

Viscosimètre

Autour du [sujet 42](#) de la banque de sujets 2021

I. Contexte du sujet

Dans l'industrie, différents appareils sont utilisés pour mesurer la viscosité des fluides comme les huiles, les solvants et les encres. Au laboratoire, il est possible d'utiliser un viscosimètre à chute de bille verticale.

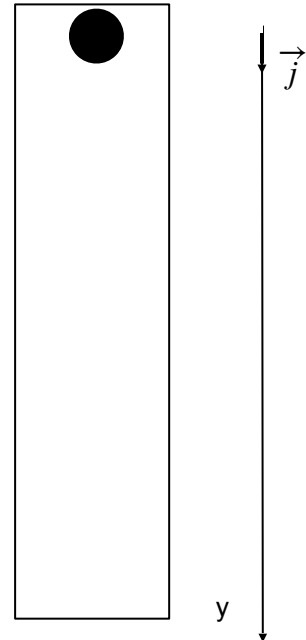
Le but de cette activité est de mesurer la viscosité d'une huile en utilisant un viscosimètre à chute de bille verticale.

II. Informations utiles

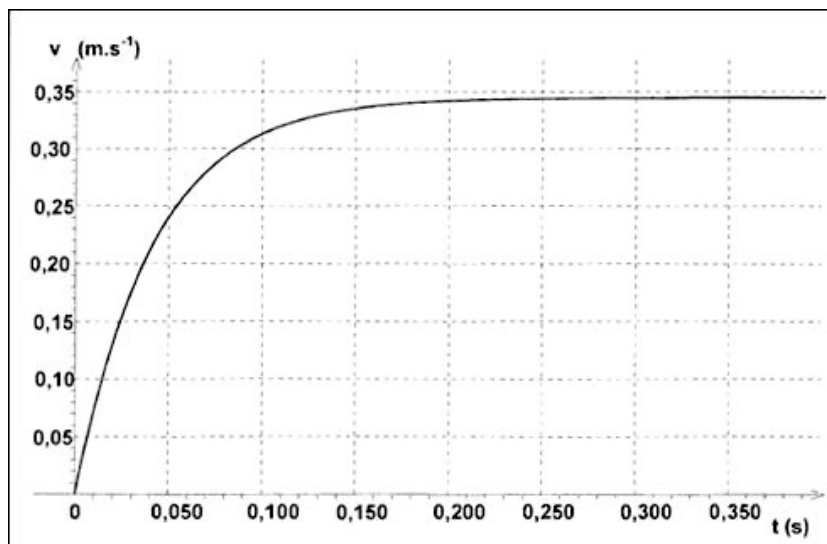
Principe du viscosimètre à chute de bille verticale

On peut construire un viscosimètre à chute de bille en faisant tomber une bille sphérique dans une grande éprouvette remplie du fluide dont on veut déterminer la viscosité. La bille doit avoir un rayon suffisamment petit par rapport au diamètre de l'éprouvette pour éviter les effets de bords. Dans ces conditions, la bille est soumise à trois forces : son poids, la poussée d'Archimède et la force de frottement exercée par le fluide.

La bille est lâchée sans vitesse initiale et il est possible de filmer son mouvement. Il est possible ensuite de faire une analyse vidéo à l'aide d'un logiciel adapté afin d'obtenir les positions successives occupées par la bille et d'en déduire comment évolue la vitesse au cours du mouvement.



Exemple de résultat obtenu lors de la chute d'une bille dans la glycérine



Viscosité et vitesse limite

La viscosité peut être définie comme l'ensemble des phénomènes de résistance au mouvement d'un fluide lors d'un écoulement. La viscosité du fluide diminue donc la liberté de mouvement du fluide. La viscosité η est une grandeur caractéristique d'un fluide. Elle s'exprime en Pa.s. La vitesse limite atteinte par la bille dans le viscosimètre dépend de la viscosité du fluide.

Dans les conditions de l'expérience la vitesse limite v_{lim} a pour expression :

$$v_{lim} = \frac{2 \times (\rho_{bille} - \rho_{fluide}) \times g \times R^2}{9 \times \eta}$$

ρ_{bille} : masse volumique de la bille en $kg \cdot m^{-3}$

ρ_{fluide} : masse volumique du fluide en $kg \cdot m^{-3}$

R : rayon de la bille en m

η : viscosité du fluide en Pa.s

g : intensité du champ de pesanteur en $m \cdot s^{-2}$

III. Travail à effectuer

1. Détermination de la masse volumique d'une l'huile

- Pour déterminer la viscosité de l'huile, il faut déterminer sa masse volumique. En tenant compte du matériel mis à disposition, proposer un protocole pour déterminer cette masse volumique ρ_{fluide} .
- Effectuer les mesures nécessaires et en déduire la valeur de la masse volumique de l'huile.

2. Détermination de la masse volumique d'une bille

En tenant compte du matériel mis à disposition, proposer un protocole pour déterminer le diamètre et la masse volumique ρ_{bille} .

3. Détermination de la viscosité d'une huile

Une vidéo a été réalisée, nous allons l'exploiter à l'aide d'un logiciel de pointage (Avimeca)



Les caractéristiques de l'expériences sont les suivantes :

- Diamètre de la bille : 10 mm
 - Masse de la bille : $m=4,08$ g
 - Masse volumique de la bille $7563 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - Masse volumique de l'huile $920 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - Les graduation 50 mL et 500 mL sont distantes de 242 mm
- Effectuer l'analyse de cette vidéo afin d'afficher la courbe représentant $y = f(t)$ dans une fenêtre graphique.
 - Déterminer la date à partir de laquelle la vitesse limite est atteinte.
 - Effectuer une modélisation d'une partie de la courbe $y = f(t)$ afin d'obtenir la valeur de la vitesse limite. Noter le résultat obtenu.
 - Déterminer la valeur de la viscosité η de l'huile à partir des mesures obtenues.