Exercice 1 :

a) Calculer le poids spécifique w, le volume massique vs, la masse volumique ρ du méthane à 38°C à 8,30 bars de pression absolue.

b) Si 6 m^3 d'huile de pétrole présent 47kN, calculer son poids volumique w, sa masse volumique ρ et sa densité.

c) Quelle est l'influence de la température sur la viscosité ?

Solution 1 :

a) On $r = R/M_{CH4}$

Avec $R=8,31\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ et $M_{CH4}=12 + 4\times1=16\ g.mol^{-1}$

$r = 8,31/16 \approx 518,5\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

On assimile que le méthane considéré comme un gaz parfait : $p = \rho \times r \times T$

Il vient :

$$\rho = \frac{p}{r\times T} = \frac{8,30 \times 10^5}{518,5 \times (273 + 38)} = 5,15\ kg/m^3$$

Le volume massique :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{5,15} = 0,194\ m^3/kg$$

Poids volumique :

$$\varpi = \rho g = 5,15 \times 9,81 = 50,5\ N/m^3$$

b)

$$\varpi = \frac{47 \times 10^3}{6} = 7830\ N/m^3$$

$$\rho = \frac{\varpi}{g} = \frac{7830}{9,81} = 798\ kg/m^3$$

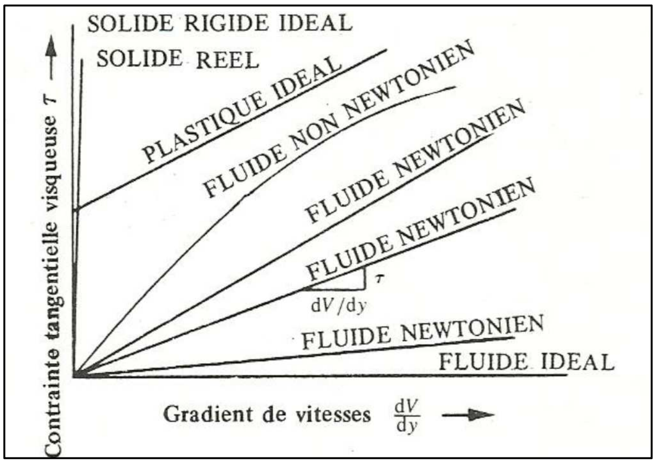
la densité est donné par la formule suivante :

$$d = \frac{\rho_{huile}}{\rho_{eau}} = \frac{798}{1000} = 0,798 \approx 0,8$$

c) Si la température augmente la viscosité diminue, et inversement.

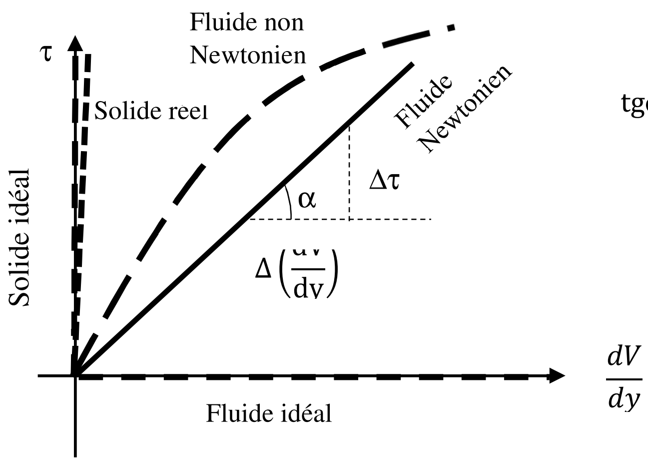
Exercice 2 :

Etudier les caractéristiques de résistances aux forces tangentielles des fluides pour lesquelles on a tracé les courbes de la figure ci-contre



Solution 2 :

a) Les fluides newtoniens suivent la loi $\tau = \mu(dV/dy)$, c'est-à-dire que la contrainte imposée par la force tangentielle est proportionnelle au gradient des vitesses ou au taux de déformation tangentielle. Ainsi pour ces fluides, la fonction se forme une droite passant par l'origine, à travers la pente on peut déterminer la viscosité μ comme montré dans la figure ci-contre :



$$tg\alpha = \frac{\Delta\tau}{\Delta\left(\frac{dV}{dy}\right)} = \mu$$

b) Pour le fluide idéal, la résistance à une déformation tangentielle est nulle et, par conséquent, la fonction coïncide avec l'axe des x. les fluides idéaux n'existent pas.

c) Pour le solide idéal ou élastique, il n'aura aucune déformation quelle que soit la charge, et la courbe coïncide avec l'axe y. la fonction est une ligne droite presque verticale

d) Les fluides non newtoniens se déforment de telle manière que la contrainte tangentielle n'est pas proportionnelle au taux de la déformation tangentielle, sauf peut-être pour des forces tangentielles faibles. On pourrait qualifie la déformation de ces fluides de plastique.

e) Le matériau plastique idéal peut résister à une certaine quantité de contrainte tangentielle sans déformation mais ensuite, il se déforme proportionnellement à la contrainte tangentielle.

Exercice 3 :

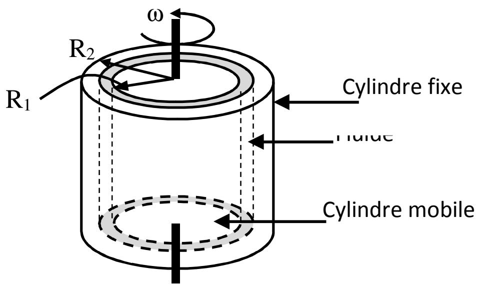
Un cylindre de 12,2 cm de rayon tourne à l'intérieur d'un cylindre fixe de même axe et de 12,8 cm de rayon. Les deux cylindres ont 30 cm de long.

- Déterminer la viscosité du liquide qui remplit l'espace entre les deux cylindres s'il est nécessaire d'appliquer un couple de 0,881 N.m pour maintenir la vitesse angulaire à 2π rad/s.

Solution3 :

a) le couple est transmis du cylindre externe à travers les couches du liquide. Puisque l'espace entre les cylindres est réduit, on peut mener le calcul sans faire l'integration

$V = r \times \omega = 0{,}122 \times 2\pi = 0{,}766$ m/s



On peut utiliser le rayon moyen :

$R = (R_1 + R_2)/2 = (0{,}128 + 0{,}122)/2 = 0{,}125$ m

$$\frac{dV}{dr} = \frac{V - 0}{(R_2 - R_1)} = \frac{0{,}766}{(0{,}128 - 0{,}122)} = 128 \text{ m/s}$$

Couple appliqué :

$C = \tau \times 2\pi \times R \Rightarrow \tau = \frac{C}{2\pi \times R}$

On trouve :

$$\tau = \frac{0{,}881}{2\pi \times 0{,}125} = 29{,}9\ pa$$

Alors :

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{dV}{dr}} = \frac{29{,}9}{128} = 0{,}233 \text{ pa.s}$$

b) Par l'utilisation de calcul infinitésimal :

$0{,}881 = \tau \times (2\pi \times r \times 0{,}30) \times r$

D'où : $\tau = 0{,}467/r^2$

A présent :

$$\frac{dV}{dr} = \frac{\tau}{\mu} = \frac{0{,}467}{\mu} \int_{R_2=0{,}128}^{R_1=0{,}122} - \frac{dr}{r^2}$$

et

$$V_1 - V_2 = \frac{0{,}467}{\mu} \left[\frac{1}{r}\right]_{0{,}128}^{0{,}122}$$

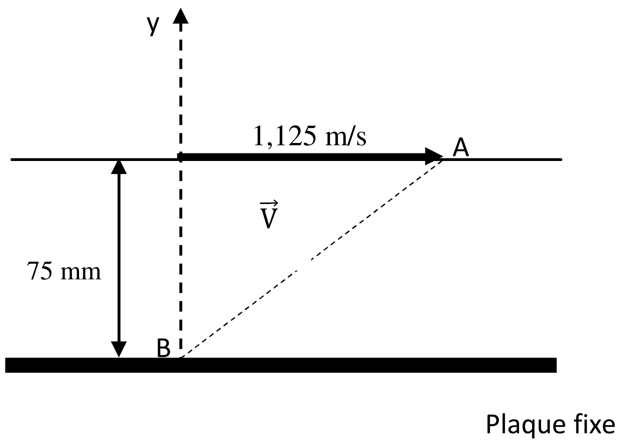
Alors,

$$(0{,}766 - 0) = \frac{0{,}467}{\mu} \times \left(\frac{1}{0{,}122} - \frac{1}{0{,}128}\right),$$

d'où : μ = 0,234 pa.s

Exercice 4 :

Reportons nous à la figure ci-contre. Un fluide a une viscosité absolue de 0,048 Pa.s et une densité de 0,913. Calculer le gradient des vitesses et l'intensité de la contrainte tangentielle à la paroi et aux points situés à 25 mm, 50 mm et 75 mm de celle-ci, en admettant (a) une distribution de vitesse linéaire, (b) une distribution de vitesse parabolique. La parabole de la figure à son sommet en A. l'origine est en B.



Solution 4 :

a) Dans l'hypothèse d'une distribution linéaire, la relation entre la vitesse et la distance y est : V = 15 y.

   Alors dV = 15 dy, c'est-à-dire le gradient : dV/dy = $15s^{-1}$

   Pour y = 0, V = 0, dV/dy = $15s^{-1}$

   et $\tau = \mu \left(\frac{dV}{dy}\right) = 0{,}048 \times 15 = 0{,}72$ pa.

   De même façon pour d'autres valeurs de y, on obtien aussis τ = 0,72 pa.

Exercice 5 :

On comprime un liquide dont les paramètres à l'état initial sont : P_1= 50 bar et V_1= 30,5 dm^3 et les paramètres à l'état final sont : P_2= 250 bar et V_2= 30 dm^3. Calculer le coefficient de compressibilité β de ce liquide.

Solution 5 :

$$\beta = -\frac{dV/V}{dp} = -\frac{dV}{Vdp} = \frac{30.5 - 30}{(250 - 50) \times 30.5} = -8{,}2 \times 10^{-5} \text{bar}^{-1}$$