

## DM4 : RSF et cinétique – corrigé

Le travail en groupe est fortement encouragé, vous rendrez une copie par groupe de 3. Attention, tous les membres du groupe doivent avoir fait tout le DM ! Il ne s'agit pas de partager le travail.

### Exercice 1 : CARACTÉRISTIQUES D'UNE BOBINE RÉELLE

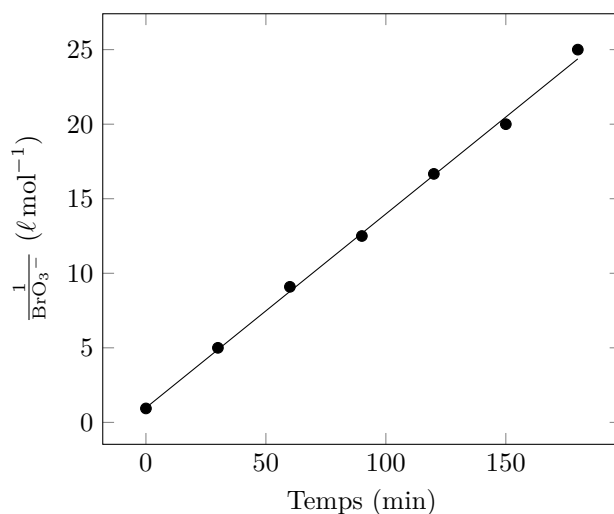
- Par lecture graphique, on a directement  $\overline{U_m} = 8 \text{ V}$  et  $\overline{T} = 4 \text{ ms}$ . On en déduit  $\overline{\omega} = \frac{2\pi}{\overline{T}} = 1,57 \times 10^3 \text{ rad s}^{-1}$ . La voie 1 mesure la tension  $u_R$  au bornes de la résistance qui permet de déterminer l'intensité  $i$  par  $i = \frac{u_R}{R}$  ; on a donc  $\overline{I_m} = 200 \text{ mA}$ . Finalement, on a  $\overline{Z_{AB}} = \frac{\overline{U_m}}{\overline{I_m}} = 40,0 \Omega = 2R$ .
- La tension de la voie 2 atteint son maximum avant celle de la voie 1, donc c'est la voie 2 qui est en avance sur la voie 1.
- On a vu à la question précédente que l'intensité est en retard sur la tension et donc  $\varphi > 0$ . Graphiquement, on trouve  $\overline{\varphi} = 2\pi \frac{\Delta t}{\overline{T}}$ , où  $\Delta t$  est le décalage temporel entre les deux tensions. Comme  $\Delta t = \frac{T}{8}$  on trouve  $\overline{\varphi} = \frac{\pi}{4}$ .
- Si la bobine  $L$  est idéale, on peut calculer  $\underline{Z_{AB}} = R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega}$  et donc  $\overline{\text{Re}(\underline{Z_{AB}})} = R = 20 \Omega$ .  
Or, les mesures expérimentales montrent que  $\underline{Z_{AB}} = Z_{AB} e^{j\varphi}$  où  $\varphi$  est le déphasage trouvé à la question précédente, car  $\varphi = \arg(\underline{Z_{AB}}) = \arg\left(\frac{\underline{u_e}}{\underline{i}}\right) = \arg(\underline{u_e}) - \arg(\underline{i})$ .  
On a trouvé  $Z_{AB} = 40,0 \Omega$  et  $\varphi = \frac{\pi}{4}$ , ce qui donne  $\overline{\text{Re}(\underline{Z_{AB}})} = Z_{AB} \cos(\varphi) = 28,3 \Omega$ .  
Ces deux résultats sont incompatibles et la bobine ne peut donc pas être idéale.
- En prenant en compte la résistance  $r$ , on a  $\text{Re}(\underline{Z_{AB}}) = R + r = 28,3 \Omega$ .  
On en déduit directement  $\overline{r} = \overline{\text{Re}(\underline{Z_{AB}})} - R \approx 8,28 \Omega$ .
- On a  $\text{Im}(\underline{Z_{AB}}) = Z_{AB} \sin(\varphi) = L\omega - \frac{1}{C\omega}$ . Donc  $\overline{L} = \frac{Z_{AB} \sin(\varphi)}{\omega} + \frac{1}{C\omega^2} = 58,5 \text{ mH}$ .
- L'amplitude de l'intensité qui circule dans le circuit est  $I_m = \frac{U_m}{Z_{AB}}$ . L'intensité est maximale lorsque  $Z_{AB}$  est minimale, donc lorsque  $L\omega_0 - \frac{1}{C\omega_0} = 0$ . La pulsation de résonnance est donc  $\overline{\omega_0} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  et la fréquence de résonnance est  $\overline{f_0} = \frac{\omega_0}{2\pi} \approx 208 \text{ Hz}$ .

À cette fréquence, on a  $\varphi = 0$ , donc l'intensité  $i(t)$  et la tension  $u(t)$  sont en phase et  $I_m = \frac{U_m}{R+r} = \frac{U_m}{\sqrt{2}R}$ . On détermine alors les tensions aux bornes de  $R$ ,  $L$  et  $C$  :

- $u_R(t)$  : Amplitude :  $U_R = RI_m = \sqrt{2}U_m \approx 5,7 \text{ V}$  ; Phase :  $\varphi_R = 0$  ;
- $u_C(t)$  : Amplitude :  $U_C = \frac{I_m}{C\omega_0} \approx 21,6 \text{ V}$  ; Phase :  $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$  ;
- $u_{L,r}(t)$  : Amplitude :  $U_L = \sqrt{r^2 + (L\omega_0)^2} I_m \approx 21,8 \text{ V}$  ; Phase :  $\varphi_L = \arctan\left(\frac{L\omega_0}{r}\right) \approx 1,46 \text{ rad}$  ;

**Exercice 2 : CINÉTIQUE DE LA DISMUTATION DE L'ION BROMATE**

1. Si la réaction est d'ordre 2 par rapport à  $\text{BrO}_3^-$ , on en reportant les points dans le graphe donnant  $\frac{1}{[\text{BrO}_3^-]}$  en fonction de  $t$ , on devrait obtenir une droite croissante de coefficient directeur  $a = 3k$ . On obtient le graphique suivant



Les points sont bien alignés, l'hypothèse de l'ordre 2 est validée. On trouve une droite de pente  $a = 13 \times 10^{-2} \ell \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$ , ce qui correspond à une constante de vitesse

$$k = \frac{a}{3} = 4,4 \times 10^{-2} \ell \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1} \quad (1)$$

2. On note  $c(t)$  la concentration en  $\text{BrO}_3^-$  à l'instant  $t$ , on a alors

$$\frac{1}{c(t)} = \frac{1}{c(0)} + 3kt \quad (2)$$

Pour déterminer l'expression du temps de demi-réaction, on écrit

$$c(\tau_{1/2}) = \frac{c(0)}{2} \Leftrightarrow \frac{1}{c(\tau_{1/2})} = \frac{1}{c(0)} + 3k\tau_{1/2} = \frac{2}{c(0)} \quad (3)$$

Donc finalement

$$\tau_{1/2} = \frac{1}{3kc(0)} \approx 7,2 \text{ min} \quad (4)$$

3. Cette fois, on veut que

$$c(T) = \alpha c(0) \quad \text{avec} \quad \alpha = 10^{-3} \quad (5)$$

On trouve de la même manière qu'à la question précédente

$$\frac{1}{c(T)} = \frac{1}{\alpha c(0)} = \frac{1}{c(0)} + 3kT \Leftrightarrow \frac{1-\alpha}{\alpha c(0)} = 3kT \quad (6)$$

et finalement

$$T = \frac{1-\alpha}{3k\alpha c(0)} \approx 7,2 \times 10^3 \text{ min} \quad (7)$$