

Programme de colle

Semaine 17 (du 26/01 au 30/01)

Les colles se déroulent en trois parties : une (au moins, il peut y en avoir plusieurs) question de cours tirée de la liste ci-dessous, puis un exercice imposé parmi ceux listés et enfin, si le temps le permet, un exercice au choix du collé.

Partie 1 – Questions de cours

Conversion et stockage d'énergie électrochimique

- Établir que $\Delta G \leq W_e$ pour tout convertisseur électrochimique (rappeler les hypothèses)
- Étude des piles (ou décharge d'accumulateurs) :
 - Citer la relation sur $\Delta_r G : \Delta_r G = -n\mathcal{F}e \leq -n\mathcal{F}U \leq 0$
 - Définir la capacité d'une pile, son rendement
 - Représenter le schéma électrique équivalent, lister les paramètres influençant la résistance interne, courant de court circuit
 - Illustrer le fonctionnement à l'aide des courbes courant-potentiel
- Étude des électrolyseurs (ou recharge d'accumulateurs) :
 - Citer la relation $0 \leq \Delta_r G = n\mathcal{F}e \leq n\mathcal{F}U$
 - Représenter le schéma électrique équivalent
 - Illustrer le fonctionnement à l'aide des courbes courant-potentiel

Modèle scalaire des ondes lumineuses, notion d'interférences

- Présenter le modèle scalaire : vibration lumineuse, intensité lumineuse
- Notion de capteurs lumineux : les présenter, donner des ordres de grandeur de temps de réponse
- Modèles d'émission des ondes lumineuses :
 - Donner la relation entre le temps de cohérence et la largeur spectrale fréquentielle
 - Établir la relation entre la longueur de cohérence et les propriétés du spectre
- Définir le chemin optique, exprimer le retard de phase dû à la propagation
- Définir une surface d'onde, énoncer le théorème de Malus et la propriété sur le chemin optique entre deux points conjugués
- Donner les conditions d'interférences, établir la formule de Fresnel, exprimer le contraste

Partie 2 – Exercices imposés

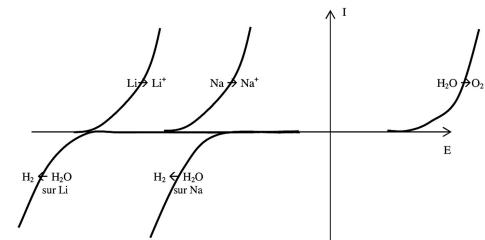
Exercice 1 Comportement de métaux alcalins

1. Établir l'équation de la réaction du lithium sur l'eau avec formation d'ion Li^+ et de l'ion HO^- .
2. Calculer à 298 K la constante thermodynamique de cette réaction, K° , écrite avec un coefficient stoechiométrique de 1 pour $\text{Li}_{(s)}$, en fonction des potentiels redox standard et de pK_e . Conclusion ?
3. Mêmes questions pour le sodium. Lequel est le plus réactif vis-à-vis de l'eau ?

Les courbes courant-potentiel des diverses espèces intervenantes sont tracées ci-dessous pour $\text{pH} = 7$.

4. À quelle vitesse relative le lithium et le sodium sont-ils oxydés par l'eau ? Quel est alors le potentiel du métal en solution ?

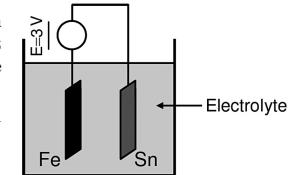
Données à 298 K : $E^\circ(\text{Li}^+/\text{Li}_{(s)}) = -3,04 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Na}^+/\text{Na}_{(s)}) = -2,71 \text{ V}$; $pK_e = 14,0$.



Exercice 2 Etamage

Une expérience d'étamage est effectuée à la température de 25 °C sur un échantillon de fer de surface totale $S = 240 \text{ cm}^2$. L'électrolyte est une solution d'ions Sn^{2+} dont le pH est maintenu à une valeur proche de 0. L'étain intervient pour cette étude par le couple redox $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}_{(s)}$.

1. Compléter le schéma ci-dessus, en précisant la polarité du générateur ainsi que le sens de passage du courant. Qualifier chaque électrode du terme « anode » ou « cathode ».



La surtension cathodique à vide du couple $\text{H}^+/\text{H}_{2(g)}$ ($\eta_c = -0,4 \text{ V}$) est approximativement la même sur le fer et sur l'étain. Le couple $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}_{(s)}$ est rapide sur le fer et sur l'étain.

2. Un petit dégagement gazeux est observé au niveau de l'électrode en fer. Quel est-il ? Écrire l'équation des échanges électroniques au niveau de chaque électrode et représenter les courbes intensité-potentiel correspondant à ces échanges.
3. Exprimer puis calculer la masse d'étain maximale déposée sur le fer, sachant que l'intensité totale du courant est $I = 1,0 \text{ A}$ et que l'électrolyse est arrêtée au bout de 4 minutes.

On donne : $M_{\text{Sn}} = 118,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}_{(s)}) = -0,44 \text{ V}$ et $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}_{(s)}) = -0,14 \text{ V}$.

Exercice 3 Influence de la température sur la fém d'une pile

Une pile alcaline a pour écriture symbolique :

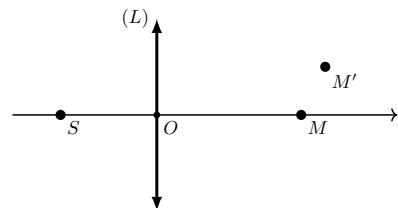


Données à 298 K :

1. Écrire les demi-équations redox à chaque électrode en précisant l'anode et la cathode.
2. Calculer les grandeurs standard $\Delta_r H^\circ$ et $\Delta_r S^\circ$ pour l'équation bilan de fonctionnement de cette pile à 298 K. En déduire $\Delta_r G^\circ(T)$ dans l'approximation d'Ellingham.
3. Exprimer alors la force électromotrice standard e° puis la force électromotrice e en fonction de la température.
4. Comment varie la fém de la pile lorsque la température augmente ? Donner une interprétation thermodynamique en terme de déplacement d'équilibre.

Exercice 4 Chemins optiques à la traversée d'une lentille

Une lentille (L) est en verre d'indice n et a une épaisseur e au niveau de son centre optique O . Sa distance focale image est notée f' . Elle est plongée dans l'air d'indice n_a . Soient M et M' deux points dont les coordonnées dans le repère (Oxy) sont respectivement $(x, 0)$ et (x', y') . Une source ponctuelle S est placée devant (L) sur l'axe (Ox).



1. On suppose que $\overline{SO} = f'$. Construire les rayons issus de S qui parviennent en M et en M' . Exprimer les chemins optiques (SM) et (SM') .
2. Même question avec $\overline{SO} = \frac{3f'}{2}$.

Exercice 5 Couleur d'une tâche d'huile

Une goutte d'huile déposée sur une flaqué d'eau s'étale en surface et forme une mince couche d'épaisseur e supposée uniforme. Un observateur regarde un reflet du soleil en incidence normale sur la flaqué, et en se plaçant à la quasi-verticale de la flaqué, il observe une teinte magenta. On rappelle que le magenta est la couleur complémentaire du vert.

Données : indice de l'eau $n_e = 1,33$ et indice de l'huile $n_h = 1,5$. La réflexion d'une onde sur un milieu plus réfringent induit un déphasage à la réflexion de π .

1. En considérant uniquement les interférences entre une onde réfléchie sur l'interface air-huile et l'autre sur l'interface huile-eau, établir la condition d'interférences destructives.
2. En déduire pourquoi le reflet est coloré.
3. Estimer l'épaisseur minimale de la tâche d'huile donnant cette teinte. Peut-on déterminer sans ambiguïté l'épaisseur de la sorte ?

Partie 3 – Exercices supplémentaires**Conversion et stockage d'énergie électrochimique**

- Détermination de grandeurs standards d'après l'étude des piles
- Utilisation de courbes courant-potentiel pour expliquer le fonctionnement d'une pile et prévoir la valeur de la tension à vide
- Utilisation de courbes courant-potentiel pour expliquer le fonctionnement d'un électrolyseur ou la recharge d'un accumulateur

Modèle scalaire des ondes lumineuses, notion d'interférences

- Calculs simples de chemins optiques ou différences de marche, accords de phase
- Applications des relations de Fourier sur les spectres d'émission