

Correction

L2 – 02 Sélection de modes laser

1) Dans le cas idéal où le niveau 2 a une énergie E_2 parfaitement définie, l'émission stimulée ne peut se faire qu'à la fréquence

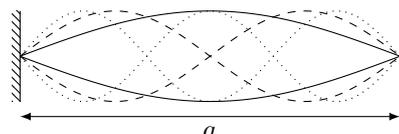
$$F_{12} = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

2) Les longueurs d'onde des modes de vibration possibles pour une corde de longueur a fixée à ses deux extrémités sont

$$a = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{avec} \quad n \text{ entier} \quad \text{soit} \quad \lambda_n = \frac{2a}{n}$$

et les fréquences associées sont

$$f_n = \frac{c}{\lambda_n} = \frac{nc}{2a}$$



On représente ci-contre les trois premiers modes.

On identifie

$$f_1 = \frac{c}{2a}$$

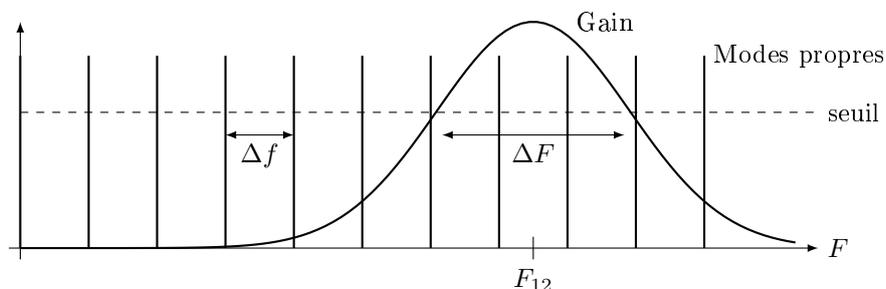
et on calcule

$$\Delta f = f_1$$

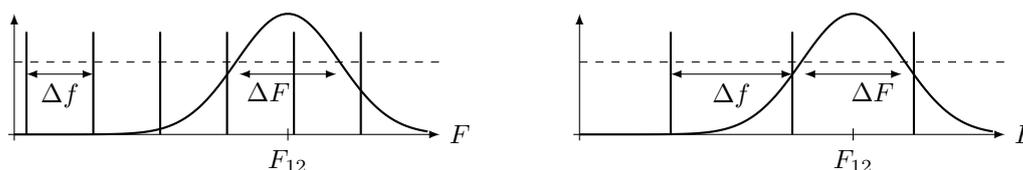
3) Le LASER ne peut fonctionner que si la fréquence des photons émis par émission induite correspond à une des fréquences propres de la cavité. Il faut qu'il existe n entier tel que

$$F_{12} = f_n = n f_1$$

4) Représentons les fréquences des modes propres de la cavité laser par des bâtons sur le graphique



Pour que le milieu amplificateur puisse laser à une fréquence propre de la cavité, il faut qu'à cette fréquence le gain soit supérieur aux pertes. Sur le graphique ci-dessus, deux modes sont concernés : le laser est multimode. On pourrait aussi avoir un seul mode, ou même zéro. Ces situations sont représentées ci-dessous.



On observe graphiquement que si $\Delta f < \Delta F$, alors il y a au moins un mode qui lase (et il peut y en avoir autant qu'on veut si $\Delta f \ll \Delta F$). Si on contraire $\Delta f > \Delta F$, il peut y avoir un mode (si ça « tombe juste ») ou zéro.

5) On calcule $\Delta f = c / (2a) = 0,75$ GHz; et $F_{12} = c / \lambda_{12} = 474083,44$ GHz. Ce laser a donc trois modes qui lasent : ceux qui vérifient

$$F_{12} - \Delta F / 2 < f_n < F_{12} + \Delta F / 2$$

c'est-à-dire $n = 632110$ et $n = 632111$ et $n = 632112$.