

TRAVAUX PRATIQUES SUR LA MESURE DE LA VISCOSITE DES LIQUIDES

Introduction

On utilise communément le qualificatif de visqueux pour décrire une chose de consistance pâteuse, ni liquide, ni solide. Plus qu'une simple caractéristique, la viscosité est un phénomène physique important et intéressant.

La viscosité est un des éléments les plus importants pour un lubrifiant. Les viscosités : dynamique et cinématique sont effectivement mesurées suivant des normes précises. La viscosité η est définie comme le rapport :

$\eta = \text{force par unité de surface} / \text{variation de vitesse par unité de longueur}$

La viscosité est exprimée en poises.

Différentes appareillages mesurant la viscosité :

viscosimètre d'Ostwald	viscosimètre à chute de bille	Viscosimètre d'ENGLER
		

Manipulation N°1 :

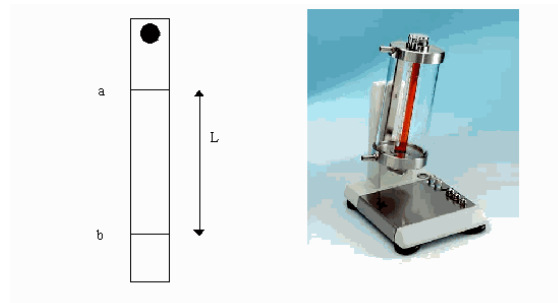
Mesure de la viscosité d'huile par l'usage de la méthode de la chute de bille

But du TP

Mesurer la viscosité dynamique et la viscosité cinématique de certains liquides en appliquant la loi de Stokes.

Constitution et principe

L'appareil comporte un long tube, mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire au plan de la figure. Le tube comporte deux traits repères a et b. On y a introduit de l'huile et une bille en acier de diamètre calibré, un peu inférieur au diamètre du tube. Le tube est muni d'une double enveloppe transparente dans laquelle est fixé un thermomètre ; on peut ainsi réaliser des expériences à température réglée.



Le tube vertical est retourné bout pour bout ; la bille se retrouvant en haut tombe à travers le liquide. Le trait repère du haut est placé de façon telle que la bille lorsqu'elle passe à son niveau a atteint sa vitesse de chute limite : son mouvement est alors rectiligne uniforme : $\sum \text{Forces} = 0$.

On mesure le temps de chute de la bille entre les deux repères distants de L fixée.

Questions

1. Exprimer le poids P de la bille en fonction de son volume V et de sa masse volumique ρ .
2. Exprimer la Poussée d'Archimède P_a exercée par l'huile sur la bille en fonction de ρ_o la masse volumique de l'huile et V le volume de la bille.
3. La force de frottement, d'après la loi de Stokes, a pour expression $F = k \eta R v$ où η est la viscosité dynamique de l'huile (constante si la température est constante), R le rayon de la bille et v la vitesse de chute, k un coefficient de proportionnalité qu'on supposera constant. Etablir la relation existant entre le temps de chute mesuré avec le viscosimètre, la distance L entre les deux traits repères, ρ , ρ_o , V , k , η , R lorsque la bille a atteint sa vitesse de chute limite.
4. En déduire que le temps de chute est proportionnel à η pour un tube donné, une bille donnée et un liquide de masse volumique donnée, calculer la viscosité.

Manipulation N°2 :

Mesure de la viscosité d'huile par l'usage de viscosimètre d'Ostwald

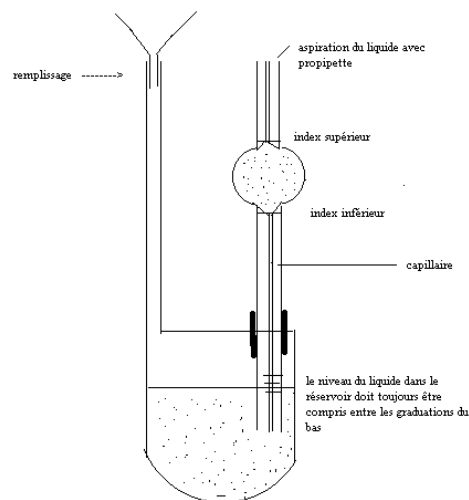
But du TP

Mesurer la viscosité dynamique d'huile.

Constitution et principe

C'est un viscosimètre à capillaire : on mesure le temps que met un volume V d'huile compris entre deux repères à s'écouler dans le capillaire (= temps de vidange). Ce temps de vidange est proportionnel à la viscosité dynamique d'huile et inversement proportionnel à la pression motrice ici uniquement de pesanteur (pression de la colonne d'huile) donc à la masse volumique du liquide : $t = k \eta / \rho$
Les constructeurs délivrent avec chaque tube, un certificat d'étalonnage où intervient plutôt K :

$\eta = K * \rho * t$ (voir les certificats d'étalonnage des tubes utilisés)



Questions

1. Calculez la viscosité dynamique (η) d'huile en tenant en compte la constante (k) du viscosimètre utilisé dans votre manipulation.
2. Donnez une conclusion

Manipulation N°3 :

Mesure de la viscosité d'huile par l'usage de viscosimètre d'Engler

But du TP

Le but de cette manipulation est la détermination de la viscosité d'une huile.

Constitution et principe

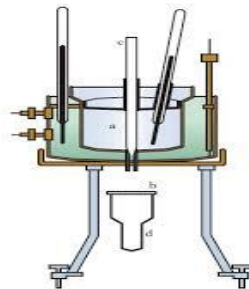
La viscosité Engler à 20°C d'une émulsion est le rapport de la durée d'écoulement, au travers de l'orifice calibré d'un viscosimètre Engler, de 200 ml d'émulsion à la température de 20°C à la durée d'écoulement, dans les mêmes conditions, de 200 ml d'eau distillée ou déminéralisée. Ce rapport s'exprime en degrés Engler (°E)

Viscosimètre Engler est formé essentiellement par un réservoir cylindrique dont le fond est une calotte sphérique munie en son centre d'un tube d'écoulement calibré, légèrement conique; sa paroi intérieure porte trois petits ergots métalliques équidistants fixant le niveau du liquide à mesurer. Ce réservoir est fermé par un couvercle comportant deux ouvertures : une au centre pour le passage d'un pointeau en bois, l'autre pour le thermomètre; il est entouré d'un second réservoir concentrique destiné à recevoir le bain à température constante. La température de l'eau du bain est uniformisée par un petit agitateur à palette. L'ensemble est supporté par un trépied muni de trois vis assurant l'horizontalité du plan défini par les trois ergots du réservoir intérieur;

- Thermomètre Engler muni d'une bague métallique;
- Thermomètre de laboratoire, précis à 0,2°C près, pour le contrôle du bain thermostatique (20°C);
- Pointeaux tournés dans des tiges de bois dur, d'une longueur totale de 190 à 200 mm. Ils comprennent une partie cylindrique (diamètre:8 mm -longueur: 120 mm environ) dans laquelle est encastré un petit ressort métallique et une partie tronconique (diamètre de la grande base : 8 mm - diamètre de la petite base : 1,5 à 2 mm - longueur : 70 à 80 mm).

Remarque : un des pointeaux doit être exclusivement réservé aux étalonnages du viscosimètre avec de l'eau distillée ou déminéralisée.

- Fiole jaugée de (200± 0,1) ml à 20°C (fiole de Kohlrausch). Sa capacité est telle qu'elle puisse contenir la totalité du liquide s'écoulant du viscosimètre (250 ml environ).
- Chronomètre précis à 0,1 seconde près;
- Tamis à ouverture de maille de 0,500 mm.



Questions

1. Calculez la viscosité (η) d'huile.
2. Donnez une conclusion.

Manipulation N°4 :

Mesure de Densité par Pycnomètre

But du TP

Mesurer la densité d'une huile.

Constitution et principe

Un pycnomètre est constitué d'un petit ballon sur lequel vient s'adapter un bouchon rôdé creux surmonté d'un tube capillaire



Figure N°1 : Pycnomètre en verre (Wikipedia, 2013)

Sur une balance de précision, on pèse :

- Le pycnomètre rempli de liquide jusqu'au trait de jauge M_L
- Le pycnomètre rempli d'eau distillée jusqu'au trait de jauge M_e
- Le pycnomètre vide et sec M_v

La masse du liquide s'obtient alors par différence $m_L = M_L - M_v$.

La masse d'eau s'obtient par $m_e = M_e - M_v$.

La densité du liquide est égale à $d = m_L / m_e$.

Questions

- ✓ Calculez la densité de l'huile.