

Élément imposé: Diffusion de particules

Niveau: BCPST 2

- Pré-requis :
- * potentiel chimique (BCPST2)
 - * flux d'une grandeur extensive (\vec{j}) (BCPST2)
 - * dérivées partielles et différentielles (BCPST 1)
 - * Thermodynamique (capacité thermique, 1^{re} pp) (BCPST 1)
 - * Transferts thermiques (conduction) (BCPST 1)
 - * mouvement de charge dans un champ ~~de particules~~ électrique (BCPST1)
 - * loi d'Ohm (1^{er} S)

Éléments: phénomène de transport en BCPST
doit: en 1^{er} et en détail diff^o de particules
(legèr point historique)

→ plus intuitif → lien \vec{j} et $\vec{j}_{\text{élect}}$

Sans source et sans puits ≠ diffusivité et coef diffusion

Exercice: diffusion du sel de permanganate dans de l'eau
diffusion de chaleur dans une barre de cuivre

Travaux diff de KPMO₄ (dispo)

diff^o diffusion / analogie entre les phénomènes

Obj: comprendre les similitudes et les caractéristiques des phénomènes
ref à la vidéo: diff de particule.

I) Diff de particules

A/ Origine physique

↳ inhomogénéité d'une concentration

minimiser le potentiel = minimiser la concentration

diff des zones de fortes concentrat° → faibles concentrat°

décrit par une loi: **Fick (1855):** $\vec{j} = -D \text{grad } n$ $\left[\frac{D \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1})}{\text{m}} \right] + \text{loi}$

$[D] = \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$: diff s'oppose au gradient de concentration (cf drago)

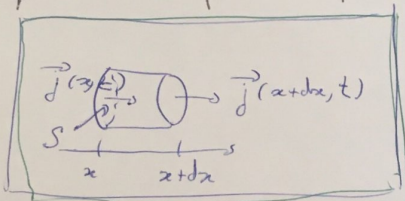
$D_{\text{solide}} < D_{\text{liquide}} < D_{\text{gaz}} >$

Limites: ~~loi valide si:~~

- si le grad est trop fort ou trop variable ds le temps } invalide
- milieu anisotrope

B/ Temps caractéristique de diff

Drago



BPe unid: Hypothèses:

- * n uniforme et n variable
- * aucune production ni destruction

$$dN = N(x, t+dt) - N(x, t) = \frac{\partial N}{\partial t}(x, t) dt = \frac{\partial n}{\partial t}(x, t) dt dx S$$

$$\left. \begin{aligned} dN &= \delta N_S - \delta N_E & \delta N_E &= j(x, t) S dt \\ \delta N_E - \delta N_S & & \delta N_S &= j(x+dx, t) S dt \end{aligned} \right\} dN = - \frac{\partial j}{\partial x} S dt dx$$

loi de Fick: $dN = \frac{\partial^2 n}{\partial x^2}(x, t) S dt dx$

E_q de diff: $\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2}$ → analyse dimensionnelle

$$D \approx \frac{L^2}{\tau} \leftarrow \tau \text{ temps caract. de diffusion}$$

en pâte de papier $L = 5 \text{ cm}$ $D_{\text{KNO}_3} = 1,64 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

$$\tau = 2 \cdot 10^6 \text{ s} = 20 \text{ jours}$$

→ Phénomène TRÈS lent!

II) Autres phénomènes de diffusion

Départ OIG (d) + loi

mise en évidence avec la loi de Fick

A/ Diffusion thermique

Origine : inhomogénéité dans la T° dans le milieu

Direction : zone de T° vers ΔT°

$$\text{Fourier (1822)}: \vec{j}_H = -D \text{grad} T$$

Diffusivité thermique

Mêmes limitations que la loi de Fick

On peut retrouver une eq^e de diff : eq^e chaleur

$$\frac{\partial T}{\partial t} = D_{th} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

Eq^e de diff thermique

$$D_{th} = \frac{d}{\rho c} \quad (\text{masse molaire} = 0, \text{ capacité thermique} = c)$$

B/ Conductivité électrique

Origine : ΔV Ohm (1827)

Départ loi OIG σ

$$\vec{j}_{el} = \sigma \vec{E} = -\sigma \text{grad} V$$

$$I \sim \frac{1}{R} U \rightarrow I = \frac{U}{R}$$

Classe

Départ tableau récap

→ point commun inhomogénéité d'une grandeur

Questions • pt on cherche à minimiser le potentiel ?
Est-ce toujours vrai ? N'importe quel système ?

→ Σ isolé : potentiel thermo = entropie : eq: on cherche à max l'entropie.

• Quel Σ considéré ? $H_2O + KO_2$ ΔT faut prendre une succession de petits systèmes ds un gros Σ .

Départ : Σ inhomogène → Fin : toutes les grandeurs intérieures à l'équilibre

• O est-il vraiment coté ? Comment est-ce qu'il dépend de la T° : Einstein
par rapport à la phase ? Solide $\propto e^{-E/kT}$ // fluide : liquide (condensé) : très dilué : c'est que
D indépendant de n : sauf si limite : grad trop fort ou trop variable. autre