

11. Étude énergétique des oscillations d'un pendule pesant (TP P07)

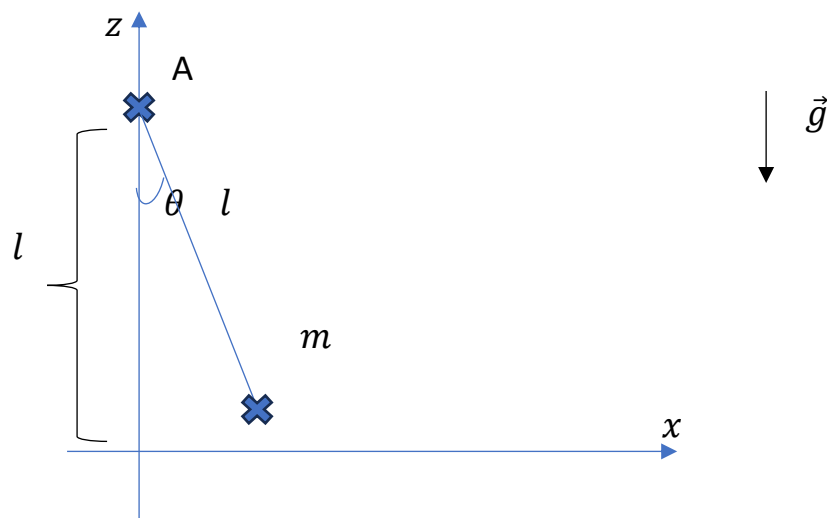
Introduction

On peut considérer un pendule simple comme un point matériel qui se déplace à une distance fixe d'un point de rotation. [Comment les énergies en jeu évoluent-elles au cours des oscillations du pendule pesant ?](#) Partie 1 : Le pendule pesant et ses caractéristiques. Partie 2 : Les énergies mécaniques en jeu. Partie 3 : Étude dynamique du pendule.

I. [Le pendule pesant et ses caractéristiques](#)

Un pendule est une masse (m) suspendue à un fil de longueur l oscillant autour d'un point fixe (A).

Introduire les paramètres du schéma.



Par le calcul, on a $z = l \cdot (1 - \cos(\theta))$ où z est l'altitude du point A.

La vitesse v du pendule à une date t est donnée par $v = l \cdot \frac{d\theta}{dt}$.

Le paramètre $\frac{d\theta}{dt}$ est la vitesse angulaire du pendule.

Animation en ligne : [Le Pendule Pesant](#)

II. [Les énergies mécaniques en jeu](#)

1. [L'énergie cinétique](#)

L'énergie cinétique est définie par :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Lorsque le pendule est au point le plus bas la vitesse est maximale. À l'inverse elle est nulle au point le plus haut. Or l'énergie cinétique est proportionnelle au carré de la vitesse. Elle est donc nulle au point le plus haut des oscillations et maximale au point le plus bas.

2. L'énergie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle de pesanteur est définie par :

$$E_{pp} = mgz$$

Ici :

$$E_{pp} = mgl \cdot (1 - \cos(\theta))$$

Elle est maximale au point le plus haut des oscillations.

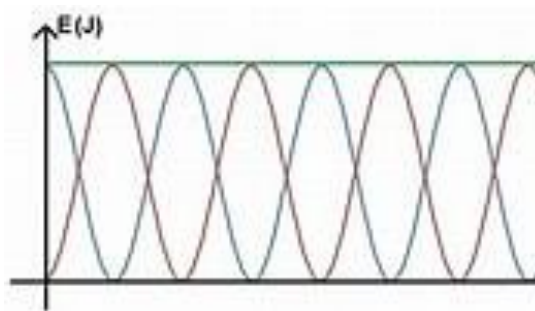
3. Conservation de l'énergie mécanique

L'énergie mécanique est définie par :

$$E_m = E_c + E_p$$

Dans un système idéal seul le poids s'exerce sur le pendule. Or le poids est une force conservatrice. Il y a donc conservation de l'énergie mécanique.

On peut donc déduire qu'il y a un échange constant entre les énergies potentielle et cinétique.



4. Pour aller plus loin : non-conservation de l'énergie mécanique

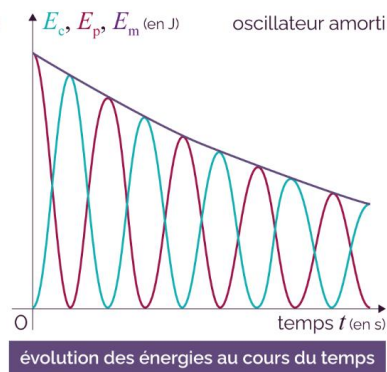
Malgré tout, dans des cas pratiques, il faut aussi prendre en considération les forces de frottement qui s'appliquent au système. Les forces de frottement étant des forces dissipatives, on peut, d'après le théorème de l'énergie mécanique, calculer la variation d'énergie mécanique :

$$E_m = \sum W(\vec{F}_{dissipatives})$$

Ici, on considère les autres forces dissipatives négligeables devant les frottements, donc :

$$E_m = \sum W(\vec{F}_{frottements})$$

pendule simple avec frottements



III. Étude dynamique du pendule

Il est possible d'étudier la périodicité du mouvement pour des oscillations petites. On peut dès lors avec θ petit, approximer $\sin \theta$: $\sin \theta \approx \theta$.

La période est alors donnée par $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

Pour des oscillations de grande amplitude, la période dépend de l'amplitude et n'est plus constante.

Dans le cas de la non-conservation de l'énergie mécanique, il y a donc des forces de frottement qui s'appliquent. Ces dernières sont responsables du ralentissement du pendule en freinant les oscillations (diminution de l'amplitude et période plus courte).

Conclusion

Dans l'hypothèse de l'absence de forces de frottements qui sont dissipatives, l'énergie mécanique reste stable tandis que les énergies cinétique et potentielle de pesanteur s'équilibrent au cours des oscillations. Malgré tout, dans des cas pratiques, l'énergie mécanique diminue peu à peu, et sa variation est calculée par $E_m = \sum W(\vec{F}_{dissipatives})$.