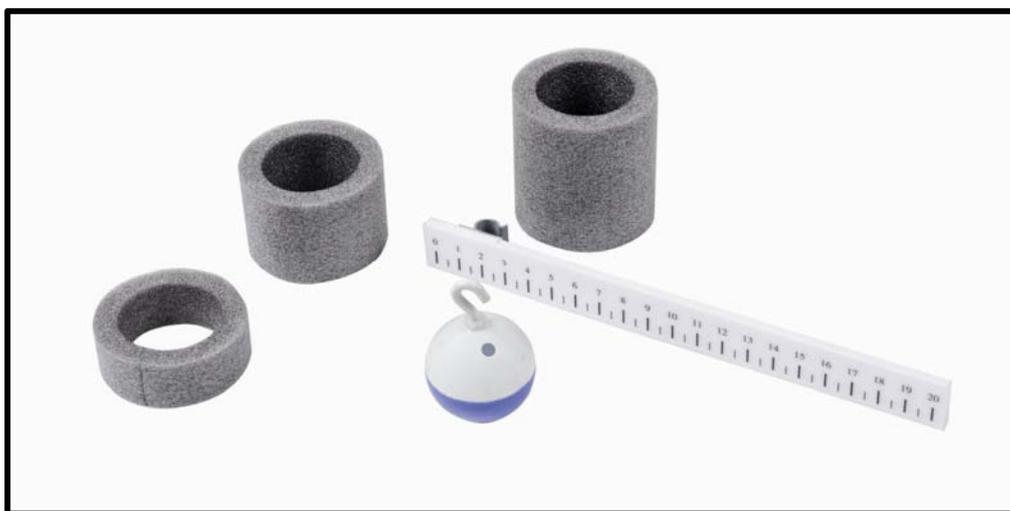


## Notice

# Accessoire Amortissement Pendule Simple

réf. 00807



## Présentation

### 1. Introduction

L'ensemble de ces accessoires permet de mettre en évidence que l'amortissement des oscillations d'un pendule simple est essentiellement dû ici au frottement dans l'air de la boule, qui constitue le pendule.

L'expérience consiste à modifier la surface de frottement de la boule en lui ajoutant des manchons. On constate alors que l'amortissement est plus rapide si la surface de frottement est plus grande.

Cette approche qualitative peut être prolongée, si on le souhaite, par une exploitation vidéo des oscillations pour étudier la nature pseudopériodique des oscillations en utilisant tout dispositif d'enregistrement vidéo et son logiciel d'exploitation, approche qui sort du cadre de la présentation de ce matériel.

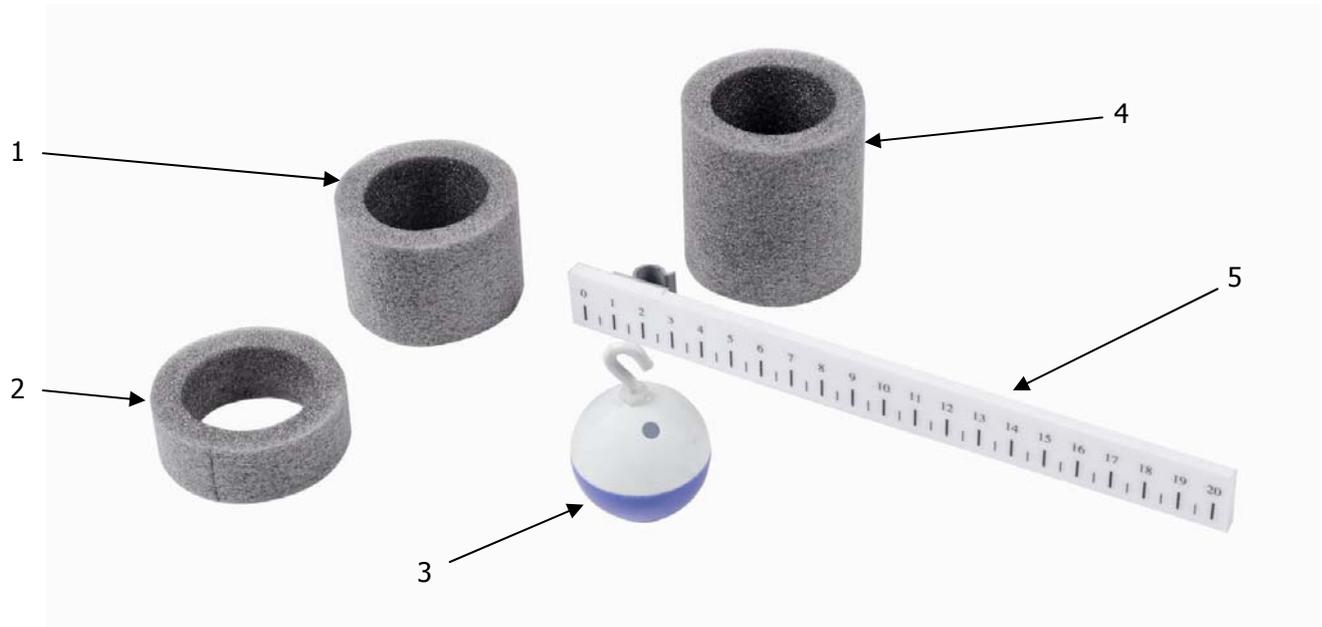
Par ailleurs, la spécificité de la boule utilisée peut être mise à profit pour montrer que la masse de l'objet qui constitue le pendule, n'a pas d'influence sur la période du pendule simple, dans des conditions où pratiquement un seul paramètre est modifié : la masse.

L'expérience consiste à modifier la masse de la boule en la remplissant d'eau, toutes les autres grandeurs restant les mêmes : longueur du pendule simple ; frottement : la surface de la boule est inchangée. On constate que la masse de l'objet n'a pas d'influence sur la période du pendule.

## 2. Contenu de l'emballage

- Une boule munie d'un crochet
- Trois manchons cylindriques en mousse
- Une réglette

## Descriptif



(1) : Manchon cylindrique (h = 4,0 cm)

(2) : Manchon cylindrique (h = 2,0 cm)

(3) : Boule à crochet, creuse, trouée

(4) : Manchon cylindrique (h = 6,0 cm)

(5) : Réglette

## Utilisation

### 1. Protocole expérimental : non influence de la masse sur la période

#### 1.1. Matériel nécessaire

- Boule à crochet
- Maquette : oscillation d'un pendule simple (non fourni) *ref. 94538*
- Statif (non fourni) *ref. 00035*
- Chronomètre (non fourni) *ref. 12823*
- Seringue 60 ml (non fournie) *ref. 02217*

#### 1.2. But de l'expérience

Il s'agit de montrer que la masse du pendule n'a pas d'influence sur la période du pendule.

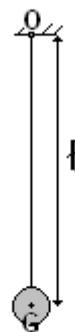
### 1.3. Intérêt du dispositif

On utilise le même objet pour montrer que la masse n'influe pas sur la période du pendule. Il s'agit d'une boule creuse de masse 4,5 g (environ). La masse du crochet est suffisamment faible par rapport à celle de la boule pour que l'on puisse considérer que le centre de gravité est situé au centre de la boule.

On remplit totalement la boule d'eau. La masse passe de 4,5 g à 35 g, sans modifier pratiquement la position de son centre de gravité. On est ainsi dans des conditions où un seul paramètre a été modifié : la masse, toutes les autres grandeurs restant inchangées : longueur du fil, surface de frottement dans l'air.

### 1.4. Mode opératoire

- On retrouve une expérimentation classique.
- On se place dans le cas d'oscillations de faibles amplitudes ( $\leq 10,0^\circ$  par exemple).  
On utilise une longueur  $\ell$  "convenable" : par exemple 35,0 cm (oscillations "lentes", plus faciles à mesurer). La ligne équatoriale tracée sur la boule facilite la mesure de la longueur  $\ell$  dans le modèle du pendule simple ( $\ell = OG$  : O centre de rotation ; G centre de gravité de la boule, ici sphérique).
- On écarte le pendule de sa position d'équilibre.
- On le lâche sans lui donner d'impulsion, de façon à ce qu'il oscille dans un plan parallèle à celui du rapporteur.
- Après quelques oscillations (2 à 3) pour s'assurer que le pendule oscille convenablement, on déclenche le chronomètre lors du passage de la boule par sa position d'équilibre et on mesure la durée de 10 oscillations (par exemple). On en déduit alors la valeur de la période.
- Il est préférable de faire au moins une série de 3 mesures dans les mêmes conditions pour éliminer, de la part des élèves, des erreurs grossières de comptage du nombre d'oscillations. La valeur de la période qui est retenue, est la moyenne des valeurs de la série de mesures.
- On procède de même en changeant la masse de la boule. Il suffit pour cela de la remplir complètement d'eau à l'aide d'une seringue. Dans ces conditions, le centre de gravité (boule vide ou pleine) n'a pas changé ; donc la longueur  $\ell$  du pendule simple est la même.



***On vérifie dans de très bonnes conditions que la masse de la boule n'a pas d'influence sur la période des oscillations du pendule.***

**Remarque :** Il est difficile de vider la boule en faisant couler l'eau par le trou. La meilleure solution est d'aspirer l'eau à l'aide de la seringue.

## 2. Protocole expérimental : amortissement du pendule simple

### 2.1. Matériel nécessaire

- Boule à crochet
- Manchons cylindriques
- Réglette
- Maquette : oscillation d'un pendule simple (non fourni) *ref. 94538*
- Statif (non fourni) *ref. 00035*
- Chronomètre (non fourni) *ref. 12823*
- Seringue 60 ml (non fournie) *ref. 02217*

### 2.2. But de l'expérience

Il s'agit de montrer que :

- l'amortissement du pendule dépend des frottements de l'air sur la boule,

- en première approche on peut assimiler la pseudopériode du pendule à la période propre du pendule, dans le cas de faible amortissement.

Pour cela, on montre qu'en prenant à chaque fois le même écart angulaire, le nombre d'oscillations est moins grand si les frottements sont plus grands : plus la surface de frottement est grande, plus l'amortissement du pendule est grand.

Par ailleurs la mesure de la pseudopériode (moyenne) est comparée à celle de la période propre dans des conditions voisines.

### 2.3. Intérêt du dispositif

L'amortissement du pendule est dû essentiellement au frottement de la boule dans l'air.

La conception des accessoires permet de ne modifier pratiquement qu'un seul paramètre : les frottements de l'air. En effet :

- La masse des manchons peut être négligée devant celle de la boule pleine d'eau. De plus, en ajoutant le manchon, convenablement centré sur la ligne équatoriale de la boule, la position du centre de gravité du système (avant et après) n'est presque pas modifiée. Par suite, l'énergie potentielle initiale du pendule, au moment du lâcher, reste pratiquement la même, quel que soit le manchon utilisé.

***On étudie donc l'amortissement du pendule à énergie potentielle initiale constante.***

- Le choix d'une forme cylindrique pour les manchons permet de présenter pratiquement toujours la même valeur de la surface de frottement au cours des oscillations, malgré d'éventuelles rotations de la boule.

### 2.4. Mode opératoire

#### 2.4.1. Conditions expérimentales conseillées

Le choix des conditions expérimentales est motivé par une durée d'expérimentation convenable, pas trop longue, pour être démonstrative. Autrement dit, l'amortissement doit être suffisamment différent d'une situation à une autre.

Aussi, il est commode de comparer le nombre d'oscillations du pendule pour passer d'une élongation initiale de  $30^\circ$  à  $20^\circ$ , selon les conditions de frottement : boule seule ou avec les divers manchons. D'autre part, la période (donc la longueur du fil) est choisie de façon à permettre un confort expérimental : oscillations pas trop rapides. Une longueur du pendule de 45 cm est convenable.

Il s'agit de montrer que l'amortissement du pendule dépend des frottements de l'air sur la boule.

En particulier, plus la surface de frottement est grande, plus l'amortissement du pendule est grand.

#### 2.4.2. Approche qualitative

On met en place le pendule simple (boule pleine d'eau,  $\ell = 45$  cm).

En faisant osciller la boule seule, puis avec chacun des manchons, on observe aisément que l'amortissement du pendule est plus important si les frottements sont plus importants.

En mesurant dans chaque cas la durée de plusieurs oscillations, on peut déterminer la valeur moyenne de la pseudopériode et la comparer à la valeur théorique de la période.

#### 2.4.3. Approche quantitative

On étudie l'amortissement du pendule pour passer d'une élongation angulaire de  $30^\circ$  à  $20^\circ$  dans le même sens (sens horaire ou "de droite à gauche" pour pouvoir utiliser la réglette (5) comme repère).

- On utilise la boule pleine d'eau. On prend une longueur  $\ell$  de 45 cm.
- On place la réglette (5) sur l'axe du statif :
  - o en hauteur : au plus près du rapporteur
  - o en direction : parallèle au plan du rapporteur.

- On écarte le pendule de sa position d'équilibre de  $30^\circ$  en veillant à ce que le fil soit bien parallèle au plan du rapporteur. On fait pivoter alors la réglette de façon à ce qu'elle affleure le fil. On repère ainsi précisément la position de lâcher du pendule pour tout le restant de l'expérimentation.



- On le lâche sans lui donner d'impulsion, de façon à ce qu'il oscille bien dans un plan parallèle à celui du rapporteur et on déclenche en même temps le chronomètre. On compte alors le nombre d'oscillations pour passer de  $30^\circ$  à  $20^\circ$  et on arrête alors le chronomètre. On peut alors en déduire la valeur moyenne de la pseudopériode et la comparer à celle de la période propre du pendule simple correspondant. Il convient de tenir compte de l'influence de l'amplitude sur la période. L'amplitude variant entre  $20^\circ$  et  $30^\circ$ , on peut prendre, en première approche, une valeur intermédiaire de l'amplitude, soit  $25^\circ$ .

***Dans ces conditions, on vérifie que l'on peut assimiler dans de très bonnes conditions pseudopériode et période.***

- On fait de même en ajoutant à la boule, le manchon de hauteur 2,0 cm ; 4,0 cm ; 6,0 cm. On vérifie que le nombre d'oscillations est moins important si la surface de frottement dans l'air est plus grande.

***Donc, plus la surface de frottement est grande, plus l'amortissement du pendule est grand.***

### **Conseils pratiques importants :**

- Eviter toute manipulation de la boule pouvant fragiliser la fixation du crochet.
- En particulier :
  - pour mettre un manchon : passer le manchon par le haut (côté crochet) et pousser la boule du bas.
  - pour enlever le manchon : pousser la boule du bas.
- Bien se placer en face de la division correspondante pour limiter les erreurs de parallaxe.
- Bien relâcher le pendule de la même position, sans à-coups, et veiller à ce que les oscillations se fassent dans le plan parallèle au rapporteur : la réglette aide à ce qu'il en soit ainsi. On élimine ainsi d'éventuels frottements du fil sur le support.
- Relever le nombre d'oscillations après s'être assuré que la dernière oscillation observée (mais pas retenue) est au-dessous de  $20^\circ$ .
- Faire une série de 3 mesures dans les mêmes conditions et en faire une moyenne pour réduire les imperfections expérimentales.
- L'erreur de parallaxe est la cause essentielle des incertitudes de mesures.

## Entretien, garantie et dépannage

### **1. Entretien**

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.

Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON EDUCATION. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

### **2. Garantie**

Les matériels livrés par PIERRON sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.

Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.

Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.

Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.

Vices apparents : nous ne pouvons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. A l'export, ce délai est porté à un mois.

La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

# Notes

