

1. But

Etudier les frottements de contact entre solides et étudier l'action d'un fluide sur un solide en mouvement.

2. Introduction : forces de frottements et automobile

Une voiture en déplacement est soumise à deux forces de frottements, les frottements aérodynamiques et les frottements solides. Ces deux forces s'opposent au déplacement et le moteur doit les compenser.

Force de frottement aérodynamique (F_a)

Cette force se manifeste à grande vitesse : un vent fort pousse davantage qu'un vent faible. Dans le domaine automobile, les vitesses et l'aérodynamisme font que les frottements aérodynamiques sont proportionnels au carré de la vitesse v . Ils sont aussi proportionnels à la densité de l'air ρ , à la surface frontale S du véhicule et à son aérodynamisme propre C_x . On a ainsi la relation : $F_a = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times C_x \times v^2$

Force de frottement solide (F_s)

C'est la résistance des roulements du véhicule. La propriété des frottements solides est d'avoir une valeur constante indépendante de la vitesse. En revanche, les frottements solides sont proportionnels à la masse du véhicule. On a ainsi la relation : $F_s = k \times g \times m$ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

On souhaite comparer l'importance de ces deux forces de frottements en fonction de la vitesse pour une laguna.

Données : Poids à vide : $m = 1300\text{kg}$, $S \times C_x = 0.648\text{m}^2$ $\rho(\text{air}) = 1,186 \text{ kg/m}^3$ (à 25°C) et $k = 0,015$

① Calculer les valeurs des forces de frottement aérodynamique F_a et solide F_s pour une vitesse de 10 km.h^{-1} .

② Calculer les valeurs des forces de frottement aérodynamique F_a et solide F_s pour une vitesse de 130 km.h^{-1} .

③ Comparer les valeurs des forces de frottement aérodynamique F_a et solide F_s pour une vitesse faible et pour une vitesse élevée.

3. Etude des forces de frottement solide

3.1 Force de frottement solide sur un support plan

On déplace sur la table un objet à l'aide d'un dynamomètre.

① Quelles sont les forces qui s'exercent sur cet objet ?

② Représenter, sur un schéma, les forces associées à ces actions mécaniques.

③ Comparer \vec{F} (force de frottement solide) et \vec{T} (force de traction) (point d'application, direction, sens et valeur)

④ Comment peut-on déterminer expérimentalement la valeur de la force de frottement solide ? Justifier.

3.2 Relation entre la valeur de la force de frottement et la masse de l'objet

① Proposer une expérience permettant de montrer si la valeur de la force de frottement est proportionnelle à la masse de l'objet c'est-à-dire de vérifier la relation de la force de frottement solide $F_s = k \times g \times m$

② Réaliser l'expérience, indiquer les résultats expérimentaux dans un tableau.

③ Tracer la courbe permettant de montrer que la valeur de la force est éventuellement proportionnelle à la masse.

④ D'après la courbe, la valeur de la force est-elle proportionnelle à la masse ? Pourquoi ?

⑤ A partir de la détermination du coefficient directeur et de la relation de la force de frottement solide, déterminer la valeur de k .

4. Etude des forces de frottement fluide

4.1 Chute d'une bille dans un liquide

On étudie la vitesse d'une bille dans une éprouvette contenant du glycérol.

① Quelles sont les forces qui s'exercent sur la bille ? (voir document 1)

② Représenter, sur un schéma, les forces associées à ces actions mécaniques.

4.2 Pointage de la vidéo

① Démarrage du logiciel et ouverture de la vidéo

- Ouvrir le logiciel Avimeca. Pour ouvrir la vidéo, cliquer sur **Fichiers** puis **Ouvrir un clip vidéo...** puis choisir la vidéo **Bille_glycerol_dilue.avi**

- Adapter la taille de la vidéo en cliquant sur **Clip** puis **Adapter** (choisir OK)

② Choix de l'origine des dates

- Choisir l'image 1 comme origine des dates en bas à droite du logiciel.

③ Étalonnage

- Cliquer sur l'onglet **Étalonnage** en haut à droite

- Sélectionner origine et sens des axes et choisir le sens de l'axe (Ox) vers la gauche et (Oy) vers le bas.

- Placer l'origine des axes sur la vidéo grâce à la souris : choisir le centre de la bille sur la première image choisie

- Préciser ensuite l'échelle choisie en cliquant sur **Echelle** et suivre les étapes de la consigne donnée (1^{er} point pointeur sur la graduation en haut de l'éprouvette et 2^{ème} point pointeur sur la graduation en bas de l'éprouvette et choisir une distance d entre les deux graduations de l'éprouvette distantes de 0,50 m.)

④ Pointage

- Revenir sur l'onglet **Mesures** et effectuer le pointage image par image avec la souris

⑤ Enregistrement du tableau de mesures dans libre office

- Enregistrer en cliquant sur **Fichier** puis **Mesures** puis **copier dans le presse papier** puis **coller** après avoir ouvert libre office calc

4.3 Exploitation des données dans Libre office

① Supprimer la colonne x et ajouter une colonne permettant de calculer la vitesse v qui se détermine ainsi : $v_i = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\Delta t}$ (exemple $v_4 = \frac{y_5 - y_3}{2\Delta t}$)

② Tracer la courbe v = f(t).

③ Comment évolue la vitesse au cours du temps ?

④ Donner la valeur de la vitesse limite. Faire apparaître cette vitesse sur le graphique.

⑤ Comment évolue la valeur de la force de frottement fluide au cours du temps sachant que cette force est proportionnelle à la vitesse ?

⑥ Pourquoi la vitesse devient constante après un certain temps ? (voir document 2)

Document 1 : Poussée d'Archimède

Tout corps plongé dans un fluide au repos, entièrement mouillé par celui-ci ou traversant sa surface libre, subit une force verticale, dirigée de bas en haut et opposée au poids du volume de fluide déplacé ; cette force est appelée poussée d'Archimède. » Cette poussée d'Archimède A s'exprime par la relation suivante :

$$A = V_{\text{déplacé}} \times \rho_{\text{liquide}} \times g$$

Document 2 : 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.