

AE. 11A – Viscosité d'une huile

Objectifs : Utiliser la première loi de Newton pour déterminer une force

1 Forces exercées par l'huile sur la goutte

L'huile exerce sur la goutte, supposée sphérique, les forces suivantes :

- la somme des forces de pression (poussée d'Archimède) : $\vec{F}_A = -\rho_h V \vec{g}$ où ρ_h est la masse volumique de l'huile, V est le volume de la goutte et \vec{g} est le champ de pesanteur ;
- les frottements fluides, dont on supposera qu'ils vérifient le modèle de Stokes : $\vec{f} = -6\pi\eta r \vec{v}$ où η est la viscosité du fluide, \vec{v} la vitesse de la goutte dans le référentiel de l'huile et r le rayon de la goutte.

MaThs

Volume d'une boule de rayon r :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Réciproquement : $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$
 où $\sqrt[3]{x}$ désigne la racine cubique de x , qui peut aussi s'écrire $x^{1/3}$.

Matériel

- Éprouvette graduée de 250 mL remplie d'huile
- Bécher
- Chronomètre ou smartphone
- Règle
- Solution de permanganate de potassium
- Pipette graduée et poire d'aspiration

Données

- Norme du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
- Masse volumique de l'huile : $\rho_h = 9,0 \times 10^2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- Masse volumique de la solution de permanganate de potassium : $\rho_g = 1,0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- La viscosité de l'huile varie en fonction de l'huile utilisée et de la température ; celle de l'huile de colza avoisine $8 \times 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ à $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

TRAVAIL A EFFECTUER

Modélisation du mouvement de la goutte

- 1/ Donner le protocole qui permet de déterminer la trajectoire de la bille
- 2/ Réaliser le protocole.
- 3/ Le diamètre de la bille étant de 1 cm calculer son volume.
- 4/ Tracer et modéliser $y(t)$ à l'aide du logiciel à partir de $t > 0,18\text{s}$.
- 5/ Qualifier alors le mouvement de la bille et donner la valeur v de sa vitesse.
- 6/ Faire le bilan des forces exercées sur la goutte et les représenter sur un schéma où la bille sera modélisée par un point matériel.
- 7/ Calculer les normes du poids P et de la poussée d'Archimède A s'appliquant sur la bille.
- 8/ En appliquant la première loi de Newton, déterminer la viscosité de l'huile utilisée.
- 9/ Identifier les principales sources d'erreur de cette expérience