

Comment déterminer la masse d'un objet en impesanteur ?

Une utilisation de la balance inertielle en classe de seconde.

Matériel pour la séance de travaux pratiques

Pour la classe :

- une ou plusieurs balances inertielles, avec une petite presse pour les fixer à une table,
- cinq pièces de cinq centimes d'euro, et une pièce de deux euros pour chaque balance inertielle.

Pour chaque groupe d'élèves :

- un chronomètre,
- du papier millimétré.

Éléments de fabrication de la balance inertielle

- une lame de scie à métaux (une trentaine de centimètres de long, magasin bricolage),
- une planchette de bois ou de contreplaqué (récupérer des "chutes" dans un magasin de bricolage),
- une boîte de pellicule photo (à récupérer dans une boutique de photographie),
- du ruban adhésif épais (magasin bricolage),
- de la colle multi-surfaces (magasin bricolage),
- trois ou quatre rondelles plates (rayon visserie d'un magasin de bricolage),
- un mouchoir en papier,
- une petite presse (magasin bricolage).

Outils nécessaires à la fabrication :

- une scie à bois,
- une paire de ciseaux.

TP 2de - Comment déterminer la masse d'un objet en impesanteur ?

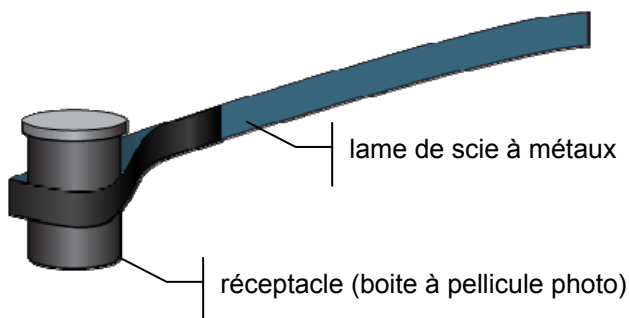
Dans la station spatiale internationale, en orbite autour de la Terre, les astronautes ne ressentent plus l'effet de la pesanteur. Ils « flottent » sans être attirés vers le sol de la station.

Dans ces conditions, il paraît difficile de peser un objet avec une balance traditionnelle.

Durant cette séance de travaux pratiques, nous allons étudier un dispositif très simple, constitué d'une lame de scie à métaux et d'une boîte à pellicule photo. Cet appareil pourrait-il aider les astronautes à déterminer la masse d'un objet ?



source de l'illustration : Nasa



Vérifier que le réceptacle ne contient aucun objet, et fixer la lame de scie à une table. Délicatement, déplacer le réceptacle de quelques centimètres, avant de le lâcher et de le laisser osciller librement.

- ① Disposer maintenant cinq pièces de cinq centimes dans le réceptacle. Provoquer de nouvelles oscillations. Celles-ci apparaissent-elles plus ou moins lentes que les précédentes ? Comment peut-on le vérifier ?
- ② Les pièces se trouvant dans l'oscillateur sont soumises, entre autres forces, à leur poids. Quelle est la direction de cette force ? Quelle est, à votre avis, l'effet de cette force sur les oscillations ?

- ③ Si l'on emportait cet oscillateur dans la station spatiale internationale, où l'on ne ressent plus les effets de la gravité, serait-il possible que l'on y observe les mêmes oscillations ?

Nous avons constaté qu'il existe un lien entre la masse contenue dans le réceptacle et la durée des oscillations. Nous allons maintenant étudier ce lien plus en détail.

Ôter les pièces du réceptacle, mesurer la durée de 25 oscillations, notée t_{25} , à l'aide d'un chronomètre. Utiliser la position d'équilibre de l'oscillateur comme repère, lors du comptage.

Recommencer la manipulation avec une pièce de cinq centimes, puis avec deux pièces, puis trois pièces, et enfin avec quatre pièces, en notant à chaque fois les durées t_{25} correspondantes.

- ④ Noter les résultats dans le tableau ci-après. Pour chaque mesure, calculer la masse totale des pièces notée m , sachant que la masse d'une pièce de cinq centimes est connue et égale à 3,92 g.

Tableau des mesures

Nombre de pièces	0	1	2	3	4
m (g)	0	3,92			
t_{25} (s)					

- ⑤ Sur du papier millimétré, tracer le graphe représentant les valeurs de t_{25} (en secondes) en fonction des valeurs de m (en grammes).

Échelle en abscisses : un cm pour un gramme.

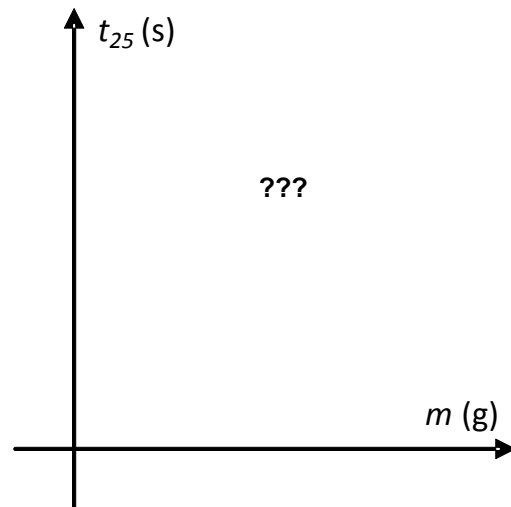
En ordonnées, graduer l'axe entre la plus petite valeur obtenue de t_{25} et la plus grande valeur, sur une vingtaine de centimètres au moins.

À chaque colonne du tableau, correspond un point de coordonnées $(m ; t_{25})$ sur le graphe, qui sera représenté par une croix (+).

- ⑥ Quelle est la particularité de l'ensemble des cinq points obtenus ?
- ⑦ Tracer une droite qui passe le plus près possible des cinq points.

Nous pouvons maintenant utiliser l'oscillateur pour déterminer la masse d'une pièce de deux euros.

- ⑧ Rédiger, en quelques lignes, une proposition de protocole permettant d'estimer la valeur de cette masse.
- ⑨ Une fois le protocole validé par le professeur, effectuer les manipulations. Quelle est la valeur approchée de la masse d'une pièce de deux euros ?
- ⑩ Rechercher sur internet, la valeur réelle de la masse d'une pièce de deux euros. Votre mesure en est-elle proche ? Calculer l'erreur relative de la mesure.



Note : Cet oscillateur est qualifié de « balance inertielle » (« *inertial balance* ») par le site internet de la *Nasa*. Il permettrait de déterminer la masse d'objets en impesanteur, par exemple dans la station spatiale internationale.