

Electrocinétique, Solutions aqueuses

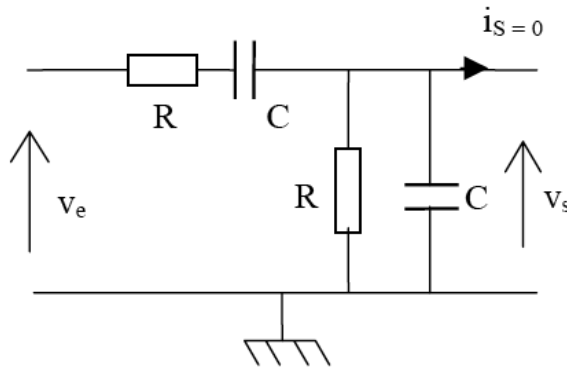
AVERTISSEMENT

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 n°1: Electrocinétique (Extrait ENSTIM, PCSI, 2006)

D-I : Etude d'un filtre de WIEN en régime sinusoïdal permanent, puis en régime transitoire

Soit le filtre ci-dessous où les résistances R sont identiques, ainsi que les capacités C des condensateurs.



D-I-1 : Filtre en régime sinusoïdal permanent

Le filtre est alimenté par une tension d'entrée $v_e = V_e \cos(\omega t)$.

A la sortie, on a alors une tension $v_s = V_s \cos(\omega t + \varphi)$. Il n'y a pas de charge à la sortie.

On associe à ces tensions les grandeurs complexes :

$$\underline{v}_e = \underline{V}_e e^{j\omega t} \text{ avec : } \underline{V}_e = V_e, \text{ et } \underline{v}_s = \underline{V}_s e^{j\omega t} \text{ avec : } \underline{V}_s = V_s e^{j\varphi}.$$

D-I-1-a : Etablir la fonction de transfert sous la forme :
$$\underline{H} = \frac{A}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

en précisant les valeurs de A , de Q et l'expression de ω_0 en fonction de R et C .

D-I-1-b : Après avoir fait une étude asymptotique de cette fonction de transfert, tracer son diagramme de Bode, en gain G_{dB} et en phase φ , sur la feuille jointe (en coordonnées semi-logarithmiques, on utilisera la coordonnée réduite $x = \frac{\omega}{\omega_0}$; on donne $\log 3 \approx 0,5$).

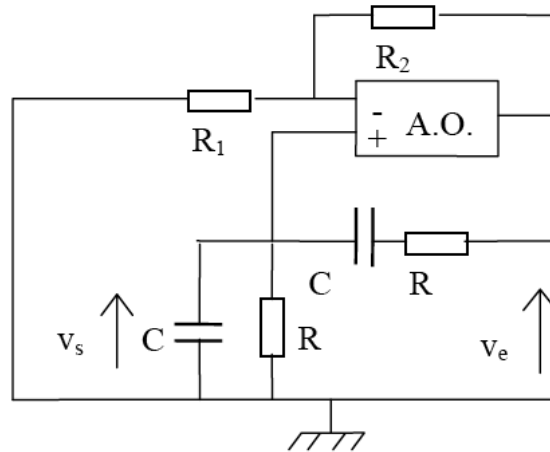
D-I-2 : Filtre en régime quelconque

Le filtre est à présent alimenté par une tension d'entrée quelconque, dont la valeur instantanée est $v_e(t)$.

Etablir l'équation différentielle liant $v_s(t)$ et $v_e(t)$: on pourra pour cela utiliser la fonction de transfert de la question D-I-1-a.

D-II : Oscillateur quasi-sinusoïdal

Le filtre de Wien est couplé à un amplificateur opérationnel (A.O.) parfait, dont le fonctionnement est supposé linéaire : voir schéma ci-dessous.



Aucun générateur n'est présent dans ce circuit.

D-II-1 : Qu'appelle t-on amplificateur opérationnel 'parfait' (ou idéal) ?
Que signifie l'expression 'fonctionnement linéaire' ?

D-II-2 : Etablir la relation reliant v^- , potentiel à l'entrée inverseuse de l'A.O., et v_e en fonction de R_1 et R_2 .

D-II-3

D-II-3-a : En déduire que l'équation différentielle suivie par $v_s(t)$ est :

$$\frac{d^2 v_s}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \left[1 - Q \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \right] \frac{dv_s}{dt} + \omega_0^2 v_s = 0$$

D-II-3-b : A quelle condition la solution de cette équation est-elle purement sinusoïdale ?

D-II-3-c : Que se passe-t-il si le terme $1 - Q \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)$ est strictement négatif ?

Quel est alors le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ?

Polarité d'une pile

A $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 0$, à la température de 298 K et à la pression atmosphérique, les valeurs des potentiels de référence (potentiels standard) sont :

Couple	$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$	Cr^{3+}/Cr
E° (V)	0,77	0,31	-0,71

On considère trois solutions aqueuses :

- une solution A contenant des ions Fe^{3+} et Fe^{2+} de concentrations égales et qui ont pour valeur $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- une solution B contenant des ions Fe^{3+} de concentration égale à $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et des ions Fe^{2+} de concentration inconnue x .
- une solution C acidifiée contenant des ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ et Cr^{3+} de concentrations égales chacune à $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, le pH de cette solution étant égal à zéro.

On prendra: $\frac{RT}{F} \cdot \ln X = 0,06 \log X$; $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

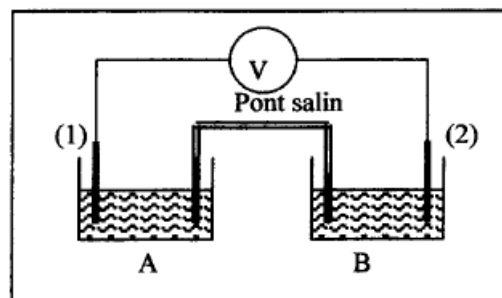
1/ On constitue à l'aide de la solution A et de la solution B la pile schématisée ci-dessous ; les électrodes sont en platine .On néglige toutes surtensions aux électrodes.

Initialement, lorsque la pile ne débite pas encore, la tension $|U_{12}|$ mesurée est égale à 18 mV.

Déterminer la valeur de x pour laquelle on peut avoir cette tension.

On précisera dans chaque cas :

- la polarité des électrodes ;
- la nature des réactions qui se produisent au niveau des électrodes ;
- l'équation de la demi-réaction.



2/ On remplace la solution B par la solution C et le voltmètre par une résistance R .

2.1 Quelle est la valeur de la tension $U_{12} = V_1 - V_2$ au bornes de la pile lorsque l'interrupteur K est ouvert ?

2.2 On ferme l'interrupteur K.

Ecrire les réactions d'oxydo-réduction qui se passent aux électrodes.

Donner l'équation-bilan des transformations chimiques.

2.3 Calculer la constante K° de cette réaction d'oxydo-réduction.

2.4 Déterminer la concentration des différentes espèces dans les solutions lorsque la pile est « usée ». On fera certaines hypothèses que l'on pourra préciser ; en particulier on néglige toutes surtensions aux électrodes.

