

Electrocinétique et solutions aqueuses

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leur calculs.

Problème de chimie (Extrait CCP, MP, 2011)**C. DOSAGE D'UNE SOLUTION AQUEUSE DE PEROXYDE D'HYDROGÈNE**Données spécifiques à la partie C

- L'activité des espèces en solution aqueuse sera assimilée au rapport entre leur concentration exprimée en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et la concentration de référence $C_0 = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Activité du solvant : $a_{\text{H}_2\text{O}} = 1$.
- Les équations bilan des réactions d'oxydoréduction en phase aqueuse seront écrites en faisant intervenir exclusivement H_2O et H_3O^+ (elles ne feront apparaître ni H^+ ni HO^-).
- Potentiels standards des couples rédox par rapport à l'électrode standard à hydrogène :
 - $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$
 - $E^\circ(\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,09 \text{ V}$
 - $E^\circ(\text{I}_2 / \text{I}^-) = 0,62 \text{ V}$
- $\text{Ln}(10) R T / F = 0,060 \text{ V}$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
- La température est égale à $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Masse molaire de l'iodure de potassium : $M(\text{KI}) = 166,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Concentration molaire de la solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène : $C_B = 0,040 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Pour réaliser ce dosage, le mode opératoire suivant est utilisé :

- Introduire successivement dans un erlenmeyer : $V_A = 5,00 \text{ mL}$ de solution aqueuse d'acide sulfurique de concentration molaire $C_A = 2,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $m_1 = 0,500 \text{ g}$ d'iodure de potassium ; $V_B = 10,00 \text{ mL}$ de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène de concentration molaire égale à C_B .
- Attendre 10 minutes puis doser le diiode formé au moyen d'une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($2 \text{ Na}^+ ; \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration molaire $C_T = 0,0500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

C-1. Écrire la demi-équation électronique du couple $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ dans le sens de la réduction.

C-2. Potentiel du couple peroxyde d'hydrogène / eau

C-2-1. Exprimer ce potentiel pour une solution aqueuse contenant du peroxyde d'hydrogène à la concentration molaire C_B .

C-2-2. Calculer pour $C_B = 0,040 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ la valeur numérique de ce potentiel :

C-2-2-1. Quand le pH de la solution est égal à 2,0.

C-2-2-2. Quand le pH de la solution est égal à 8,0.

C-2-2-3. Pour réaliser la réduction du peroxyde d'hydrogène, vaut-il mieux se placer en milieu acide ou en milieu basique ? Justifier votre réponse.

C-3. Potentiel du couple diiode / iodure

C-3-1. Écrire la demi-équation électronique du couple I_2 / I^- dans le sens de l'oxydation.

C-3-2. Calculer le potentiel de ce couple pour une solution aqueuse ayant pour concentrations molaires $[\text{I}^-] = 0,030 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $[\text{I}_2] = 0,0010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

C-4. Complexation du diiode par les ions iodures

L'équation bilan traduisant cette réaction de complexation est : $\text{I}_2 + \text{I}^- = \text{I}_3^-$. Sa constante d'équilibre à $25 \text{ }^\circ\text{C}$ est $K^\circ = 750$. Le diiode étant peu soluble dans l'eau (solubilité égale à $1,34\cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$) alors que I_3^- l'est, cette réaction de complexation permet, en présence d'ions I^- , d'éviter la formation de diiode solide lors de l'oxydation de I^- .

- C-4-1. Calculer la concentration molaire $[I_3^-]$ de la solution aqueuse de la question C-3-2 caractérisée à l'équilibre par $[I^-] = 0,030 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $[I_2] = 0,0010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- C-4-2. Écrire la demi-équation électronique du couple I_3^- / I^- dans le sens de l'oxydation.
- C-4-3. Calculer le potentiel standard du couple I_3^- / I^- .
- C-4-4. Écrire l'équation bilan traduisant l'oxydation des ions I^- en I_3^- par le peroxyde d'hydrogène en milieu acide.
- C-4-5. Exprimer, en fonction des potentiels standard des couples redox mis en jeu, la constante d'équilibre de cette réaction et calculer sa valeur numérique.

C-5. Dosage par le thiosulfate de sodium

- C-5-1. Écrire la demi-équation électronique du couple $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$ dans le sens de l'oxydation.
- C-5-2. Écrire l'équation bilan traduisant la réduction des ions I_3^- , formés lors de la réaction entre le peroxyde d'hydrogène et les ions iodures, par le thiosulfate.
- C-5-3. Calculer le volume de solution de thiosulfate (V_T) qu'il faut verser pour réduire tous les ions I_3^- en I^- .

Problème d'électrocinétique (Extrait Banque PT, 2009)

III) Alimentation électrique du four à induction.

III-1°) transfert de puissance à un dipôle inductif.

On maintient une tension $u = U_m \cdot \cos(\omega t)$ aux bornes d'une bobine inductive de résistance R et d'auto-inductance L . L'intensité du courant électrique est alors : $i = I_m \cdot \cos(\omega t + \phi)$.

Les données sont : L, R, U_m . Pour les applications numériques, on prendra :
 $R = 100\Omega$; $L\omega = 400\Omega$ lorsque $f = 4000 \text{ Hz}$; $U_m = 1,50V$.

a- déterminer littéralement :

α - L'amplitude I_m et la valeur efficace I , en fonction de ω et des données ;

β - la puissance électrique moyenne P transférée à la bobine ;

γ - la valeur maximale P_{\max} de P , pour R, L et U_m fixés ;

δ - le taux de transfert de puissance $TP = \frac{P}{P_{\max}}$

b- calculer numériquement la valeur de TP pour la fréquence $f = 4000 \text{ Hz}$.

III-2°) amélioration du transfert de puissance.

On ajoute un condensateur de capacité C en série avec la bobine précédente.

Cet ensemble est alimenté par la tension précédente $u = U_m \cdot \cos(\omega t)$.

a- donner l'expression littérale du taux de transfert TP , P_{\max} étant le même qu'en III-1-a.

b- α - établir l'expression littérale de la valeur Co de C permettant un transfert optimal de puissance électrique à la bobine, à la fréquence imposée $f = 4000 \text{ Hz}$.

β - calculer numériquement Co et $TP(Co)$. Conclure.

c- tracer, après une étude asymptotique, une représentation graphique de TP en fonction de C .

d- lorsque $C=Co$, donner l'expression littérale de I_m et ϕ .

III-3°) Introduction d'une charge non ferreuse dans la bobine.

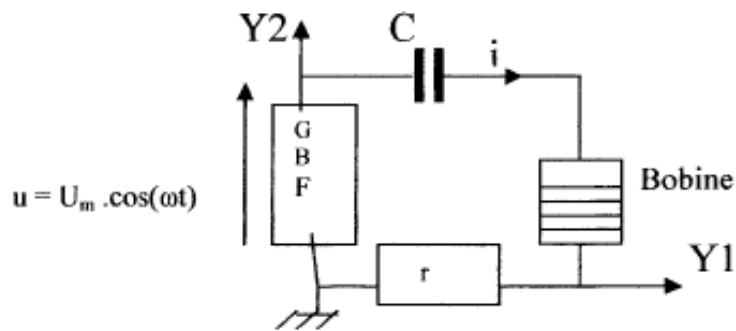
On réalise le circuit ci
contre:

$$U_m = 1,500V$$

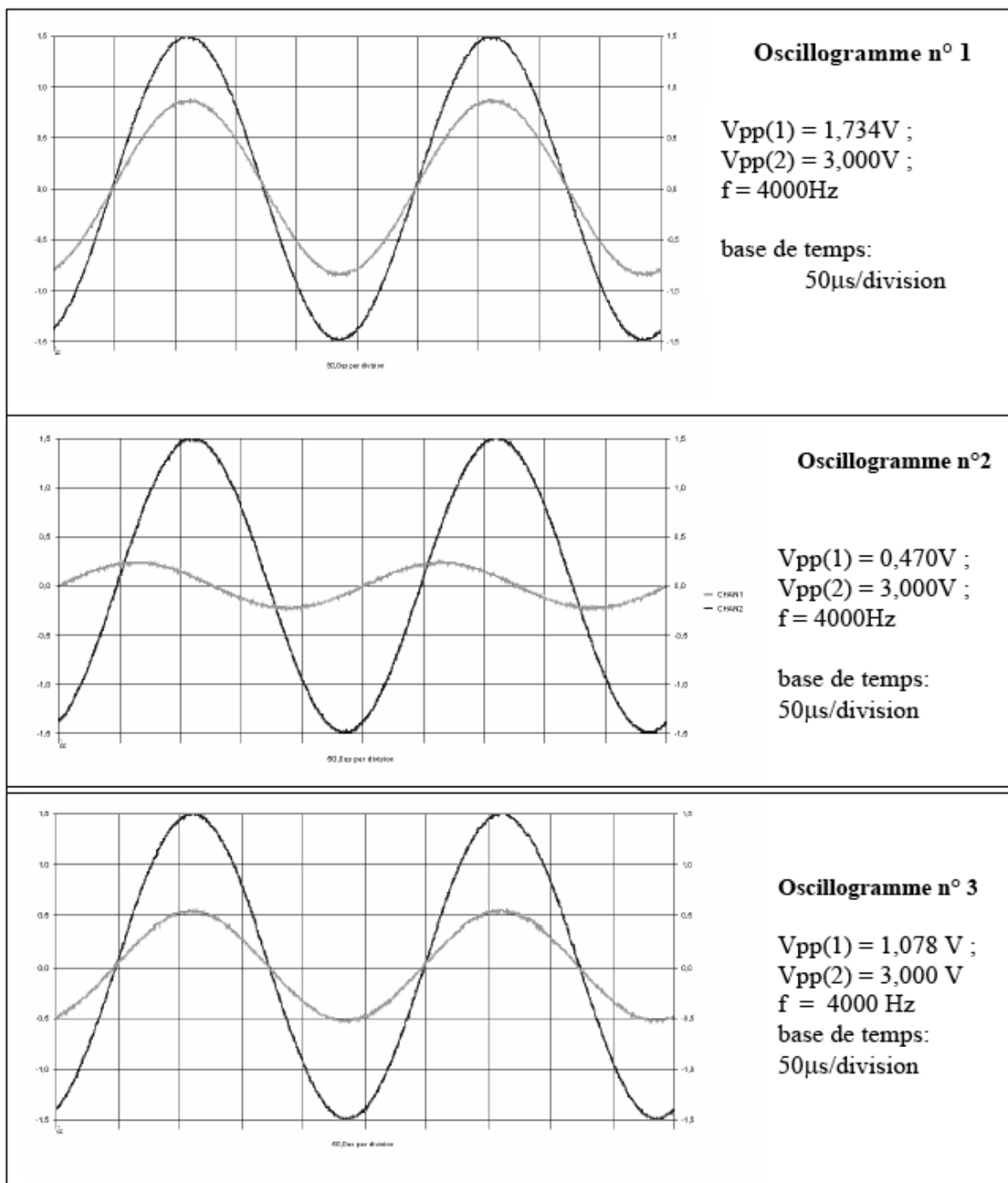
$$r = 30\Omega;$$

$$f = 4000 \text{ Hz}$$

La sensibilité verticale
sur les deux voies est
de 0,5 V/division.



- La bobine étant « vide », on règle la valeur de la capacité à $C = 37,5\text{nF}$ pour obtenir l'oscillogramme n°1 (rappel : V_{pp} est la tension crête à crête). Dédire de l'oscillogramme n°1 les valeurs, lorsque la bobine est « vide », de la résistance R_v de cette bobine et de son inductance « à vide » L_v .
- On insère un morceau d'aluminium (substance non ferreuse) dans la bobine ; on observe alors un décalage des courbes (oscillogramme n°2). Déterminer le déphasage de i par rapport à u .



c- Pour obtenir l'oscillogramme n°3, on doit faire passer la capacité à la valeur $C' = 43,7 \text{ nF}$. Déterminer, lorsque la bobine contient un morceau d'aluminium, les valeurs de sa résistance R_c et de son inductance L_c .

III-4°) pilotage du four à induction.

La charge mise à fondre dans le four change les paramètres électriques R et L de ce four; en particulier, l'inductance L baisse en cours de chauffe.

On désire que le four travaille constamment à puissance optimale.

Dans la pratique, on choisit C de manière à optimiser le transfert de puissance « à froid », puis on régule en cours de chauffe en jouant sur un autre paramètre.

Préciser quel est ce paramètre et quel doit être le sens de son évolution en cours de chauffe. Justifier votre réponse..