

**BTS METIERS DE L'EAU**

**SCIENCES PHYSIQUES – U32**

**Durée : 2 H**

**Coefficient : 2,5**

**Calculatrice autorisée**

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTE3SC	DUREE : 2 H	Coefficient : 2,5
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – U.32		Page 1/6

**B.T.S Métiers de l'eau**  
Session 2003

**EXERCICE I : Les ions chlorure dans l'eau (8 points).**

*Les trois questions sont indépendantes*

Les réactions de précipitation permettent de récupérer et d'éliminer certains ions métalliques dissous ; elles sont aussi mises en œuvre dans des dosages volumétriques. La présence d'agents complexants perturbe parfois la précipitation de ces ions en provoquant leur redissolution.

**Données à 25 °C**, température des expériences :

Produit de solubilité  $K_s$  :

AgCl précipité blanc qui noircit à la lumière :  $K_{s1} = K_s(\text{AgCl}) = 1,60 \times 10^{-10}$

Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> précipité rouge :  $K_{s2} = K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,70 \times 10^{-12}$

Constante de formation du complexe diammine argent(I) :  $K_f[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 10^{7,2}$

Masse molaire en g.mol<sup>-1</sup> :

Espèce	AgNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Cl
Masse molaire en g.mol <sup>-1</sup>	169,8	194,2	35,5

**1. Solubilité.**

**1.1.** Calculer les solubilités  $s$  du chlorure d'argent et  $s_l$  du chromate d'argent dans l'eau pure, l'exprimer en mol.L<sup>-1</sup>.

**1.2.** On ajoute des ions chlorure à une solution saturée de chlorure d'argent, quel est, qualitativement, l'effet de cette addition sur la solubilité du chlorure d'argent ? Justifier votre réponse.

**1.3.** On ajoute une quantité  $n = 5,00 \times 10^{-2}$  mol de chlorure de sodium solide à un litre de solution saturée de chlorure d'argent (on négligera la variation de volume). Déterminer la nouvelle solubilité  $s'$  du chlorure d'argent et exprimer sa valeur en mol.L<sup>-1</sup>.

**2. Dosage des ions chlorure dans l'eau.**

Pour qu'une eau soit propre à la consommation elle doit répondre à un certain nombre de normes. Parmi celles ci figure le taux d'ions chlorure maximal qui ne doit pas être dépassé.

Pour vérifier si le taux d'ions chlorure contenus dans une eau ne dépasse pas le taux maximal fixé à 200 mg.L<sup>-1</sup>, on met en œuvre le dosage suivant (protocole AFNOR, Norme NF T 90-014)

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTE3SC	DUREE : 2 H	Coefficient : 2,5
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – U.32		Page 2/6

### Mode opératoire

On prend une prise d'essai de volume  $V = 100 \text{ mL}$  d'eau à doser auquel on ajoute un volume  $v = 1,00 \text{ mL}$  d'une solution  $S$  de chromate de potassium à la concentration massique  $c_m = 50,0 \text{ g.L}^{-1}$ .

On verse dans le mélange précédent, une solution  $S_1$  de nitrate d'argent obtenue par dissolution d'une masse  $m_1 = 4,79 \text{ g}$  de nitrate d'argent dans de l'eau, le volume de la solution étant complété à un litre. On observe dès la première goutte versée, l'apparition d'un précipité blanc.

L'équivalence est mise en évidence par le passage de la teinte jaune à une très faible teinte brunâtre due à la précipitation du chromate d'argent. L'équivalence est obtenue après addition d'un volume de solution  $S_1$  égal à  $v_{IE} = 8,50 \text{ mL}$ .

#### 2.1. A propos des solutions utilisées dans le dosage.

##### 2.1.1. Solution $S_1$

- Déterminer la quantité  $n_1$  de nitrate d'argent utilisé pour préparer un litre de solution titrante  $S_1$ .
- En déduire la concentration molaire (en  $\text{mol.L}^{-1}$ ) des ions argent,  $\text{Ag}^+$ , dans cette solution.

##### 2.1.2. Solution $S$

- Déterminer la quantité  $n$  de chromate de potassium utilisé pour préparer un litre de solution  $S$ .
- En déduire la concentration molaire (en  $\text{mol.L}^{-1}$ ) des ions chromate,  $\text{CrO}_4^{2-}$  dans cette solution.

#### 2.2. A propos des réactions de précipitation mises en jeu lors du dosage.

Écrire les équations des réactions de précipitation susceptibles d'avoir lieu lors de l'addition de la solution  $S_1$  de nitrate d'argent.

2.2.1. Avec les ions chlorure.

2.2.2. Avec les ions chromate.

#### 2.3. Taux d'ions chlorure dans l'eau analysée.

2.3.1. En supposant que la réaction de précipitation des ions argent avec les ions chlorure est totale, calculer la concentration molaire (en  $\text{mol.L}^{-1}$ ) des ions chlorure dans l'eau analysée.

2.3.2. Le résultat s'exprime en milliéquivalents d'ions chlorure par litre : 1 milliéquivalent par litre est égal à 35,5 mg par litre d'ions chlorure.

- Montrer que la teneur  $T$  de cette eau en ions chlorure en milliéquivalent par litre peut se mettre sous la forme :  $T = v_{IE} \times 0,282$  ( $v_{IE}$  étant exprimé en mL)
- Calculer la valeur de la teneur  $T$  de cette eau en ions chlorure et en déduire si le taux maximal fixé est dépassé.

### 3. Influence de la complexation sur la précipitation.

En présence d'ammoniac les ions argent forment le complexe diammineargent I,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ .

3.1. Ecrire l'équation de la réaction de formation du complexe et donner l'expression de sa constante de formation.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTE3SC	DUREE : 2 H	Coefficient : 2,5
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – U.32		Page 3/6

3.2. Quelle est l'influence de l'addition, sans variation de volume, d'ammoniac gazeux sur la solubilité du chlorure d'argent ? Justifier votre réponse.

## EXERCICE II : L'acide benzoïque (7 points).

### 1. Thermodynamique.

L'acide benzoïque de formule  $C_6H_5COOH$  est utilisé comme agent conservateur (E 210) dans l'industrie alimentaire. A  $25^\circ C$ , sous une pression de 1bar, cette espèce se trouve sous forme solide.

1.1. La combustion complète de l'acide benzoïque donne du dioxyde de carbone gazeux et de l'eau liquide. Écrire l'équation de cette réaction de combustion.

1.2. Écrire l'équation de la réaction de formation de l'acide benzoïque à partir des corps simples le constituant.

1.3. A l'aide des données ci-dessous, en déduire la valeur de l'enthalpie standard de formation de l'acide benzoïque.

#### Données à $25^\circ C$ :

Enthalpies standard de formation :

• Dioxyde de carbone gazeux :  $\Delta_f H_1^\circ = - 393,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$

• Eau liquide :  $\Delta_f H_2^\circ = - 285,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Enthalpie standard de combustion de l'acide benzoïque  $\Delta_{comb} H_3^\circ = - 3218,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$

### 2. Chimie organique.

2.1. Représenter une formule de Lewis de l'acide benzoïque.

2.2. Synthèse du benzoate d'éthyle.

2.2.1. Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du benzoate d'éthyle à partir de l'acide benzoïque et de l'éthanol.

2.2.2. Comment appelle-t-on cette réaction ? Quelles en sont les caractéristiques ?

2.3. On effectue la monochloration du benzoate d'éthyle en présence de chlorure d'aluminium,  $AlCl_3$ .

2.3.1. Écrire les formules développées des produits formés possibles.

2.3.2. En réalité le groupe  $-COOC_2H_5$  oriente la substitution ultérieure en position méta, Écrire l'équation de la réaction de monosubstitution.

2.3.3. Quel est la nature de cette substitution ?

2.3.4. Quel est le rôle du chlorure d'aluminium ?

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTE3SC	DUREE : 2 H	Coefficient : 2,5
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – U.32		Page 4/6

### EXERCICE III : Caractéristiques d'une bobine ( 5 points)

Le montage utilisé pour étudier les caractéristiques de la bobine est décrit ci dessous et représenté sur la figure 1.

Un générateur de tension de force électromotrice constante  $E$  et de résistance interne négligeable alimente une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$  placée en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 10 \Omega$ . Un ordinateur, équipé d'un système d'acquisition, permet de réaliser des mesures pendant un intervalle de temps très bref. Les branchements sont identiques à ceux effectués avec un oscilloscope.

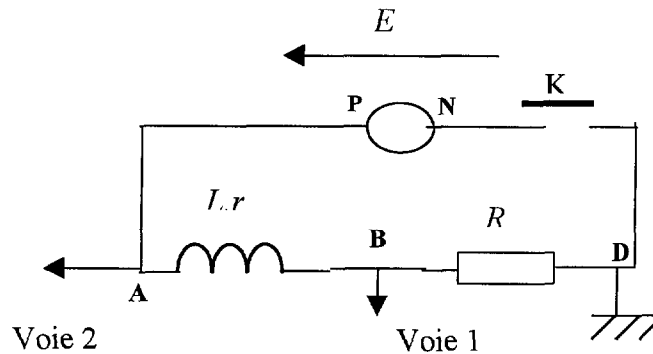


Figure 1

1. Quelles sont les grandeurs physiques mesurées sur les voies 1 et 2 ? Laquelle de ces deux grandeurs est proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit ?
2. La fermeture de l'interrupteur déclenche l'acquisition des mesures. La figure 2 représente l'écran de l'ordinateur à l'issue de l'acquisition.

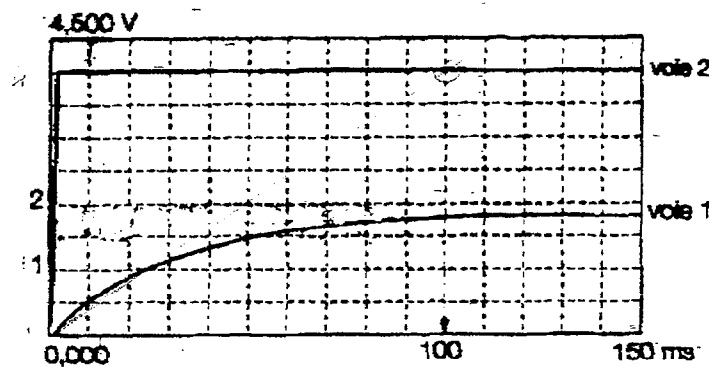


Figure 2

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTE3SC	DUREE : 2 H	Coefficient : 2,5
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – U.32		Page 5/6

- 2.1. Expliquer qualitativement l'allure des deux courbes obtenues.
- 2.2. Quel est le nom du phénomène mis en évidence sur la voie 1 ?
- 2.3. A quelle date peut-on considérer que le régime permanent est atteint ?
3. On rappelle que la tension  $u_{AB}$  aux bornes de la bobine traversée par le courant  $i$  a pour expression :  $u_{AB} = ri + L \frac{di}{dt}$ .  
Établir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  du courant.
4. Étude du régime transitoire.
- 4.1. A la fermeture de l'interrupteur que vaut l'intensité  $i$  du courant ?
- 4.2. En vous servant de l'équation différentielle établie à la question 3, en déduire l'expression  $\frac{di}{dt}$  en fonction de  $E$  et  $L$  à la fermeture de l'interrupteur, date  $t = 0$ .  
Le logiciel permet de tracer la tangente à la courbe 1 de la figure 2 à la date  $t = 0$  et de déterminer son coefficient directeur  $\rho = 57 \text{ V.s}^{-1}$ .
- 4.3. Donner la relation entre le coefficient directeur  $\rho$  de la tangente à la courbe 1 et  $\frac{di}{dt}$  à la date  $t = 0$ .
- 4.4. Déduire des questions 4.2. et 4.3. la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		SESSION 2003
CODE : MTE3SC	DUREE : 2 H	Coefficient : 2,5
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – U.32		Page 6/6