

**Programme de Colles n° 17 :****Semaine du 3 mars 2025 au 7 mars 2025 :****PHYSIQUE : programme précédent +****THERMODYNAMIQUE : SYSTEMES OUVERTS EN REGIME PERMANENT : cours + exercices**

- Formulation des deux principes pour une transformation élémentaire pour un système fermé
- Formulations des deux principes pour un système ouvert en régime stationnaire dans le seul cas d'un écoulement unidimensionnel dans la section d'entrée et la section de sortie.
- Conservation du débit massique
- Etude de cas particuliers : compresseur, turbine, détenteur, tuyère, échangeur thermique
- Rappels sur le fonctionnement des machines thermiques (moteur, machine frigorifique, pompe à chaleur)
- Rappels sur les diagrammes : Clapeyron, enthalpique

**DIFFUSION THERMIQUE : (cours +exercices)**

- Différents modes de transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement ;
- Vecteur densité de courant thermique, flux thermique ;
- Loi de Fourier, analogie électrique ;
- Ordre de grandeur des conductivités thermiques ;
- Bilan d'énergie avec un seul paramètre : en cartésiennes, problème à symétrie cylindrique, problème à symétrie sphérique, cas général ;
- Equation de la diffusion : en cartésiennes, problème à symétrie cylindrique, problème à symétrie sphérique, cas général ; diffusivité ;
- Durée caractéristique de l'évolution de la diffusion ;
- Prise en compte d'un terme de source ;
- Régime stationnaire : propriétés ; résistance thermique ;
- Exemples : tige rectiligne, résistance thermique dans le cas d'un problème à symétrie cylindrique ; puis à symétrie sphérique.
- Association série ou parallèle de résistance thermique (ex : double vitrage) ;
- Cas non stationnaire : propriétés ; exemple : onde thermique.
- Résolution numérique de l'équation de diffusion.
- Echange thermique conducto-convectif : loi de Newton, coefficient de transfert thermique de surface.

**Capacités exigibles ou ce qu'il faut savoir faire :****Systèmes ouverts :**

- Utiliser avec rigueur les notations  $d$  et  $\delta$  en leur attachant une signification.
- Établir les relations  $\Delta h + \Delta e = w_u + q$  et  $\Delta s = s_e + s_c$  et les utiliser pour étudier des machines thermiques réelles à l'aide du diagramme  $(p, h)$ .

**Diffusion thermique :**

- Reconnaître un mode de transfert thermique
- Calculer un flux thermique à travers une surface orientée et interpréter son signe.
- Effectuer un bilan local d'énergie interne pour un solide dans le cas d'une situation à une variable d'espace en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique.
- Interpréter et utiliser la loi phénoménologique de Fourier.
- Citer quelques ordres de grandeur de conductivité thermique dans les conditions usuelles : air, eau, verre, acier.

- Établir l'équation de la diffusion thermique sans terme de source au sein d'un solide dans le cas d'une situation à une variable d'espace en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique.
- Utiliser une généralisation de l'équation de la diffusion en présence d'un terme de source.
- Utiliser une généralisation en géométrie quelconque en utilisant l'opérateur laplacien et son expression fournie.
- Analyser une équation de diffusion thermique en ordre de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle.
- Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique.
- Déterminer l'expression de la résistance thermique d'un solide dans le cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne.
- Exploiter les lois d'association de résistances thermiques.
- Utiliser la loi de Newton comme condition aux limites à une interface solide-fluide.
- **Capacité numérique** : à l'aide d'un langage de programmation, résoudre l'équation de la diffusion thermique à une dimension par une méthode des différences finies dérivée de la méthode d'Euler explicite de résolution des équations différentielles ordinaires.

### **CHIMIE : CINETIQUE DES REACTIONS REDOX : (cours + applications directes)**

- Relation intensité-vitesse de réaction ;
- Comportement d'une électrode : cas d'une électrode abandonnée à elle-même :  $E = E_{eq} = E_{ernst}$
- Cas d'une électrode portée au potentiel  $E > E_{eq}$  (anode) ou  $E < E_{eq}$  (cathode)
- Relevé expérimental des courbes intensité-potentiel : montage à 3 électrodes ;
- Systèmes rapides, systèmes lents, surtensions ;
- Courant limite de diffusion, vague successive, mur du solvant ;
- Potentiel mixte ;
- Application au fonctionnement d'une pile : tension aux bornes de la pile, effet cinétique, effet Joule, Tension à vide de la pile ; Optimisation des paramètres ;
- Application à l'électrolyse :  
Principe de l'électrolyse ;  
Etude thermodynamique : critère de fonctionnement de l'électrolyseur ; tension seuil thermodynamique  
Etude cinétique ;
- Stockage de l'énergie : les accumulateurs.

### **Capacités exigibles :**

- Décrire le montage à trois électrodes permettant de mesurer une surtension.
- Associer vitesse de réaction électrochimique et intensité du courant.
- Reconnaître le caractère lent ou rapide d'un système à partir des courbes courant-potentiel.
- Identifier les espèces électroactives pouvant donner lieu à une limitation en courant par diffusion.
- À partir de relevés expérimentaux, associer l'intensité du courant limite de diffusion à la concentration du réactif et à la surface immergée de l'électrode.
- Donner l'allure qualitative de branches d'oxydation ou de réduction à partir de données de potentiels standard, concentrations et surtensions de « seuil ».
- Utiliser les courbes courant-potentiel pour expliquer le fonctionnement d'une pile électrochimique et prévoir la valeur de la tension à vide.
- Utiliser les courbes courant-potentiel pour expliquer le fonctionnement d'un électrolyseur et prévoir la valeur de la tension de seuil.
- Utiliser les courbes courant-potentiel pour justifier les contraintes dans la recharge d'un accumulateur