Matériel

- Professeur
  - balance
  - MAP + table
- Élève
  - PC

Explications :

- recopier vers le bas sur LO Calc
- présentation de la table à MAP
- échelle 1:1 pour le tracé
- tuto analyse-vidéo
- Ce qui est important pour le mouvement = somme des **forces extérieures**
- $\sum \vec{F}_{ext}$ = résultante
- partie 3 sera faite au cours d'après (TP long ~ 3)
- rappel incertitude (q9)

1 1re loi de Newton, ou principe d'inertie

En l'absence de force, ou si les forces se compensent, le système est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme. C'est la première loi de Newton, appelée aussi principe d'inertie.
Autrement dit : si $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$, alors $\overrightarrow{\Delta v} = \vec{0}$.

Expérience : on lance, sur une table horizontale, le mobile autoporteur muni d'un éclateur axial notant la position à un intervalle $\tau = 60$ ms.

1. Quelle est la nature du mouvement du centre d'inertie du palet dans le référentiel terrestre ? Justifier votre réponse.

Le centre d'inertie du palet a un mouvement rectiligne uniforme car la trajectoire est une droite et les points sont espacés régulièrement.

2. Calculer la valeur de la vitesse du mobile.

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$
A.N. $$v = \frac{2,6 \cdot 10^{-2}}{60 \cdot 10^{-3}}$$
$$v = 0,43 \text{ m.s}^{-1}$$

3. Que vaut la variation du vecteur vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$?

$\overrightarrow{\Delta v} = \vec{0}$, car le mouvement est uniforme : la vitesse ne varie pas.

4. Quel est le rôle du coussin d'air ?

Le coussin d'air permet de réduire les frottements.

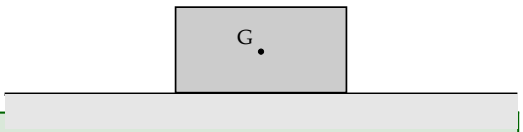
5. Quelles sont les forces qui s'exercent sur le mobile ?

Le mobile subit son poids et la réaction du support.

6. Quelle est la relation vectorielle entre ces forces ?

$\vec{P} = -\vec{R}$

7. Calculer les valeurs du poids $\vec{P}$ et de la réaction du support $\vec{R}$ et compléter le schéma ci-contre en représentant ces forces. On prendra comme échelle 1 cm ⟶ 2 N et g = 9,8 N.kg^{-1}.



On mesure la masse m du mobile.
On sait que $P = m \times g$.
Donc $P = 0,617 \times 9,8 = 6,1$ N

8. Le principe d'inertie est-il vérifié lors de cette expérience ? Justifier votre réponse.

Oui. Les forces appliquées au mobile se compensent, et on observe bien un mouvement rectiligne uniforme comme le prévoit le principe d'inertie.

Validation professeur

2 2e loi de Newton ou principe fondamental de la dynamique (PFD)

Les fichiers nécessaires au TP se trouvent sur : https://pgazaniol.fr/f/tp7

Dans un référentiel donné, pour un système de masse m constante on peut écrire la relation suivante : le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$ de ce système pendant la durée très courte Δt et la somme de ces forces $\sum \vec{F}$, sont reliés de façon approchée par :

$$\sum \vec{F} = m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

a) Cas d'une chute libre

Doc. 1 Chute libre

Un objet est en chute libre s'il n'est soumis qu'à son poids. Dans le cas d'une chute libre verticale, en négligeant l'influence de l'air, la variation de la vitesse v par rapport au temps est égale au champ de pesanteur g.

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = g$$

sur la Terre, on a $g_{\text{Terre}} = 9{,}8$ N.kg^{-1}

En réalité, les objets sont soumis aux frottements de l'air. Dans le cas où les objets ne chutent pas dans le vide, on pourra tout de même négliger l'action de l'air sur un objet si son poids a une intensité bien supérieure à celle des forces de frottement et à la poussée d'Archimède. Ceci est réalisé pour des hauteurs de chute réduites car l'intensité des frottements de l'air augmente avec la vitesse et pour des objets assez lourds.

- Regarder puis récupérer la vidéo de la chute libre et l'enregistrer sur le bureau de votre ordinateur.
- Utiliser le logiciel de pointage pour numériser la trajectoire. Attention à commencer l'enregistrement de la trajectoire lorsque la balle a quitté la main. La vidéo a une fréquence d'image de 25 images par seconde.
- Récupérer les données dans Libre Office Calc en ayant fait un export CSV.
- Calculer dans une nouvelle colonne la valeur de la vitesse à chaque position relevée excepté pour la première et la dernière ligne.
- Calculer dans une nouvelle colonne les valeurs de l'accélération définie par $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$ en m.s^{-2}, à partir de la 3e ligne.
- Calculer dans le tableur la moyenne des accélérations.

9. Comparer la valeur de l'accélération de la boule avec la valeur de référence de g_{Terre} en présentant le résultat sous la forme $g = \overline{g} \pm u(g)$ (un calcul d'incertitude-type est attendu).

10. Démontrer la relation du *doc. 1* $\left(\frac{\Delta v}{\Delta t} = g\right)$ à partir de la deuxième loi de Newton.

La deuxième loi de Newton énonce que :
$\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$
La seule force qui s'applique à l'objet est son poids de valeur $P = m \times g$.
$\left\| \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\vec{P}}{m} \right\| \iff \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{P}{m} \iff \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{m \times g}{m} \iff \frac{\Delta v}{\Delta t} = g$

Validation professeur

b) Cas d'un mouvement circulaire

Expérience : On lance le mobile attaché par un fil en prenant garde que le fil soit toujours tendu pendant son mouvement. Les positions successives du mobile sont pointées à intervalle de temps constant $\tau = 60$ ms. L'enregistrement est disponible en annexe de ce document.

11. Comment peut-on qualifier le mouvement ? Justifier

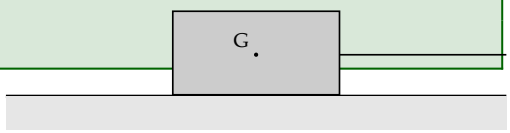
Le mouvement est circulaire uniforme.

12. En vous aidant de la fiche méthode, calculer les vitesses v_4 et v_5 aux points M_4 et M_5, puis tracer les vecteurs vitesse en utilisant comme échelle 1 cm ⟶ 0,1 m.s^{-1}.

13. Tracer au point M_4 le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}_{4\to5} = \vec{v}_5 - \vec{v}_4$.

14. Quelles sont les forces qui s'appliquent sur le mobile si on néglige les frottements ?

Si l'on néglige les frottements, le mobile est soumis à son poids, à la réaction de l'air sous le mobile et à la traction du fil.



15. Compléter le schéma ci-contre sans vous soucier de l'échelle.

16. Quelle est la résultante des forces appliquées $\sum \vec{F}$?

La résultant est nulle : $\sum \vec{F} = \vec{0}$

17. Comparer la direction du vecteur $\overrightarrow{\Delta v} = \vec{v}_5 - \vec{v}_4$ et celle de la résultante des forces appliquées. Le résultat est-il en accord avec la deuxième loi de Newton ?

$\overrightarrow{\Delta v}$ et $\sum \vec{F}$ sont de même direction. Cela est en accord avec la 2e loi de Newton : $m \times \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \sum \vec{F}$

Validation professeur