BTS C.I.R.A

PHYSIQUE révision : Dynamique des fluides réels incompressibles.

VISCOSIMETRE A CHUTE DE BILLE

Une bille sphérique, de masse volumique μ_B et de rayon R, est lâchée sans vitesse initiale dans un fluide de masse volumique μ et de viscosité η. On note g l'accélération de la pesanteur.

En plus du poids et de la poussée d'Archimède, on tient compte de la force de viscosité exercée par le fluide sur la bille, opposée au déplacement et de norme :

$6\pi\,\eta\,R\,v$ où v est la vitesse de la bille.

1. Ecrire l'équation différentielle vectorielle vérifiée par le vecteur vitesse de la bille.
2. Montrer qualitativement que la vitesse tend vers une valeur limite notée v_∞.
3. On suppose que la bille atteint très rapidement cette vitesse limite. On mesure la durée, Δt, nécessaire pour que la bille parcoure une distance H donnée.
   Etablir la relation entre Δt, g, H, R, μ_B , μ et η.
4. Montrer que l'expression de la viscosité peut se mettre sous la forme : $\eta = K(\mu_B - \mu)\,\Delta t$.
   Exprimer la constante d'étalonnage K.
5. La durée de chute de la bille est de 83 s. Calculer la viscosité du liquide.
   AN : $K = 14.10^{-8}$ SI ; $\mu_B = 7880$ kg/m^3 ; g = 10 m / s² et $\mu = 912$ kg/m^3.

VISCOSIMETRE A TUBE CAPILLAIRE

On réalise un tel dispositif en reliant un tube horizontal AB, de longueur L = 2m et de rayon r = 2 mm, au fond d'une cuve cylindrique de rayon R = 50 cm (figure n°6).

La cuve est remplie jusqu'à une hauteur h_0 d'un liquide de masse volumique $\mu = 1234$ kg/m^3 et de viscosité η.

On laisse le liquide s'écouler, dans l'air ambiant à travers le tube AB, pendant la durée Δt.

On constate que la hauteur du liquide dans la cuve passe de h_0 à $h_1 < h_0$.

Dans la cuve l'effet de viscosité est négligeable. On se place en régime quasi- permanent.

1. Montrer que la vitesse du liquide en C est négligeable devant la vitesse du liquide en A.
2. En appliquant le théorème de Bernoulli entre les points A et C, exprimer la perte de charge $\Delta P = P_A - P_B$ en fonction de μ, g, v_A et h.
   <u>On négligera par la suite v_A^2 devant $2\mu gh$.</u>
3. Dans le capillaire, la vitesse du fluide en un point situé à la distance x de l'axe AB est donnée par la relation : $v(x) = v_0\left[1-\left(\dfrac{x}{r}\right)^2\right]$ avec $v_0 = \dfrac{r^2}{4\eta}\left(\dfrac{\Delta P}{L}\right)$.

3.1. Montrer que le débit volumique dans le capillaire s'écrit : $D = \dfrac{\pi r^4}{8\eta}\left(\dfrac{\Delta P}{L}\right)$.

3.2. En exprimant le débit volumique de deux façons différentes trouver l'équation donnant la viscosité. La calculer si $\Delta t = 250$ s, g = 10 m/s², $h_0 = 10$ cm et $h_1 = 9{,}9$ cm.

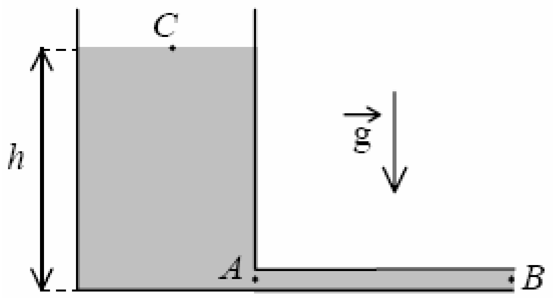

Figure n°6