

Tube de Quincke

Dihya et Elio

Session 2021

1 Comportement d'un milieu paramagnétique : tube de Quincke

La force mise en évidence précédemment modifie l'équilibre hydrostatique d'un fluide paramagnétique ou diamagnétique.

Matériel

- Liquide para type solution saturée de $MnCl_2$. Attention à bien demander une solution saturée sinon on ne connaît pas la concentration et donc pas la masse volumique
- Tube de Quincke en U : prendre celui en plastique si on veut mettre le gros dans l'électroaimant, et celui en verre sinon
- Electroaimant avec entrefer à bout plat mais pointu (pour un champ B plus grand et qui sature moins vite) + son propre transfo et alim de courant (stop à 2A)
- Wattmètre de précision
- Lampe blanche
- Lentille de courte focale (100 mm)
- Sonde à effet Hall
- Boy + potences
- Ecran de projection

Protocole

- On commence par l'étalonnage de l'électroaimant : champ mag en fonction du courant appliqué avec l'ensemble auto-transfo + alim intégrée. On essaie de tout optimiser pour ne pas saturer trop vite : la valeur de saturation est la même mais elle est atteinte moins vite pour un entrefer plus grand. Par contre si l'entrefer est trop grand, le champ B sera moins homogène sur le volume du liquide. En pratique comme on va mettre la grosse section à l'intérieur la largeur de l'entrefer est fixé par cela.
- Mettre la grosse section à l'intérieur car alors les variations sont moins importantes en hauteur donc le fluide risque moins de se retrouver dans des zones où le champ B risque de devenir homogène. Petite section à l'extérieur : c'est chouette parce que les variations de h sont du coup plus importantes et donc l'incertitude relative plus faible.
- Remplir le tube du liquide saturé jusqu'à moitié de la section de l'électroaimant
- Projeter la petite section avec une lampe blanche, un écran et une lentille de 100 mm. Attention on fait l'image d'un plan... Donc choix à faire : choix de faire la mise au point sur les graduations
- Relever la hauteur h de montée du fluide dans la petite section pour différentes valeurs de i et donc de B en restant dans la zone de linéarité déterminée préalablement avec l'étalonnage. Partir de la valeur max de B et le faire à la descente
- On note :
 - $h_{projete}$ l'élévation mesurée sur l'écran
 - h l'élévation dans le tube de petite section
 - H l'élévation dans le tube de grande section, donc celle qui est dans l'entrefer et nous intéresse

Mesurer $h_{projete}$ puis remonter à h par une règle de 3 simplement à partir de nombre de graduations, enfin remonter à H en utilisant le fait que $hs = HS$ (et les sections sont obtenues avec $v = sl$ et $V = SL$) par conservation du volume d'où H.

- Tracer $B^2 - B_0^2 = f(H)$ où B_0 est le champ rémanent quand on alimente pas l'électroaimant
- Le coefficient directeur est censé être $k = \frac{2\mu_0\rho g}{\chi_m}$
On sait que $\chi = 14,60.10^{-6} cm^3/mol$ pour le chlorure de manganèse tétrahydraté SOLIDE (14,35 si il n'est pas hydraté). Il s'agit de la susceptibilité magnétique molaire du SOLIDE tétrahydraté.
On en déduit la susceptibilité du solide hydraté :

$$\chi_m^{(s)} = \frac{\rho^{(s)}}{M^{(s)}} \chi_m^{(s)} = \frac{2010}{197,9} 14,6.10^{-6} = 1,48.10^{-4}$$

Puis pour en déduire celle de la solution obtenue en diluant 73,9 g dans 100 mL d'eau, on fait le rapport des densités de moment magnétique :

$$\frac{\chi_m^{(s)}}{\chi_{MnCl_2}^{(aq)}} = \frac{2010}{739}$$

D'où :

$$\chi_{MnCl_2}^{(aq)} = 5,45 \cdot 10^{-5}$$

On utilise pour masse volumique de la solution $\rho = 1739 \text{ kg/m}^3$ (on ajoute la masse volumique de l'eau à celle du solide dilué donc à cette étape connaître la concentration en solide de la solution préparée, ici on avait 73,9g pour 100 mL donc 739g pour 1L)

- Plus grosse incertitude est sur la mesure de H et sur l'estimation de la zone de linéarité (donc incertitude sur B)

Compléments théoriques

Exercice 3.3 Chapitre 6 du BFR EM 4 Milieux ou bien simplement poly sur le FeCl3