

# Devoir Surveillé de Chimie

## Viscosité - Sédimentation

### **Exercice 1 : Viscosimètre à capillaire**

1. Donner le principe de fonctionnement d'un viscosimètre à capillaire en vous aidant d'un schéma.
2. On rappelle que dans un viscosimètre à capillaire la viscosité  $\eta$  du liquide peut s'écrire :

$$\eta = K \times \rho \times t$$

K : constante de l'appareil

$\rho$  : Masse volumique du liquide

t : durée d'écoulement du liquide

On veut étalonner un viscosimètre à capillaire. Pour cela on utilise de l'eau pure de viscosité dynamique 1 mPoiseuille (1 Poiseuille = 1 Pa.s) à 20°C. A cette température le temps d'écoulement est de 6 min . Sachant que la masse volumique de l'eau pure est de 1 kg/L, calculer la constante de ce viscosimètre dans le système international

3. Avec ce même appareil, on mesure un temps d'écoulement de 12 min pour une huile de colza. Déterminer la viscosité de cette huile sachant que  $\rho_{\text{huile}}$  est égale à 0,9 kg/L.

### **Exercice 2 : Viscosimètre à chute de bille.**

1. Étude du principe simplifié du viscosimètre à chute de bille.

Une bille sphérique de masse volumique  $\rho_s$ , de rayon  $R$ , est lâchée sans vitesse initiale dans un fluide de masse volumique  $\rho$ , de viscosité dynamique  $\eta$ . (volume d'une bille sphérique de rayon  $R$  est égal à  $\frac{4}{3} \pi R^3$ )

1.1. Recenser les forces qui s'exercent sur la bille lors de sa chute et donner leurs caractéristiques. Les représenter sur un schéma (on rappelle la loi de Stokes : la valeur de la force de frottement  $F$ , opposée à la vitesse de chute, est égale à  $6\pi\eta Rv$  où  $v$  est la vitesse de chute).

1.2. Montrer qualitativement que la vitesse  $v$  de la bille tend vers une valeur limite  $v_0$ .

1.3. Une fois la vitesse limite  $v_0$  établie, on mesure le temps  $t$  nécessaire pour que la bille parcoure une distance  $d$  donnée. Établir la relation entre  $t$ ,  $g$ ,  $d$ ,  $R$ ,  $\eta$ ,  $\rho$  et  $\rho_s$ .

1.4. Montrer que  $\eta$  peut se mettre sous la forme :  $\eta = K.(\rho_s - \rho).t$  où  $K$  est une constante.

2. Étude pratique de l'eau sucrée.

*Le certificat d'étalonnage de l'appareil précise :*

$$K = 8,94 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^3$$

$$\rho_s = 7,88 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

*La mesure de la masse volumique de l'eau sucrée a donné :*

$$\rho = 1,01 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

*Le temps  $t$  de mesure est  $t = 17,2$  s.*

Calculer la valeur de la viscosité dynamique  $\eta$  de l'eau sucrée.

### **Exercice 3 : Sédimentation**

#### **1. Sédimentation par décantation**

On étudie la sédimentation d'un globule rouge dans le sang. Sous l'effet de la pesanteur. L'expression la vitesse  $v_1$  de **sédimentation** dans le sang est donnée ci-dessous :

$$V_1 = \frac{2 \times r^2 \times (\rho - \rho') \times g}{9 \times \eta}$$

Calculer  $v_1$ .

#### **2. Sédimentation par centrifugation**

On étudie maintenant la sédimentation d'un globule rouge dans le sang par centrifugation.

1. Donner l'expression de la vitesse  $v_2$  de sédimentation du globule rouge en fonction de l'accélération centrifuge  $a$
2. Sachant que le rayon moyen de centrifugation est  $r_{\text{moy}} = 10 \text{ cm}$ , et que la vitesse de rotation de la centrifugeuse est  $\omega = 15000 \text{ tours/min}$ , calculer l'accélération centrifuge  $a$ , puis la vitesse  $v_2$  de sédimentation du globule rouge.
3. Comparer quantitativement  $v_1$  et  $v_2$

#### **Données :**

masse volumique du globule rouge :  $\rho = 1,30.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

rayon du globule rouge considéré comme sphérique:  $r = 2 \mu\text{m}$

masse volumique du sang:  $\rho' = 1,06.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

coefficient de viscosité du sang à la température de l'expérience :

$$\eta = 10^{-3} \text{ SI (Pa.s)}$$

volume d'une sphère de rayon  $r$  :  $V = 4/3 \pi r^3$

accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

accélération centrifuge est donnée par la formule  $a = \omega^2 r_{\text{moy}}$