

Etude énergétique du pendule

Le pendule simple est une masse ponctuelle fixée à l'extrémité d'un fil sans masse, inextensible et sans raideur et oscillant sous l'effet de la pesanteur. Par extension, on appelle aussi parfois pendule simple un dispositif dans lequel le fil inextensible est remplacé par une tige rigide de masse nulle pouvant tourner dans un plan vertical autour de son extrémité fixe.

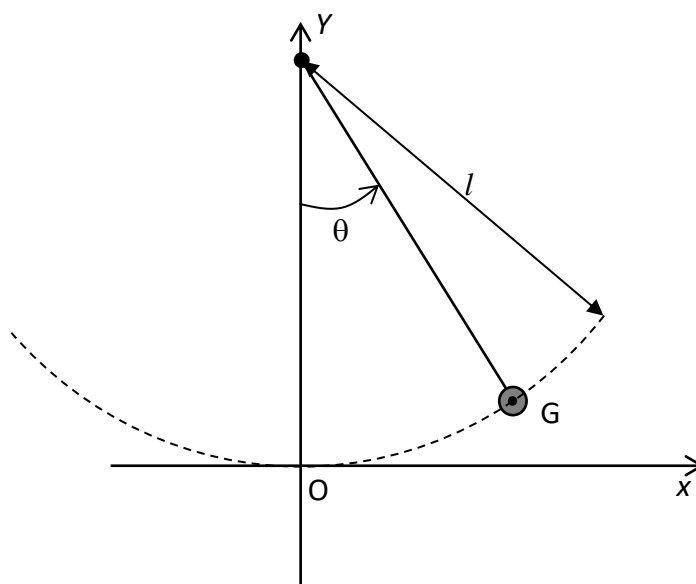
La période d'un tel pendule est donnée par la relation : $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$

où l est la longueur du pendule (N), g l'intensité de la pesanteur ($m \cdot s^{-2}$) ; T s'exprime alors en seconde (s).

Dans cette étude, il s'agit de suivre l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique au cours des oscillations du pendule. On utilise pour cela un fichier vidéo (« pendule » dans le fichier Document).

Rappels :

- $E_c = \frac{1}{2}mv^2$
- $E_p = mgY$
(origine des énergies potentielles :
 $E_p=0$ pour $Y=0$)
- $E_m = E_c + E_p$



1. Enregistrement de vidéo (Réaliser)

- Mesurer la masse du pendule (boule) : $m =$
- Fixer la longueur du pendule $l = 70 \text{ cm}$
- Suivre le protocole d'acquisition vidéo pour réaliser un film sur lequel on verra environ 5 oscillations.
- (Pour la vidéo de secours « pendule1 » : $l = 0,70m$ et $m = 40g$ pour le pendule étudié)

2. Pointage des positions du pendule au cours du temps (REALISER)

- Ouvrir le logiciel *LatisPro* et ouvrir le module vidéo.
- Charger la vidéo
- Avancer jusqu'à l'image où le pendule est en position verticale; placer l'origine du repère au centre de la masse. L'origine des altitudes est ainsi définie pour la position la plus basse du pendule (on aura bien $E_p=0$ pour $Y=0$).
- Utiliser comme étalon la règle verticale 35 cm .
- Revenir à l'image n°1
- Choisir « sélection manuelle des points » et commencer le pointage.
- Renommer « *Mouvement X* » en « *X* » et « *Mouvement Y* » en « *Y* »

3. Etude de la période : (VALIDER)

- Afficher $X(t)$ et $Y(t)$
- Quelle est l'allure mathématique de ces représentations. Modéliser les courbes
- A partir des modélisations, relever les fréquences et déterminer les périodes de chacune des courbes T_x et T_y . Quelle relation existe entre les 2 périodes ?
- Calculer la période T_{th} du pendule.
- Laquelle des deux périodes T_x et T_y correspond-t-elle à T_{th} ? Expliquer.

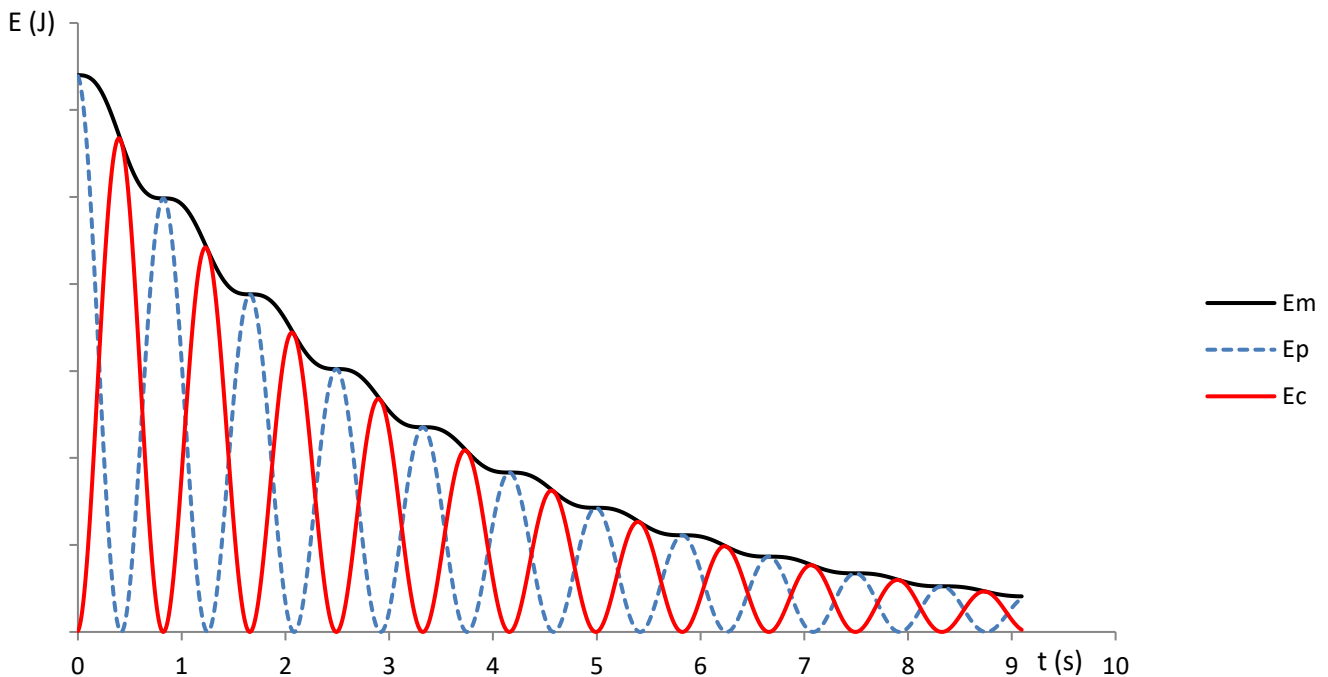
4. Etude énergétique : (REALISER)

- En utilisant les fonctions du logiciel, calculer V_x et V_y , les coordonnées du vecteur vitesse à chaque position
- En utilisant la feuille de calcul, calculer v^2 (nommer $v2$) à partir des coordonnées V_x et V_y .
- Calculer l'énergie cinétique E_c pour chaque position du pendule
- Donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_p en fonction de Y (on considèrera que $E_p = 0$ lorsque le pendule est en position verticale)
Calculer E_p pour chaque position du pendule
- Calculer l'énergie mécanique E_m pour chaque position du pendule
- Sur une même feuille, afficher E_c , E_p , E_m et X (passer X sur l'autre ordonnée et calibrer).
- Imprimer les courbes

5. Exploitation des courbes des énergies (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 ?
- Commenter l'affirmation suivante :
« Les deux formes d'énergie se transforment l'une en l'autre au cours des oscillations »
- Pourrait-on conclure la même chose pour un temps plus long.

On donne les courbes d'évolution des énergies pour un pendule dont les oscillations s'amortissent plus rapidement :



- A quels moments la diminution de l'énergie mécanique est-elle la plus importante ?
Comment expliquer une telle observation ?
- Quelles modifications doit-on apporter dans l'espoir d'utiliser ce pendule pour mesurer un temps très long ?