

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

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE**

Année scolaire 2008/09

Session de mai 2009

**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.....	SAVONS	20 POINTS
2. Exercice à caractère expérimental.....	DISMUTATION DES IONS THIOSULFATE	25 POINTS
3. Problème.....	ETUDE D'UNE PILE ALUMINIUM – CUIVRE	25 POINTS
4. Etude de document.....	EST-IL POSSIBLE DE FABRIQUER DE L'EAU ?	10 POINTS
5. Questionnaire à choix multiple.....	QUESTIONS SUR L'ENSEMBLE DU PROGRAMME	20 POINTS

## QUESTIONS DE COURS

### SAVONS

Mode opératoire pour la préparation d'un savon :

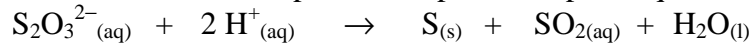
*On introduit, dans un ballon de 250 mL, 15 g d'une huile de palme (de densité égale à 0,9), 10 mL de solution aqueuse d'hydroxyde de potassium de concentration  $4 \text{ mol.L}^{-1}$ , 5 mL d'éthanol et quelques grains de pierre ponce. On adapte un réfrigérant à eau et on chauffe à reflux pendant 30 minutes, à l'aide d'un chauffe-ballon. A la fin de la réaction on verse le mélange encore chaud dans un bécher contenant 100 mL d'eau froide et 20 g de chlorure de sodium tout en agitant vivement.*

- 1.a) Pourquoi utilise-t-on une solution alcoolique au cours de la préparation d'un savon ?
- 1.b) Quel est l'intérêt d'un chauffage à reflux ?
- 1.c) Quel est le rôle de la pierre ponce ?
- 1.d) Comment s'appelle l'opération qui suit l'arrêt de la réaction ? Quel est son but ?
2. Citer la différence principale et le point commun entre un acide gras et un triglycéride ?
- 3.a) Ecrire l'équation de la saponification du triglycéride provenant de l'acide palmitique (de formule brute  $\text{C}_{16}\text{H}_{31}\text{O}_2$ ) par une solution concentrée d'hydroxyde de potassium.
- 3.b) Nommer les deux produits de cette réaction.
- 3.c) Cette réaction est-elle lente ou rapide, limitée ou totale ?
- 3.d) Ecrire la formule topologique de l'acide palmitique.
- 4.a) Un savon de formule générale  $\text{RCOOK}$  est-il un composé moléculaire ou ionique ?
- 4.b) Ecrire l'équation de la dissolution d'un composé  $\text{RCOOK}$  dans l'eau.
- 4.c) Quel est le caractère acido-basique de la solution obtenue ? Justifier.
- 4.d) Comment vérifier ce caractère ?
- 4.e) Est-ce qu'un savon est plus soluble dans l'eau distillée ou dans une eau dure ? (celle-ci contient des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ). Justifier.
- 5.a) L'ion  $\text{RCOO}^-$  faisant partie d'un savon a-t-il un caractère hydrophile ou hydrophobe ? Expliquer.
- 5.b) A l'aide d'un schéma annoté, représenter le mode d'action d'un savon sur une tache de graisse se trouvant dans une solution aqueuse.

**EXERCICE A CARACTERE EXPERIMENTAL**

## DISMUTATION DES IONS THIOSULFATE

L'ion thiosulfate  $S_2O_3^{2-}$  figure dans les couples d'oxydoréduction suivants :  $SO_{2(aq)}/S_2O_3^{2-}_{(aq)}$  et  $S_2O_3^{2-}_{(aq)}/S_{(s)}$ . Sa dismutation en milieu acide peut être représentée par l'équation suivante :



La réaction de dismutation est lente. La solution, incolore au départ, s'opacifie progressivement à cause de la formation de soufre colloïdal.

Données :  $M_S = 32 \text{ g.mol}^{-1}$

**Etude de l'influence d'un facteur cinétique sur la vitesse de la réaction**

On dispose des solutions suivantes :

$S_1$  - solution de thiosulfate de sodium de concentration  $c_1 = 0,25 \text{ mol.L}^{-1}$

$S_2$  - eau distillée

$S_3$  - solution d'acide chlorhydrique de concentration  $c_3 = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$

On prépare successivement trois mélanges précisés dans le tableau ci-après.

Dans un bécher de 200 mL, placé sur une feuille de papier marquée d'une croix, on introduit un volume  $V_1$  de solution de thiosulfate de sodium et un volume  $V_2$  d'eau distillée. On y verse alors un volume  $V_3$  de solution d'acide chlorhydrique et on déclenche en même temps le chronomètre. On arrête le chronomètre au moment où la croix n'est plus visible à travers la solution troublée et on note cette durée  $t$  dans le tableau suivant.

Mélange	$V_1$ (mL)	$V_2$ (mL)	$V_3$ (mL)	$t$ (s)
1	40	40	20	213
2	40	20	40	157
3	40	0	60	121

- Ecrire les demi-équations électroniques de l'oxydation et de la réduction de  $S_2O_3^{2-}$ .
- Pourquoi ajoute-t-on un volume  $V_2$  d'eau distillée dans les mélanges 1 et 2 contrairement au mélange 3 ?
- Calculer la concentration des réactifs dans chaque mélange.
- Justifier l'évolution de la durée d'opacification du mélange 1 au mélange 3.
- L'ion  $H^+$  sert-il de catalyseur de cette réaction ? Justifier la réponse.

**Courbe cinétique de la réaction**

Dans la suite, on suppose que la réaction est totale. On suit l'évolution de la dismutation des ions thiosulfate dans le mélange numéro 2 du tableau ci-dessus. On détermine la concentration des ions thiosulfate au cours du temps et on calcule, à chaque instant donné, l'avancement de réaction. Les résultats sont regroupés dans le tableau qui suit.

$t$ (s)	0	10	20	30	40	60	80	100	130	160	200
$x$ (mmol)	0	2,0	3,4	4,5	5,4	6,7	7,6	8,2	8,8	9,2	9,5

- Tracer la représentation graphique  $x = f(t)$  avec les échelles :  
En abscisses : 1 cm correspond à 10 s  
En ordonnées : 1 cm correspond à 1 mmol
- Définir, par une relation générale, la vitesse volumique d'une réaction chimique. Déterminer cette vitesse à l'instant  $t_1 = 40 \text{ s}$  en  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Décrire la méthode utilisée.
- Déterminer le réactif limitant dans le mélange 2. En déduire l'avancement maximal.
- Calculer la quantité de matière de soufre et sa masse dans le mélange à l'instant 100 s.
- Donner la définition littérale du temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . Déterminer la valeur de  $t_{1/2}$ .

## PROBLEME

### ETUDE D'UNE PILE ALUMINIUM - CUIVRE

On réalise une pile formée à partir des couples:  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  et  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ .

On introduit dans un bécher un volume  $V = 50 \text{ mL}$  d'une solution de chlorure d'aluminium ( $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^-$ ), de concentration en soluté  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  dans laquelle plonge une lame d'aluminium.

Dans un second bécher, on introduit un volume  $V = 50 \text{ mL}$  d'une solution de sulfate de cuivre ( $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ ), de concentration molaire en soluté  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ , dans laquelle on plonge une lame de cuivre. On relie les deux béchers à l'aide d'un pont salin contenant du nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ ).

#### 1. Réalisation de la pile

L'ampèremètre indique que le courant circule de la plaque de cuivre vers la plaque d'aluminium à l'extérieur de la pile.

- 1.1 Faire un schéma annoté de la pile.
- 1.2 Préciser la polarité de la pile, le sens du courant et le sens de déplacement des électrons dans le circuit extérieur.
- 1.3 Donner la représentation conventionnelle de cette pile. Quel est le rôle du pont salin ?

#### 2 Etude de la pile

- 2.1. Ecrire les réactions qui se produisent aux électrodes. Nommer les deux réactions et les deux électrodes
- 2.2. En déduire la réaction globale qui intervient quand la pile débite.
- 2.3. Calculer le quotient initial de réaction  $Q_{\text{r}}$ .
- 2.4. Sachant que la constante d'équilibre de la réaction est  $K = 10^{20}$ , justifier que le sens d'évolution de la réaction est cohérent avec le fonctionnement de la pile.

#### 3 Variations de masse des électrodes

La pile fonctionne pendant 1h30 en débitant un courant d'intensité constante  $I = 40 \text{ mA}$ .

- 3.1 Calculer la quantité d'électricité qui a parcouru le circuit pendant 1h30.
- 3.2 Calculer la quantité de matière d'électrons  $n_e$  échangée pendant cette durée.
- 3.3 Donner la relation entre  $n_e$  et  $n_{\text{Al,cons}}$  la quantité de matière d'aluminium consommé. Calculer  $n_{\text{Al,cons}}$ .
- 3.4 Calculer  $m_{\text{Al,cons}}$  la masse perdue par l'électrode d'aluminium.
- 3.5 On note  $n_{\text{Cu,formé}}$  la quantité de cuivre qui apparaît. Que vaut le rapport  $n_{\text{Al,cons}} / n_{\text{Cu,formé}}$  pendant une durée donnée de fonctionnement ?
- 3.6. Calculer  $n_{\text{Cu,formé}}$  puis  $m_{\text{Cu,formé}}$  la masse de cuivre qui s'est formée.

**Données :**  $M(\text{Al}) = 27 \text{ g.mol}^{-1}$   
 $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$   
Constante de Faraday :  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

## ETUDE DE DOCUMENT

### EST-IL POSSIBLE DE FABRIQUER DE L'EAU ?

Oui, d'ailleurs on le faisait déjà... au XVIII<sup>e</sup> siècle !

La question que vous posez a en effet été résolue en 1783 par Antoine Laurent de Lavoisier, qui a réitéré et interprété correctement de précédentes expériences menées par deux chimistes britanniques, Henry Cavendish et Joseph Priestley. La synthèse de l'eau fait intervenir une substance que l'on appelle à l'époque „gaz inflammable“. A la moindre étincelle, ce gaz s'enflamme en effet au contact de l'oxygène de l'air et forme de la vapeur d'eau, que l'on peut condenser, par exemple, sur la paroi d'un tube à essais. Ce qui pousse Lavoisier à le baptiser : hydrogène, du grec „générateur d'eau“.

C'est la réaction de deux molécules de dihydrogène ( $H_2$ ) et d'une molécule de dioxygène ( $O_2$ ) qui forme deux molécules d'eau ( $H_2O$ ).

A l'époque de Lavoisier, la découverte est révolutionnaire : elle prouve que l'eau se compose d'autres éléments et n'est pas, comme on le croyait, une entité chimique indissoluble, constitutive, avec l'air, la terre et le feu, de toute forme de matière. C'est notamment cette constatation qui a valu à Lavoisier le titre de „père de la chimie moderne“. Sa fameuse expérience a d'ailleurs continué à faire parler d'elle.

C'est aussi la réaction entre l'oxygène et l'hydrogène qui fait marcher la pile à combustible et le moteur à hydrogène.

Et l'eau formée au cours de cette réaction, ne pourrait-elle pas être utilisée par le milliard de personnes qui n'ont pas accès à cette ressource essentielle ?

En fait, cette solution n'a jamais été envisagée sérieusement comme un remède au manque d'eau potable. Car elle butte sur un obstacle de taille : le dihydrogène n'existe pas à l'état naturel. Le plus facile est de l'obtenir... à partir de l'eau elle-même, par électrolyse !

La combustion de matière organique, qui paraît plus réalisable, n'est pas non plus envisageable. Car outre la vapeur d'eau, elle libère de fortes quantités de gaz carbonique  $CO_2$ . Pas idéal pour l'environnement !

Sans compter que ces deux méthodes s'avèrent ruineuses, alors que dans la plupart des pays, le problème n'est pas tant le manque d'eau que le coût d'obtention d'une eau potable. C'est pourquoi on envisage plutôt de „fabriquer de l'eau“ par dessalement de l'eau de mer ou, tout simplement, en la puisant dans des forages profonds.

Mais récemment, des installations visant à obtenir de l'eau liquide en condensant la vapeur d'eau contenue dans l'air ont été mises en place, notamment en Inde et au Chili.

### Questions :

1. Quel nom Lavoisier a-t-il donné au gaz inflammable dont il est question ? Pourquoi ce nom ?
2. Avant la découverte de Lavoisier quels sont les éléments que l'on croyait être les constitutifs de la matière ?
3. Ecrire l'équation-bilan de la synthèse de l'eau.
4. Donner deux applications pratiques de cette réaction
5. Pourquoi ne synthétise-t-on pas de l'eau à grande échelle pour résoudre le manque mondial en eau potable ?
6. Comment est-il possible de fabriquer de l'eau à partir de matière organique ? Pourquoi ne le fait-on pas ?
7. Quelles autres voies utilise-t-on pour fabriquer de l'eau ?

## 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	0c
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1. Une concentration molaire égale à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$  équivaut à :  
 a)  $10^{-3} \text{ mol.m}^{-3}$       b)  $10^3 \text{ mol.m}^{-3}$       c)  $10^{-3} \text{ mmol.m}^{-3}$       d)  $10^3 \text{ mmol.m}^{-3}$
  
2. Quel est le composé chiral ?  
 a) le butan-1-ol  
 b) le méthylpropan-1-ol  
 c) le méthylpropan-2-ol  
 d) le butan-2-ol
  
3. On dissout 7,1 g de sulfate de sodium de masse molaire  $142 \text{ g.mol}^{-1}$  dans 0,25 L d'eau on a alors :  
 a)  $[\text{Na}^+] = 0,5 \times [\text{SO}_4^{2-}] = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$   
 b)  $[\text{Na}^+] = [\text{SO}_4^{2-}] = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$   
 c)  $[\text{Na}^+] = 2 \times [\text{SO}_4^{2-}] = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$   
 d)  $[\text{Na}^+] = 2 \times [\text{SO}_4^{2-}] = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$
  
4. Pour les solutions aqueuses basiques de même concentration, le pH est d'autant plus grand que :  
 a) la constante d'acidité du couple acide/base correspondant est plus grande  
 b) le  $\text{pK}_A$  est plus petit  
 c) la base est plus dissociée  
 d) le taux d'avancement de la réaction de la base avec l'eau est plus petit
  
5. Pour augmenter le rendement de la réaction d'estérification, on peut :  
 a) chauffer le mélange réactionnel  
 b) chauffer à reflux  
 c) ajouter de l'acide sulfurique  
 d) réaliser une distillation pour éliminer l'eau

6. L'énergie libérée par la combustion d'une mole de dihydrogène gazeux produisant de la vapeur d'eau se calcule de la façon suivante :
- $\Delta E = 2D_{O=O} + D_{H-H} - 2D_{O-H}$
  - $\Delta E = 2D_{O-H} - 2D_{O=O} - D_{H-H}$
  - $\Delta E = 2D_{O-H} - 0,5D_{O=O} - D_{H-H}$
  - $\Delta E = 0,5D_{O=O} + D_{H-H} - 2D_{O-H}$
7. Le nom de l'ester de formule  $CH_3COOCH_2CH_2CH_3$  est :
- le 2-méthylpropanoate d'éthyle
  - l'éthanoate de propyle
  - l'éthanoate d'isopropyle
  - le propanoate d'éthyle
8. Dans une molécule, un atome d'oxygène :
- est toujours lié à deux autres atomes
  - est toujours lié à deux autres atomes par une double liaison
  - est lié, soit à deux atomes par simple liaison, soit à un atome par une double liaison
  - n'est jamais lié par une liaison simple
9. Un ampholyte est une espèce :
- présente dans une réaction de dismutation
  - qui permet le passage de l'électricité dans les solutions
  - qui est à la fois une base et un acide
  - qui est à la fois un oxydant et un réducteur
10. La réaction d'un acide faible AH avec l'eau a pour taux d'avancement final :
- $[AH] / [A^-]$
  - $[A^-] / [AH]$
  - $[A^-] / ([AH] - [A^-])$
  - $[A^-] / ([AH] + [A^-])$
11. Parmi les espèces suivantes, celle qui n'est pas chirale est :
- le pentan-2-ol
  - le butan-2-ol
  - le propan-2-ol
  - le 3-méthylbutan-2-ol
12. Une réaction chimique utilisée lors d'un titrage :
- peut être limitée
  - doit être totale
  - ne doit pas être unique
  - nécessite toujours qu'on ajoute un indicateur de fin de réaction
13. L'hydratation de l'éthylène conduit à :
- l'éthanal
  - l'éthanol
  - l'éthanone
  - l'acide éthanoïque

14. La demi-équation :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$  a pour coefficients :
- 1, 8, 5  $\rightarrow$  2, 4
  - 1, 14, 6  $\rightarrow$  1, 7
  - 1, 14, 6  $\rightarrow$  2, 7
  - 3, 14, 2  $\rightarrow$  3, 7
15. Le but-1-ène et le méthylpropène sont des isomères :
- de constitution
  - de fonction
  - de conformation
  - de configuration
16. au cours d'une électrolyse, la quantité de matière d'une espèce chimique formée dépend :
- uniquement de l'intensité du courant.
  - uniquement de la température
  - de la température et de la durée de l'électrolyse
  - de l'intensité du courant et de la durée de l'électrolyse
17. La molécule dont la géométrie est pyramidale est :
- l'ammoniac
  - le méthanol
  - le dioxyde de carbone
  - l'eau
18. Dans l'ion  $\text{ClO}_4^-$ , le chlore a pour nombre d'oxydation :
- +III
  - +VII
  - III
  - VII
19. A la fin de l'estérification d'un mélange d'acide carboxylique et d'alcool primaire, que contient le ballon du chauffage à reflux ?
- l'acide carboxylique, l'alcool primaire, l'eau et l'ester
  - l'eau et l'ester
  - l'acide carboxylique et l'alcool primaire.
  - l'eau et l'acide carboxylique
20. Le précipité d'hydroxyde de fer(II) est de couleur :
- bleue
  - verte
  - rouille
  - jaune



### QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

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

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