Phénomènes de résonance

April 1, 2025

Plan de la présentation

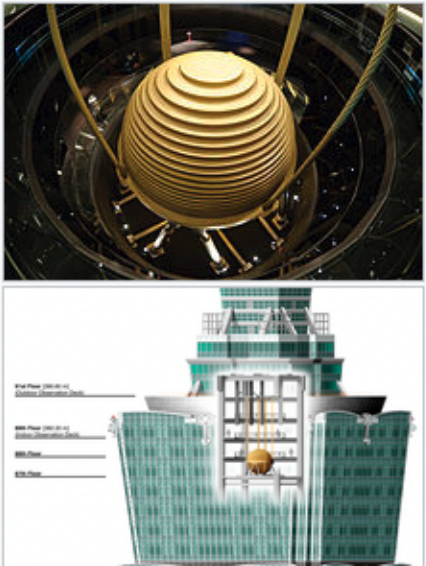
Prérequis

- Mécanique classique
- Electrocinétique : circuit RLC (en régime libre) et régime transitoire
- Optique ondulatoire : Fabry-Pérot, notions d'interférence à onde multiples
- Notation complexe

Sommaire

- Introduction
- Oscillateur mécanique
  - Suspension et amortisseur
  - Cas pratique: Tuned Mass Damper
- Oscillateur électrique
  - Suspension et amortisseur
  - Cas pratique: Tuned Mass Damper
- Expérience
  - Corde de Melde

Tuned Mass Damper



Corde de Melde

Les fréquence propres de la cordes sont $f_k = k\frac{c}{2l}$ avec $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ $T = mg$ et μ la masse linéique.

Résonances corde de Melde

m +- 0,3 g	erreur relative sur m	l +-0,02 m	erreur relative sur l	mu g/m	k	f mesuré Hz	f théorique Hz	Ecart	Incertitude
198,6	0,002	2,6	0,008	0,45110	3	38,6	37,9	0,7	0,3
198,6	0,002	2,6	0,008	0,45110	2	26	25,3	0,7	0,2
198,6	0,002	2,6	0,008	0,45110	1	13	12,6	0,4	0,1
198,6	0,002	2,6	0,008	0,45110	4	51,2	50,6	0,6	0,4
198,6	0,002	2,6	0,008	0,45110	5	64,3	63,2	1,1	0,5
98,7	0,003	2,6	0,008	0,45110	2	19	17,8	1,2	0,2
98,7	0,003	2,6	0,008	0,45110	3	27	26,7	0,3	0,2
98,7	0,003	2,6	0,008	0,45110	8	75	71,3	3,7	0,6
98,7	0,003	2,6	0,008	0,45110	6		53,5		

Cavité de Fabry-Perot

$$s_m = s_0(\sqrt{R})^{2m} e^{jm\Delta\phi} = s_0 \left(R e^{j\Delta\phi} \right)^m \tag{1}$$

avec le coefficient de réflexion $R = r^2$ en amplitude. Si on fait converger avec un lentille tous les faisceaux parallèles.

$$s_{tot} = \sum_{m=1}^{+\infty} s_m = s_0 \sum_{m=1}^{+\infty} (R e^{j\Delta\phi})^m = s_0 \lim_{m \to +\infty} \frac{1 - (R e^{j\Delta\phi})^m}{1 - R e^{j\Delta\phi}} = s_0 \frac{1}{1 - R e^{j\Delta\phi}} \tag{2}$$

Et l'intensité est

$$I(\theta) = \frac{s_0^2}{1 + R^2 - 2R\cos\Delta\phi} = \frac{s_0^2}{(1-R)^2 + 4R\sin^2\frac{\Delta\phi}{2}} \tag{3}$$

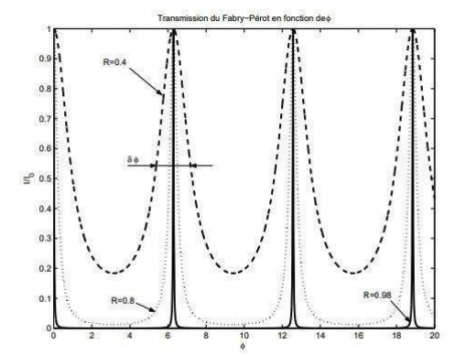
qui est maximale si $\sin\left(\frac{\Delta\Phi}{2}\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta\Phi = 2n\pi$

Interféromètre de Fabry-Perot

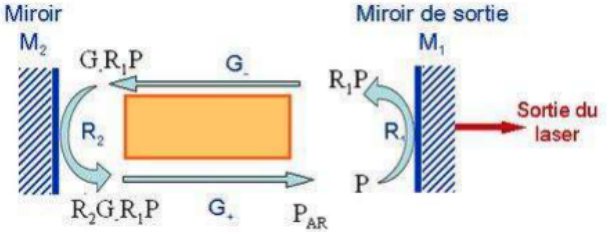
On appelle l'**intervalle spectral libre (ISL)** du Fabry-Pérot :

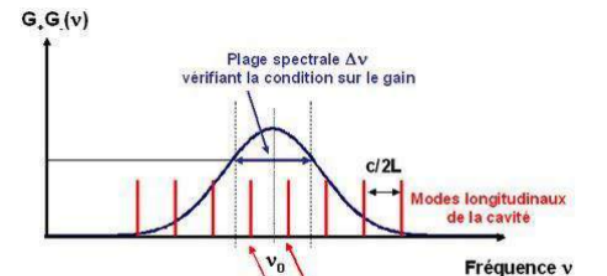
$$\Delta\nu = \frac{c}{2e\cos(\theta)}$$

On défini la **finesse** du pic, qui correspond au rapport de l'écart entre deux pics par la largeur à mi-hauteur d'un pic : $\mathcal{F} = \frac{\Delta\nu}{\delta\nu} = \frac{\pi\sqrt{R}}{1-R}$



Laser


Miroir
M2
G.R1P
G.
R2
R2G.R1P
G.
Miroir de sortie
M1
R1P
R.
P
Sortie du laser
PAR


G.G.(ν)
Plage spectrale Δν
vérifiant la condition sur le gain
c/2L
Modes longitudinaux
de la cavité
ν0
Fréquence ν