

Circuit électrique et oxydoréduction**Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :**

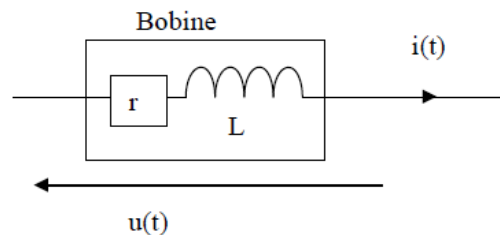
La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction**, la **clarté** et la **précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont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

CONSIGNES :

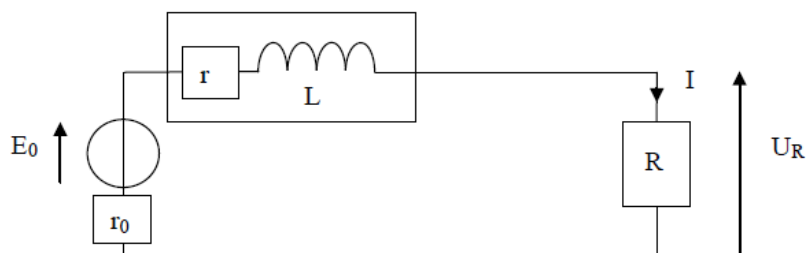
- Composer lisiblement sur les copies avec un stylo à bille à encre foncée : bleue ou noire.
- L'usage de stylo à friction, stylo plume, stylo feutre, liquide de correction et dérouleur de ruban correcteur est interdit.

Problème 1 : Electrocinétique (Extrait « Petites Mines »)**A Electricité**

On dispose d'une bobine B que l'on assimilera à l'association série d'une inductance L et d'une résistance r. (L et r sont des constantes positives, indépendantes de la fréquence)

**Figure 1****Détermination de r**

- 1) La bobine est parcourue par un courant $i(t)$. Exprimer la tension $u(t)$ à ses bornes en fonction de r , L , $i(t)$ et de sa dérivée par rapport au temps.
- 2) On réalise le circuit suivant, en plaçant, en série avec la bobine, un résistor de résistance $R = 40 \Omega$. L'alimentation est un générateur de tension continue, constante, de force électromotrice $E_0 = 1,0 \text{ V}$ et de résistance interne $r_0 = 2,0 \Omega$.

**Figure 2**

On mesure, en régime permanent, la tension U_R aux bornes de R.
Exprimer r en fonction des données de cette question. Calculer r avec $U_R = 0,56 \text{ V}$.

Détermination de r et L à partir d'un oscillogramme.

On place, en série avec la bobine, un résistor de résistance $R = 40 \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$.

Le GBF (générateur basses fréquences) est réglé pour délivrer une tension sinusoïdale de fréquence $f = 250 \text{ Hz}$ (la pulsation sera notée ω) et de valeur crête à crête de 10 V . Deux tensions sont visualisées sur un oscilloscope numérique.

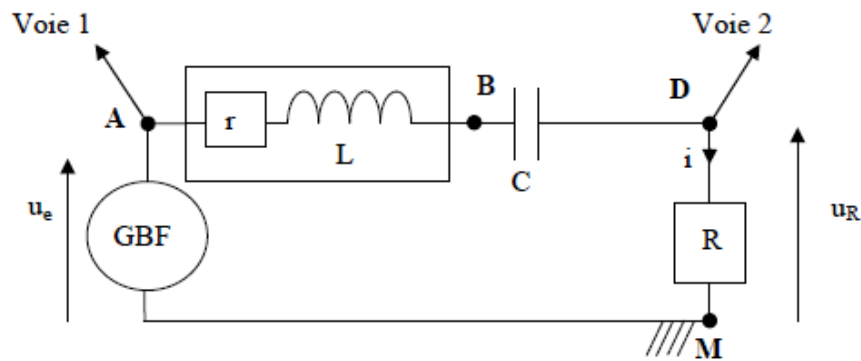


Figure 3

On obtient un oscillogramme équivalent au graphe suivant

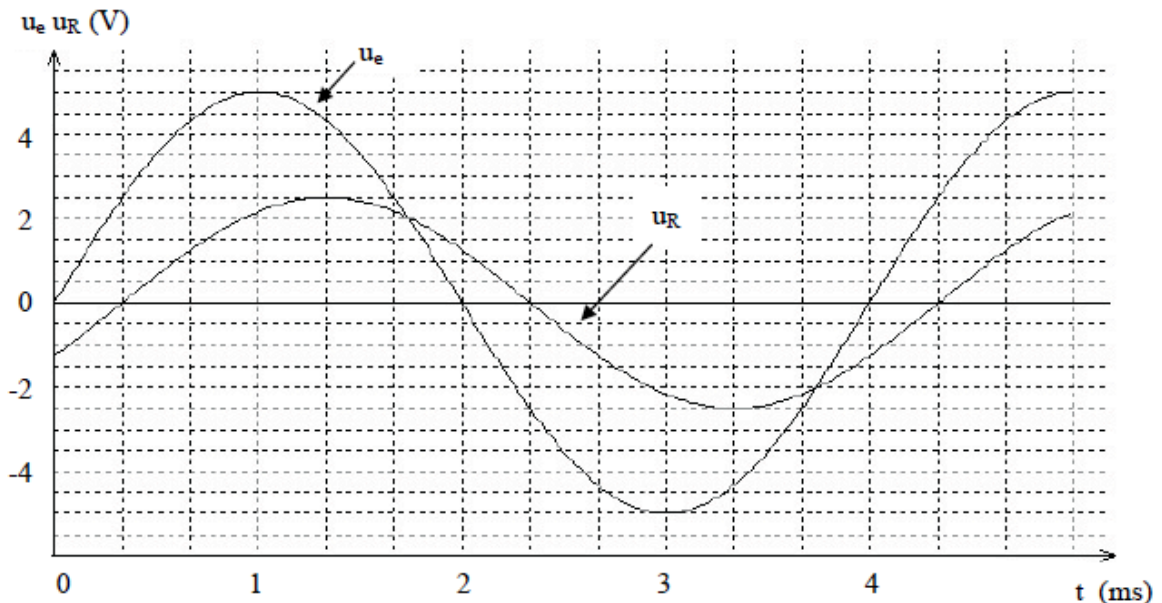


Figure 4

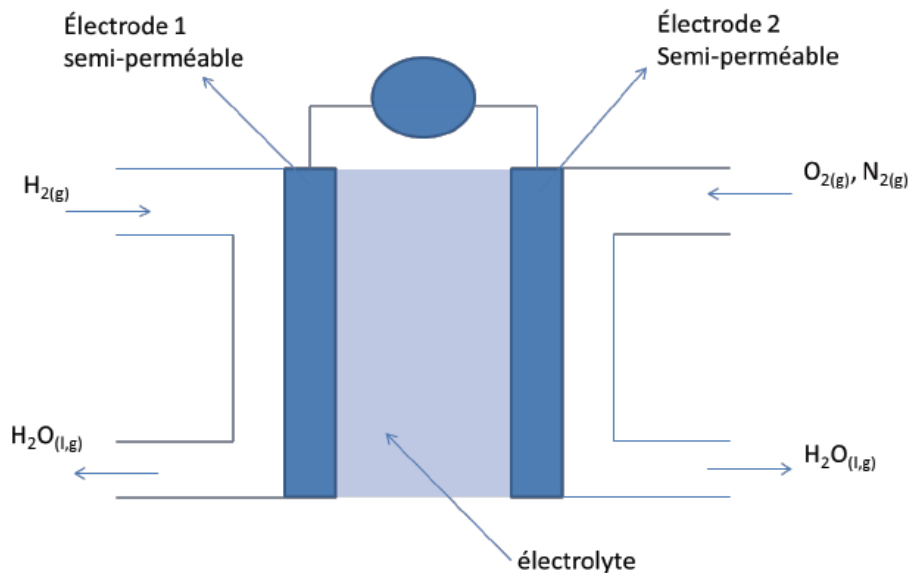
- 3) Déterminer l'amplitude U_e de la tension u_e et l'amplitude U_R de la tension u_R .
- 4) Déterminer l'amplitude I du courant i .
- 5) Rappeler l'expression générale de l'impédance Z d'un dipôle quelconque (module de l'impédance complexe). Calculer alors l'impédance Z_{AM} du dipôle AM .
- 6) Des deux tensions, $u_R(t)$ et $u_e(t)$, laquelle, et pourquoi d'après l'oscillogramme, est en avance sur l'autre ?

- 7) Déterminer précisément, à partir de l'oscillogramme, le déphasage $\varphi_{u_e/i}$ entre u_e et i , (c'est-à-dire entre u_e et u_R).
- 8) Ecrire l'expression générale de l'impédance complexe \underline{Z}_{AM} en fonction de r , R , L , C , ω .
- 9) Ecrire l'expression de l'impédance complexe \underline{Z}_{AM} en fonction de son module Z_{AM} et du déphasage $\varphi_{u_e/i}$.
- 10) Exprimer r en fonction de R , Z_{AM} et $\varphi_{u_e/i}$. Calculer sa valeur.
- 11) Exprimer L en fonction de C , ω , Z_{AM} et $\varphi_{u_e/i}$. Calculer sa valeur.

Problème 2 : Pile à combustible (extrait épreuve B, Banque PT)

Partie I- Les piles à combustibles à oxyde solide

Le principe de la pile à combustible consiste à utiliser du dihydrogène pour stocker et transporter l'énergie. Une pile à combustible est un assemblage de cellules élémentaires, en nombre suffisant pour assurer la production électrochimique d'électricité dans les conditions de tension et d'intensité voulues. De façon générale, le fonctionnement électrochimique d'une cellule élémentaire de pile à combustible peut être représenté selon le schéma suivant :



Chaque cellule élémentaire est constituée de deux compartiments disjoints alimentés chacun en gaz dihydrogène et dioxygène. Les électrodes sont séparées par un électrolyte solide qui laisse passer les anions oxygène. Les couples d'oxydoréduction mis en jeu dans la réaction sont : $H^+_{(aq)}/H_{2(g)}$ et $O_{2(g)}/H_2O_{(l)}$.

I.1-Généralités

I.1.1-Indiquer les configurations électroniques fondamentales des atomes constitutifs des réactifs et du produit. En déduire les schémas de Lewis des trois molécules.

I.1.2-A partir des informations du schéma, attribuer et justifier le choix de la cathode et de l'anode aux électrodes 1 et 2, ainsi que le sens de circulation des électrons.

I.1.3-Ecrire les demi-équations électroniques pour chaque couple mis en jeu, quand la pile débite.

I.1.4-Le réactif qui est oxydé est appelé le combustible de la pile. Parmi les espèces chimiques présentes dans les couples, laquelle constitue le combustible ?

I.1.5-En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation ayant lieu dans la cellule de réaction.

Dans un véhicule motorisé fonctionnant grâce à une pile à combustible, on estime à 1,5 kg la masse de dihydrogène nécessaire pour parcourir 250 km.

I.1.6-Calculer la quantité de matière de dihydrogène correspondant à cette masse, puis le volume occupé par cette quantité de gaz à 20°C sous pression atmosphérique.

I.1.7-Quel est l'avantage pour l'environnement de l'utilisation d'une pile à combustible au dihydrogène par rapport à un carburant classique ? Quel en est l'inconvénient majeur ?

Données utiles :

Le volume molaire d'un gaz parfait : $24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ à 20 °C sous une atmosphère (1 atm = 1 013,25 hPa)

Les valeurs suivantes sont données à 298,5 K

Composé chimique	Al _(s)	Al(l)	Al ₂ O _{3(s)}	C _(s)	O _{2(g)}	CO _(g)	CO _{2(g)}
ΔH° (kJ.mol ⁻¹)	0	10,6	-1674	0	0	-110	-393

Température de fusion de l'aluminium (sous 1 bar) : 930 K

Enthalpie de fusion de l'aluminium à 930 K : $\Delta_{\text{fusion}}H^\circ = 10,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Constante de dissociation de l'eau : $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$

Nombre de Faraday : $F \approx 10^5 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\alpha = \frac{RT}{F} \ln(10) = 0,059 \text{ V}$ à 25°C

$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$.