

**MATURITA BLANCHE  
DES SECTIONS BILINGUES  
FRANCO-TCHEQUES ET FRANCO-SLOVAQUES**

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE**

Année scolaire 2010-2011  
Session de mars 2011

**EPREUVE DE CHIMIE**

**Durée : 3 heures**

---

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.

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.

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

Du papier millimétré est fourni aux candidats.

---

**Plan du sujet :**

1. Questions de cours.....	ESTERIFICATION – HYDROLYSE	20 POINTS
2. Exercice à caractère expérimental.....	TITRAGE CONDUCTIMETRIQUE DU DESTOP	25 POINTS
3. Problème.....	L'AMMONIAC ET SES SOLUTIONS AQUEUSES	25 POINTS
4. Etude de document.....	COMMENT LE SEL PEUT-IL CONSERVER DES ALIMENTS?	10 POINTS
5. Questionnaire à choix multiples.....	QUESTIONS SUR L'ENSEMBLE DU PROGRAMME	20 POINTS

## QUESTIONS DE COURS

### ESTERIFICATION - HYDROLYSE

1. Ecrire l'équation-bilan générale de la réaction d'estérification-hydrolyse. Donner les caractéristiques communes à l'estérification et à l'hydrolyse.
2. Exprimer la constante d'équilibre  $K$  associée à la réaction d'estérification. Est-ce que  $K$  dépend de la température ? Est-ce que  $K$  dépend de la classe de l'alcool ?
3. Nommer les espèces présentes à l'état d'équilibre de la réaction d'estérification-hydrolyse. Indiquer leurs proportions respectives lorsque l'alcool est primaire et le mélange initial équimolaire.
4. Quelle est l'influence des facteurs suivants sur l'état d'équilibre de la réaction d'estérification : température, catalyse, excès d'un réactif ?
5. On considère la synthèse de l'éthanoate de 3-méthylbutyle. Ecrire l'équation-bilan de la réaction et nommer les espèces qui participent à la réaction.
6. On souhaite préparer le même ester que dans la question précédente de façon à ce que la réaction soit rapide et totale. Ecrire l'équation de la réaction et nommer les espèces qui y participent.
7. Compléter la formule et les noms des esters A et B pour que les équations suivantes soient complètes :
  - a)  $\text{CH}_3\text{-CO-O-CO-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-OH} \rightarrow \text{A} + \text{CH}_3\text{COOH}$   
           anhydride éthanoïque            2-méthylpropan-1-ol            ?            acide éthanoïque
  - b)  $\text{B} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{-CO-O}^-$   
       ?            ion hydroxyde                            méthanol                            ion benzoate
  - c) Comment appelle-t-on la réaction b) ?
8. Ecrire les formules semi-développées et nommer tous les esters de formule brute  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ .

**EXERCICE A CARACTERE EXPERIMENTAL****TITRAGE CONDUCTIMETRIQUE DU DESTOP**

On dispose d'un produit commercial débouchant les canalisations : le produit « Destop ». Cette solution commerciale notée  $S_0$ , contient de l'hydroxyde de sodium à une concentration  $c_0$  inconnue. Afin de procéder à son titrage, on dilue 80 fois la solution  $S_0$  pour préparer une solution S de concentration  $c$ .

On introduit ensuite 10,0 mL de la solution S dans un bécher. On ajoute 200 mL d'eau distillée et on plonge la cellule d'un conductimètre dans la solution diluée.

On effectue le titrage de cette dernière par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $c_a = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . On mesure la conductance  $G$  initiale, puis de nouveau pour chaque ajout d'acide versé.

On obtient les résultats présentés dans le tableau suivant :

$V_a$ (mL)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$G$ (mS)	13,4	12,1	10,8	9,6	8,4	7,3	6,3	6,8	9,3	12,3	15,5	18,4	21,3

Données :  $\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,6 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ;  $\lambda_{\text{H}^+} = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 $\lambda_{\text{OH}^-} = 19,9 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ;  $\lambda_{\text{Na}^+} = 5,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

**I. Dilution de la solution commerciale**

On dispose du matériel suivant :

fiole jaugée de 250 mL  
 fiole jaugée de 200 mL  
 pipette jaugée de 2 mL  
 pipette graduée de 1 mL  
 pipette graduée de 2 mL  
 poire à pipeter.

1. Quel danger représente l'utilisation d'un produit domestique comme le « Destop » ? Comment se protège-t-on lorsqu'on l'utilise ?
2. Quel volume de la solution commerciale doit-on prélever pour préparer la solution S de volume  $V = 200 \text{ mL}$  ?
3. Décrire le mode opératoire en indiquant la verrerie utilisée.

**II. Titrage conductimétrique**

4. Faire le schéma annoté représentant le montage d'un titrage conductimétrique.
5. Ecrire l'équation de la réaction de titrage. Quels sont les ions spectateurs ?
6. Tracer la courbe représentant la conductance  $G$  en fonction du volume  $V_a$  d'acide versé.  
*Echelle : 1 cm pour 2 mL et 1 cm pour 2 mS*
7. Comment déterminer le volume équivalent ? Quelle est sa valeur ?

**III. Exploitation des résultats**

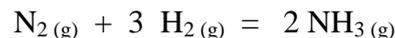
- 8.a) Déduire la quantité de matière d'ions oxonium versés à l'équivalence, puis celle des ions hydroxyde titrés.
- 8.b) Quelle est la concentration  $c_0$  de la solution commerciale ?
- 9.a) Quelle est la composition de la solution à l'équivalence ?
- 9.b) Déterminer la concentration molaire de la solution à l'équivalence.
- 9.c) Calculer la conductivité de la solution à l'équivalence.
10. Interpréter la diminution de  $G$  dans la première partie de la courbe. Quel est le réactif limitant ?
11. Expliquer pourquoi la pente de la courbe est plus grande après l'équivalence.

**PROBLEME****L'AMMONIAC ET SES SOLUTIONS AQUEUSES**

Les deux parties de l'exercice sont indépendantes.

**1. Synthèse de l'ammoniac**

L'ammoniac est synthétisé à partir d'un mélange de dihydrogène et de diazote en présence d'un catalyseur à la pression  $P = 1,00 \times 10^4 \text{ kPa}$  et à la température  $T = 400 \text{ }^\circ\text{C}$ . L'équation de la réaction est la suivante :



Dans un réacteur, on mélange  $n_{\text{N}_2} = 500 \text{ mol}$  de diazote et la quantité stœchiométrique  $n_{\text{H}_2}$  de dihydrogène. A la fin de la réaction, le taux d'avancement final est  $\tau = 0,75$ .

- 1.1. Quelle est la quantité de matière de dihydrogène  $n_{\text{H}_2}$  introduite dans le réacteur pour la synthèse ?
- 1.2. La réaction de synthèse de l'ammoniac est-elle une réaction totale ? Justifier.
- 1.3. Calculer  $x_{\text{max}}$  la valeur de l'avancement maximal de la réaction et  $x_{\text{fin}}$  celle de l'avancement final de la réaction.
- 1.4. Déterminer les quantités de matière de tous les composants du mélange à la fin de la réaction.
- 1.5. On suppose que tous les gaz se comportent comme des gaz parfaits. Calculer le volume de diazote dans le mélange initial.

**2. La solution aqueuse d'ammoniaque**

On dissout un volume  $V_A = 0,12 \text{ L}$  d'ammoniac dans de l'eau distillée pour obtenir  $V_S = 500 \text{ mL}$  de solution aqueuse d'ammoniaque S.

- 2.1. Calculer la quantité de matière d'ammoniac  $n_A$  contenue dans le volume gazeux  $V_A$ .
- 2.2. Déterminer la concentration de la solution S.
- 2.3. Le pH de la solution S vaut 10,6. Calculer la concentration des ions oxonium et celle des ions hydroxyde dans la solution S.
- 2.4. Écrire l'équation de la réaction chimique entre l'ammoniac et l'eau.
- 2.5. La transformation chimique associée à cette réaction est-elle totale ? Justifier la réponse.
- 2.6. Donner l'expression de la constante d'équilibre  $K_{\text{éq}}$  de cette réaction et déterminer sa valeur. Quelle est alors la valeur du quotient de réaction  $Q_{\text{R,éq}}$  à l'équilibre ?
- 2.7. En déduire la valeur de la constante d'acidité  $K_{\text{A}2}$  du couple  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  et la valeur de  $\text{p}K_{\text{A}2}$ .

**Données :**

Constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ S.I.}$

Equation des gaz parfaits :  $P \times V = n \times R \times T$

Volume molaire d'un gaz :  $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$  à  $P = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$  et  $T = 293 \text{ K}$

Constante d'acidité du couple  $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$  :  $K_{\text{A}1} = 1,00 \times 10^{-14}$

## ETUDE DE DOCUMENT

### COMMENT LE SEL PEUT-IL CONSERVER DES ALIMENTS?

L'utilisation du sel pour la conservation de la viande ou du poisson n'est pas une découverte récente : on applique cette technique depuis la préhistoire. Et aujourd'hui encore, l'industrie agroalimentaire y a largement recours. C'est que le sel, ou plus exactement le chlorure de sodium (NaCl) est un agent bactériostatique : il a le pouvoir de freiner la multiplication des micro-organismes responsables de l'altération des aliments.

Ainsi, les bactéries protéolytiques (comme les pseudomonas) attaquent les protéines, tandis que les bactéries lipolytiques (telles que les micrococci) dégradent les matières grasses. En outre, les levures et moisissures détériorent aussi la matière organique. Autant de micro-organismes dont le développement dépend tout à la fois de la température, du pH, de la présence d'oxygène, mais surtout de l'eau. Et c'est là qu'intervient le sel : il attire l'eau, la fixe et du même coup, en prive les bactéries. En effet, le sel, dissous dans l'eau (saumure) ou dans le jus superficiel de l'aliment, forme une solution plus concentrée que l'eau contenue dans l'aliment.

Grâce à un phénomène physique appelé « osmose », l'eau moins salée est attirée par la solution plus concentrée en sel, ce qui tend à égaliser les concentrations entre la solution de sel et l'eau de l'aliment. Les micro-organismes se retrouvent alors dans des conditions hypertoniques (c'est-à-dire un milieu de faible concentration en eau), se déshydratent et ne peuvent plus se développer.

Concrètement, une solution de 5% de sel interrompt la multiplication de la plupart des bactéries anaérobies (celles qui se développent sans oxygène), et ralentit celle des aérobies (qui ont besoin d'oxygène). A 10%, la croissance de la plupart des germes est bloquée. Le sel devient alors un agent conservateur.

Reste que l'évolution des goûts limite aujourd'hui les teneurs de sel des produits à 2 % pour les viandes, et à 3,5% pour les poissons. A l'exception de certaines charcuteries plus salées. Du coup, le sel n'est plus le principal conservateur : on peut lui ajouter désormais des nitrites et des nitrates qui en complètent l'action. Le salage traditionnel, lui, est souvent combiné avec le séchage, qui prive aussi les germes d'eau. Et il est également une étape préliminaire au fumage.

Science&vie, décembre 2007

### Questions:

1. Pourquoi le sel est-il un agent « bactériostatique » ?
2. Quels sont les micro-organismes responsables de la dégradation des aliments ?
3. Quels sont les paramètres qui influencent l'action de ces micro-organismes ?
4. Sur lequel de ces paramètres le sel a-t-il une influence ?
5. Selon vous comment peut-on agir sur le paramètre température ? Et sur le paramètre O<sub>2</sub> ?
6. Comment le sel arrive-t-il à protéger l'intérieur des aliments ?
7. Qu'est-ce qui limite de nos jours l'utilisation du sel ?

**QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES**

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c et d, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille fournie page 9**. Cette grille devra être rendue avec votre copie.

Exemple : 0- Lavoisier était :  
 a) un chanteur de jazz  
 b) un peintre  
 c) un chimiste  
 d) un dentiste

Ecrire, comme dans l'exemple suivant, sur la copie prévue à cet effet page 9 :

<b>0.</b>	a	b	c	d
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En cas d'erreur, barrer les 4 cases et noter à côté la bonne réponse, comme dans l'exemple suivant :

<b>0.</b>	a	b	c	d
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 0c

- Le temps de demi-réaction est :
  - la durée au bout de laquelle la vitesse de formation d'un produit est diminuée de moitié.
  - La durée au bout de laquelle la moitié de la quantité du réactif limitant a réagi.
  - La moitié de la durée totale de la réaction.
  - La moitié du coefficient directeur de la tangente à la courbe.
- Le couple acide / base dont le phénol est la forme acide est:
  - $C_6H_5OH_2^+ / C_6H_5OH$
  - $C_6H_5OH / C_6H_5OH_2^+$
  - $C_6H_5O^- / C_6H_5OH$
  - $C_6H_5OH / C_6H_5O^-$
- Une solution acide de concentration  $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , a un  $\text{pH} = 2$ . Le taux d'avancement final de la réaction avec l'eau vaut :
  - 0,01
  - 2,0
  - 1,0
  - 0,1
- L'octane et le 2,2,4-triméthylpentane sont :
  - des isomères de conformation
  - des isomères de chaîne
  - deux composés ayant pour formule brute  $C_8H_{16}$
  - des stéréoisomères
- Un acide faible est :
  - un acide très dilué
  - une solution aqueuse d'acide chlorhydrique
  - un acide pour lequel la réaction avec l'eau constitue un équilibre chimique
  - un acide plus faible que l'eau

6. Une pile est un système chimique :
- toujours à l'équilibre
  - toujours hors équilibre
  - dont la transformation est forcée
  - qui transforme l'énergie électrique en énergie chimique
7. Une solution d'acide chlorhydrique a un pH égal à 2,8. On la dilue 100 fois, son pH devient égal à :
- 4,8
  - 3,8
  - 1,8
  - 0,8
8. Dans un électrolyseur :
- la réaction qui se produit est spontanée
  - la cathode est l'électrode reliée au pôle positif du générateur
  - il se produit une réaction d'oxydation à l'anode
  - la masse de l'anode augmente toujours au cours de l'électrolyse
9. Les deux fonctions chimiques de l'aspirine sont :
- acide, alcool
  - ester, acide
  - ester, alcool
  - acide, anhydride
10. La molécule dont la géométrie est pyramidale est :
- l'ammoniac
  - le méthanol
  - le dioxyde de carbone
  - l'eau
11. La présence d'une liaison double se met en évidence avec :
- le réactif de Tollens
  - la 2,4 DNPH
  - l'eau de brome
  - la liqueur de Fehling
12. Choisir parmi les réactions suivantes celle qui est lente :
- la précipitation de l'hydroxyde de cuivre
  - le changement de la couleur de la phénolphtaléine dans un milieu basique
  - la fermentation alcoolique
  - la formation de chlorure d'argent aux cours du test aux ions chlorures
13. La chromatographie sur couche mince permet :
- de séparer et d'identifier des espèces chimiques
  - de faire apparaître des tâches incolores
  - d'identifier des espèces chimiques non dissoutes dans l'éluant
  - d'identifier uniquement des espèces colorées

14. La réaction entre un anhydride d'acide et un alcool est une réaction :
- de saponification
  - d'hydrolyse
  - lente, limitée
  - rapide, totale
15. La cassure d'une liaison :
- est exothermique
  - est athermique
  - est endothermique
  - est impossible
16. La combustion complète d'une mole d'un alcane saturé et non cyclique donne cinq moles d'eau. Cet alcane est :
- le pentane
  - le propane
  - le butane
  - l'hexane
17. L'équation correcte qui représente la réaction entre les couples  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  et  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  est:
- $\text{Ag} + \text{Fe} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+}$
  - $2\text{Ag}^+ + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$
  - $\text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag} \rightarrow 2\text{Ag}^+ + \text{Fe}$
  - $\text{Ag}^+ + 2\text{Fe} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Ag}$
18. La vitesse initiale de formation d'un produit est en général :
- nulle
  - minimale
  - constante
  - maximale
19. Pour identifier tous les groupes carbonyles on utilise :
- la liqueur de Fehling
  - le réactif de Tollens
  - la 2,4 – D.N.P.H.
  - une solution aqueuse de permanganate de potassium
20. La réaction d'estérification est catalysée par  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Le catalyseur :
- augmente le taux d'avancement final
  - augmente le temps de demi-réaction
  - diminue le temps de demi-réaction
  - modifie la constante d'équilibre de la réaction

**QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES**

<b>1.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>2.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>3.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>4.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>5.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>6.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>7.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>8.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>9.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>10.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>11.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>12.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>13.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>14.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>15.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<b>16.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>17.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>18.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>19.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>20.</b>	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>