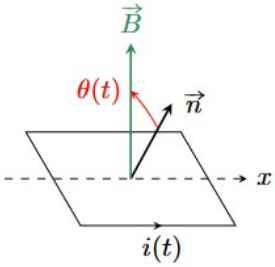
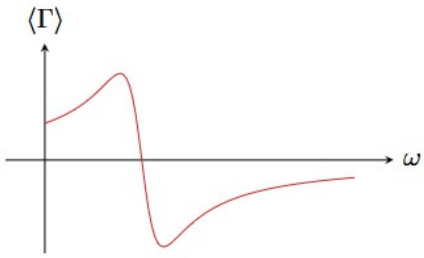
Planche 15 :
25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I : moteur asynchrone

Le bobinage du rotor d'une machine asynchrone peut être modélisé par une spire unique de résistance R, d'inductance L et de surface S tournant à vitesse angulaire constante ω autour d'un axe (Ox). La normale $\vec{n}$ à la spire est contenue dans le plan (Oyz). Cette spire est plongée dans un champ $\vec{B}$ généré par le stator, localement uniforme, contenu dans le plan (Oyz), de norme constante, tournant à vitesse angulaire constante ω' autour de (Ox).
Ce dispositif est utilisé en moteur électrique : le champ magnétique entraîne le rotor





1 - Expliquer qualitativement (sans équation !) pourquoi la spire tourne. Les deux vitesses ω et ω' peuvent-elles être identiques ?
2 - Pour simplifier, on suppose qu'à l'instant initial $\vec{n}$ et $\vec{B}$ sont colinéaires et de même sens selon $\vec{e}_z$. Exprimer l'angle θ en fonction de $\Omega=\omega'-\omega$. Que représente physiquement la vitesse de glissement Ω ?
3 - Établir l'équation différentielle régissant l'évolution du courant dans le rotor en fonction de Ω.
4 - On se place en régime permanent. Déterminer la pulsation du courant dans la bobine et résoudre l'équation différentielle obtenue précédemment . Écrire la solution comme une somme de sinus et cosinus.
5 - En considérant le moment magnétique $\vec{M}$ de la spire, calculer le couple auquel elle est soumise. En déduire le couple moyen $\langle\Gamma\rangle$ s'exerçant sur la bobine.
6 - L'allure de la courbe représentant $\langle\Gamma\rangle$ en fonction de ω est donnée ci-dessus. Le moteur peut-il démarrer seul ?
7 - Le moteur doit entraîner une charge mécanique exerçant un couple résistant de norme Γ_r connu. Justifier graphiquement qu'un ou deux points de fonctionnement, c'est-à-dire une ou deux vitesses de rotation ω, sont possibles. En raisonnant en termes de stabilité par rapport à Γ_r, justifier qu'un de ces deux points de fonctionnement n'est pas utilisable en pratique. Lequel et pourquoi ?

Exercice II : accumulateur cadmium-nickel

Schéma de l'accumulateur :

– Cd / $Cd(OH)_2$ / KOH(aq) // NiOOH / $Ni(OH)_2$ / Ni +

A part la potasse , toutes les autres espèces sont solides . Le nickel est un simple collecteur de courant .
1- On étudie la décharge de l'accumulateur .
a- Préciser les demi-réactions se produisant au niveau de chaque compartiment . Donner la réaction de décharge .
b- Montrer que la fem est indépendante de la concentration en potasse .
c- Tracer l'allure des courbes intensité-potentiel à pH = 14 .
2- On étudie la situation de charge . Que peut-on dire de la ddp à appliquer entre les deux électrodes .

Données :

Couple	$Cd(OH)_2$ / Cd	NiOOH / $Ni(OH)_2$
E° (V)	0	1,54

Planche 16 :

25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I :effet Joule

Un, conducteur cylindrique, de rayon a, de conductivité γ, d'axe (z'z) est parcouru par un courant de densité volumique qui varie selon la distance r à l'axe Oz selon $\vec{j} = j_0(\frac{r^2}{a^2})\vec{e}_z$.

1- Exprimer la puissance Joule dissipée par une longueur L de conducteur .
2- Exprimer l'intensité I traversant une section du conducteur .
3- En déduire la résistance R' d'une longueur L de conducteur .
4- Déterminer le champ magnétique créé en tout point de l'espace par cette répartition de courant .

Exercice II :Diagramme potentiel-pH du plomb

On donne : $E°(Pb^{2+} / Pb) = E_1° = -0,13$ V et $E°(PbO_{2(s)} / Pb^{2+}) = E°_2 = 1,46$ V
et $Pb(OH)_{2(s)} = Pb^{2+} + 2H0^-$ de pKs= 16,1 .
Le diagramme potentiel-pH simplifié du plomb est représenté à la figure 1 pour une concentration atomique en élément plomb de $c_0 = 0,1$ mol• L^{-1} .

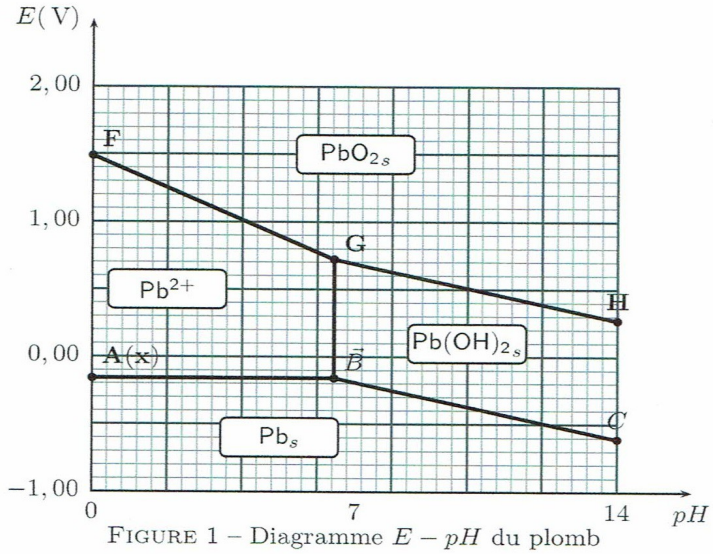


FIGURE 1 – Diagramme $E - pH$ du plomb

1- Déterminer les coordonnées du point B .
2- Donner la valeur de la pente du segment de droite [F, G].

On se propose d'étudier l'action de l'acide chlorhydrique sur le plomb selon l'équilibre

$$Pb + 2\,H_3O^+ = 2\,H_2O + Pb^{2+} + H_{2(g)}$$

Considérons un système constitué d'une plaque de plomb trempant dans une solution d'acide chlorhydrique.
3- Calculer la valeur numérique de l'enthalpie libre de réaction d'un tel système quand pH = 0, $[Pb^{2+}] = 0,1$ mol •L^{-1} et $P(H_2) = 1$ bar . Conclusion .
4- Du point de vue thermodynamique, une solution d'acide chlorhydrique à co = 0, 1 mol. L^{-1} est-elle capable d'oxyder le métal plomb?
La figure 2 donne les courbes intensité-potentiel à pH = 0 du couple H_2O / H_{2g} sur différents métaux (mercure, plomb et platine) ainsi que celle du couple Pb^{2+} / Pb .

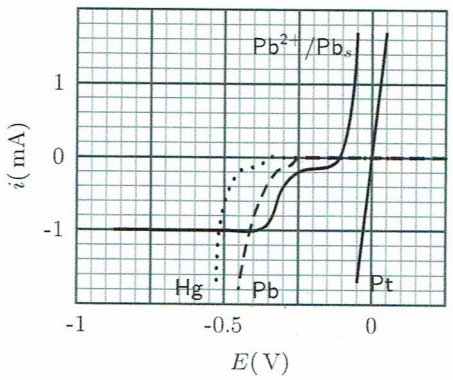


FIGURE 2 – Diagramme intensité-potentiel

5- Donner l'ordre de grandeur des surtensions cathodiques η_{Hg} *et* η_{Pb} du couple H_2O /H_{2g} sur le mercure et sur le plomb respectivement.

6- Quel phénomène physique est à l'origine du palier observé sur la courbe intensité-potentiel du couple Pb^{2+} /Pb ? La valeur numérique de ce palier dépend-elle de la concentration en ions Pb^{2+} ?

7- Que se passe-t-il si l'on plonge une plaque de plomb dans une solution d'acide chlorhydrique à $c_0 = 0{,}1 mol\ L^{-1}$?