

MP 34 Phenomene de transport

2017-2016 Des transports autres que diffusifs peuvent faire l'objet de ce montage. Lors de la mesure du coefficient de diffusion du glycérol, par la déviation d'une nappe laser, les candidats doivent être à même d'expliquer précisément la nature de l'image observée sur l'écran et son origine physique.

2015 Des transports autres que diffusifs peuvent faire l'objet de ce montage. Lors de la mesure du coefficient de diffusion du glycérol, par la déviation d'une nappe laser, les candidats doivent être à même d'expliquer précisément la nature de l'image observée sur l'écran et son origine physique.

2014 : Des transports autres que diffusifs peuvent faire l'objet de ce montage.

2010, 2011, 2013 : Le choix des expériences doit veiller à souligner l'aspect transport. Il existe d'autres phénomènes de transport que ceux régis par une équation de type $j = \alpha \text{ grad}V$.

2012 : Ce montage est ouvert à de nombreux domaines, pouvant donner lieu à des études comparées ; on pensera à exploiter les régimes transitoires et les régimes permanents. Le choix des expériences doit veiller à souligner l'aspect transport. Il existe d'autres phénomènes de transport que ceux régis par une équation de type $j = \alpha \text{ grad}V$.

2009 : La mesure de la conductivité thermique d'un métal par sa réponse en température à une excitation alternative a posé problème à de nombreux candidats par suite de l'analyse des mesures à l'aide d'une loi non valide avec les conditions aux limites concernées. Le régime permanent implicitement mis en jeu doit être précisé, de même que son temps d'établissement. Jusqu'en 2000, le titre était : Phénomènes de transport (transferts thermiques, transports de matière, de charge...).

2000 : Il faut garder à l'esprit qu'on distingue, dans certains domaines, plusieurs modes de transport : conduction, convection, diffusion... Connaître a priori l'ordre de grandeur de quelques coefficients de diffusion est indispensable. Les dispositifs dédiés permettant d'étudier l'effet Hall sur des échantillons sélectionnés semblent poser, malgré leur simplicité, de gros problèmes d'utilisation.

Idée Général : on applique une force \rightarrow on obtient une réponse : on mesure le coefficient entre force appliquée et réponse.

1) Expérience diffusion du Glycerol dans l'eau

Quaranta

Bup 819, 1885

Optics Sommerfeld

Diffusion du glycerol dans l'eau.

On crée une nappe laser qui traverse une interface eau-glycérol. Comme l'eau et le glycerol n'ont pas le même indice, il y a un gradient d'indice à l'interface, ce qui conduit à la déviation d'un faisceau lumineux le traversant.

Précaution lors de la manip :

Le glycerol est plus lourd que l'eau, donc il faut l'introduire par le bas de la cuve (soit en utilisant le dispositif du labo, soit avec une seringue), l'introduction doit être aussi lente que possible pour éviter la convection. Il faut éviter les bulles d'air dans le glycérole. Si on utilise du glycérole pur, la différence d'indice étant très élevée, la déviation est trop grande, on peut alors utiliser un mélange

glycérol-eau (50-50), dans ce cas bien homogénéiser le mélange au départ (et utiliser comme indice du mélange, la moyenne de l'indice de l'eau et du glycérol)

Le but est de montrer que l'inverse de la déviation au carré est proportionnel à t (ce sera proportionnel à t si on a commencé la manip à $t=0$, sinon affine). Prendre plus de point au début où la déviation varie rapidement.

Attention à la gestion du temps, c'est une manip longue : il faut la démarrer avant l'arrivée ou à l'arrivée du jury.

On peut aussi mettre cette manip dans le montage régime transitoire.

2) Experience diffusion thermique

cf Manip effet peltier, + BUP 692 , 441 (2014) à bien lire

Manip difficile à mettre en œuvre. A ne pas faire le jour J si on ne l'a pas déjà faite pendant l'année.

Deux barres de métaux (Cuivre et Dural), on impose un flux de chaleur entre les deux à l'aide d'un module peltier. On peut travailler en stationnaire ou en périodique. Je recommande le stationnaire (plus simple en périodique, il faut étudier la phase). On envoie un courant dans le peltier : lire sur les datasheet du peltier la valeur du flux de chaleur en fonction du courant (attention il faut aussi tenir compte de l'effet joule pour savoir ce qui est envoyé dans chaque barre). Regarder aussi les différences de température et les tensions attendues en fonction du courant : ça permet de rendre compte du bon fonctionnement de la cellule peltier. Attendre une dizaine de minutes le régime stationnaire. Mesurer à l'aide de thermocouples, l'évolution de la température en fonction de la distance dans la barre, montrer que c'est une droite et en déduire les coefficients de diffusion thermique dans les deux matériaux. En général, le rapport des deux coefficients est plutôt proche de celui tabulé.

Difficulté : On met de la pâte thermoconductrice dans les trous permettant la prise de température, toujours placer les thermocouples dans les trous de la même façon (appuyer toujours avec la même force). Il faut faire les mesures assez rapidement car l'ensemble du bloc qui maintient les barres change lui aussi petit à petit de température.

3) Experience diffusion de charge

a) Experience avec les fil de cuivre de différents diamètres cf Notice...

Mesure de résistance de fil en imposant un courant et en mesurant la tension à différentes longueurs. On applique $U = \rho \frac{l}{S} I$. On en déduit ρ (résistivité du métal) ou $\gamma = 1/\rho$ (conductivité). Les diamètres des fils sont donnés (on peut essayer de les mesurer au pied à coulisse).

Travailler en courant continu (sinon effet de peau possible et ça peut devenir plus compliqué à analyser en fonction de la fréquence).

Expérience facile est sans risque.

b) Effet de peau : BUP 738 , 1379 (1991)

Donner à titre indicatif, mais déconseillée, trop casse gueule .

4) Experience diffusion quantite mouvement

a) Mesure de la viscosite par formule de Stokes

On laisse tombé des billes de cartouche d'encre dans le glycérole pur, et on mesure la vitesse limite. On fait une statistique avec plusieurs billes et on mesure les diamètres des billes au pied à coulisse. ? Pas besoin de caméra si on prend des toutes petites billes (la vitesse limite est très faible environ mm/s), Possible aussi avec des billes en acier de diamètre environ 5mm.
Difficulté : Savoir justifier que la viscosité est un coefficient de transport de la quantité de mouvement (Ecrire Navier Stokes à faible Reynolds et dans force volumique, ça fait une equation de diffusion pour le champ des vitesses ou On peut aller voir le landau de méca flu pour les plus courageux, où c'est bien explicité).

Manip pas difficile, mais faire des stats si on veut être propre. On en déduit la viscosité du glycérole.

Attention au diamètre de l'éprouvette par rapport au diamètre de la bille.

b) Mesure de la viscosite par la formule de Poiseille

Mesure du débit à travers un tube de diamètre donné (en régime établi) en fonction de la différence de pression . Utiliser le dispositif adéquate (vase de mariote) On change la différence de pression entre les deux extrémités du tube en ajustant la hauteur du tube qui descend dans le vase.

Mesure du débit : envoyer la sortie du tube dans un bécher (une fois le régime établi : question : peut on évaluer l'ordre de grandeur du temps pour être en régime permanent ?), mesurer la masse du bécher en fonction du temps.

Hypothèse fluide incompressible et faible nombre de Reynolds.

Manip facile à faire.

4) Modèle de diffusion dans une chaine de RC.

Maquette labo + BUP 692 , 441 (2014)

Manip bien et montre de la belle physique avec notamment la possibilité d'étudier la réponse harmonique, impulsionnelle ou indicielle, mais c'est un modèle du transport qui n'a pas d'application concrète.

Peut avoir sa place dans le montage à coté d'une manip avec une mesure d'un coef de transport.

Attention aux questions si vous montrez la réponse impulsionnel (Transfo de Fourier)...

5) Manip envisageable : coefficient cinetique thermoelectrique (peltier et seebeck) ?

Mesure Seebeck : mesurer des différences de potentiel aux bornes de 2 thermocouple en fonction de la différence de température mesurée avec résistance de platine. On peut en déduire la différence des coef Seebeck des deux matériaux utilisés pour former les thermocouples.

Manip pas difficile mais à tester. Demande un plus gros bagage théorique.

Mesure Peltier : Avec Maquette labo diffusion thermique : cf notice. Manip non conseillée.

