

LP n°36 : Présenter et illustrer la théorie élémentaire du phénomène de transport suivant : diffusion de particule

Prérequis :

- Thermodynamique
- Conduction électrique

Bibliographie :

- Bocquet
- BCPST 2
- Perez Thermo
- Hecht
- Tt en 1 PC

Introduction : *Hecht* Il existe différents moyens de transport de la matière :

- Convection : mouvement macroscopique de la matière
- Diffusion, conduction : objet de la leçon.

Avant, on considérait des systèmes à l'équilibre, maintenant, on a une situation qui n'est plus à l'équilibre.

Hypothèses : Problème unidimensionnel, hors équilibre global, équilibre local, système indéformable, homogène, D indépendant de T

I Loi de Fick

1 Mise en évidence expérimentale

Expérience : avec papier pH dans le tube d'ammoniac.

On voit un transport de matière, on suppose, que la convection est négligeable.

2 Échelles et grandeurs

Échelle mésoscopique pour définir les grandeurs, notion d'équilibre local. Définition de la notion de flux en 1D. Définition de la densité de flux de particule.

3 Énoncé de la loi

$\vec{j} = -D \vec{\text{grad}}(n)$ Dimension du coefficient de diffusion, ordres de grandeurs *Tec & Doc p130*. Commentaires. Utilisation, dans le dopage des semi-conducteurs.

II Bilan d'énergie échangée

1 Régime transitoire

Hypothèses : pas de source interne ni de fuite thermique. Bilan de matière sur une tranche d'épaisseur dx de surface S pendant dt :

$$\frac{\partial n}{\partial t} dt S dx = (j(x) - j(x + dx)) S dt = -\frac{\partial j}{\partial x} S dx dt \implies \frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2}$$

Ordre de grandeur de l'évolution. La diffusion est efficace à petite échelle spatiale

On retrouve l'irréversibilité dans cette équation.

Tracé de $x^2 = f(t)$, on montre que l'on a une droite, coefficient de l'ordre de grandeur de D .

○ La diffusion s'épuise dans le temps

2 Régime permanent

$$n(x) = n_0 + x \frac{\Delta n}{L}$$

○ On va voir quelques phénomènes où la diffusion n'est plus négligeable.

III Exemples

1 Sédimentation

Tec & Doc p147

2 Perméabilité d'une membrane

Tec & Doc p147 Bilan en situation non permanente

3 Diffusion d'un barreau

Tec & Doc p137 Simplifié, juste début en symétrie non sphérique.

Conclusion : Diffusion valable pour de faibles échelles spatiales. Analogie complète entre électricité et diffusion.