

TP Mesure de viscosité

Méthode de la chute d'une bille

Principe : on mesure la valeur de la vitesse limite atteinte par une bille tombant dans un récipient contenant le liquide dont on veut déterminer la viscosité.

La bille est reliée par un fil fin à un potentiomètre multitours. La tension variable prélevée au niveau du curseur du potentiomètre est saisie grâce à l'interface Orphy (WinGTS). La valeur de la vitesse limite est obtenue par modélisation du graphe enregistré.

Un étalonnage préalable est indispensable pour préciser la relation entre la tension saisie et la distance parcourue réellement par la bille.

Aide pour l'étude théorique.

Après une phase de mouvement accéléré, la bille a un mouvement rectiligne uniforme car le poids \mathbf{P} de la bille est égal à la somme de la poussée d'Archimède \mathbf{F}_A et de la force de frottement \mathbf{F}_R (donnée par la formule de Stokes) :

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F}_R = \vec{0}$$

avec

$$P = \rho_s \cdot \left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \cdot g$$

$$F_A = \rho_L \cdot \left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \cdot g$$

$$F_R = 6\pi\mu \cdot r \cdot v$$

\mathbf{P} = poids de la bille

\mathbf{F}_A = poussée d'Archimède

\mathbf{F}_R = force de frottement du liquide sur la sphère

r = rayon de la bille

v = vitesse de la bille

μ = viscosité dynamique du liquide

ρ_s = masse volumique de la bille

ρ_L = masse volumique du liquide

On exprimera la viscosité μ en fonction de r , v , ρ_s et ρ_L

Manipulation :

* Faire l'étalonnage du système et faire un enregistrement du mouvement de la bille en chute (presque) libre dans l'air.

* Remplir le cylindre en PVC d'eau (environ 3,5 L), enregistrer le mouvement de chute de la bille, déterminer la vitesse limite et calculer la valeur de la viscosité de l'eau. La valeur obtenue est-elle correcte ?

* Préparer 4 L de solution d'eau sucrée (ajouter 3kg de sucre !), agiter soigneusement, déterminer la masse volumique de cette solution. Verser l'eau sucrée dans le tube en PVC et procéder à l'enregistrement du mouvement de la bille. Déterminer la nouvelle vitesse limite et calculer la viscosité de l'eau sucrée.

NB : On fera plusieurs enregistrement, on prendra la valeur moyenne de la vitesse limite.