

**Problème 1 : Etude d'un Filtre** (Extrait du concours d'admission dans les grandes écoles d'ingénieurs 2008)

L'étude expérimentale d'un filtre  $RC$  série est réalisée grâce à un oscilloscope. L'exercice considère l'influence du « branchement » à l'appareil de mesure sur la pulsation de coupure, une des caractéristique du filtre.

**I. Étude théorique du filtre « R, C » série**

Un groupement  $R, C$  série est alimenté avec une tension d'entrée  $u_e(t) = U_{e,m} \cos \omega t$ . La tension de sortie est notée  $u_s(t) = U_{s,m} \cos (\omega t + \varphi)$  (figure 3).

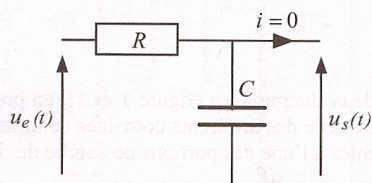


Figure 3

- 1) Étudier, sans calcul, la nature de ce filtre, en envisageant son comportement limite pour  $\omega \rightarrow 0$  et  $\omega \rightarrow +\infty$ .
- 2) Déterminer, en fonction de  $R, C$  et  $\omega$ , la fonction de transfert complexe  $\underline{H}(j\omega)$  de ce filtre définie par le rapport des tensions complexes  $\underline{u}_s$  et  $\underline{u}_e$  :  $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e}$ .

3) En déduire :

3.1 le gain  $G$ , défini par  $G = |\underline{H}(j\omega)|$  ;

3.2 la phase  $\varphi$  ;

3.3 la pulsation de coupure  $\omega_C$ , définie par  $G(\omega_C) = \frac{G_{max}}{\sqrt{2}}$ .

4) Donner l'allure des courbes représentatives des fonctions  $G(\omega)$  et  $\varphi(\omega)$ .

5) Application numérique :  $R = 10^4 \Omega$  et  $C = 10^{-8} \text{ F}$ .  
Calculer  $\omega_C$ .

**II. Branchement à l'oscilloscope**

La tension de sortie  $u_s$  précédente est « appliquée » à l'entrée d'un oscilloscope, par l'intermédiaire d'un câble coaxial supposé idéal. L'impédance d'entrée de l'oscilloscope est caractérisée par le groupement parallèle  $R_o, C_o$ . La tension d'entrée  $u_e$  est maintenue ( $u_e(t) = U_{e,m} \cos \omega t$ ) et  $u'_s$  est la tension de sortie aux bornes du résistor  $R_o$  (figure 4).

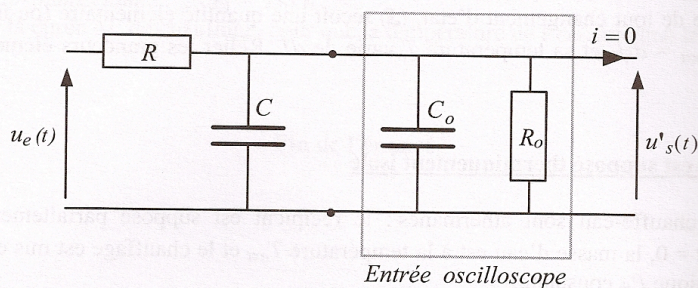


Figure 4

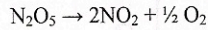
- 1) Montrer que la fonction de transfert  $\underline{H}'(j\omega) = \frac{\underline{u}'_s}{\underline{u}_e}$  de ce nouveau filtre se met sous la forme :  
 $\underline{H}'(j\omega) = \frac{A}{1 + jB\omega}$ , avec  $A$  et  $B$  constantes. Exprimer  $A$  et  $B$  à l'aide des données de la figure 4.
- 2) En déduire le nouveau gain  $G'$ .
- 3) Exprimer, en fonction de  $R, R_o, C$  et  $C_o$ , la pulsation de coupure  $\omega'_C$  correspondante.
- 4) Application numérique :  $R = 10^4 \Omega$  ;  $R_o = 5 \times 10^6 \Omega$  ;  $C = 10^{-8} \text{ F}$  ;  $C_o = 5 \times 10^{-11} \text{ F}$ .  
Calculer  $\omega'_C$ .
- 5) Comparer les pulsations  $\omega_C$  et  $\omega'_C$ . Conclure.



**Problème 2 : Electrocinétique, ordre 2 (Extrait de la banque Agro-Véto 2007)**

**DECOMPOSITION DU PENTAOXYDE DE DIAZOTE**

La décomposition du pentaoxyde de diazote, réalisée en phase gazeuse dans un récipient de volume constant, conduit au dioxyde d'azote et au dioxygène suivant une réaction totale :



Tous les gaz sont supposés parfaits.  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

1. On introduit une mole de  $\text{N}_2\text{O}_5$  dans un récipient de volume  $V = 10 \text{ L}$  maintenu à  $T = 140 \text{ }^\circ\text{C}$  à l'instant initial.

- a) Calculer la pression initiale dans le récipient.
- b) Quelle sera la pression dans le récipient en fin d'évolution (durée infinie) ?

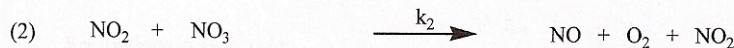
2. On suit la cinétique de cette réaction en traçant la courbe  $\ln(P_{\text{N}_2\text{O}_5})$  en fonction du temps, où  $P_{\text{N}_2\text{O}_5}$  est la pression partielle en  $\text{N}_2\text{O}_5$  dans le récipient. Cette courbe est un segment de droite.

On constate d'autre part qu'il reste 0,5 mol de  $\text{N}_2\text{O}_5$  dans le récipient à l'instant  $t = 8 \text{ s}$ . En déduire l'ordre de la réaction et la valeur de la constante de vitesse  $k$ .

3. On recommence l'expérience avec deux moles de  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Au bout de combien de temps obtiendra-t-on le même rendement de 50 %. Commenter brièvement.
4. Etablir la loi donnant la pression totale  $P$  dans le récipient en fonction du temps et de la pression initiale.
5. L'expérience étant réalisée à  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ , on mesure un temps de demi-réaction de 9 minutes. Calculer l'énergie d'activation de la réaction.

6.a) Pourquoi ne peut-on pas considérer cette réaction comme élémentaire ?

De ce fait on propose le mécanisme suivant :



b) On suppose que l'étape (2) est l'étape cinétiquement déterminante. Montrer que le mécanisme est compatible avec l'ordre expérimental déterminé et exprimer la constante  $k$  en fonction des constantes  $k_i$  des réactions élémentaires. On considère que l'équilibre (1) est établi rapidement.

**Exercice : Filtre (Extrait ENAC 2008) Il faut trouver la bonne réponse en JUSTIFIANT.**

31. — On considère le circuit représenté sur le schéma de la figure ci-contre dans lequel l'amplificateur opérationnel idéal fonctionne en régime linéaire. Ce circuit est alimenté à l'entrée par une source délivrant une tension sinusoïdale  $v_e(t) = V_e \sin(\omega t)$  de pulsation  $\omega$ . On désigne par  $\underline{V}_e$  et  $\underline{V}_s$  les amplitudes des tensions complexes associées respectivement aux tensions d'entrée  $v_e(t)$  et de sortie  $v_s(t)$ .

Exprimer la fonction de transfert  $\underline{T}$  du circuit définie par le

rapport :  $\underline{T} = \frac{\underline{V}_s}{\underline{V}_e}$ .

A)  $\underline{T} = \frac{R_1 - jrR_2C\omega}{R_1 + jrR_1C\omega}$

B)  $\underline{T} = \frac{R_2 - jrR_1C\omega}{R_2 + jrR_1C\omega}$

C)  $\underline{T} = \frac{r - jrR_1R_2C\omega}{r + jrR_1R_2C\omega}$

D)  $\underline{T} = \frac{R_1 - jrR_1R_2C\omega}{R_2 + jrR_1R_2C\omega}$

