

TD 5 - Dynamique du point

1 Viscosimètre à bille - III

Une méthode très simple à mettre en œuvre pour mesurer la viscosité η d'un fluide relativement visqueux consiste à lâcher une bille dans une éprouvette contenant le fluide et à mesurer sa vitesse limite de chute. On s'intéresse dans cet exercice à une bille en acier de rayon $R = 1\text{ mm}$ qui tombe dans une huile siliconée (figure 1). L'huile exerce sur la bille une force de frottement fluide donnée par la loi de Stokes,

$$\vec{f} = -6\pi\eta R\vec{v} \quad (1)$$

La masse volumique de l'acier est $\rho_a = 7,83 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ et celle de l'huile est $\rho_h = 970 \text{ kg/m}^3$.

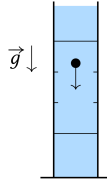


FIGURE 1 – Viscosimètre à bille

1. Déterminer l'unité de η .
2. Donner l'expression du poids $\vec{P}$ de la bille.
3. La bille subit également la poussée d'Archimède $\vec{\Pi}$, dont la norme est égale *au poids du fluide déplacé* et qui est orientée vers le haut. Donner l'expression de $\vec{\Pi}$.
4. Montrer qu'en présence de la poussée d'Archimède, tout se passe comme si la bille avait une masse volumique apparente $\rho_a - \rho_h$.
5. Établir l'équation différentielle vérifiée par la norme de la vitesse de la bille. La résoudre, et faire apparaître la vitesse limite atteinte par la bille et la durée caractéristique τ nécessaire pour atteindre cette vitesse limite.
6. En déduire un ordre de grandeur de la distance de chute nécessaire pour atteindre cette vitesse limite.
7. On place deux repères distants de $L = 15\text{ cm}$ dans l'éprouvette, le premier étant situé 5 cm sous la surface. La bille met $\Delta t = 10,7\text{ s}$ pour chuter entre les deux repères. En déduire une estimation de la viscosité η de l'huile.

2 Statique - III

1. Un glaçon de masse m est posé sur un plan incliné, sur lequel il serait susceptible de glisser sans frottement ... s'il n'était retenu par un fil tendu (figure 2).
 - (a) Représenter les forces subies par le glaçon.
 - (b) Les projeter dans les trois bases représentées.
 - (c) Utiliser la base la mieux adaptée au calcul afin de déterminer la norme de la tension du fil et de la réaction du support.

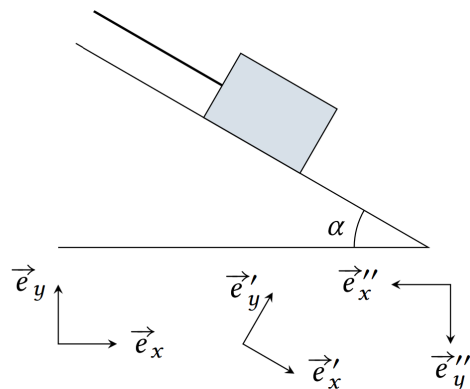


FIGURE 2 – Glaçon

2. Deux boules de polystyrène de masse $m = 1$ g sont suspendues par des fils de longueur $l = 20$ cm attachés au même point. Chaque boule porte une charge électrique q . À l'équilibre les fils font un angle $2\theta = 20^\circ$ (figure 3). Déterminer q .

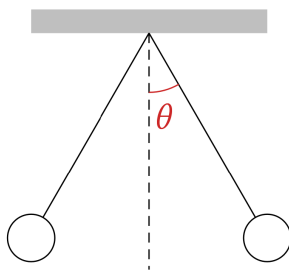


FIGURE 3 – Pendule électrostatique