

# MESURE D'UNE MASSE EN IMPESANTEUR



## Capacité(s) contextualisée(s) mise(s) en jeu durant l'activité :

- ✓ Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence :
  - les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique ;
  - son amortissement.
- ✓ Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétiques, potentielle et mécanique d'un oscillateur.

## I. But

- Etudier les paramètres influençant la période d'un pendule élastique et sa variation d'énergie mécanique.

## II. Introduction

Il est important pour les astronautes de suivre leur masse corporelle, lors d'un périple spatial. Sur seulement quelques semaines, ils peuvent perdre près de 15 % de leurs poids à cause de l'atrophie musculaire provoquée par leurs sous-utilisations. Pour éviter ce déclin physique, l'équipage à bord de la Station spatiale internationale (ISS) passe généralement deux heures par jour, à faire de l'exercice physique. La surveillance du poids dans l'espace n'est pas chose facile, puisque les échelles de mesure traditionnelles ne fonctionnent pas en orbite.

Le problème a été partiellement résolu en 1965 par William Thornton, un astronaute et médecin américain, qui a mis au point une technique pour peser des objets en utilisant des ressorts oscillants. Les astronautes utilisent ce dispositif, appelé : Space Linear Acceleration Mass Measurement Device (SLAMMD), encore aujourd'hui. Il ressemble à une sorte de tabouret, sur lequel les astronautes s'agrippent. Il est muni d'un ressort qui soulève et abaisse la selle à une fréquence qui dépend de la masse sur laquelle il agit/s'oppose.

## Vidéo :

<https://www.youtube.com/watch?v=8rt3udip7I4>

**Comment le dispositif précédent peut-il déterminer la masse de l'astronaute**



### III. Document



#### III.1. Doc.1 : Le pendule élastique horizontal

Un pendule élastique horizontal est constitué d'une masse glissant sans frottement sur une surface horizontale, fixée à une extrémité d'un ressort à spires non jointives de constante de raideur  $k$ . L'autre extrémité du ressort est fixée à un support (**Fig.1**).

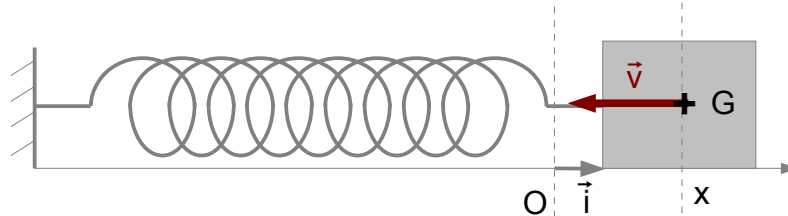


Fig.1 : Pendule élastique horizontal

A l'équilibre  $x(G) = 0$  ;

$m$  est la masse du pendule élastique horizontal ;

La force de rappel du ressort est une force conservative :  $\vec{F} = - k \cdot x \vec{i}$  ;

vecteur vitesse :  $\vec{v} = v_x \vec{i}$

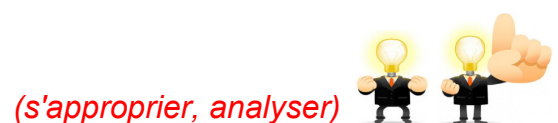
période propre :  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

énergie cinétique :  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

énergie potentielle élastique :  $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$

énergie mécanique :  $E_m = E_c + E_{pp}$

### IV. Etude préliminaire



1. Comment varie période d'oscillation d'un pendule élastique horizontal en fonction de sa masse ?
2. Faire le bilan des forces extérieures agissant sur la masse du pendule élastique horizontal. Parmi ces forces la ou lesquelles sont des forces conservatives ? La ou lesquelles travaillent ?
3. Que peut on dire de l'énergie mécanique du pendule élastique horizontal en l'absence de frottements ?

Appel du professeur

## V. Détermination de la masse d'un objet

### V.1. Manipulations

(élaborer, réaliser)



- A l'aide du matériel disponible, élaborer et noter un protocole expérimental permettant de déterminer la masse d'un objet de manière similaire à ce qui se fait en impesanteur.

#### Appel du professeur

- Mettre en commun un protocole avec le reste de la classe, le réaliser et noter les résultats obtenus.



**Pensez à évaluer pour chaque mesure votre précision et déduisez en l'incertitude type puis élargie liée à votre mesure...**



***Fiche méthode : Evaluer une incertitude de mesure***

### V.2. Exploitation des résultats

(analyser, valider)



- A l'aide de vos résultats, tracer un graphique adéquat permettant de mettre en évidence l'expression théorique de la période d'un pendule élastique horizontal.
- En déduire la masse de l'objet souhaité.
- Peser cet objet sur une balance. Conclure.
- Déterminer la masse du chariot du dispositif.
- Peser ce chariot sur une balance. Conclure.
- Déterminer la constante de raideur des ressorts du dispositif.

#### Appel du professeur

## VI. Etude des variations d'énergie d'un pendule élastique horizontal



### VI.1. Manipulations

(réaliser)

- A l'aide d'une caméra rapide, on filme un pendule élastique horizontal en mouvement avec et sans frottement fluide.
- A l'aide maintenant d'un logiciel de pointage vidéo, on détermine les positions successives du pendule dans le temps.
- Ces coordonnées sont importés dans deux fichiers LatisPro.



### VI.2. Exploitation des résultats

(analyser, valider)

- A l'aide des résultats précédents, tracer les variations des énergies cinétique, potentielle élastique et mécanique du pendule élastique horizontal en mouvement avec et sans frottement fluide.
- Conclure.

Appel du professeur

## VII. Compte-rendu

(communiquer)



- Rédiger le compte rendu de cette activité expérimentale.



***Fiche méthode : Rédiger un compte rendu d'activité expérimentale***