

Travaux pratiques : les lois de Newton.

Objectif : étudier un mouvement pour déterminer la valeur d'une force.

Compétence travaillée : mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.

✚ Mesurer une distance avec précision.		✚ Noter des valeurs avec un nombre de chiffres significatifs adapté.	
✚ Rentrer des données sur un tableur avec les unités adaptées.		✚ Calculer la valeur d'une vitesse instantanée.	
✚ Utiliser un tableur pour réaliser des calculs.		✚ Calculer la valeur d'une accélération.	
✚ Se mettre en activité pour résoudre un problème.		✚ Calculer la valeur d'une quantité de mouvement.	
✚ Manipuler en binôme de façon autonome.		✚ Calculer la valeur d'une force.	

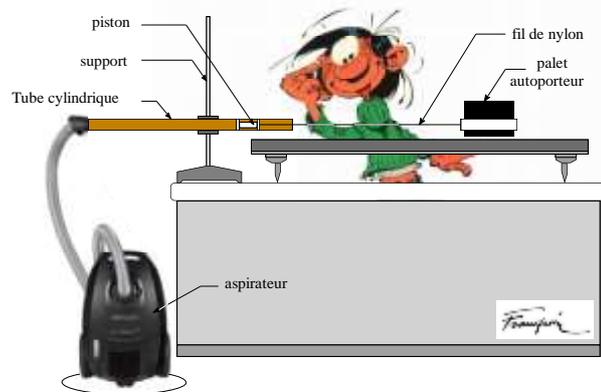
Première partie

Avant de ranger son bureau, Gaston Lagaffe voudrait connaître la valeur de la force F exercée par un aspirateur lorsqu'il aspire l'air.

Après s'être documenté, Gaston réalise un dispositif expérimental constitué par un palet autoporteur de masse $m = 920 \text{ g}$ posé sur une table horizontale. Le palet est relié à un fil inextensible qui est attaché à un piston qui coulisse à l'intérieur d'un tube relié au tuyau de l'aspirateur.

Un dispositif électrique d'enregistrement permet de relever la position du projeté du centre de gravité du palet dans le plan horizontal de la table toutes les 40 ms .

L'aspirateur est mis en route. Le palet est initialement maintenu immobile. A l'instant t_0 (choisie comme origine des dates), le mobile est libéré et l'enregistrement des positions commence simultanément.

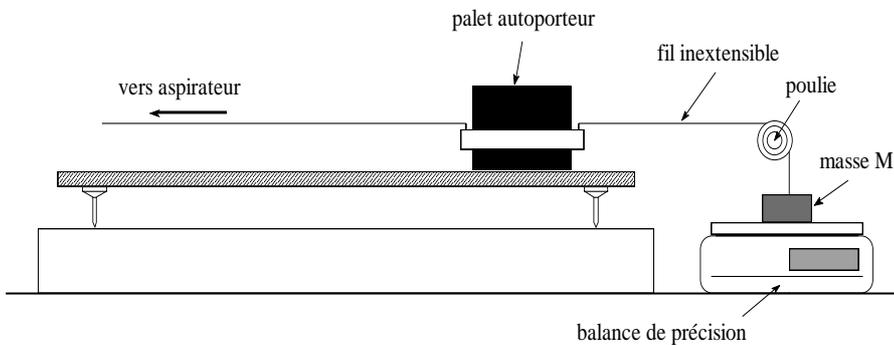


Mission : proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer la force exercée par l'aspirateur sur le mobile.

Deuxième partie

Content de ses résultats, Gaston montre à son ami Fantasio son montage. Celui-ci propose alors un autre montage permettant de déterminer plus simplement la force exercée par l'aspirateur.

Pour déterminer la valeur de la force de traction exercée par le fil lorsque la soufflerie de l'aspirateur est en marche, Fantasio utilise le dispositif schématisé ci-dessous :



- Il pose un objet en plomb suffisamment lourd sur le plateau de la balance puis il mesure sa masse M .

- Il relie ensuite cet objet au palet autoporteur par l'intermédiaire d'un fil inextensible passant dans une poulie.

- Il met enfin en marche la soufflerie puis il relève l'indication M' de la balance une fois qu'elle s'est stabilisée.

Questions :

1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur l'objet en plomb lorsqu'il est en équilibre sur la balance, lors de la première étape.
2. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le même objet, une fois que la turbine de l'aspirateur fonctionne et que la soufflerie du palet est enclenchée.
3. A partir des documents disponibles, expliquer pourquoi la valeur de la force de traction qui s'exerce sur le palet lorsque l'aspirateur fonctionne s'écrit :

$$F = (M - M')g$$

4. Comparer avec les résultats obtenus précédemment et conclure.

Document 1 : première loi de Newton

Le principe d'inertie, proposé par Galilée en 1632 dans son ouvrage *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, énonce l'idée suivante :

« Un mobile isolé, ou soumis à un ensemble de forces qui se compensent, se déplace en ligne droite à vitesse constante. »

Autrement dit, le mouvement spontané d'un système est rectiligne uniforme, pour modifier son mouvement il faut appliquer une force.

La première loi formulée par Newton dans son ouvrage majeur *principia mathematica* est le principe d'inertie formulé en termes vectoriels :

« Dans un référentiel galiléen, le vecteur vitesse du centre d'inertie d'un système est constant si la somme vectorielle des forces extérieures exercées sur le système est nulle, et réciproquement. »

La première loi est très importante dans la mesure où elle définit d'une part le système étudié, qui est distingué par la pensée de toutes les actions extérieures modélisées par des forces ; d'autre part, elle permet de définir les référentiels dans lesquels la seconde loi est valide. En effet, un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel le principe d'inertie est vrai. Si l'on constate que le principe d'inertie n'est pas vérifié, alors le référentiel n'est pas galiléen, et réciproquement.

La démarche d'application des lois de Newton est donc la suivante :

- définir un référentiel d'étude galiléen, c'est-à-dire dans lequel le principe d'inertie s'applique.
- isoler par la pensée un objet ou un ensemble d'objets appelé système.
- Associer au système une position au cours du temps et un vecteur vitesse instantanée au cours du temps.
- modéliser les actions extérieures sur ce système par des forces.
- Utiliser les lois de Newton pour prévoir le mouvement du système connaissant les forces extérieures, ou déterminer les forces extérieures connaissant le mouvement du système.

Document 2 : deuxième loi de Newton

Dans un référentiel galiléen, la variation du vecteur quantité de mouvement \vec{p} du centre d'inertie d'un système pendant une durée Δt donnée est égale à la somme vectorielle des forces \vec{S} appliquées au système pendant cette même durée.

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{S}$$

Si la masse du système est constante au cours du temps, la deuxième loi s'écrit alors avec l'accélération \vec{a} :

$$m \times \vec{a} = \vec{S}$$

Document 3 : troisième loi de Newton

La troisième loi de Newton est aussi connue sous le nom de principe des actions réciproques : l'action est toujours égale et opposée à la réaction. Les actions de deux objets l'un sur l'autre sont toujours égales, et dans des sens contraires.

Autrement dit, la force exercée par un système A sur un système B est égale à l'opposé de la force exercée par le système B sur le système A.

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$