Chapitre 11 – Oscillateurs et mesure du temps

AE. 11C - Etude énergétique d'un pendule simple

Compétence exigible : Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur.

I- Mesurer le temps avec un pendule simple (1h maximum).

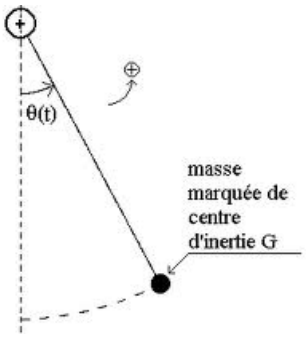
Document 1 : **Galilée.**

Galilée (1564-1642) est le premier savant à avoir étudié de façon quantitative les oscillations d'un pendule. Il utilisa son pouls pour mesurer la période de balancement du lustre suspendu à la voûte de la cathédrale de Pise. Il découvrit ainsi les lois pendulaires à la base des premières horloges à pendule.

Le Pendule pesant de Galilée à la Cathédrale de Pise

Document 2 : **Le pendule simple.**

- Un phénomène est **périodique** s'il se répète identique à lui-même à intervalles de temps égaux.
- Un **pendule** est constitué :
  - d'un solide de masse m de petite dimension.
  - d'un fil inextensible de longueur L et de masse négligeable devant m.
    Le pendule est **simple** si L ≥ 10.D (D étant le diamètre du solide).



- La position du pendule est repérée par son **abscisse angulaire θ(t)** qui représente la direction entre la verticale et la direction du fil. Pour les expériences qui suivent, on lâchera la masse m **sans vitesse initiale**, depuis une position repérée par l'abscisse angulaire initiale θ_0.
- La **période T** des oscillations est la durée séparant deux passages consécutifs du pendule par la verticale et **dans le même sens**.
- On parle d'**isochronisme** des oscillations lorsque la période T des oscillations est indépendante de l'abscisse angulaire initiale θ_0.

1- Qu'appelle-t-on une oscillation du pendule ?

2- Pour déterminer la période T des oscillations, on mesure en général une durée Δt correspondant à plusieurs périodes, par exemple 10 périodes. Expliquer pourquoi, sachant que le temps de réaction moyen de la personne qui chronomètre est estimé à 0,1 s.

3- Proposer et mettre en œuvre un protocole pour montrer que l'isochronisme des oscillations est vérifiée pour des oscillations de faible abscisse angulaire initiale θ_0.

4- De quel(s) autre(s) paramètre(s) peut à priori dépendre la période T des oscillations ? Proposer et mettre en œuvre un protocole pour vérifier les hypothèses réalisées. Noter les résultats obtenus et conclure.

5- Qu'observe-t-on pour l'amplitude des oscillations si on laisse le pendule osciller pendant une durée égale à 40T ? Proposer une explication à ce phénomène.

6- Le pendule simple peut-il servir à mesurer le temps ? Justifier.

Chapitre 11 – Oscillateurs et mesure du temps

II- <u>Etude énergétique des oscillations d'un pendule</u>. (1h maximum).

<u>Document 3</u> : Les énergies (rappels de 1ère).

- **L'énergie cinétique E_c** d'un solide de masse **m** en translation est l'énergie qu'il possède du fait de son mouvement à la vitesse v :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times m \times \left(\frac{dX^2}{dt} + \frac{dY^2}{dt} \right)$$ avec E_c en J, **m** en kg et **v** en $m.s^{-1}$

$\frac{dX}{dt}$ est la dérivée par rapport au temps de l'abscisse X en $m.s^{-1}$;

$\frac{dY}{dt}$ est la dérivée par rapport au temps de l'ordonnée Y en $m.s^{-1}$

- **L'énergie potentielle de pesanteur E_{pp}** d'un solide de masse **m** est l'énergie qu'il possède du fait de sa position à l'altitude Y par rapport à une altitude de référence (par exemple, $E_{pp} = 0$ quand $Y = 0$) selon un axe vertical (Oy) :

$E_{pp} = m \times g \times Y$ si l'axe (Oy) est **orienté vers le haut** (sinon, il y a un signe moins).

avec E_{pp} en J, ***m*** en kg, **g** en $m.s^{-2}$ et **Y** en m.

- L'**énergie mécanique E_m** d'un solide est : $E_m = E_c + E_{pp}$

<u>Objectif</u> : Déterminer comment évoluent les différentes énergies du pendule au cours d'une période.

<u>Matériel</u> : On dispose du logiciel **Regressi** avec les vidéos sur le site de la classe**.**

1- Proposer et mettre en œuvre un protocole pour répondre à l'objectif.

2- Tracer l'allure des courbes obtenues.

3- Sur une période de variation des énergies, comment évolue chacune des énergies ? Conclure en précisant quels sont alors les transferts d'énergie qui se produisent en fonction du mouvement du pendule.

4- Comparer la période de variation des énergies à celle du pendule.

5- En comparant le clip traité avec celui obtenu lorsque l'oscillateur touche l'eau, préciser l'influence des frottements sur le mouvement du pendule.
Comment évolue l'énergie mécanique sur plusieurs périodes ?
Argumenter en comparant les transferts d'énergie existant en présence ou en l'absence de frottements.