

1PO3: DYNAMIQUE DES FLUIDES

Equation de Navier-Stokes:

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v}$$

terme convectif terme de viscosité

nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{\rho V L}{\eta}$$

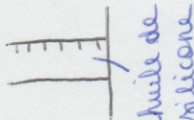
I) Ecoulements à petit nombre de Reynolds:

1) Mesure de viscosité: viscosimètre à chute de bille

$d = 20$

$$\ell_{bille} = (7,80 \pm 0,06) \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

$$\ell_{fluide} = 978 \pm 2 \text{ kg/m}^3 \text{ à } 20^\circ\text{C}$$



huile de silicone

$$\eta_{\text{eau}}(20^\circ\text{C}) = (6 \pm 2) \cdot 10^{-4} \text{ Pa.s}$$

$$\eta_{\text{eau, tot}}(20^\circ\text{C}) = 9,79 \pm 10^{-4} \text{ Pa.s}$$

On calcule $Re_{\text{max}} = \frac{\rho V d}{\eta} = \frac{48 \text{ m}}{\pi d} = 1800$

$Re = 2400$

II) Ecoulements à grand nombre de Reynolds:

1) Théorème de Bernoulli:

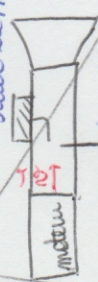
$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho + \rho g h = C$$

Théorème de Bernoulli

$$\Delta P = \frac{\rho}{2} v^2$$

On relève: $\Delta P =$

$$v = \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$



anémomètre à fil chaud

à fil chaud: v

En régime permanent

$$v = v_{\text{lim}} = \frac{2}{g} \frac{\rho_{\text{bille}} - \rho_{\text{fluide}}}{\rho}$$

On relève pour $d = 3,99 \pm 0,01 \text{ mm}$

$$L = 20 \pm 1,0 \text{ cm}$$

$$t = 4,3 \pm 0,2 \text{ s}$$

$$v = \frac{L}{t} = 4,6 \pm 0,2 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = 4,6 \pm 0,2 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{à } \eta(20^\circ\text{C}) = 1,27 \pm 0,02 \text{ Pa.s}$$

$$\eta_{\text{tot}}(25^\circ\text{C}) = 0,97 \pm 0,05 \text{ Pa.s}$$

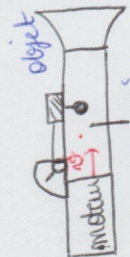
On calcule: $Re_{\text{max}} = \frac{\rho v d}{\eta} = 0,3$

$$\Delta P = \frac{\rho v^2}{2} + \rho$$

2) Force de traînée:

force de traînée:

$$F = \frac{1}{2} \rho S C_x v^2$$



anémomètre

à fil chaud

à 20°C

$$C_{\text{air}} = \frac{P M}{R T} = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$$

Pour la sphère:

$$F = 0,14 \pm 0,02 \text{ N}$$

$$v = 12,4 \pm 0,1 \text{ m.s}^{-1}$$

$$F = 1,27 \pm 0,02 \text{ Pa.s}$$

On obtient

$$v = 1,27 \pm 0,02 \text{ m.s}^{-1}$$

2) Ecoulement de fluide:



$$Q_v = \frac{\pi d^4}{128 \eta} \frac{\rho g h}{L}$$

$$L = 150,3 \pm 0,1 \text{ cm}$$

$$d = 2,7 \pm 0,7 \text{ mm} \text{ (eau de } \epsilon(2,55; 2,85))$$

On relève pour $h = 0,2 \text{ cm}$

$$\Delta m = 30,0 \pm 0,1 \text{ g}$$

$$dt = 0,2 \text{ s}$$

$$Q_v = \frac{\rho (h' - h_0)}{\eta}$$

$$v = \frac{Q_v}{S} = \frac{\rho (h' - h_0)}{\eta S}$$

$$C_x^{\text{sphère}} = 0,5 \pm 0,1$$

$$C_x^{\text{sphère}} = 0,47$$

Pour le disque:

$$C_x^{\text{disque}} = 1,3 \pm 0,2$$

$$C_x^{\text{disque}} = 1,17$$

à 17°C

$$On calcule: Re = \frac{\rho v d}{\eta} = 5,10^4$$