

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h43

EXERCICE 3 : 4 points

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE 3 La viscosité du glycérol

1. Étude théorique de la chute d'une bille sphérique métallique dans un fluide

Q1.

Système {bille}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{\pi}_A + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{\pi}_A + \vec{F}$$

Q2.

$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{\pi}_A + \vec{F}$$

$\vec{\pi}_A$ et \vec{F} sont orientés vers le haut, dans le sens opposé à l'axe z.

Projetons sur l'axe z :

$$ma = P - \pi_A - F$$

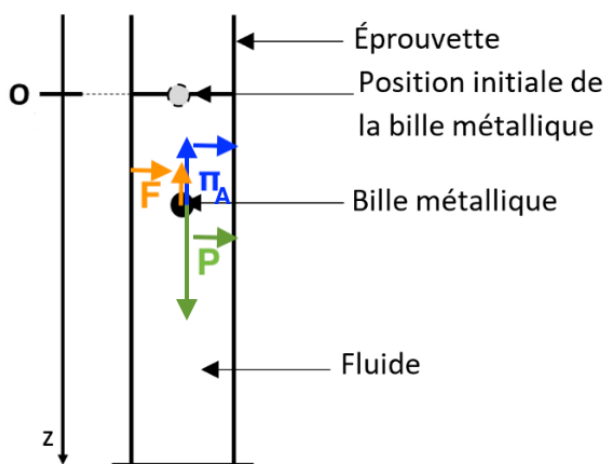
Or

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$P = mg$$

$$\pi_A = \rho_F \times V_F \times g$$

$$F = k \times v$$



D'où

$$m \frac{dv}{dt} = mg - \rho_F \times V_F \times g - k \times v$$

$$m \frac{dv}{dt} = -k \times v + mg - \rho_F \times V_F \times g$$

Q3.

Le mouvement de la bille est sur l'axe z : le mouvement est rectiligne.

Lorsque $v = v_{\text{lim}}$, la vitesse est constante : le mouvement est uniforme.

Ainsi le mouvement est rectiligne uniforme.

Pour un mouvement rectiligne uniforme, l'accélération est nulle.

Q4.

$$m \frac{dv}{dt} = mg - \rho_F \times V_F \times g - k \times v$$

Lorsque $v = v_{\text{lim}}$,

$$m \frac{dv_{\text{lim}}}{dt} = mg - \rho_F \times V_F \times g - k \times v_{\text{lim}}$$

Or

$$\frac{dv_{lim}}{dt} = 0 \text{ car } v_{lim} = \text{constante}$$

Ainsi,

$$0 = mg - \rho_F \times V_F \times g - k \times v_{lim}$$

$$k \times v_{lim} = mg - \rho_F \times V_F \times g$$

$$k = \frac{mg - \rho_F \times V_F \times g}{v_{lim}}$$

$$k = \frac{g \times (m - \rho_F \times V_F)}{v_{lim}}$$

Q5.

Méthode 1 :

$$\tau = \frac{m}{k}$$

$$\tau \times k = m$$

$$k = \frac{m}{\tau}$$

$$[k] = \frac{[m]}{[\tau]}$$

$$[k] = \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$[k] = \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Méthode 2 :

$$k = \frac{g \times (m - \rho_F \times V_F)}{v_{lim}}$$

$$[k] = \frac{[g] \times ([m] - [\rho_F] \times [V_F])}{[v_{lim}]}$$

$$[k] = \frac{m \cdot s^{-2} \times (\text{kg} - \text{kg} \cdot m^{-3} \times m^3)}{m \cdot s^{-1}}$$

$$[k] = \frac{m \cdot s^{-2} \times (\text{kg} - \text{kg})}{m \cdot s^{-1}}$$

$$[k] = \frac{m \cdot s^{-2} \times \text{kg}}{m \cdot s^{-1}}$$

$$[k] = s^{-1} \times \text{kg}$$

$$[k] = \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Q6.

$$k = 6\pi \times \eta \times R$$

$$6\pi \times \eta \times R = k$$

$$\eta = \frac{k}{6\pi \times R}$$

Or

$$k = \frac{g \times (m - \rho_F \times V_F)}{v_{lim}}$$

D'où

$$\eta = \frac{g \times (m - \rho_F \times V_F)}{6\pi \times R \times v_{lim}}$$

$$\eta = \frac{g \times (m - \rho_F \times V_F)}{v_{lim}} \times \frac{1}{6\pi \times R}$$

$$\eta = \frac{g \times (m - \rho_F \times V_F)}{6\pi \times R \times v_{lim}}$$

2. Fiabilité du viscosimètre du lycée : mesure de la viscosité du glycérol

Q7.

$$v_{lim} = \frac{L}{\Delta t}$$

$$v_{lim} = \frac{5,0 \times 10^{-1}}{50,9}$$

$$v_{lim} = 9,82 \times 10^{-3} m \cdot s^{-1}$$

Q8.

$$\eta = \frac{g \times (m - \rho_F \times V_F)}{6\pi \times R \times v_{lim}}$$

$$\eta = \frac{9,81 \times (3,30 \times 10^{-5} - 1260 \times 4,19 \times 10^{-9})}{6\pi \times 1,00 \times 10^{-3} \times 9,82 \times 10^{-3}}$$

$$\eta = 1,46 \text{ kg} \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$$

Remarque : V_F est le volume de fluide déplacé en m^3 ; soit le volume de la bille.

Q9.

Avec la fonction statistique de la calculatrice on trouve :

$$\bar{\eta} = 1,48 \text{ kg} \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$$

$$\sigma_{n-1} = 0,026 \text{ kg} \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$$

$$u(\bar{\eta}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

$$u(\bar{\eta}) = \frac{0,026}{\sqrt{6}}$$

On ne garde qu'un chiffre significatif et le résultat est arrondi à l'excès

$$u(\bar{\eta}) = 0,02 \text{ kg} \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$$

Q10.

Pour conclure sur la fiabilité des mesures obtenues à l'aide du viscosimètre du lycée on calcule le quotient :

$$\frac{|\bar{\eta} - \eta_{ref}|}{u(\bar{\eta})} = \frac{|1,48 - 1,49|}{0,02}$$

$$\frac{|\bar{\eta} - \eta_{ref}|}{u(\bar{\eta})} = 0,5$$

$$\frac{|\bar{\eta} - \eta_{ref}|}{u(\bar{\eta})} < 2$$

Ainsi, les mesures obtenues à l'aide du viscosimètre du lycée sont fiables.