



BUT : Vérifier les paramètres dont dépend la période d'un pendule – Obtenir une masse à partir d'une mesure de période

COMPETENCES : Utiliser un matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée (REA) – Proposer un protocole (ANA) – Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter ; confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus (VAL).

Introduction :

Loin de la Terre, en chute libre permanente, c'est-à-dire en impesanteur, on n'a plus de poids et le pèse-personne ne peut plus "réagir" pour donner la masse d'un spationaute... Alors comment faire ?

Özil Haçion cherche à comprendre comment la mesure d'une durée à l'aide de pendules, permet de réaliser une pesée. L'étude des pendules pousse Özil (il est curieux) à aller un peu plus loin ; il découvre même qu'on peut "peser" la Terre ! Les activités suivantes reprennent le fil de ses recherches, expérimentations et découvertes.

1. Pendule simple

L'un des meubles que l'on trouvait dans les maisons de nos grands-parents était une horloge à balancier appelée également pendule...

1.1. Comment mesurer la période des oscillations ?

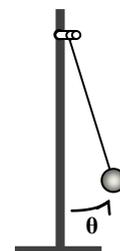
Un pendule simple est un objet solide de petites dimensions, de masse m , suspendu à un fil inextensible de longueur ℓ et de masse négligeable par rapport à l'objet suspendu.

Ecarté de sa position d'équilibre initiale puis lâché, le pendule oscille sous l'effet du champ de pesanteur local.

Remarque : Pour des oscillations de faible amplitude ($\theta < 20^\circ$), la période des oscillations est indépendante de leur amplitude θ .

Cette propriété des pendules simples est appelée « loi d'isochronisme des petites oscillations ».

On peut négliger l'amortissement sur un nombre limité d'oscillations.



✂ Si vous disposez du matériel suivant : petit objet lourd à suspendre - fil inextensible (inélastique) – support pour accrocher le fil – règle graduée ou mètre à ruban – rapporteur.

Sinon :

🖥 Ouvrir l'animation PhetColorado « Laboratoire pendulaire : **Intro** »

https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_fr.html

Ecarter le pendule de sa position d'équilibre dans les conditions d'isochronie. Observer les oscillations.

🔗 Répondre aux questions 1.1.1 et 1.1.2. de la feuille bilan.

A l'aide du chronomètre, réaliser au moins 5 mesures de périodes avec les précautions rappelées précédent.

🖥 Saisir dans une feuille de calcul les mesures obtenues.

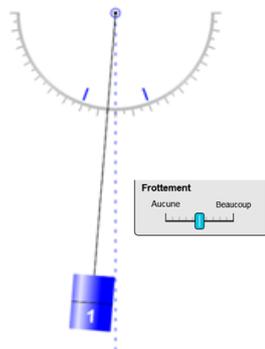
Faire calculer la valeur de T à retenir de l'expérience.

Faire calculer l'écart type σ sur la mesure : fonction Ecartype dans Excel et LibreOffice.

🔗 Répondre aux questions 1.1.3. à 1.1.4. de la feuille bilan.

1.2. Quelle est l'influence de l'amortissement ?

Pour vérifier l'influence de l'amortissement sur la période du pendule, on impose des frottements.



Ouvrir l'animation PhetColorado « Laboratoire pendulaire : **Intro** »

https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_fr.html

Mesurer la période T avec le maximum de précision (déjà obtenue précédemment si la longueur de « fil » est la même).



Ajouter des frottements modérés.

Mesurer comme précédemment la pseudo-période T' .



🔗 Répondre aux questions de la feuille bilan.

1.3. De quoi dépend la période du pendule simple ?

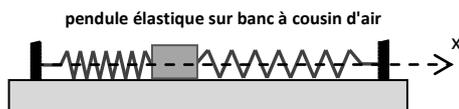
🖥 Etudier à l'aide de l'animation, les paramètres influençant la période du pendule.



🔗 Répondre aux questions de la feuille bilan.

2. Pendule élastique horizontal

Dispositif expérimental



Un pendule de masse $m = 320,0$ g se déplace sans frottements sur un banc à coussin d'air. Il oscille sous l'action de deux ressorts de même raideur $k' = 11,5$ N/m. L'association ainsi réalisée est équivalente à un seul ressort de raideur : $k = 2k'$. Le coussin d'air permet d'obtenir un mouvement sans frottement.

Le ressort comprimé ou étiré revient vers sa position d'équilibre lorsqu'il est lâché et est soumis à des oscillations comparables à celles d'un pendule simple.

La simulation permet d'obtenir le tracé de la courbe $x_G = f(t)$.

🖥 Ouvrir l'animation PCCL « {Solide + ressort} horizontal - Montage théorique équivalent :

https://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/terminale_TS/penduleHorizontal.htm

Passer au **montage équivalent** : Déplacer le pendule de sa position d'équilibre. Mesurer T_1

Augmenter la masse de 180 g sur le pendule. Mesurer T_2

🔗 Répondre aux questions de la feuille bilan.

3. Pesées

3.1. Comment peser la Terre ?

🖥 Accéder à l'animation : https://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_fr.html

Changer de planète pour une longueur et une amplitude données.

On rappelle que l'intensité de la force gravitationnelle exercée par la Terre de masse M_T sur un corps de masse m au niveau de la mer est exprimée par $F_G = G \times \frac{M_T \times m}{R_T^2}$ et qu'en première approximation, on peut admettre que le poids d'un corps, P est tel que $P = F_G$.

Données : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, $R_T = 6378 \text{ km}$

🔗 Répondre aux questions de la feuille bilan.

3.2. Comment se peser en impesanteur ?



Photo : <http://www.lexpress.fr/diaporama/diapo-photo/tendances/voyage/chris-hadfield>

Il est important pour les astronautes de suivre leur masse corporelle. Sur seulement quelques semaines de séjour en impesanteur, ils peuvent perdre près de 15 % de leur masse musculaire. C'est pourquoi l'équipage à bord de la Station spatiale internationale (ISS) fait quotidiennement de l'exercice physique. Cependant, il n'est pas aisé de surveiller son poids dans l'espace.

En 1965 par William Thornton, un astronaute et médecin américain, met au point une technique pour peser des objets en utilisant des ressorts oscillants. Encore aujourd'hui, les astronautes utilisent ce dispositif, appelé : Space Linear Acceleration Mass Measurement Device (SLAMMD). La mesure de la fréquence permet d'atteindre la masse du corps qui oscille.

La relation mathématique permettant de calculer la période des oscillations est :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

🔗 Répondre aux questions de la feuille bilan.