

# Préparation aux oraux

## TD5 – Optique & Electrochimie

### 0 Notions et contenus – Capacités exigibles

#### 1 ➤ Exercice « académique » CMT Galot 2023 : Viseur

Un viseur est constitué de 2 lentilles minces convergentes L1 (objectif) et L2 (oculaire) de distance focales  $f'_1=10$  cm et  $f'_2=2$  cm.

L1 et L2 sont séparées d'une distance  $D$  réglable.

- 1) Déterminer  $D$  tel que le viseur soit afocal.

Dessiner la marche de faisceaux venant de l'infini en formant un angle  $\alpha$  avec l'axe optique.  
Calculer le grossissement  $G = \alpha'/\alpha$ , avec  $\alpha'$  l'angle des rayons émergents avec l'axe optique.

- 2) On place un objet AB à 20 cm du viseur : calculez  $D$  pour que l'utilisateur le voie sans accommodation.

L'observateur voit l'objet sous un nouvel angle  $\alpha'$  : calculez  $P = \alpha'/AB$ .

#### 2 ➤ Exercice « académique » CMT Ait Slimani 2023 : Interf. Michelson en coin d'air

Un interféromètre de Michelson réglé en coin d'air est éclairé par une source monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 630$  nm. On notera  $\alpha$  l'angle du coin d'air.

On place une lentille de distance focale image  $f' = 12,5$  cm et un écran à 15 cm de la lentille.

On observe des franges rectilignes d'interfrange  $i = 3,5$  mm sur l'écran.

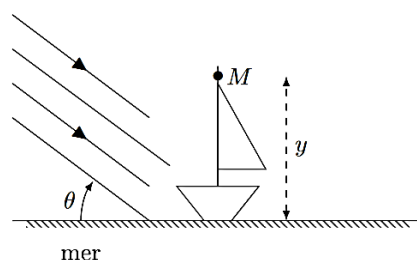
- 1) Faire un schéma de l'interféromètre en précisant le nom et le rôle de chaque élément constitutif.
- 2) Où sont localisées les interférences ?
- 3) Déterminer l'expression de l'éclairement sur l'écran.
- 4) Déterminer l'expression de l'interfrange.
- 5) Déterminer la valeur de l'angle du coin d'air

#### 3 ➤ Exercice « académique » CCINP Vanel 2023 : Réception d'onde par un bateau

Un bateau se situe à 10 km de la côte. Il reçoit sur un récepteur un faisceau d'ondes cohérentes parallèles arrivant avec un angle  $\theta$  au niveau de la mer. On donne  $c = 3 \times 10^8$  m · s<sup>-1</sup>,  $f = 100$  MHz et  $n_{\text{air}} = 1$ .

Le récepteur est sensible à l'intensité moyenne reçue. Par ailleurs, pour une mer calme, on considérera l'interface comme un miroir parfait.

- 1) Quel phénomène physique apparaît au niveau du récepteur en  $M$ ? Expliquer.
- 2) Calculer la différence de marche  $\Delta\mathcal{L}(M)$ , sous la forme  $\Delta\mathcal{L}(M) = f(y) \sin \theta$ . Expliciter  $f(y)$ .
- 3) Lors de la réflexion sur la mer, on observe un déphasage de  $+\pi$ . Calculer la différence de phase.
- 4) Soit  $I_0$  l'intensité reçue si un seul des deux chemins était présent. Déterminer l'intensité en  $M$ .
- 5) Calculer l'interfrange en fonction de  $\lambda$  et  $\theta$ .
- 6) Calculer l'interfrange pour les 2 positions suivantes de l'émetteur : colline à 700 m de hauteur, et immeuble à 10 m de hauteur. Commenter.



#### 4 ➤ Exercice « académique » CCINP PSI : Production d'aluminium par électrolyse de l'alumine

L'aluminium peut être produit par électrolyse de l'alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Les deux électrodes sont en carbone, la tension d'électrolyse vaut  $U = 4,2 \text{ V}$  et le courant est  $I = 350\,000 \text{ A}$ . Du  $\text{CO}_2$  gazeux se forme à l'une des électrodes au cours de l'électrolyse. Le bain d'électrolyse est une solution non aqueuse dans laquelle se dissout l'alumine et qui ne joue aucun rôle dans les réactions.

Données : masses molaires  $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $M_{\text{Al}} = 27,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- 1 - Le numéro atomique de l'aluminium est  $Z = 13$ . Quel est l'ion d'aluminium préférentiellement formé ?
- 2 - Déterminer le nombre d'oxydation de Al dans l'alumine. Déduire des nombres d'oxydation les ions issus de l'alumine lorsqu'elle se dissout dans le bain d'électrolyse.
- 3 - Faire un schéma de l'électrolyse. Quelles réactions ont lieu aux électrodes ? En déduire l'équation bilan.
- 4 - Dessiner l'allure du diagramme intensité-potential et placer  $I$  et  $U$ . Augmenter  $U$  permet-il de produire davantage d'aluminium ? de le produire plus rapidement ?
- 5 - Quelle est la masse d'aluminium produite pour une tonne d'alumine ? Combien de temps cela nécessite-t-il ?

#### 5 ➤ Exercice « académique » : Etude thermodynamique d'une pile

Soit une pile zinc/cuivre, étudiée à  $298 \text{ K}$ , sous  $P = 1 \text{ bar}$ , constituée par les éléments suivants :

- ✓ Compartiment (1) : lame de zinc plongeant dans une solution de sulfate de zinc (II), de volume  $V_1 = 50 \text{ mL}$ , de concentration  $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Couple  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}_{(\text{s})}$  :  $E_1^0 = -0,76 \text{ V}$ .
  - ✓ Compartiment (2) : lame de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre (II), de volume  $V_2 = 40 \text{ mL}$ , de concentration  $0,25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Couple  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}_{(\text{s})}$  :  $E_2^0 = 0,34 \text{ V}$ .
  - ✓ Pont salin.
- 1) Déterminer le potentiel d'électrode de chacune des électrodes et calculer sa force électromotrice initiale.
  - 2) Faire le schéma de la pile en précisant le sens de déplacement des électrons lorsque la pile débite. Déterminer le nom de chaque électrode et l'équation bilan de la réaction de fonctionnement de la pile.
  - 3) Exprimer l'enthalpie libre de réaction de la réaction de fonctionnement et la force électromotrice de la pile, notée  $\mathcal{E}$ . Quel est le signe de cette grandeur lorsque la pile débite ?
  - 4) Déterminer la valeur de l'enthalpie libre standard de réaction  $\Delta_r G^0$  à  $298 \text{ K}$ . En déduire la valeur de la constante d'équilibre de la réaction de fonctionnement à  $298 \text{ K}$ .
  - 5) Exprimer, en fonction du coefficient de température  $\frac{d\mathcal{E}^0}{dT}$  et de la force électromotrice standard  $\mathcal{E}^0$ , les grandeurs standard de réaction  $\Delta_r H^0$  et  $\Delta_r S^0$ . Faire les applications numériques.

Données à  $298 \text{ K}$ :

$$\mathcal{F} \approx 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}; \frac{RT}{F} \ln(x) = 0,06 \log(x); \frac{d\mathcal{E}^0}{dT} = -1,083 \cdot 10^{-4} \text{ V} \cdot \text{K}^{-1}.$$

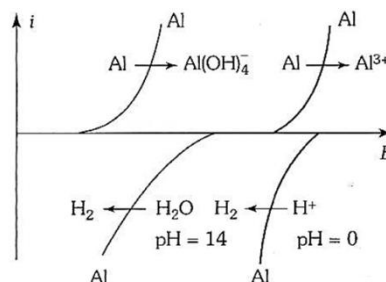
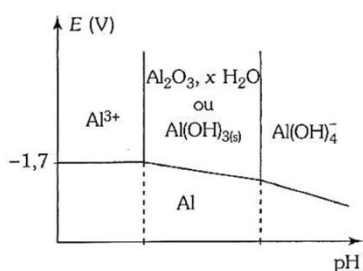
#### 6 Résolution de problème : Corrosion de l'aluminium

On s'intéresse à 3 expériences :

- ① Quand on trempe une plaque d'aluminium non décapée dans une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration égale à  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , l'attaque de celle-ci est très lente.
- ② On décape la plaque d'aluminium en la frottant à l'aide d'un papier de verre, puis on plonge de nouveau la plaque dans la solution d'acide chlorhydrique précédente. On observe une attaque un peu moins lente.
- ③ On trempe une plaque d'aluminium dans une solution de soude concentrée ( $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) et on observe un abondant dégagement gazeux.

☞ Interpréter ces 3

Données :



les résultats de expériences.

## Rapports

### Optique

#### CCINP 2023

Il est impératif en optique de réaliser des **schémas**. Et que ceux-ci soient de **qualité**.

Pour les **trous d'Young avec lentilles**, les **théorèmes** utiles ne sont pas toujours bien expliqués, le **retour inverse** et le **théorème de Malus** sont rarement cités.

Les **équivalents du Michelson sont sous-utilisés**, ce qui fait perdre beaucoup de temps au candidat. La **localisation des franges** pose problème : des candidats observent les interférences du coin d'air sur le plan focal de la lentille de sortie.

La **détermination des rayons** brillants ou sombres de la lame d'air est souvent fautive, l'**ordre** au centre est souvent pris nul et croissant quand on s'éloigne.

Il ne suffit pas pour les **réseaux** d'exprimer la différence de marche entre deux rayons successifs, encore faut-il exprimer la **condition d'interférences constructives**.

Sur l'**optique géométrique** de première année, beaucoup d'erreurs de **signes** dans les **grandeurs algébriques**.

La construction de la **marche des rayons lumineux** à travers **une ou plusieurs lentilles**, en particulier **divergentes**, pose problème.

#### CCS 2022

Un **tracé de rayons** offre souvent une méthode simple et performante pour répondre à la plupart des questions posées dans un sujet **d'optique géométrique** ; encore doit-il être effectué avec un **double soin de principe** (quelle est la règle appliquée ?) **et de réalisation** (une droite ne doit pas être courbée de force pour s'adapter à une idée préconçue qui s'avère parfois fautive).

Les **angles** pour l'expression des **lois de Descartes** sont trop souvent pris par rapport au dioptre alors qu'ils devraient l'être **par rapport à la normale** à celui-ci. Le même genre de confusion s'observe aussi pour la **formule des réseaux** par exemple.

Quelques incontournables : **différences de marche** dans les cas des **fentes de Young** et des **anneaux d'égalé inclinaison**.

#### CCMP

Dans le cas **d'interférences à distance finie**, l'utilisation du projeté d'une source sur le second rayon est malheureusement encore rencontrée, cette mise en équation maladroite ne permet jamais au candidat d'aboutir rigoureusement au résultat alors qu'un **développement limité** permet de conclure assez rapidement.

Les **conditions d'éclairage et d'observation** pour les montages **coin d'air** ou **lame d'air** avec interféromètre de **Michelson** sont mal connues. Certains candidats ne connaissent que le **montage replié du coin d'air** et ont beaucoup de mal à **faire le lien avec le Michelson** tel qu'il est **réellement**.

Le défilement de franges donne lieu à des calculs compliqués alors que **l'utilisation de l'ordre d'interférence** permet souvent une analyse rapide et efficace.

Pour expliquer **l'évolution des anneaux** quand l'interféromètre de Michelson se **rapproche du contact optique en lame d'air**, de nombreux candidats manquent de **méthode** et se contentent d'une affirmation.

## Electrochimie

### CCINP 2023

Les questions posées sont systématiquement les mêmes d'un exercice à l'autre, ce qui permet d'engranger facilement des points, typiquement en oxydo-réduction :

- étude d'une **électrolyse**, d'une **pile**, avec écriture des **réactions anodique et cathodique possibles** ;
- **identification de la réaction** par une **étude cinétique sur courbes intensité-potentiel**.

Voici les principaux défauts qui ont été relevés :

Les **espèces réagissant** dans une réaction de **pile** ou **d'électrolyse** ne peuvent être bien sûr que des **espèces effectivement introduites** dans le milieu réactionnel. Les **demi-équations redox à la cathode et l'anode** doivent être **écrites dans le sens effectif** de la réaction.

### CCS 2022

Alors qu'ils semblent en mesure de traiter des problèmes plus complexes, certains candidats sont inexplicablement gênés par des **questions simples, comme l'emploi des courbes intensité-potentiel**.

Par ailleurs certains candidats essaient **d'équilibrer les équations redox** avec une absence totale de méthode alors qu'il existe un **algorithme systématique, rapide et infaillible**.