

SCIENCES  
DE  
L'INGÉNIEUR

# Semestre 2



UNIVERSITÉ DE NANTES

U.F.R. des Sciences et des  
Techniques

S.E.V.E. Bureau des Examens

Nom de l'U.E. :

Introduction à la Chimie des Matériaux

Code de l'U.E. :

X2SI030

Date de l'examen :

12 mai 2015

Durée :

1h30

Documents autorisés :

Non

Calculatrice autorisée

 oui  non

Type : non-programmable

Numéro d'anonymat :

Toutes les réponses seront données sur les feuilles dans les emplacements qui suivent immédiatement les questions. On attend toujours une justification aux réponses données.

Note : / 20

**Partie I : Réactions Acide-Base** (11 points, durée conseillée 50 min)Exercice 1 : Acide fort – Base forte.

Dans un bécher on verse 100 mL d'acide chlorhydrique (HCl) à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ . On ajoute 0,5 g d'hydroxyde de sodium solide ( $\text{NaOH}_{(s)}$ ).

Données : masse atomique molaire ( $\text{g.mol}^{-1}$ ) : H = 1 ; Na = 23 ; O = 16 ; Cl = 35,5.

1- Ecrire la réaction de dissociation de HCl, d'une part, et de NaOH, d'autre part, dans l'eau.

1 pt

2- Quels sont les couples acide-base en présence ?

Ecrire l'équation de la réaction se produisant dans le bécher.

1 pt

3- Faire un bilan de matière de la solution à l'état initial et à l'état final. (Nombre de moles de chaque ion)

2 pt

4- Si on considère que le volume de la solution reste constant, calculer le pH de la solution finale. Préciser les hypothèses nécessaires au calcul du pH, que l'on vérifiera ensuite.

2 pt	
------	--

Exercice 2 : nettoyant multi usage « maison ».

Sur les réseaux sociaux, on peut trouver la recette d'un nettoyant « maison », suivante : *Dans un grand récipient placer 1 L d'eau, ajouter une cuillère à soupe de bicarbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) et une cuillère à soupe de vinaigre blanc ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Le mélange se met à mousser. Une fois la réaction terminée, ajouter 3 gouttes d'huile essentielle et conserver le mélange en bouteille.* Le bicarbonate de sodium est un solide ionique.

Données :  $\text{pKa}(\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2/\text{HCO}_3^-) = 6,37$        $\text{pKa}(\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}) = 10,32$   
 $\text{pKa}(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,76$

1- Placer les différents couples sur un axe de pKa et écrire les demi-équations acido-basiques relatives à chacun des couples dans l'eau.

2 pt	
------	--

2- L'ion hydrogénocarbonate est amphotère : citer une autre espèce amphotère.

0,5 pt	
--------	--

3- Ecrire les réactions successives se produisant lorsqu'on réalise le mélange.

2 pt	
------	--

4- Quelle est l'origine de la formation de la mousse ?

0,5 pt	
--------	--

**Partie II : Réaction d'aluminothermie** (9 points, durée conseillée 40 min)

Le soudage des rails de chemin de fer est classiquement réalisé par réaction d'aluminothermie. Un mélange d'hématite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (s)) et d'aluminium ( $\text{Al}$  (s)) en proportions stœchiométriques est porté à haute température. Une chaleur intense est alors dégagée et du fer en fusion est coulé entre les deux rails. C'est la réaction dite "d'aluminothermie".

1- On donne les 2 couples redox suivant impliqués dans la réaction d'aluminothermie :



a) Déterminer le nombre d'oxydation de chaque élément des différentes espèces chimiques.

1 pt	
------	--

b) Ecrire les demi-équations électroniques (en milieu acide) associées à chaque couple redox et en déduire la réaction d'aluminothermie en précisant l'oxydant et le réducteur.

2 pt	
------	--

2- Calculer la variation d'enthalpie standard de la réaction ( $\Delta_r H^\circ$ ). Que signifie cette valeur ?  
(justifier la réponse)

1,5 pt	
--------	--

3- Calculer la variation d'entropie standard de la réaction ( $\Delta_r S^\circ$ ). Que signifie cette valeur ?  
(justifier la réponse)

1,5 pt	
--------	--

4- Calculer la variation d'enthalpie libre standard de la réaction ( $\Delta_r G^\circ$ ). Que signifie cette valeur ?  
(justifier la réponse)

1,5 pt	
--------	--

5- Si cette réaction est spontanée, à partir de quelle température ne le sera-t-elle plus ? Inversement, si la réaction est non spontanée, à partir de quelle température le deviendra-t-elle ? Conclusion.

1,5 pt	
--------	--

Données :

$$\Delta_f H^\circ_{298} (\text{Fe}_2\text{O}_3(s)) = -824,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ_{298} (\text{Fe}_2\text{O}_3(s)) = 87,4 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ_{298} (\text{Fe}(s)) = 27,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ_{298} (\text{Al}_2\text{O}_3(s)) = -1675,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ_{298} (\text{Al}_2\text{O}_3(s)) = 50,9 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$S^\circ_{298} (\text{Al}(s)) = 28,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

# Session 2

# Rattrapages



UNIVERSITÉ DE NANTES

U.F.R. des Sciences et des  
Techniques

S.E.V.E. Bureau des Examens

Nom de l'U.E. :

Code de l'U.E. :

Date de l'examen :

Durée :

Documents autorisés :

Calculatrice autorisée

Introduction à la Chimie des Matériaux

X2SI030

juin 2015

1h30

Non

oui  non

Type : non-programmable

Année universitaire 2014-2015

Semestre  1  2

Session  1  2

Numéro d'anonymat :

Toutes les réponses seront données sur les feuilles dans les emplacements qui suivent immédiatement les questions. On attend toujours une justification aux réponses données.

Note : / 20

**Partie I : La combustion du méthanol** (9 points, durée conseillée 40 min)

Le méthanol (esprit de bois,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) est un combustible utilisé comme carburant, notamment pour les dragsters. Ses températures de fusion et d'ébullition sont respectivement  $-98^\circ\text{C}$  et  $65^\circ\text{C}$ . La combustion du méthanol produit une flamme presque incolore.

1- Ecrire la réaction de combustion du **méthanol liquide**, sachant que la réaction produit du  $\text{CO}_2(\text{g})$  et  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

2 pt

2- A partir du texte de l'énoncé et de la réaction écrite à la question 1-, déterminer, sans faire de calcul, les signes de l'enthalpie standard de combustion à 298K ( $\Delta_{\text{comb}}H^\circ_{298}$ ) et de l'entropie standard de combustion ( $\Delta_{\text{comb}}S^\circ_{298}$ ). Justifier brièvement votre réponse.

2 pt

3- A partir des données, déterminer  $\Delta_{\text{comb}}H^\circ_{298}$ . (Justifier votre calcul)

1 pt



4- A partir des données, déterminer  $\Delta_{\text{comb}}S^{\circ}_{298}$ . (Justifier votre calcul)

1 pt

5- Calculer la variation d'enthalpie libre au cours de la combustion à 298K ( $\Delta_{\text{comb}}G^{\circ}_{298}$ ). La réaction présente-t-elle un caractère spontané ?

1.5 pt

6- Si l'on considère  $\Delta_{\text{comb}}H^{\circ}_{298}$  et  $\Delta_{\text{comb}}S^{\circ}_{298}$  constants avec la température, calculer la température ( $T_i$ ) pour laquelle  $\Delta_{\text{comb}}G^{\circ}_{T_i} = 0$ .

1 pt

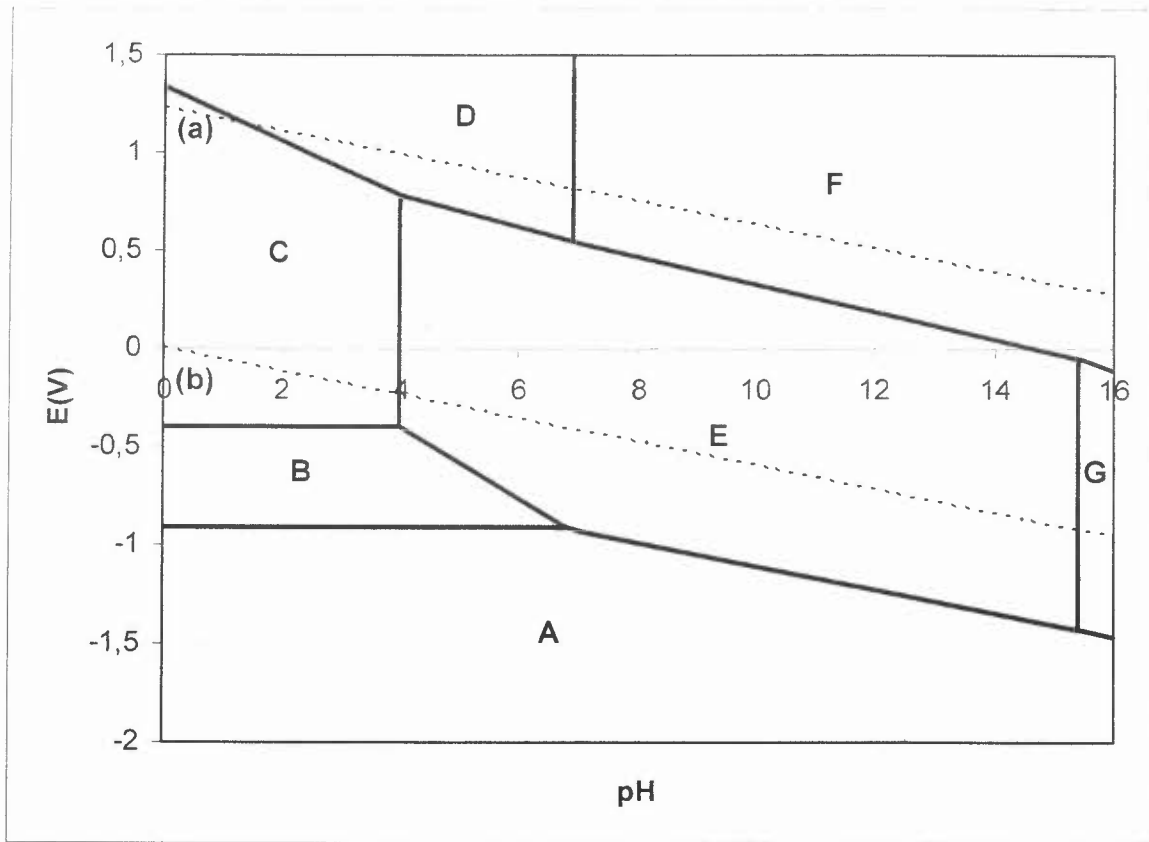
7- Que se passe-t-il lorsqu'on dépasse  $T_i$  ? Discuter la réponse étonnante obtenue.

0.5 pt

	Enthalpie standard de formation $\Delta_f H^{\circ}_{298}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	Entropie molaire $S^{\circ}_{298}$ (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )
CH <sub>3</sub> OH <sub>(g)</sub>	-201,0	186,9
CH <sub>3</sub> OH <sub>(l)</sub>	-238,4	126,8
CO <sub>2</sub> (g)	-393,5	213,7
O <sub>2</sub> (g)		205,0
H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	-285,8	69,9
H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	-241,8	188,8

**Partie II : Diagramme potentiel-pH du chrome** (9 points, durée conseillée 40 min)

On donne le diagramme potentiel-pH suivant (dit de Pourbaix) relatif au chrome.



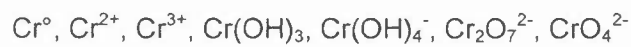
1- Que représentent les droites pointillées (a) et (b) ? Ecrire les réactions correspondantes.

(a)

(b)

1 pt

2- Le chrome peut présenter les différentes spéciations suivantes :

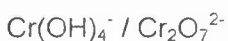


2-a Remplir le tableau suivant, en indiquant pour chaque composé : le degré d'oxydation du chrome, s'ils sont solubles ou insoluble, ainsi que la zone associée (A à G).

Composé	d.o.(Cr)	Solubilité	Zone associée	Composé	d.o.(Cr)	Solubilité	Zone associée
Cr <sup>0</sup>				Cr(OH) <sub>4</sub> <sup>-</sup>			
Cr <sup>2+</sup>				Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>			
Cr <sup>3+</sup>				CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			
Cr(OH) <sub>3</sub>							

3 pt

**2-b** Pour chacun des couples suivants, écrire l'équation liant les 2 composés en solution aqueuse et préciser s'il s'agit d'une réaction redox pure (*préciser l'oxydant et le réducteur*) ou acido-basique pure (*préciser l'acide et la base*) ou une combinaison redox/acido-basique :



2 pt	
------	--

**3-** On réalise les expériences suivantes:

I. Dans une solution d'acide chlorhydrique (pH=3), à l'abri de l'air, on place un morceau de chrome métallique. On observe la dissolution du chrome associée à un dégagement gazeux. La solution devient bleue puis violette.

II. Après exposition de la solution à l'air sous agitation, la solution vire du violet à l'orangé intense.

III. En ajoutant de la soude concentrée, la solution orangée se décolore pour devenir jaune pâle.

Représenter, au moyen de flèches, sur le diagramme potentiel pH du chrome les transformations I, II et III.

1 pt	
------	--

**4-** Il est d'usage de chromer des éléments métalliques (jantes des roues de voiture) afin de conserver un aspect brillant durable à la pièce métallique. Il s'agit en fait de recouvrir la pièce d'une fine couche métallique.

**4-a** Au vu du diagramme de Pourbaix proposé ici, quel composé serait responsable de l'aspect brillant observé ?

1 pt	
------	--

**4-b** Le  $\text{Cr}^0$  est-il immunisé, passivé ou corrodé ?

1 pt	
------	--

**Partie III : Question de cours** (2 points, durée conseillée 10 min)

**1-** Donner la définition selon Brönsted :

Un acide :

Une base :

1 pt	
------	--

**2-** Quelle est la différence entre un acide fort et un acide faible ?

1 pt	
------	--