

DS5 : Partie Chimie – CM4 / CM5

Exercice 1 : Evolution d'un système chimique

L'ammoniac NH_3 réagit avec le phénol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ pour donner des ions ammonium NH_4^+ et phénolate $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ selon l'équation : $\text{NH}_{3(aq)} + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}_{(aq)} = \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-_{(aq)}$, de constante d'équilibre $K = 0,16$ à 25°C . On suppose qu'il n'y a que cette réaction dans l'eau dans cet exercice (on admet que les autres sont négligeables).

1. Etude générale des composés

- 1.a) Rappeler la définition d'un acide, et d'une base.
- 1.b) Quels sont les deux couples acido-basiques mis en jeu dans la réaction proposée ? Identifier clairement l'acide et la base de chacun de ces couples.
- 1.c) Proposer une représentation de Lewis pour chacune des molécules de ces couples, (le phénol et le phénolate sont des molécules circulaires) et justifier simplement la nature acide ou base de chacun.

2. Premier mélange : A cette température, on mélange $V_1 = 20\text{mL}$ d'une solution d'ammoniac à $C_1 = 0,06 \text{ mol.L}^{-1}$ avec $V_2 = 30\text{mL}$ d'une solution de phénol à $C_2 = 0,04 \text{ mol.L}^{-1}$.

- 2.a) Donner l'expression du quotient de réaction correspondant Q .
- 2.b) Calculer la valeur de Q à l'instant initial. Comment évolue ce système ?
- 2.c) Faire un tableau d'avancement de la réaction. Remplir pour l'instant les lignes 'EI' (Etat Initial) et 'à t' (à l'instant t, on définira alors l'avancement volumique).
- 2.d) Quelle est la valeur de l'avancement volumique à l'équilibre ?
- 2.e) En déduire la composition finale du système et compléter le tableau.

3. Autres mélanges : Comment évoluent les deux systèmes chimiques obtenus en mélangeant $V = 10\text{mL}$ de chacune des solutions suivantes :

- 3.a) ammoniac à $C_1 = 0,04 \text{ mol.L}^{-1}$, phénol à $C_2 = 0,04 \text{ mol.L}^{-1}$, chlorure d'ammonium $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ à $C_3 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ et phénolate de sodium $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{Na}^+$ à $C_4 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$
- 3.b) ammoniac à $C_1 = 0,04 \text{ mol.L}^{-1}$, phénol à $C_2 = 0,04 \text{ mol.L}^{-1}$, chlorure d'ammonium $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ à $C_3 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et phénolate de sodium $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{Na}^+$ à $C_4 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$

Exercice 2 : Calcul de pH de différentes solutions

1. Préparation d'une solution d'acide fort

On introduit $0,001\text{mol}$ d'acide chlorhydrique HCl dans 100mL d'eau pure.

- 1.a) L'acide chlorhydrique est un acide fort, rappeler ce que cela signifie, et dites ce qui va se passer dans la solution.
- 1.b) Déterminer tous les ions en présence avec leur concentration.
- 1.c) Quel est le pH de cette solution ?
- 1.d) Et si on rajoute 10g de sel (Chlorure de Sodium NaCl). Cela change-t-il le pH ?

2. Préparation d'une solution d'acide faible

On introduit maintenant $0,001\text{mol}$ d'acide propanoïque HCO_2H dans 100mL d'eau pure.

- 2.a) L'acide méthanoïque est un acide faible, rappeler ce que cela signifie, et dites ce qui va se passer dans la solution (on donne $pK_A(\text{HCO}_2\text{H} / \text{HCO}_2^-) = 4,2$)
- 2.b) Faire une échelle de pK_A avec les espèces présentes initialement.
- 2.c) Quel est la réaction prépondérante, l'écrire, donner sa constante.
- 2.d) Calculer l'avancement volumique à l'équilibre, en faisant les hypothèses appropriées.
- 2.e) Donner la concentration de tous les ions en présence à l'équilibre.
- 2.f) Quel est le pH de cette solution ?
- 2.g) Tracer un diagramme de prédominance des espèces acides et basiques. Est-ce cohérent avec les concentrations trouvées à la question 2.b) ?

3. Mélange de deux solutions

On reprend la solution de la question 1 dans laquelle on introduit $0,001\text{mol}$ de méthanoate de sodium ($\text{HCO}_2^- + \text{Na}^+$). On suppose que la variation de volume est négligeable.

- 3.a) Déterminer tous les ions en présence initialement avec leur concentration.
- 3.b) Tracer une échelle de pK_A en entourant tous les ions en quantité non négligeable.
- 3.c) Quelle est la réaction la plus favorable, écrire son équation et déterminer sa constante ? Est-elle quantitative ? Pourquoi peut-on considérer qu'elle est totale ?
- 3.d) Refaire un nouveau bilan des espèces en présence en considérant la réaction totale, et donner le pH de la solution sans calcul en la comparant avec la question 2.

4. Second mélange de deux solutions : On introduit maintenant $0,002 \text{ mol}$ de méthanoate de sodium ($\text{HCO}_2^- + \text{Na}^+$), toujours en supposant que la variation de volume est négligeable.

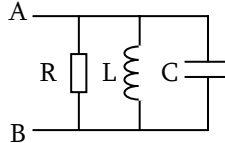
- 4.a) Qu'est-ce que cela change ? Retracer les échelles de pK_A .
- 4.b) Calculer le nouveau pH de la solution.

DS5 : Partie Physique – EC4

Exercice 3 : Circuit RLC parallèle

Partie 1 : Etude d'un dipôle en régime sinusoïdal forcé de pulsation ω

On considère, entre deux points A et B, un circuit comportant en parallèle : une résistance R, une inductance pure L, et un condensateur C.



1. Expression de l'impédance

- 1.a) Ecrire l'admittance complexe \underline{Y} du dipôle AB en fonction de R, L, C et ω .
- 1.b) On pose $LC\omega_0^2 = 1$, $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ et $Q = \frac{R}{L\omega_0}$. Exprimer le produit $R \times \underline{Y}$ sous la forme $1 + jf(x, Q)$, où $f(x, Q)$ désigne une fonction simple de x et de Q.
- 1.c) En déduire l'expression de l'impédance complexe \underline{Z} du dipôle AB.

2. Représentation de cette impédance

- 2.a) Préciser le comportement du dipôle aux basses fréquences et aux hautes fréquences, on donnera une interprétation physique du dipôle équivalent obtenu.
- 2.b) Etudier brièvement le comportement du module Z de \underline{Z} en fonction de x, et tracer l'allure de sa courbe représentative.

Partie 2 : Utilisation du dipôle précédent

On alimente le dipôle précédent AB par une source de tension alternative sinusoïdale $v(t) = V_0 \cos(\omega t)$. On associe à l'intensité instantanée $i(t) = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$ dans le dipôle AB l'intensité complexe $\underline{I} = I_0 e^{j\varphi}$ (amplitude complexe). On néglige l'impédance du générateur.

3. Expression du courant

- 3.a) Donner l'expression de \underline{I} en fonction de V_0 , R, Q et x.
- 3.b) Trouver les deux valeurs x_1 et x_2 de x telles que $I = |\underline{I}| = \sqrt{2} \frac{V_0}{R}$. (attention aux signes, on a $x > 0$). A quoi correspondent ces valeurs ?
- 3.c) Calculer $x_2 - x_1$ en fonction de Q. Que se passe-t-il si Q augmente ?

- 3.d) Etudier brièvement le déphasage φ de l'intensité $i(t)$ par rapport à la tension $v(t)$ en fonction de x. Tracer la courbe $\varphi(x)$.

4. Expression de la puissance moyenne

- 4.a) Déterminer la puissance moyenne $\langle P \rangle$ dissipée dans ce circuit par effet Joule en fonction de V_0 , R, Q et x.
- 4.b) Pour quelle valeur de ω cette puissance est-elle maximale ? A quel phénomène physique correspond cette valeur ω_0 ?

5. Le cas particulier où $\omega = \omega_0$

- 5.a) Quelles sont, en notation complexe (amplitude complexe), les expressions des intensités dans les branches comportant L et C ?
- 5.b) Ecrire également les expressions des intensités instantanées en fonction de V_0 , R, Q et ω_0 . Que constate-t-on sur leurs amplitudes et leurs phases ? Quel nom est donné au coefficient Q et pourquoi ?

Partie 3 : Pertes en lignes (partie indépendante)

Le dipôle précédent est alimenté par le réseau EDF, par le biais d'une ligne dont on cherche à minimiser les pertes, car celle-ci n'a pas vocation à chauffer les oiseaux... La tension fournie par EDF est notée $u_{EDF}(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi ft)$, avec $U = 220V$.

6. Le dipôle alimenté seul (traversé par le courant \underline{i}_D)

- 6.a) Le dipôle consomme une puissance moyenne $P = 100kW$, et il a un facteur de puissance de 0,8. Calculer l'intensité efficace I_D .
- 6.b) Le dipôle est en fait inductif. Représenter dans le plan complexe \underline{u}_{EDF} et \underline{i}_D .

7. On place une batterie de condensateur en parallèle sur le dipôle, traversé par \underline{i}_C . Le courant fourni par la ligne est alors $\underline{i}_L = \underline{i}_C + \underline{i}_D$.

- 7.a) On désire que le facteur de puissance de l'ensemble (dipôle + condensateurs) soit maximal. Comment est alors \underline{i}_L par rapport à \underline{u}_{EDF} ?
- 7.b) Rajouter la représentation de \underline{i}_C sur la figure du 6.b) pour satisfaire le 7.a)
- 7.c) Calculer numériquement la valeur efficace I_C , puis la valeur que doit avoir la capacité C de la batterie de condensateur. Les condensateurs prennent-ils de la place ?

8. Sachant que les pertes en ligne sont proportionnelles au carré de la valeur efficace I_L , calculer en pourcentage l'économie réalisée par l'EDF, le dipôle consommant toujours la même puissance.