



Pendule Simple

08085

NOTICE



Scan
to discover !



Download this free Unitag App to scan
at unitag.io/app

Retrouvez
l'ensemble
de nos gammes sur :
www.pierron.fr

 **PIERRON**
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France

Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

Ce dispositif permet :

- d'introduire la notion de pendule simple,
- de montrer l'influence ou non de grandeurs physiques sur la période du pendule, telles que :
 - la longueur du pendule ;
 - la masse de l'objet ;
 - l'amplitude des oscillations (lois d'isochronisme des petites oscillations).

L'expérience consiste à faire osciller le pendule et à mesurer sa période selon les conditions expérimentales choisies : longueur du pendule, masse de l'objet, amplitude.

Pour cela, on choisit :

- une longueur de fil : le système de réglage de la longueur du fil rend facile cette opération ;
- une masse : l'utilisation d'une masse à crochet est alors très commode ;
- une amplitude initiale d'oscillation : le rapporteur permet aisément ce choix.

On montre qu'un tel pendule se ramène, dans de très bonnes conditions, à un pendule simple si on assimile l'objet sphérique de centre de gravité **G**, à un objet ponctuel dont toute la masse serait concentrée en **G**. Dans ces conditions, l'expression de la période est donnée par la relation :

$$T_0 = 2 \cdot \pi \sqrt{l/g} \quad (1^*)$$

Cette période du pendule est applicable à condition de prendre pour valeur de la longueur du pendule, la longueur **l = OG** (**O** étant le centre de rotation : voir § 2 ci-contre et aussi Utilisation § 1.2).

D'autre part, on montre que :

- La période d'un pendule simple dépend de :
 - l'amplitude si celle-ci est supérieure à environ 10° ;
 - la longueur du pendule.
- La période d'un pendule simple ne dépend pas de :
 - l'amplitude si celle-ci est petite (inférieure à environ 10°) ;
 - la masse de l'objet.

2 - Spécificité de ce pendule



Simple fil (1)



Double fil (2)

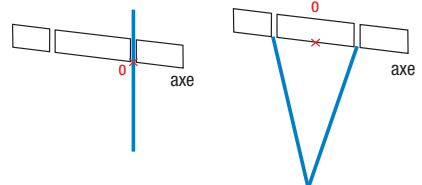
Ce nouveau pendule simple peut être utilisé de façon habituelle avec un simple fil (1). Il peut être aussi utilisé avec un double fil (2). Cette possibilité est d'un grand intérêt pratique pour :

- Obtenir automatiquement des oscillations parfaitement situées dans un plan vertical, parallèle au plan du rapporteur. Ce qui élimine toute oscillation « oblique » pouvant perturber l'expérimentation (choc de la boule ou du fil contre le rapporteur), notamment lors des oscillations de grandes amplitudes.
- Réduire au minimum l'erreur de parallaxe lors de la mesure sur le rapporteur de l'amplitude des oscillations : dans ce cas, la mesure est correcte si on ne voit qu'un seul fil en face de la division du rapporteur.

Dans tous les cas, la longueur l du pendule simple correspond à la distance OG : distance du centre de gravité G de la boule au centre O de rotation.

Dans le premier cas (« simple fil »), O représente l'extrémité inférieure du fil qui passe dans le trou de l'axe.

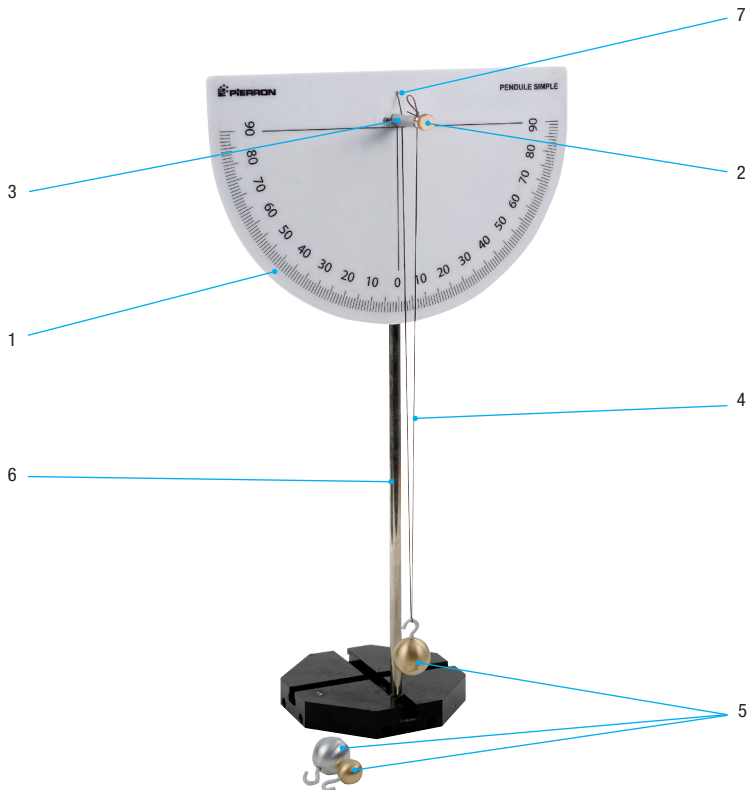
Dans le deuxième cas (« double fil »), O représente le milieu de la base du triangle formé par les deux fils.



3 - Contenu de l'emballage

- Un rapporteur circulaire sur axe
- Deux boules à crochet en laiton
- Une boule à crochet en aluminium
- Un fil
- Une notice

Descriptif



- (1) : Rapporteur circulaire
(2) : Vis de blocage du fil, en laiton
(3) : Axe de fixation au statif, avec deux trous
(4) : Fil

- (5) : Boule à crochet (x3)
(6) : Statif vertical (non fourni)
(7) : Orifice pour le passage du surplus du fil

- Rapporteur circulaire : 300 x 200 mm avec axe de fixation au statif
- Boules laiton :
 - Ø 30 mm et 112 g
 - Ø 20 mm et 34 g
- Boule alu : Ø 30 mm et 38 g
- Fil de longueur 100 cm

Utilisation

1 - Protocole expérimental

1.1. Matériel nécessaire

- Dispositif « Pendule simple »
- Chronomètre (non fourni)
- Mètre ruban en métal, à enrouleur : conseillé (non fourni).

1.2. Mode opératoire commun à toutes les utilisations

- Choisir les conditions d'utilisation : « simple fil » ou « double fil ».

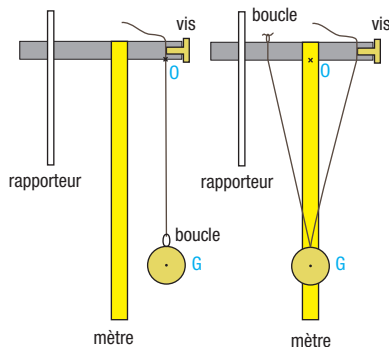
Astuce pratique :

Faire une boucle à une extrémité du fil.

Dans le cas, d'une utilisation « simple fil », la boucle du fil permet d'accrocher la boule (à crochet) et par suite, de la changer facilement ; l'autre extrémité du fil passe alors dans le premier trou (le plus éloigné du rapporteur) et est bloquée à la bonne longueur grâce à la vis en laiton.

Dans le cas, d'une utilisation « double fil », la boucle du fil sert alors à coincer le fil dans le deuxième trou ; l'autre extrémité passe dans le premier trou et est bloquée grâce à la vis en laiton. Le fil se glisse alors dans le crochet de la boule. Celle-ci se met naturellement en place, en partageant le fil en deux brins de longueur égale.

Le fil est ainsi prêt à l'emploi dans les deux cas (pas de nœud à défaire ou à couper).



- Vérifier que le dispositif est vertical et que le rapporteur est bien positionné : l'axe 0° est vertical, et par suite, l'axe 90° - 90° est horizontal.
- Choisir une boule (34 g, 38 g ou 112 g).
- Choisir une longueur pour **OG** et passer l'excédent de fil dans le trou (7) pour qu'il ne gêne pas l'expérience.

Conseils pratiques :

Pour cela, il est commode d'utiliser le mètre ruban en appui sur l'axe (schéma ci-dessus). Dans ces conditions, enlever 8 mm (épaisseur de l'axe) à la mesure pour avoir la bonne valeur de **OG**.

L'utilisation de la vis de blocage du fil permet un réglage facile de la longueur du fil : **ce système est très efficace sans qu'on ait besoin de serrer fortement la vis**. On prolonge ainsi la durée de vie du fil.

- Pour déterminer la valeur de la période du pendule, avec une bonne précision, procéder comme suit :
 - Écarter le pendule de sa position d'équilibre d'un certain angle, tout en gardant la direction **OG** perpendiculaire à l'axe de rotation.
 - Le lâcher sans à-coups.
 - Le laisser osciller deux ou trois fois pour s'assurer que le plan d'oscillation est parallèle au plan du rapporteur, donc perpendiculaire à l'axe de rotation.
Dans le cas d'une utilisation « double fil », en cas d'un « mauvais » lâcher, on remarque que le pendule retrouve de lui-même le plan d'oscillation convenable. Ce qui fait un des grands intérêts de ce dispositif.
 - Déclencher le chronomètre lors du passage du pendule par sa position d'équilibre.
Dans le cas d'une utilisation « double fil », le repérage du passage du pendule sur la division 0° est correct si l'observateur ne voit qu'un seul fil masquant la division 0° . Ce qui permet d'éliminer les erreurs de parallaxe. On procédera de même pour toute autre mesure d'amplitude sur le rapporteur. Ce qui fait un autre intérêt de ce dispositif.
 - Mesurer la durée de plusieurs oscillations : une dizaine convient le plus souvent (sauf § 4) ; en déduire la valeur de la période du pendule dans les conditions choisies.
 - Refaire plusieurs séries de mesures dans des conditions identiques : trois paraît un minimum convenable. Un écart relativement important sur la durée est le signe d'une erreur de comptage du nombre d'oscillations, erreur fréquente chez les élèves.
 - La valeur de la période qui sera retenue, correspond à la moyenne des « bonnes » valeurs.

- Pour l'étude de l'influence de la masse ou de la longueur du pendule, il convient de se placer dans le cas d'oscillations de faibles amplitudes.

2 - Recherche du modèle de pendule simple

Dans ce modèle, l'objet de masse m est assimilé à un point matériel. Le fil de longueur l est inextensible.

Dans la pratique, l'objet, ici la boule, n'est pas ponctuel. Il s'agit de montrer comment on peut appliquer le modèle de pendule simple au pendule expérimental.

- Par exemple, on se place dans le cas du pendule « simple fil » de longueur $l = 45,0$ cm et la boule en laiton (112 g).

En utilisant le mode opératoire § 1.2, on mesure la période T_{exp} du pendule dans le cas de faibles amplitudes (10°).

Si on compare la valeur expérimentale avec celle calculée à l'aide de la formule (1*), l'écart relatif expérience-théorie est de l'ordre de 3 %.

Si on prend pour valeur de l , la distance entre le centre de gravité G de l'objet et l'axe de rotation O , l'écart relatif exp/théorie est alors minime.

Donc, on approche d'autant plus le modèle du pendule simple en assimilant l'objet à une masse ponctuelle placée au centre de gravité de l'objet.

- Dans le cas du pendule « double fil », la valeur de l correspond à la distance OG , de l'axe de rotation O au centre de gravité G de la boule (Revoir schéma « Présentation § 2 »).
- Par la suite, on prendra pour valeur de l , la distance OG entre le centre de gravité G de l'objet et le centre de rotation O .

3 - Loi d'isochronisme des petites oscillations

Dans ces expériences, on se propose de savoir si l'amplitude a une influence sur la période du pendule, pour des valeurs inférieures à 10° , « petites amplitudes ».

Par exemple, on prend $OG = 45,0$ cm et la boule en laiton (112 g).

En utilisant le mode opératoire § 1.2, on mesure la période T_{exp} du pendule dans le cas de faibles amplitudes : 10° , 8° , 4° .

On vérifie que pour de faibles amplitudes, comprises entre 0° et 10° environ, la période du pendule ne dépend pas de l'amplitude. Ce qui constitue la loi d'isochronisme des petites oscillations

4 - Influence de l'amplitude, grandes amplitudes, sur la période

Dans ces expériences, on se propose de savoir si l'amplitude a une influence de sur la période du pendule, pour des valeurs supérieures à 10° , « grandes amplitudes ».

Par exemple, on prend **OG** = 45,0 cm et la boule en laiton (112 g).

Dans ce cas, il n'est plus possible de prendre le mode opératoire § 1.2 car on constate que les oscillations sont amorties : l'amplitude ne reste pas suffisamment constante sur plusieurs oscillations.

Il faut alors limiter la mesure à un petit nombre d'oscillations ; ce qui rend moins précise la démarche.

Il est conseillé, si possible, de mettre à profit l'expérience en faisant une acquisition vidéo et exploiter celle-ci pour mesurer la période avec une bonne précision.

On constate que pour des amplitudes comprises entre 65° et 40° , l'écart relatif entre les valeurs extrêmes de la période peut atteindre 5 %.

On vérifie alors que l'expression de la période (1*) donnée pour des petites oscillations n'est plus valable ici. On doit tenir compte de l'amplitude.

On vérifie que la relation $T = T_0 \cdot (1 + \theta_m^2/16)$ rend alors compte dans de très bonnes conditions les résultats de l'expérience, où θ_m représente la valeur de l'amplitude.

5 - Influence de la masse de l'objet sur la période

Dans ces expériences, on se propose de savoir si la masse de l'objet a une influence sur la période du pendule.

Par exemple, on prend $OG = 45,0$ cm.

En utilisant le mode opératoire § 1.2, on mesure la période T_{exp} du pendule pour de faibles amplitudes (10°), dans le cas où :

- on utilise la boule en laiton ($\varnothing 30$ mm ; 112 g)
- on utilise la boule en aluminium ($\varnothing 30$ mm ; 38 g).

Avec le matériel utilisé, il suffit de changer une boule par une autre, sans toucher à la longueur du pendule.

Le choix de boules de même diamètre contribue à ce qu'un seul paramètre soit modifié : la masse.

On vérifie expérimentalement que la masse de l'objet n'a pas d'influence sur la valeur de la période du pendule.

6 - Influence de la longueur du pendule sur la période

Dans ces expériences, on se propose de savoir si la longueur du pendule a une influence sur la période du pendule.

Par exemple, on utilise la boule en laiton ($\varnothing 30$ mm ; 112 g).

En utilisant le mode opératoire § 1.2, on mesure la période T_{exp} du pendule pour de faibles amplitudes (10°), dans le cas où :

- $OG = 40,0$ cm,
- $OG = 20,0$ cm.

On vérifie expérimentalement que la longueur l du pendule modifie la valeur de la période du pendule.

Lorsque la longueur du pendule est divisée par 2, la période diminue de $\sqrt{2}$.

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 ÉDUCATION. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON ÉDUCATION 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 pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À 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.

A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for handwritten notes.

