LP23 : Oscillations

Gabriel Balavoine, Timothée Audinet

Introduction pédagogique

Biblioraphie :

1. Taillet, Dictionnaire de physique
2. Sanz, Physique tout-en-un MPSI, PCSI, PTSI
3. Côte, Physique-Chimie, BCPST 2ème année

Niveau : BCPST2
Prérequis :

1. Mécanique du point [BCPST1]
2. Forces de frottement fluide [BCPST1]
3. Pendule simple [BCPST1]
4. Conservation de l'énergie (équilibres stables et instables) [BCPST1]
5. Régimes transitoires et régimes permanents [BCPST1]
6. Notation complexe [BCPST2]
7. Circuits RLC et filtres [BCPST2]

Approximation harmonique

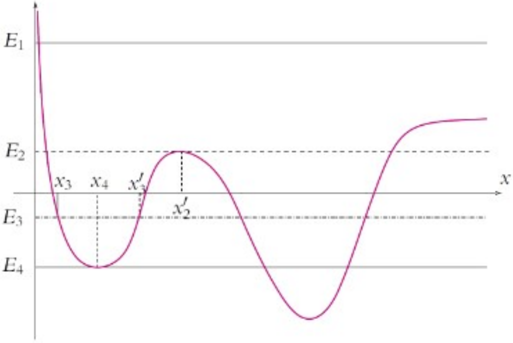


Figure 1: Courbe d'énergie potentielle pour un potentiel quelconque (*Sanz*, p. 159)

Pendule simple

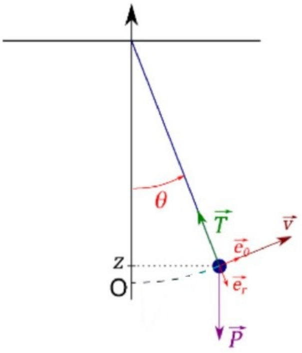
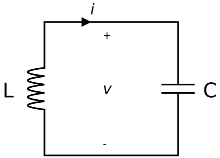


Figure 2: Pendule simple sans amortissements

Analogie électrique



Loi de Kirchhoff :

- $U_C + U_L = 0$ avec $U_L(t) = L\frac{\mathrm{d}I_L}{\mathrm{d}t}$
- $I_C = I_L$ avec $I_C(t) = C\frac{\mathrm{d}U_C}{\mathrm{d}t}$

Donc :

$$\frac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}t^2}I(t) + \frac{1}{LC}I(t) = 0$$

$\Rightarrow$ Oscillateur harmonique : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Pendule simple amorti

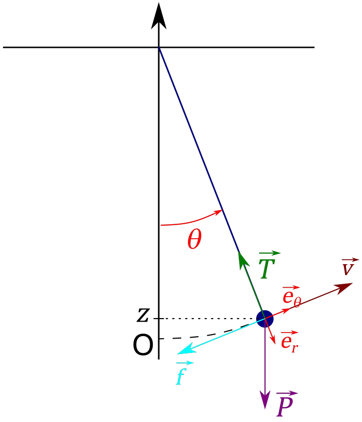


Figure 3: Pendule simple amorti

Différents régimes

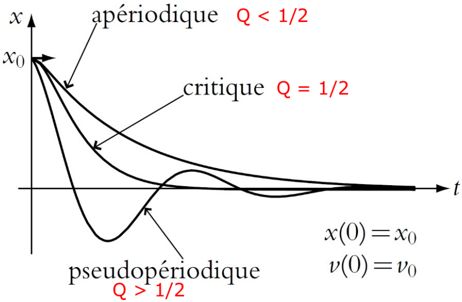
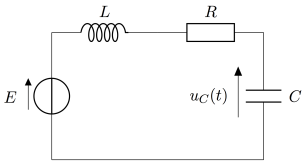


Figure 4: Régime des oscillations en fonction de la valeur du facteur de qualité

Analogie électrique



Loi de Kirchhoff :

- $U_R + U_L + U_C = E$
- $U_R = RI$; $U_L = L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$
- $I_R = I_L = I_C = C\frac{\mathrm{d}U_C}{\mathrm{d}t}$

On obtient :

$$\frac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}t^2}I(t) + \frac{R}{L}\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}I(t) + \frac{1}{LC}I(t) = 0$$

$\Rightarrow$ Oscillateur harmonique amorti : $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ et $Q = \frac{L}{R}\sqrt{\frac{1}{LC}}$

L'oscillateur forcé

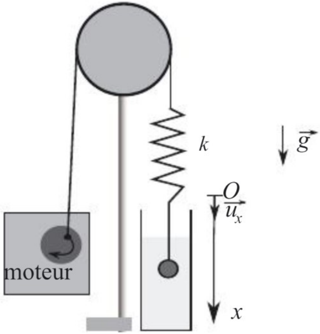
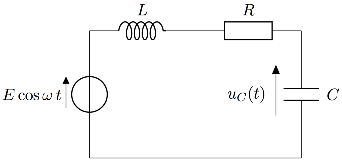


Figure 5: Oscillateur forcé : ici un système masse ressort lié à un moteur

Analogie électrique



Loi de Kirchhoff :

- $U_R + U_L + U_C = E\cos(\omega t)$
- $U_R = RI$; $U_L = L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$
- $I_R = I_L = I_C = C\frac{\mathrm{d}U_C}{\mathrm{d}t}$

On obtient :

$$\frac{\mathrm{d}^2 U_C}{\mathrm{d}t^2} + \frac{R}{L}\frac{\mathrm{d}U_C}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{LC}U_C(t) = \frac{E}{LC}\cos(\omega t)$$

$\Rightarrow$ Oscillateur harmonique amorti forcé : $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ et $Q = \frac{L}{R}\sqrt{\frac{1}{LC}}$