Mouvement oscillatoire harmonique d'un pendule pesant simple

MESURE DE LA PERIODE D'OSCILLATION D'UN PENDULE SIMPLE POUR DIFFÉRENTES LONGUEURS DE FILS ET POUR DIFFERENTES MASSES SUSPENDUES.

- Mesure de la période d'oscillation *T* d'un pendule pesant simple en fonction de la longueur du pendule *L*.
- Mesure de la période d'oscillation *T* d'un pendule pesant simple en fonction de la masse suspendue *m*.
- Détermination de l'accélération de la pesanteur *g*.

UE1050101

07/15 UD

NOTIONS DE BASE GENERALES

Un pendule pesant simple de masse *m* et d'une longueur de fil *L* oscille en régime de petites oscillations près de sa position de repos tant que la déviation angulaire n'est pas trop grande. La période d'oscillation *T*, c.-à-d. la durée nécessaire à deux passages consécutifs du pendule par le point d'équilibre, dépend de la longueur du fil *L*, mais pas de la masse *m*.

Lorsque le pendule s'écarte de la position d'équilibre selon un angle φ, l'expression de la force de rappel s'écrit

(1a) $F_1 = -m \cdot g \cdot \sin\varphi$.

ou avec une valeur approchée pour de petits angles φ

(1b) $F_1 = -m \cdot g \cdot \varphi$

La force d'inertie de la masse accélérée s'exprime par

(2) $F_2 = m \cdot L \cdot \ddot{\varphi}$

Ces deux forces étant égales, on a l'équation de mouvement de l'oscillateur harmonique :

(3) $\ddot{\varphi} + \frac{g}{L} \cdot \varphi = 0$

et la période des oscillations *T* s'écrit :

(4) $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$.

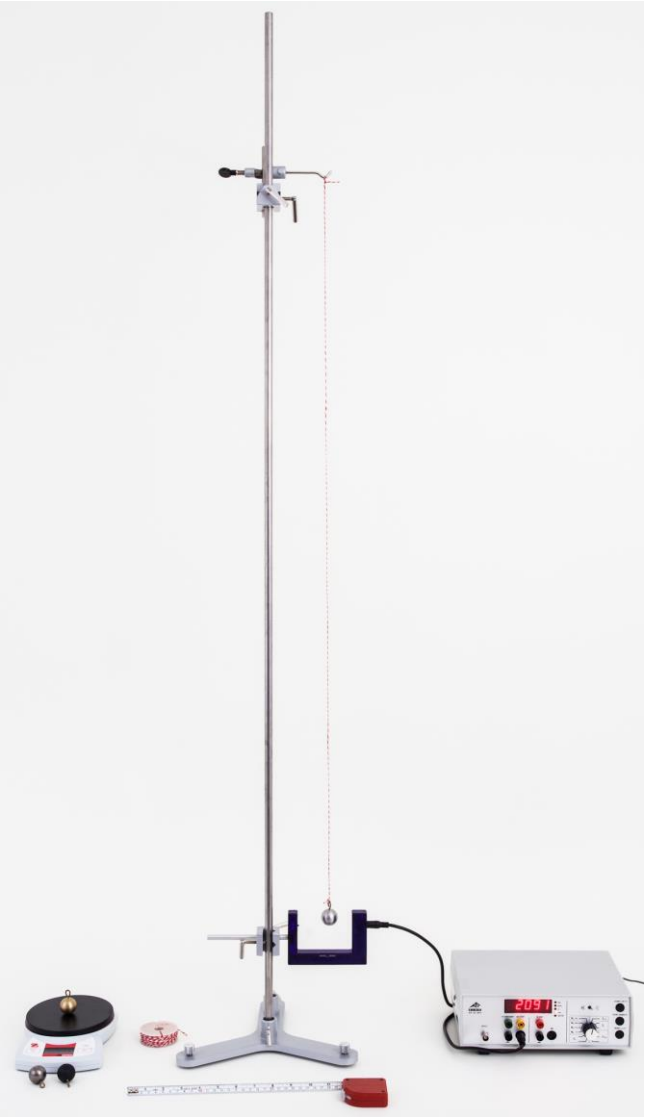

Fig. 1: Ensemble de mesures

LISTE DES APPAREILS

1	Jeu de 4 billes pendulaires	U30035	1003230
1	Cordon expérimental	U8724980	1001055
1	Socle pour statif, trépied, 185 mm	U13271	1002836
1	Tige statif, 1500 mm	U15005	1002937
1	Tige statif, 100 mm	U15000	1002932
1	Noix de serrage avec crochet	U13252	1002828
2	Noix universelle	U13255	1002830
1	Barrière photoélectrique	U11365	1000563
1	Compteur numérique	U8533341	1001032/3
1	Décamètre à ruban de poche, 2 m	U10073	1002603
1	Balance électronique 200 g	U42060	1003433

MONTAGE ET REALISATION

- Assemblez les appareils pour les mesures expérimentales comme indiqué à la Fig. 1.
- Raccorder la barrière lumineuse à l'entrée A du compteur numérique. Mettre le bouton de réglage du mode de fonctionnement du compteur numérique sur le symbole pour la mesure des périodes d'oscillation d'un pendule.
- Mesurer les masses des billes de pendule au moyen de la balance électronique et reporter les valeurs dans le tableau 2.
- Couper 6 morceaux du fil expérimental de telle manière à obtenir des longueurs de pendules d'env. 20, 40, 60, 80, 100 et 120 cm.
- Faire une boucle à chaque extrémité des 6 fils.
- Prendre le fil le plus court et le supendre par l'une de ses boucles à la noix munie d'un crochet. Accrocher une bille de pendule à la deuxième boucle du fil.
- Avec le mètre ruban, mesurer la longueur du pendule *L* à partir du crochet de la noix jusqu'au centre de masse de la bille et noter le résultat dans le tableau 1.
- Faire dévier légèrement le pendule, mesurer la période d'une oscillation *T* au moyen du compteur numérique et noter le résultat dans le tableau 1.
- Recommencer la mesure pour chacune des cinq autres longueurs de fil et noter les valeurs pour les longueurs de fil *L* et les périodes *T* dans la tableau 1.
- Couper un morceau du fil expérimental qui soit suffisamment long de manière à avoir une longueur de pendule (partant du crochet de la noix jusqu'au centre de masse de la bille) de 99,4 cm exactement. On dit d'un pendule de cette longueur qu'il « bat la seconde », car il lui faut une seconde exactement pour effectuer une demi-période d'oscillation *T/2*, c.-à-d. que *T* = 2 s.
- Faire une boucle à une extrémité du fil et l'accrocher à la noix munie d'un crochet.
- Faire une boucle à l'autre extrémité du fil, de manière à obtenir une longueur de pendule de 99,4 cm avec une bille accrochée.
- Accrocher les 4 billes successivement dans la boucle, faire dévier légèrement le pendule, mesurer la période d'une oscillation *T* au moyen du compteur numérique et noter les résultats dans le tableau 1.

EXEMPLE DE MESURE

Tab. 1: Périodes d'oscillation *T* pour différentes longueurs de pendules.

L / cm	*T* / s
23	1,00
43	1,30
63	1,55
83	1,80
103	2,05
123	2,20

Tab. 2: Périodes d'oscillation *T* d'un pendule qui bat la seconde pour différentes masses *m*.

m / g	*T* / s
10,5	2
25,0	2
61,1	2
71,4	2

ÉVALUATION

- Reporter les valeurs mesurées dans un diagramme *T-L* et dans un diagramme *T-m*.

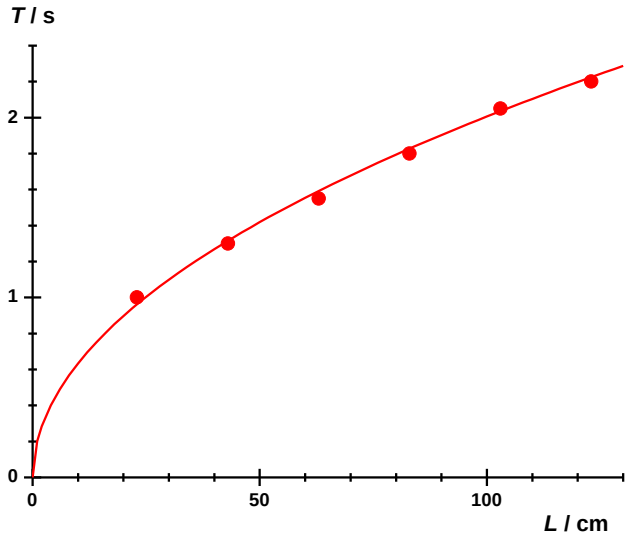

Fig. 2: Période d'oscillation *T* en fonction de la longueur du pendule *L*.

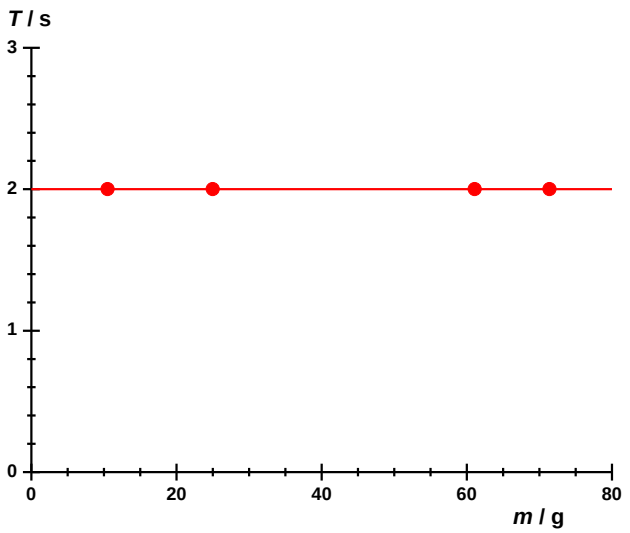

Fig. 3: Période T d'un pendule qui bat la seconde en fonction de la masse m.

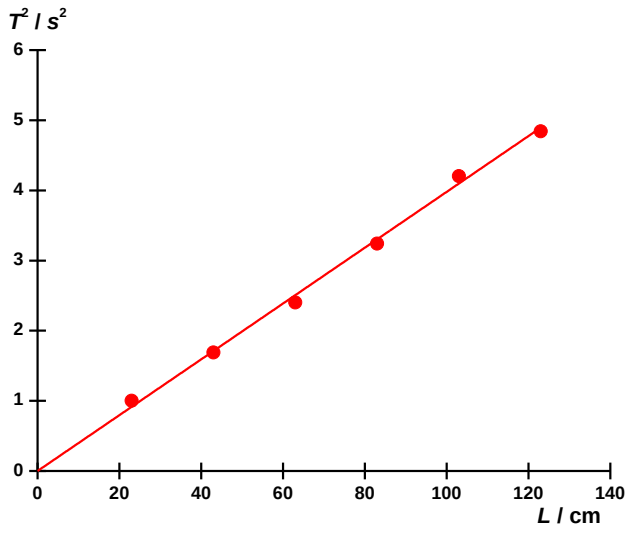

Fig. 4: Carré de la période T^2 du pendule en fonction de la longueur de fil L.

Les diagrammes confirment la dépendance de la période en fonction de la longueur du fil et sa non-dépendance de la masse.

- D'après (4), on obtient :

$$(5) \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \Leftrightarrow T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{g} \cdot L = a \cdot L$$

$$\text{avec } a = \frac{4 \cdot \pi^2}{g} \Leftrightarrow g = \frac{4 \cdot \pi^2}{a}.$$

- Reporter les carrés des périodes T^2 dans une courbe avec les longueurs de fil et tracer une droite passant par ces points (voir Fig. 4).

- À partir de la pente de la droite a et avec l'aide de (5), déterminer la valeur d'accélération de la pesanteur g.

$$(6) \quad g = \frac{4 \cdot \pi^2}{a} = \frac{4 \cdot \pi^2}{0{,}04 \, \frac{\text{s}^2}{\text{cm}}} = 9{,}87 \, \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Le résultat obtenu coïncide bien avec la valeur de référence dans la littérature scientifique, qui est de 9,81 m/s².

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH