

LP 23 : PHÉNOMÈNES DE DIFFUSION

ATTENTION : deux possibilités pour la leçon :

1. Niveau BCPST2 : Diffusion thermique/particule avec focus sur celle de l'élément imposé
2. Niveau PC : Modèle de Drude/diffusion électrique/Loi d'Ohm (si élément imposé) : peut se suffire à elle-même ou sinon pas faire Drude et prendre une des deux premières parties

Du coup changer l'intro péda en fonction de la leçon

Bibliographie

1. Physique, tout-en-un, Sanz PC-PC*
2. Dictionnaire de physique, Taillet
3. Côte, Physique-Chimie, BCPST2

Introduction pédagogique

Niveau : PC

Prérequis :

1. Electrocinétique (loi d'Ohm) [L1]
2. Force de Coulomb (champ, potentiel, force) [L1]
3. Utilisation du papier pH [secondaire]

Objectifs :

1. Comprendre le phénomène de diffusion et ses caractéristiques
2. Savoir établir une équation de diffusion

Difficultés :

1. Déterminer le sens du flux
2. Etablir les bilans de matière

Exemples de TP Diffusion de l'ammoniac dans un tube, mesure de la conductivité thermique de la barre de cuivre

Exemples de TD Etude de différentes équations de diffusion avec ou sans termes sources, analogie thermique/électrique : résistance thermique

Table des matières

| | | |
|---|-------------------------|---|
| 1 | La diffusion de matière | 3 |
| 2 | La diffusion thermique | 3 |
| 3 | Conduction électrique | 4 |

Liste de matériel pour TP

Diffusion d'ammoniac dans un tube :

- Gants, blouse, lunettes
- Tube en verre
- Tige en cuivre
- 2 bouchons pleins
- papier pH
- Chronomètre
- Règlet
- Coton
- Solution d'ammoniac concentrée
- Pipette pasteur

Diffusion à travers une barre de cuivre calorifugée :

- Barre de cuivre calorifugée
- Ordinateur avec picologue
- Boitier picologue

Introduction pédagogique

Le présent cours introduit les phénomènes de diffusion aux élèves. Bien qu'elle ait déjà été discutée dans le secondaire et en BCPST1, cette notion a été abordée de manière assez descriptive et macroscopique, et s'est restreinte à la seule conduction thermique. Dans ce cours, on va offrir une description microscopique des phénomènes de diffusion, en se focalisant sur la conduction électrique, la diffusion de matière et la conduction thermique.

Introduction

Diffusion : la diffusion est un mode de transport microscopique de particules ou de grandeurs physiques, spontanée et qui tend à homogénéiser sa répartition spatiale.

Exemple : diffusion d'encre sur un buvard, diffusion du sirop de grenadine dans un verre d'eau. Cette diffusion peut s'accélérer si on agite la solution : on induit un mouvement de convection.

1 La diffusion de matière

1.1 Origine de la diffusion particulaire

- Diffusion de matière apparaît si densité particulaire ($n^* = \frac{N}{V}$) non uniforme dans le milieu
- Flux de particules : $\Phi_p = \iint \vec{j}_p \cdot d\vec{S}$
- Vecteur densité de courant particulaire : nombre de particules qui traversent une surface par unité de temps
- Variation du nombre de particules : $dN = \vec{j}_p \cdot \vec{S} dt$
- Loi phénoménologique de Fick (1855) : $\vec{j}_p = -D \overrightarrow{\text{grad}} n^*$
- D le coefficient de diffusion ($m^2.s^{-1}$) : mesure l'aptitude du milieu à transporter les particules

1.2 Mise en place de l'équation de diffusion

Bibliographie : Côte, Physique-Chimie, BCPST2 - Sanz, tout-en-un PC

1.3 Durée du phénomène de diffusion

Calcul du temps caractéristique

2 La diffusion thermique

2.1 Analogie avec la diffusion de particules

Biblio : Sanz p. 128

- Flux thermique
- Loi de Fourier
- Equation de la chaleur (tout en analogie)

2.2 Mesure de la conductivité thermique de la barre de cuivre

cd feuille de TP

2.3 Résistance thermique

Biblio : Sanz, PC-PC* ; Côte BCPST2

3 Conduction électrique

3.1 Origine du courant

3.2 Loi d'Ohm locale

| | Loi d'Ohm locale | Loi de Fourier | Loi de Fick |
|---|---|--|---|
| Grandeur transportée | Charges | Énergie thermique | Particules |
| Densité de courant | \vec{j}_{el} (A.m ⁻²) | \vec{j}_{th} (W.m ⁻²) | \vec{j}_p (m ⁻² .s ⁻¹) |
| Cause du transport : gradient de ... | Potentiel électrique V_{el} (V) | Température T (K) | Densité particulaire n^* (m ⁻³) |
| Coefficient de transport | Conductivité électrique σ (S.m ⁻¹) | Conductivité thermique λ_{th} (W.m ⁻¹ .K ⁻¹) | Diffusivité D (m ² .s ⁻¹) |
| Loi de transport | $\vec{j}_{el} = -\sigma \overrightarrow{\text{grad}}V_{el}$ | $\vec{j}_{th} = -\lambda_{th} \overrightarrow{\text{grad}}(T)$ | $\vec{j}_p = -D \overrightarrow{\text{grad}}(n^*)$ |