

TP 10 – Mouvement d'oscillation

Objectif du TP :

Déterminer les différents paramètres qui influent sur la période d'un pendule simple et découvrir comment on peut s'en servir pour mesurer une durée.

I. Découvrir les lois du pendule simple

On dispose d'un pendule simple dont on peut faire varier la longueur et la masse en accrochant des masses marquées. On cherche alors à étudier l'influence de trois paramètres sur la durée d'un période d'oscillation T :

- L'angle initial θ_{max}
- La masse m accrochée au bout du fil
- La longueur L du fil

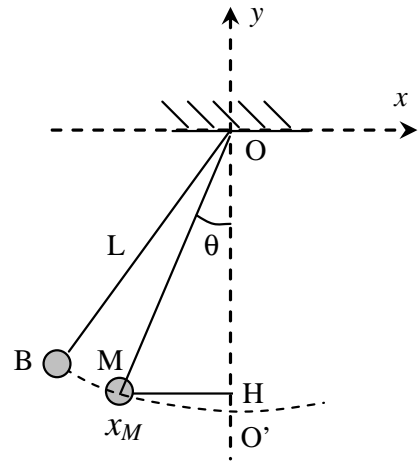
1. Etudes préliminaires (S'approprier / Réaliser)

- Proposer un protocole permettant de déterminer l'influence de chacun des paramètres demandés sur la période T du pendule et l'appliquer.
- Conclure en indiquant l'influence de ces différents paramètres.

2. Exploitation des mesures (Valider)

Une des premières expériences réalisées par les astronautes américains qui sont allés sur la Lune en juillet 1969 avait pour objectif de vérifier la relation donnant la période T d'un pendule simple et plus particulièrement de vérifier la relation entre T et l'intensité de la pesanteur. Ils ont ainsi retrouvé que T est inversement proportionnel à la racine carrée de g .

- a. Pourquoi profiter de ce voyage sur la Lune pour vérifier cette loi du pendule ?
- b. Retrouver à partir des études préliminaires précédemment effectuées et du résultat validé sur la Lune l'expression de la période T d'un pendule simple en fonction de ses caractéristiques.



II. Utilisation du pendule simple



On dispose maintenant d'un fichier vidéo d'un pendule qui oscille.

1. Etude préliminaire (S'approprier)

A l'équilibre le pendule se trouve en O' . On l'écarte de cette position jusqu'en B . Le fil du pendule fait alors un angle θ_{max} avec la verticale passant par O . A la date $t = 0$ on libère le pendule sans vitesse initiale et la bille suit la trajectoire curviligne BO'

Donner l'expression de l'angle θ que fait le fil avec la verticale pour un point M à une date t quelconque en fonction de $x_M = \overline{HM}$.

2. Mesures (Réaliser)

- Ouvrir le logiciel *LatisPro* et cliquer sur l'icône  pour ouvrir la fenêtre de pointage vidéo.
- Charger la vidéo « *Pendule simpleV2.wmv* ».
- Visionner la vidéo en utilisant les boutons .
- Utiliser comme étalon la règle le long du mur de longueur totale 51 cm.
- Placer l'origine du repère au point le plus bas du mouvement de la bille, à la verticale de l'axe de rotation.
- Faire défiler les images jusqu'à ce que la balle quitte la main puis cliquer sur « *sélection manuelle des points* » pour commencer le pointage du centre de la balle. Effectuer ce pointage sur au moins 3 périodes.
- Pour finir, Cliquer sur « *Terminer la sélection manuelle* ».

3. Exploitation des données (Analyser / Valider)

- Renommer « *Mouvement X* » en « *X* » et « *Mouvement Y* » en « *Y* » puis visualiser la courbe « *X* ». Quelle est son allure mathématique ?
- Peut-on utiliser ce pendule pour mesurer un temps ? Argumenter en s'appuyant sur le graphe $X = f(t)$ tout en détaillant ce qui se passe sur chaque axe.

III. L'amortissement

La longueur du pendule de la vidéo est $L = 59 \text{ cm}$. La masse de la balle est de 41 g .

1. Etude préliminaire (S'approprier)

- A l'aide des grandeurs « *X* » et « *Y* » créer « *V_x* » et « *V_y* », les vitesses de la masse m sur les axes du repère.
- Calculer alors à l'aide du tableur de *LatisPro* la vitesse V de la masse m à chaque instant.

2. Etude théorique (Réaliser)

- Quels types d'énergies possède le pendule durant son mouvement ? Donner leurs expressions détaillées.
- Donner la valeur de ces énergies lorsque :
 - le pendule possède son élongation angulaire maximale ($\theta = \theta_{\max}$)
 - le pendule possède une élongation angulaire nulle (position d'équilibre)
- Formuler des hypothèses sur l'évolution de l'énergie potentielle de pesanteur, l'énergie cinétique et l'énergie mécanique au cours de ces oscillations.
- Créer toutes les variables dans le tableur de *LatisPro* permettant de visualiser les courbes correspondant aux énergies E_{pp} , E_c et E_m (ne pas oublier de renommer ces courbes et de choisir les bonnes unités).

Rappels :

- $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$
- $E_p = m \times g \times h$
- $E_m = E_c + E_p$

- Afficher simultanément à l'écran les courbes E_{pp} , E_c et E_m en fonction du temps et commenter.

3. Exploitation (Valider)

- Que vaut E_c aux points les plus hauts de la trajectoire ? Justifier.
- Que vaut E_{pp} au point le plus bas ? Justifier.
- Que valent $E_{c_{\max}}$ et $E_{pp_{\max}}$? En quelles positions observe-t-on ces énergies ?
- En quelle position a-t-on V_{\max} ? Quelle est sa valeur ?
- Comment évolue l'énergie mécanique au cours du temps ?
- A quel moment la diminution de l'énergie mécanique est-elle la plus importante ?
 - lorsque l'énergie cinétique est maximale
 - lorsque l'énergie potentielle est maximale
- Comment expliquer une telle observation ?
- Critiquer l'affirmation suivante :
« *Les deux formes d'énergie se transforment l'une en l'autre au cours des oscillations* »
- Quelles modifications doit-on apporter dans l'espoir d'utiliser ce pendule pour mesurer un temps très long ?