

1 Objectifs

Faire le pointage des positions du point étudié avec un logiciel dédié. Mesurer la valeur de la vitesse v en régime permanent. Déterminer le temps caractéristique.

2 Chute d'une bille dans un liquide

2.1 Introduction

Une bille est lâchée sans vitesse initiale dans une éprouvette contenant un liquide visqueux. Cette bille est soumise à plusieurs forces. Les forces qui s'appliquent sur la bille sont décrites dans les documents suivants.

Document 1 : Le poids

Le poids \vec{P} est la force exercée par la Terre sur un objet. C'est une force de direction verticale, dirigée vers le bas, appliquée au centre de gravité du solide considéré. Sa valeur est donnée par la relation suivante :

$$P = m \times g$$

- m : masse en kg
- P : poids en N
- $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$: intensité de la pesanteur

Document 2 : La poussée d'Archimède

Un objet totalement ou partiellement immergé dans un fluide (liquide ou gaz) subit de sa part une force \vec{A} appelée poussée d'Archimède de direction verticale de bas en haut, appliquée au centre de gravité de l'objet dont la valeur est

$$A = \rho_{fluide} \times V_{objet} \times g$$

- ρ_{fluide} : masse volumique du fluide en $kg.m^{-3}$
- V_{objet} : volume de l'objet en m^3
- $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$: intensité de la pesanteur
- A : poussée d'Archimède en N

Document 3 : La force de frottement fluide

Lorsqu'un solide est en mouvement dans un milieu fluide, il subit des forces de frottement fluide \vec{F} . La résultante de ces forces est de même direction que la vitesse \vec{v} de l'objet mais de sens opposé. Elle est appliquée au centre de gravité du solide. Sa valeur est donnée par la relation suivante :

$$F = k \times v$$

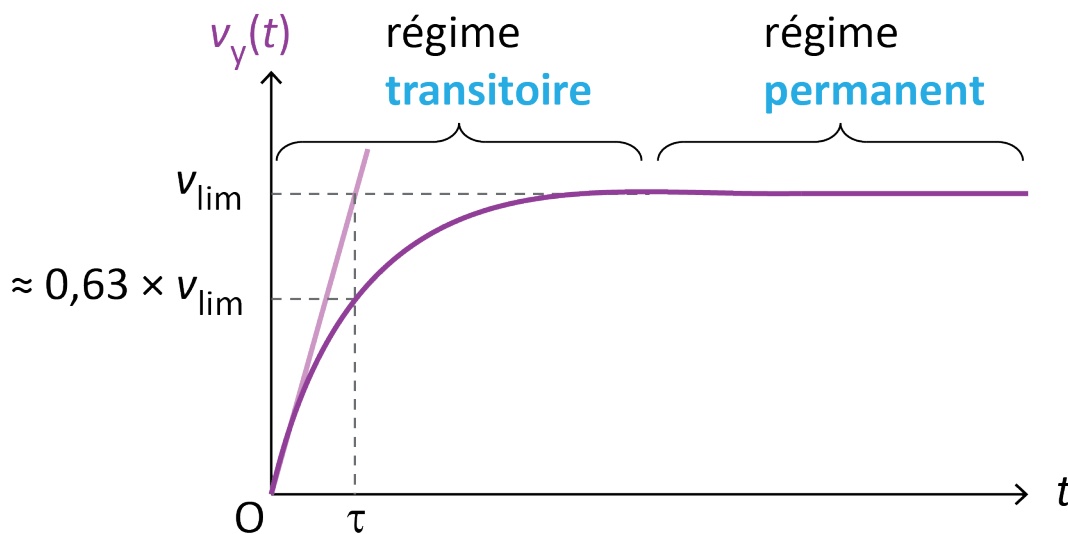
- v : vitesse du solide en $m.s^{-1}$
- V_{objet} : volume de l'objet en m^3
- k = coefficient qui dépend de nombreux paramètres
- F : force de frottement fluide en N

Document 4 : La vitesse limite

Lors de la chute verticale d'un objet sans vitesse initiale soumis à une force de frottement visqueux, l'évolution de sa vitesse en fonction du temps peut être décomposée en deux phases :

- le régime transitoire, pendant lequel la vitesse augmente
- le régime permanent pendant lequel elle atteint une valeur constante appelée vitesse limite.

Le temps caractéristique τ donne un ordre de grandeur de la durée écoulée avant l'établissement du régime permanent :



Document 5 : Principe d'inertie et sa réciproque

— Principe d'inertie

Tout corps persévère en son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent.

— Réciproque du principe d'inertie

Si un système persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme alors les forces qui s'exercent sur lui se compensent.

La bille utilisée a un rayon $R = 5,9$ mm et une masse $m = 6,9$ g. Le liquide dans lequel se déplace la bille a une masse volumique $\rho = 1,07$ g.cm⁻³ et un coefficient $k = 6,67 \times 10^{-2}$ SI. Lancer le logiciel "Tracker" puis ouvrir la vidéo "bille_glycerol_dilue.avi". Visualiser la vidéo.

- ① Donner le nom des trois forces qui s'exercent sur la bille lors de son mouvement.
- ② Expliquer pourquoi le mouvement de la bille est rectiligne.
- ③ Calculer la valeur P du poids de la bille.
- ④ Calculer la valeur A de la poussée d'Archimède. (Le volume V d'une bille sphérique est donné par la relation : $V = \frac{4}{3}\pi R^3$)
- ⑤ Comment évolue la valeur F de la force de frottement fluide lorsque la vitesse de la bille augmente ?
- ⑥ Calculer la valeur F de la force de frottement fluide lorsque la valeur de vitesse $v = 0,5$ m.s⁻¹.
- ⑦ Faire un tableau donnant les caractéristiques (point d'application, direction, sens et valeur) pour chaque force qui s'exerce sur la bille.
- ⑧ Représenter, sur un schéma, les forces qui s'exercent sur la bille. (Echelle : 1 cm pour 0,03 N)

2.2 Pointage de la bille

- ① Pour réaliser le pointage de la bille de tennis, effectuer les réglages suivants :
 - Afficher les axes en cliquant sur l'icône "axes" dans la barre d'outils.
 - Placer l'origine des axes en bas de la bille en modifiant les valeurs de "position du pixel d'origine" par 325,3 et 73,50 et "angle par rapport à l'horizontale" par 180,0 °.
 - Indiquer la distance réelle entre 2 points. Pour cela, cliquer sur l'icône "ruban" dans la barre d'outils. Puis choisir **Nouveau > Bâton de Calibration**

- Placer le 1er point (en haut à gauche de la marque placée sur l'éprouvette) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche. (Ce point peut être déplacé à l'aide des flèches du clavier)
 - Placer le 2ème point (en bas à gauche de la marque placée sur l'éprouvette) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche.
 - Entrer la valeur de la distance $d = 0,50$ en mètres entre les 2 points dans l'encadré qui s'est ouvert.
- ② Réaliser le pointage de la bille. Pour cela, cliquer sur l'icône "Créer" dans la barre d'outils. Puis cliquer sur > **Masse ponctuelle**. Placer le curseur au centre de la bille, puis faire Shift + Clic gauche. Le film passe sur l'image suivante. Recliquer sur la nouvelle position de la bille avec Shift + Clic gauche. Faire de même pour toutes les images de la vidéo.
 - ③ Exporter les données dans libre office Calc. Pour cela, en bas à droite, cliquer dans une case du tableau de données. Avec CTRL+A sélectionner toutes les cases. Puis Copier les données avec un clic droit dans le tableau. "**Copier les données . . . Pleine précision**". Et coller les valeurs dans Calc.
 - ④ Mettre en forme le tableau dans calc :
 - Supprimer la colonne " x ".
 - Ajouter des unités pour les grandeurs t et y .
 - Choisir le format nombre pour les différentes valeurs de t et de y .

2.3 Exploitations des mesures

- ① Ajouter une troisième colonne au tableau pour calculer les valeurs de la vitesse v . Calculer, en $m.s^{-1}$, les valeurs $v_1, v_2, \dots v_{19}$. Pour cela, écrire en C4 la formule suivante : $=(B5-B3)/0.08$ puis copier jusqu'à la cellule C22. Ajouter la valeur de la vitesse $v = 0$ pour $t = 0$. (On ne peut pas calculer les vitesses v_0 et v_{21} correspondant respectivement aux temps $t = 0 s$ et $t = 0,80 s$).
- ② Tracer la courbe $v = f(t)$. (On n'utilisera pas de courbe de tendance)
- ③ Comment évolue la vitesse au cours du temps ?
- ④ Donner la valeur de la vitesse limite v_{lim} . Faire apparaître cette vitesse sur le graphique.
- ⑤ Faire apparaître les deux régimes sur le graphique.
- ⑥ Que peut-on dire de la vitesse au cours du régime permanent ?
- ⑦ D'après le document 5, expliquer pourquoi la vitesse devient constante après un certain temps.
- ⑧ Donner la valeur du temps caractéristique τ .

3 Mesure de vitesses en régime permanent

On étudie la chute d'une goutte de permanganate de potassium dans une éprouvette contenant de l'huile. L'éprouvette est graduée tous les 4 cm. Un chronomètre permet de mesurer le temps de passage devant chaque graduation.

- ① Faire un tableau avec Libre Office Calc dans lequel on notera le nom des points (A, B, C et D), la distance parcourue d par la goutte et le temps de passage t de la goutte.
- ② Laisser tomber une goutte de permanganate dans l'huile (si elle reste à la surface, pousser la légèrement avec la pipette) et lorsque la goutte passe devant le point O déclencher le chronomètre. Arrêter le chronomètre lorsque la bille passe devant le point A. Noter le temps de passage de la goutte devant A dans le tableau.
- ③ Recommencer cette opération avec d'autres gouttes pour les autres points B, C et D.
- ④ Ajouter une colonne au tableau précédant pour calculer la vitesse moyenne v de la goutte durant les trajets OA, OB, OC et OD.
- ⑤ La goutte est-elle bien en régime permanent ? Justifier.