

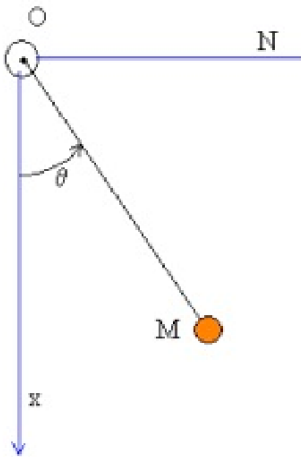
Etude énergétique d'un pendule

Constatant que les oscillations d'un pendule sont de durée constante, Galilée envisagea l'année de sa mort, en 1642, d'exploiter ce phénomène dans une horloge. Toutefois, c'est le physicien et mathématicien néerlandais Christiaan Huygens qui conçut la première horloge à pendule dont les oscillations assurent la régulation du mouvement avec une grande précision.



Christiaan Huygens
(1629-1695)

Un pendule simple peut être modélisé par :



Une masse ponctuelle de masse M est accroché au bout d'un fil inextensible de masse négligeable et de longueur L . On note θ l'écart angulaire entre la verticale (axe Ox) et le fil.

Définition : La **période T** d'une oscillation du pendule est la durée entre deux passages successifs du pendule par une même position et dans le même sens.

A/ Etude des paramètres influençant la période T :

1) L'amplitude des oscillations a-t-elle une influence sur la période T ?

a) Comment doit-on procéder afin de mesurer la période T avec une bonne précision ?

Afin de déterminer l'influence de l'amplitude sur la période T , on a réalisé l'expérience suivante :

On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle θ_0 et on mesure la période T des oscillations pour différentes valeurs de θ_0 . On a obtenu les résultats suivants :

θ_0 (°)	10°	20°	30°	40°	50°	60°
T (s)	1,16	1,16	1,16	1,18	1,20	1,22

b) Dans quelle condition l'amplitude des oscillations n'a-t-elle pas d'influence sur la période T ?

2) La masse M a-t-elle une influence sur la période T ?

a) Elaborer un protocole permettant de déterminer si la masse M a une influence sur la période T .

b) Mettre en œuvre ce protocole. (Faire clairement apparaître les mesures effectuées sous la forme d'un tableau). c) La masse M a-t-elle une influence sur la période T des oscillations ?

3) La longueur du fil a-t-elle une influence sur la période T ?

a) Chaque groupe travaille avec une longueur L du fil définie : 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm. Mesurer la période des oscillations.

b) Regrouper les mesures de L et T dans un tableau.

c) Avec les mesures des 6 groupes de la classe, déterminer à l'aide d'un tableur-grapheur la relation entre T^2 et L .



d) L'expression qui modélise la période T des oscillations d'un pendule simple est :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

En déduire une valeur de g.

B/ Etude énergétique des oscillations :

1) Quelles sont les actions mécaniques qui s'exercent sur le système {masse M} ?

2) Représenter ces actions mécaniques sur un schéma.

3) Elaborer et mettre en œuvre un protocole permettant de répondre aux questions suivantes :

→ Que peut-on dire de l'énergie mécanique d'un pendule simple ?

→ Les frottements sont-ils négligeables ? Si non, évaluer le travail des forces de frottements sur une période T.

Ce travail est-il moteur ou résistant ?

Coup de pouce :

- Utiliser la vidéo « 15-Pendule _1 ». La règle sur la vidéo mesure 30 cm et la masse du solide vaut 30 g.
- A l'aide du logiciel Avimeca, réaliser l'étalonnage des images et positionner l'origine du repère sur la position d'équilibre du pendule. Réaliser le pointage des positions de la masse M.
- Transférer les données vers Regressi.
- Calculer la vitesse V de la masse M.
- Calculer les énergies cinétique E_c , potentielle de pesanteur E_{pp} et mécanique E_m .
- Afficher sur le même graphique l'évolution temporelle des énergies cinétique, potentielle et mécanique.
- Mesurer la variation d'énergie mécanique ΔE_m sur plusieurs périodes et en déduire le travail des forces de frottements $W(f)$ sur une période T.