

Brisure spontanée de symétrie dans deux nanolasers couplés

A. M. Yacomotti¹ *et al.*

Laboratoire de Photonique et de Nanostructures, CNRS UPR 20, Route de Nozay, 91460 Marcoussis
alejandro.giacomotti@lpn.cnrs.fr

Des systèmes photoniques multi-cavités, ou "molécules photoniques", sont des briques de base "multi puits de potentiel" idéales pour l'optique quantique avancée et l'optique non linéaire. Un phénomène clé résultant d'un double puits de potentiel est la brisure spontanée de la symétrie (BSS) d'inversion, c'est-à-dire le passage d'un état délocalisé à deux états localisés dans les puits, qui sont des images spéculaires l'une de l'autre. Bien que d'études théoriques aient démontré la BSS dans des systèmes micro et nanophotoniques, aucune preuve expérimentale n'a été rapportée à ce jour.

Dans cet exposé je montrerai la BSS, via une bifurcation de fourche (*pitchfork*), dans deux nanolasers couplés à semiconducteurs. Ceci a pu être obtenu grâce à l'ingénierie de barrière de potentiel séparant les cavités. La coexistence des états localisés est mise en évidence par leur commutation optique à l'aide d'impulsions courtes.

Le phénomène de BSS dans ce système repose sur un mécanisme de compétition entre la nonlinéarité optique liée à l'excitation de porteurs de charge dans le semiconducteur, et l'effet tunnel photonique entre les cavités. Il en résulte que la BSS peut être atteinte pour des faibles puissances optiques lorsque l'énergie d'interaction nonlinéaire est du même ordre –ou plus grande– que celle due au couplage inter-cavité. L'abaissement du taux de couplage par la conception de la molécule photonique est donc un point clé pour l'observation expérimentale de la BSS.

Cette démonstration ouvre des perspectives intéressantes pour la réalisation de bascules (*flip-flops*) optiques ultra-compactes et intégrées basés sur BSS. De plus, le nombre de photons présents dans chacune des cavités est faible, de l'ordre d'une centaine. Ainsi, il est possible de prédire qu'une réduction encore plus forte du couplage inter-cavité permettrait des transitions de ce type avec seulement quelques photons dans les cavités, ce qui présente un intérêt majeur pour des applications quantiques avec des photons fortement corrélés.

Références

1. F. Hamel, S. Haddadi, F. Raineri, P. Monnier, G. Beaudoin, I. Sagnes, J. A. Levenson and A. M. Yacomotti, "Spontaneous mirror-symmetry breaking in a photonic molecule", arXiv preprint arXiv :1411.6380 (2014).