dates t .
3. Parmi les indicateurs colorés ci-dessous choisir le plus approprié. Indiquer les changements de couleur observés à l'équivalence acidobasique.
4. Donner le schéma annoté du dosage.
5. Représenter graphiquement la concentration de l'alcool formé en fonction du temps.
Echelle : 1 cm pour 1 min et 1 cm pour $5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$
6. Définir la vitesse instantanée de formation de l'alcool.
7. Déduire de la courbe la valeur de la vitesse instantanée pour $t = 10 \text{ min}$.
8. Déduire la valeur du temps de demi-réaction.
9. Calculer la vitesse moyenne de formation de l'alcool entre les dates $t = 4 \text{ min}$ et $t = 10 \text{ min}$.

Données :

Zones de virage des indicateurs colorés :

Hélianthine (3,4 - 4,4) ; Bleu de bromothymol (6,0 - 7,6) ; Phénolphaléine (8,2 - 10,0)

QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

Le candidat répond sur la feuille annexe intitulée : RÉPONSES AU QCM (page 9)

LA FEUILLE ANNEXE „RÉPONSES AU QCM“ SERA REMISE AVEC LA COPIE

Aucune justification n'est demandée.

Il n'y a qu'une seule bonne réponse par question.

- Le test d'identification des ions chlorures dans une solution aqueuse donne :
 - un précipité blanc de chlorure de sodium
 - un précipité vert de chlorure d'argent (I)
 - un précipité blanc de chlorure d'argent (I)
 - un précipité blanc de chlorure d'ammonium
 - un précipité jaune de chlorure d'ammonium
- Quel est le nombre total d'atomes contenus dans une mole de molécules de H_2SO_4 ?
 - 7 moles d'atomes
 - 1 mole d'atomes
 - $6,023 \times 10^{23}$ moles d'atomes
 - $4,2 \times 10^{24}$ moles d'atomes
 - $7 / 6,023 \times 10^{23}$ moles d'atomes
- La force électromotrice d'une pile de type Daniell :
 - ne dépend pas de la résistance du voltmètre intercalé
 - est inversement proportionnelle à la résistance interne du voltmètre
 - est proportionnelle à l'intensité du courant circulant dans la pile
 - dépend du rapport des masses de métaux dans les deux demi-piles
 - ne dépend des concentrations des cations métalliques contenus dans les deux demi-piles
- Le 1,3-dichlorobenzène est :
 - obtenu au cours d'une réaction qui conserve le caractère aromatique
 - obtenu au cours d'une réaction qui supprime le caractère aromatique
 - obtenu par addition
 - aussi appelé paradichlorobenzène
 - obtenu par substitution d'atomes de carbone.
- La molécule de l'eau contient :
 - un double nonliant sur l'atome d'hydrogène
 - deux doubles nonliants sur l'atome d'hydrogène
 - un doublet nonliant sur l'atome d'oxygène
 - aucun double nonliant
 - deux doubles nonliants sur l'atome d'oxygène
- Le nom du composé H_2S est :
 - acide sulfurique
 - acide sulfureux
 - sulfure d'hydrogène
 - acide disulfurique
 - acide disulfureux
- Deux molécules non superposables et images l'une de l'autre dans un miroir sont :
 - des diastéréoisomères
 - des isotopes
 - des isomères de constitution
 - achirales
 - énantiomères

8. Lequel des composés suivants n'appartient pas aux polluants atmosphériques ?
- les fréons
 - le dioxyde de carbone
 - le dioxyde de soufre
 - le diazote
 - les oxydes d'azote
9. L'électroneutralité d'une solution signifie que :
- la solution contient le même nombre de cations que d'anions
 - la solution contient autant de charges positives que de charges négatives
 - la solution ne contient pas d'ions
 - la solution a un $\text{pH} = 7$ à $25\text{ }^\circ\text{C}$
 - la concentration des ions H_3O^+ et la même que celle des ions OH^-
10. Parmi les espèces suivantes trouver la seule base forte :
- ion éthanolate
 - ion éthanoate
 - ion fluorure
 - ion nitrate
 - ammoniac
11. Trouver la seule affirmation fausse :
- Le nombre d'oxydation d'un élément dans un corps pur simple est zéro.
 - Le nombre d'oxydation d'un élément dans un ion monoatomique est égal à la charge de cet ion.
 - Le nombre d'oxydation d'un élément dans un ion polyatomique est égal à la charge de cet ion.
 - Dans une molécule, la somme des nombres d'oxydation est nulle.
 - Dans un ion polyatomique, la somme des nombres d'oxydation est égale à la charge de cet ion.
12. La chaleur d'une réaction chimique :
- est égale à la somme des énergies de liaison des réactifs et des produits de la réaction
 - est égale à la somme des énergies des liaisons formées diminuée de la somme des énergies des liaisons rompues
 - est négative pour une réaction endothermique
 - est nulle pour une réaction athermique
 - ne dépend pas des coefficients stoechiométriques de l'équation-bilan
13. Le classement des composés par ordre décroissant de leur solubilité dans l'eau est :
- éthanol, chlorure d'hydrogène, dioxyde de carbone, dioxygène
 - chlorure d'hydrogène, éthanol, dioxyde de carbone, dioxygène
 - éthanol, dioxyde de carbone, chlorure d'hydrogène, dioxygène
 - dioxygène, dioxyde de carbone, chlorure d'hydrogène, éthanol
 - dioxyde de carbone, éthanol, dioxygène, chlorure d'hydrogène
14. La formule suivante $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CHO}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ représente le :
- 4-éthylpentanal
 - 2-propylbutanal
 - 3-heptanal
 - 2-éthylpentan-1-ol
 - 2-éthylpentanal
15. Laquelle des réactions suivantes est une réaction autocatalytique ?
- l'oxydation des ions iodure par l'eau oxygénée en milieu acide
 - l'oxydation des ions iodure par les ions peroxodisulfate
 - l'oxydation de l'acide oxalique par les ions permanganate en milieu acide
 - la dismutation de l'eau oxygénée en présence de platine
 - la dismutation des ions thiosulfate en milieu acide

16. Le produit ionique K_w dans une solution aqueuse à 0 °C est égal à 10^{-15} . Le pH d'une solution neutre à cette température est :
- A) 10^{-7} B) inférieur à 7 C) 7 D) supérieur à 7 E) 15
17. Le coefficient d'ionisation d'un acide faible :
- A) est toujours égal à 100%
B) diminue lorsque la concentration de l'acide faible augmente
C) ne dépend pas de la concentration de l'acide faible
D) augmente avec la concentration de l'acide faible
E) est toujours très faible
18. Une solution tampon peut être obtenue lorsqu'on mélange des quantités convenables des solutions :
- A) d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium
B) d'acide chlorhydrique et de chlorure de sodium
C) d'acide éthanoïque et d'éthanoate de sodium
D) d'acide éthanoïque et de chlorure de sodium
E) d'éthanol et d'éthanolate de sodium
19. La combustion complète du méthane donne:
- A) du dioxyde de carbone et de l'eau
B) un alcool
C) du sucre (aldéhyde)
D) un acide
E) une cétone
20. L'acide salicylique :
- A) peut être préparé par la réaction du dioxyde de carbone avec le phénate de sodium
B) est le produit d'estérification de l'acide acétylsalicylique
C) est l'acide 1,3-hydroxybenzoïque
D) est l'acide 1,4-hydroxybenzoïque
E) contient une fonction ester

ANNEXE : Réponses au QCM

CETTE FEUILLE EST A RENDRE AVEC LA COPIE

Le candidat répond sur cette feuille annexe en faisant une croix, pour chaque question, dans la case correspondant à la bonne réponse. En cas d'erreur le candidat noirci la mauvaise réponse et entoure d'un cercle la case de la bonne réponse.

Aucune justification n'est demandée. Il n'y a qu'une seule bonne réponse par question.

Exemple de question:

0. Lavoisier était :

A) un chimiste B) un joueur de jazz C) un écrivain D) un homme politique E) un peintre

Exemples de réponses valables pour la réponse juste A :

	A	B	C	D	E
0.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GRILLE DE REPONSE :

	A	B	C	D	E
1.	<input type="checkbox"/>				
2.	<input type="checkbox"/>				
3.	<input type="checkbox"/>				
4.	<input type="checkbox"/>				
5.	<input type="checkbox"/>				
6.	<input type="checkbox"/>				
7.	<input type="checkbox"/>				
8.	<input type="checkbox"/>				
9.	<input type="checkbox"/>				
10.	<input type="checkbox"/>				
11.	<input type="checkbox"/>				
12.	<input type="checkbox"/>				
13.	<input type="checkbox"/>				
14.	<input type="checkbox"/>				
15.	<input type="checkbox"/>				
16.	<input type="checkbox"/>				
17.	<input type="checkbox"/>				
18.	<input type="checkbox"/>				
19.	<input type="checkbox"/>				
20.	<input type="checkbox"/>				