

M34 : Phénomènes de transport

On connaît tous plein de phénomènes de transport, par exemple la conduction électrique dans les lignes haute tension ou la température. On retrouve ces phénomènes dans différents domaines de la physique et de différentes manières : convection, diffusion, rayonnement.

I] Diffusion de particules Sommerfeld

On va tenter de retrouver la loi de Fick, qui intervient dans la diffusion de particules. On envoie une nappe de lumière afin de sonder toutes les profondeurs de la cuve. On a une concentration plus élevée au fond de la cuve et plus faible en hauteur, on s'attend donc à un déplacement des particules du bas vers le haut.

Pour cette manip il faut mettre pas mal de glycerol mais suffisamment peu pour que le pic ne se retrouve pas en dessous de l'écran. On avait fait un mélange 50/50 eau glycerol.

Montrer sur l'écran à quoi correspond quel endroit : où est ce que c'est l'eau, le glycerol (là où le rayon n'est pas dévié) et le gradient.

Pour la suite il faudra bien faire attention à ne pas bouger l'écran.

%%%%%%%%RETOUR SUR CETTE MANIP A LA FIN (29 min) %%%%%%%%%

Ici il faut avoir pris une bonne quantité de points, blablater un peu sur la formule puis en reprendre un dernier.

On met pas du glycerol pur mais un mélange 50/50 donc il faut pas se tromper sur $\Delta(n)$, on fait un décalage des temps mais ça n'a pas d'importance.

Quoi qu'il en soit le coefficient de diffusion est très mal connu car il dépend beaucoup des conditions initiales et on ne trouve pas de valeur tabulée, l'objectif est d'avoir un bon ordre de grandeur.

II] Diffusion de chaleur (6min) notice avec la manip

Logiciel **picolog** (s'il bug, fermer la session et la rouvrir)

Ce phénomène est lié à la loi de Fourier, il est très lié à la diffusion de particules (même phénomène physique).

L'idée est de chauffer seulement d'un côté, le barreau est thermiquement isolé. Quand on est en régime stationnaire on est censé avoir une température qui décroît linéairement avec la température.

Cette manip est faite sans incertitudes car il y a plein de paramètres qu'on connaît pas (rayon, puissance). Par ailleurs le modèle est un peu caduque.

Commencer par faire le fit sur tous les points, remarquer que le dernier est pas très bon. Cela vient du fait qu'on est au bord (proche des ailettes de refroidissement) donc éloigné de notre modèle, on prend donc simplement les 4 premiers points.

On trouve qqc de plus grand que la valeur tabulée, la raison est qu'on a surestimée la puissance (il suffit de toucher le papier servant à calorifuger et il est chaud).

III] Conduction électrique (10 min) **notice avec la manip**

C'est quelque chose de très important car elle intervient dans la vie de tous les jours.

Présentation des barreaux : on a des trous qui vont nous permettre de mesurer la tension en fonction de la distance entre les deux points.

Comme la résistance est assez faible il faut envoyer une grande intensité (10A). On a mesuré la longueur entre les trous au pied à coulisse. Bien penser à gratter les trous avant le montage car il se forme une couche d'oxyde non conductrice et qui peut donc fausser les mesures.

Les valeurs étaient un peu différentes de celles trouvées en préparation, cela peut être dû au fait qu'on avait pas exactement la même intensité.

L'incertitude sur b était d'environ 2%, on retrouve la valeur tabulée.

IV] Transport de quantité de mouvement (20 min) **un livre de prépa au hasard**

Ca peut paraître bizarre mais en fait c'est bien un phénomène de transport mais en fait la quantité de mouvement se propage. En écrivant le principe fondamental de la dynamique on voit tout de suite que la vitesse limite dépend comme D^2 . On peut utiliser la force de Stokes car on est à Re comme il faut.

Comme on avait pas assez de billes de taille différentes, on a pris plein de fois les mêmes billes et on fera un traitement statistique.

Les élastiques ont été placés afin d'être assez loin du haut pour être dans le régime stationnaire mais assez loin du fond pour ne pas être perturbée.

On mesure à chaque fois les diamètres à l'aide d'un pied à coulisse et on mesure le temps de chute connaissant la hauteur de chute (20 cm).

On a mesuré la viscosité mesurée pour chaque lancers et on fait un histogramme de tout ça. On a pas une gaussienne : les grands coefficients de viscosité ont été obtenus avec les grosses billes (8mm) cela peut s'expliquer qu'on a une augmentation de Re et donc qu'on sort du régime de Stokes)

La valeur trouvée sort des barres d'erreur, plusieurs explications : on a pas du glycérol pur, le glycérol est vieux donc il est même plus à 98%.

V] Conclusion (39 min)

On a étudié des phénomènes de transport dans différents domaines de la physique.

I Diffusion de particules

$D = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$
 $n_{eau} = 1,33$
 $n_{glyc} = 1,47$
 $c = (3,43 \pm 0,01) \text{ mm}$
 $L = (2,7 \pm 0,1) \text{ cm}$
 25
 $\frac{\Delta n}{2\sqrt{\pi D t}}$
 trace $\frac{1}{h^2} = \frac{4\pi D}{L^2 \Delta n^2}$
 $D = \frac{b L^2 \Delta n^2}{4\pi} = (4,3 \pm 0,2) 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
 $= \left(\frac{0,5}{5} \right)^2 + \left(\frac{20L}{L} \right)^2 + \left(\frac{20\Delta n}{c} \right)^2$

II Phénomènes de transports.

IV Transport de quantité de mouvement

$m \vec{a} = -6\pi r \eta \vec{v} + m \vec{g}$
 $\Rightarrow v_{\text{cyl}} = \frac{2}{9} \frac{\Delta \rho g}{\eta}$
 $\rho_{\text{glyc}} = 1,26 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
 $\rho_{\text{huile}} = 8,98 \cdot 10^2 \text{ kg m}^{-3}$
 On mesure η pour lancers et on trouve η
 me.
 On obtient:
 $\eta = (4,03 \pm 0,06) \text{ Pa s}$
 $\eta_{\text{cyl}} = 1,45 \text{ à } 20$

II Diffusion de chaleur

$P = 30 \text{ W}$
 $2r = 2 \times 3,5 \text{ mm}$
 Thermomètre
 En régime stationnaire:
 $\vec{j} = -\lambda \vec{\nabla} T \oplus \vec{j} = \frac{P}{\pi r^2}$
 $\Rightarrow T(x) = T_0 - \frac{P}{\pi r^2 \lambda} x$
 $= a + b x$
 On trace $T(x)$
 et $\lambda = \frac{-P}{\pi r^2 b} = 600 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

III Conduction électrique

$S = 4,91 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
 $i \approx 10 \text{ A}$
 $R = \frac{U}{i} = \frac{x}{\sigma S}$
 On trace $\frac{U}{i} = \frac{1}{\sigma} \frac{x}{S} = b \frac{x}{S}$
 On trouve $\sigma_{\text{al, exp}} = (3,27 \pm 0,06) 10^7 \text{ S m}^{-1}$
 où $\frac{\Delta b}{b} = \frac{\Delta \sigma}{\sigma}$
 $\sigma_{\text{al, tab}} = 3,27 \cdot 10^7 \text{ S m}^{-1}$
 $\sigma_{\text{cu, tab}} = 5,93 \cdot 10^7 \text{ S m}^{-1}$
 $\sigma_{\text{cu, exp}} = (4,95 \pm 0,05) 10^7 \text{ S m}^{-1}$

VI] Questions

Manip 1 :

- pourquoi tu n'as pas comparé D à une valeur tabulée ? Car il n'y en a pas, seulement des ordres de grandeur car ça dépend vraiment des conditions initiales. En préparation on trouvait genre 3^e-10 . Une université du maine a trouvé 3^e-10 donc on est bien.
- expliquer le choix pour le traitement des incertitudes. On a 3 sources d'incertitudes, on suppose les incertitudes indépendantes et on utilise la formule des incertitudes log. L'autre source majeure d'incertitude viendrait de notre mélange eau glycerol qu'on a supposé parfait.

-1cm d'incertitude sur la distance c'est beaucoup non ? Ben on sait pas trop si la cuve est bien à l'aplomb du boy.

-bien insister sur le fait qu'on voit bien la couche de glycerol au fond.

Manip 2 :

-Dès le départ tu expliques que tu feras pas de traitement d'incertitude, et finalement tu tombes loin du résultat. Pourquoi as-tu choisi cette manip ? Car elle est liée à la loi de Fick théoriquement. Par ailleurs on peut parler de Wiedman et Franz. On aurait pu la faire en régime sinusoidal mais c'est très dur à traiter théoriquement.

-il faut mieux faire des incertitudes et dire que le modèle est naze plutôt que de pas faire d'incertitudes. D'ailleurs si tu faisais des incertitudes, comment ferais-tu ? Bon on a des valeurs pour les incertitudes de P, de r... mais l'erreur principale vient principalement du modèle qui est nul.

-vous avez dit « diffusion de particules et chaleur, ce sont les mêmes phénomènes, » commenter. C'est la même équation de diffusion et les lois phénoménologiques sont identiques. Formellement c'est le même problème. Mais dans un il y a transport de matière dans l'autre non.

-NE SURTOUT PAS FAIRE LA MANIP EN REGIME SINUSOIDAL

-Faire la remarque que dans cette manip on est en stationnaire alors que dans la manip 1 on était en régime transitoire.

Manip 3 :

-Tu as trouvé pile poil la valeur tabulée ? hasard, on a bien de incertitudes mais c'est comme ça.

-pourquoi il y a un décalage des points verts ? Probablement la petite variation de courant, ou il y a un peu d'oxyde, la température.

-Comment T peut jouer ? Ben les électrons vont plus vite donc plus de chocs dont R diminue mais je pense que c'est très compliqué.

-tu donnes la section, comment est elle mesurée ? Au pied à coulisse, elle ne tient pas en compte les trous donc c'est un peu faux.

-Tu as des incertitudes sur les distances ? Elles sont données par le constructeur.

Manip 4 :

-tu as parlé plusieurs fois du nombre de Re, peux-tu l'évaluer ? On a $Re = \rho U V / \eta$

$L=D$ car on néglige les effets de bords donc c'est la seule longueur,

$V=1 \text{ cm/s}$

$\rho = 1000$

$\eta = 1$

-> $Re = 0.1$

- tu as dit quand on passe de 6 à 8mm ça ne marche plus, au vu de la tête de Re c'est bizarre non ? Ben en fait ça va très vite car v est en R^2 donc on va choper un facteur $2^3=10$ si on multiplie le rayon par 2.

-tu as parlé d'un effet de dilution dans l'eau, explique car il y a seulement 5%. Ben en fait c'est pas du tout linéaire, il suffit d'ajouter un tout petit peu d'eau pour faire varier la viscosité de façon exponentielle.

-Quelle valeur de la viscosité du glyc à 25°C ? 0.9, donc en fait on est pas trop mal.

-Avoir sur la table du montage un thermomètre.

-il faut faire plein de domaines

-il faut faire régime transitoire/permanent

-rayonnement : manip avec une barette de **globar**

-mesurer le nombre de porteur dans un semicon avec l'effet hall.

-manip à éviter : couplage thermoélectrique, effet seebeck