Pendule gravitationnel variable

MESURE DE LA PERIODE D'OSCILLATION D'UN PENDULE EN FONCTION DE LA COMPOSANTE EFFICACE DE L'ACCELERATION DE LA PESANTEUR.

- Mesure de la période d'oscillation T en fonction de la composante efficace g_{eff} de l'accélération de la pesanteur.
- Mesure de la période d'oscillation T à différentes longueurs de pendule L.

UE1050201

03/16 JS

NOTIONS DE BASE GENERALES

La période d'oscillation d'un pendule mathématique est déterminée par la longueur du pendule L et l'accélération de la pesanteur g. On peut démontrer l'influence de l'accélération de la pesanteur en inclinant l'axe de rotation autour duquel oscille le pendule.

Lorsque l'axe de rotation est incliné, la composante g_{par}, parallèle à l'axe de rotation, de l'accélération de la pesanteur g est compensée par le support de l'axe de rotation (cf. fig. 1). La composante efficace restante g_{eff} s'élève à :

$$g_{eff} = g \cdot \cos\alpha \qquad (1)$$

α : angle d'inclinaison de l'axe de rotation depuis la position horizontale.

Après la déviation du pendule d'un angle φ, de sa position au repos, il s'exerce sur la masse accrochée m une force de rappel de :

$$F = -m \cdot g_{eff} \cdot \sin\varphi \qquad (2)$$

Aussi, pour de petites déviations, l'équation du mouvement pendulaire est la suivante :

$$m \cdot L \cdot \ddot{\varphi} + m \cdot g_{eff} \cdot \sin\varphi = 0 \qquad (3)$$

Le pendule oscille ainsi à la fréquence angulaire suivante :

$$\omega = \sqrt{\frac{g_{eff}}{L}} \qquad (4)$$

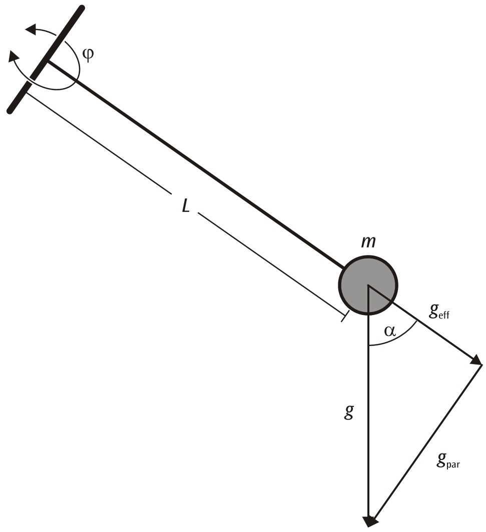

Fig. 1 : Pendule gravitationnel variable (photo et représentation schématique)

LISTE DES APPAREILS

1 pendule gravitationnel variable	1000755 (U8403950)
1 support p. barrière photoélectr.	1000756 (U8403955)
1 barrière photoélectrique	1000563 (U11365)
1 compteur numérique @ 230 V	1001033 (U8533341-230)
ou	
1 compteur numérique @ 115 V	1001032 (U8533341-115)
1 pied, 150 mm	1002835 (U13270)
1 barre de support, 470 mm	1002934 (U15002)

MONTAGE

- Montez le pendule gravitationnel variable.
- Fixez le support pour barrière photoélectrique aux aiguilles du pendule.
- Montez la barrière photoélectrique (cf. Fig. 1) et raccordez l'entrée Marche du compteur numérique.
- Fixez la masse à l'extrémité inférieure de la barre du pendule.
- Réglez le commutateur de sélection du compteur numérique à TA/.

REALISATION

- Réglez l'angle d'inclinaison à α = 0 degré.
- Déclenchez la vibration et appuyez sur la touche MARCHE.
- Relevez plusieurs valeurs pour la durée d'oscillation, et portez leur moyenne T dans le tableau 1.
- Réalisez également cette mesure pour les angles d'inclinaison α = 10 degrés, 20 degrés, 30 degrés, 40 degrés, 50 degrés, 60 degrés, 70 degrés et 80 degrés.
- Pour la valeur α = 0 degré, réglez différentes longueurs de pendules en déplaçant la masse et mesurez leur durée d'oscillation respective.

EXEMPLE DE MESURE

a) Variation de l'angle d'inclinaison :

Tab. 1 : Durée d'oscillation en fonction de la composante efficace, calculée selon (1) l'accélération de chute (L = 34,5 cm)

α	$g \cos \alpha$ (m s^{-2})	T (ms)
0°	9,81	1171
10°	9,66	1183
20°	9,22	1218
30°	8,50	1270
40°	7,51	1361
50°	6,31	1507
60°	4,91	1730
70°	3,36	2074
80°	1,70	3021

b) Variation de la longueur de pendule :

Tab. 2 : Période d'oscillation en fonction de la longueur de pendule

L (cm)	T (ms)
34,5	1171
29,5	1090
24,5	1000
19,5	918

EVALUATION

L'équation (4) permet de déterminer la période d'oscillation du pendule :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_{\text{eff}}}}$$

Pour la valeur L = 34,5 cm, on obtient la courbe ininterrompue de la figure 2. Les points de mesure qui sont également représentés dans la figure 2 sont issus du tableau 1 et, dans le cadre de la précision de mesure, correspondent à la courbe.

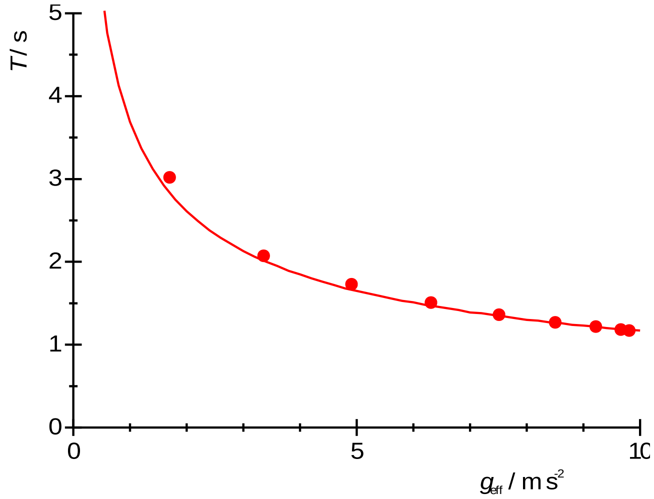

Fig. 2 : Période d'oscillation d'un pendule en fonction de la composante efficace de l'accélération de la pesanteur.

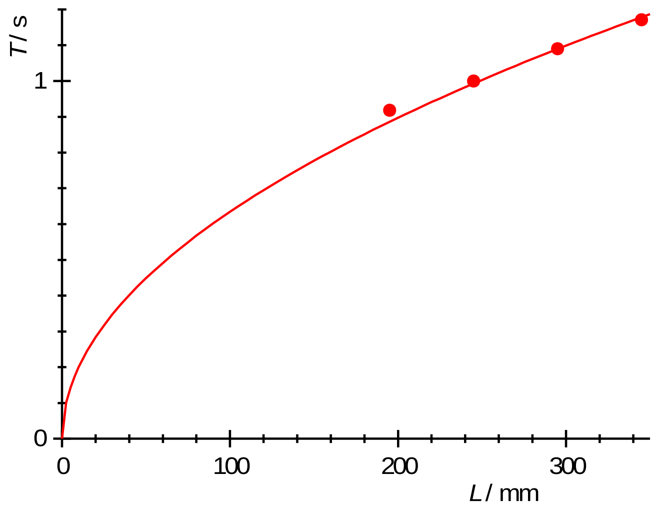

Fig. 3 : Période d'oscillation d'un pendule en fonction de la longueur de pendule L

La courbe ininterrompue de la figure 3 a été calculée avec la valeur g_{eff} = 9,81 m s^{-2}. Les points de mesure sont issus du tableau 3. Ils divergent de la courbe, car, pour de petites longueurs L, le pendule s'écarte nettement d'un pendule mathématique.

RESULTAT

La période d'oscillation est donc plus courte lorsque le pendule est raccourci et plus longue lorsque la composante efficace de l'accélération de la pesanteur est réduite.