

Spettroscopia in campo vicino di cavità a cristallo fotonico accoppiate

Candidato: Sara Pancaldi* Relatore: Francesca Intonti†

9 ottobre 2018

La fotonica si pone come obiettivo lo studio della trasmissione delle informazioni attraverso la luce, mediante il controllo della propagazione dei fotoni ed il confinamento della luce in specifici mezzi. Questo è possibile grazie alla realizzazione di particolari strutture che presentano un indice di rifrazione variabile in maniera periodica: i cristalli fotonici. Il comportamento dei fotoni in un cristallo fotonico può essere messo in analogia con quello degli elettroni in un reticolo cristallino. Anche se formalmente le leggi che descrivono il comportamento degli elettroni nei semiconduttori sono molto diverse da quelle che descrivono la propagazione dei fotoni nei cristalli fotonici, si può pensare che l'equivalente del potenziale atomico sia costituito, per i fotoni, dal reticolo periodico di materiali dielettrici con differente indice di rifrazione.

Poiché le caratteristiche dei fotoni sono molto diverse da quelle degli elettroni, essi presentano anche limitazioni e possibilità diverse e lo studio delle proprietà dei cristalli fotonici rimane molto interessante sia dal punto di vista della ricerca scientifica di base che dal punto di vista della ricerca tecnologica dei dispositivi ottici.

Se consideriamo un cristallo fotonico, ciò che si osserva è la presenza di un *band gap*, che è un intervallo di energie in cui non ci sono stati permessi, di conseguenza i fotoni con energie comprese nel *band gap* fotonico non possono propagarsi nel cristallo fotonico. Questa banda proibita può essere sfruttata per esempio introducendo dei difetti di punto intenzionali (cavità fotoniche) con lo scopo di avere uno o più stati energetici isolati all'interno della regione proibita, che permette di confinare spazialmente una particolare lunghezza d'onda della luce all'interno delle stesse cavità.

Lo scopo di questa tesi è la caratterizzazione ottica in campo vicino di diverse cavità a cristallo fotonico bidimensionale su membrana e lo studio dell'andamento delle loro principali caratteristiche in funzione dei parametri nominali del cristallo fotonico. Le cavità considerate sono sia singole che accoppiate, per entrambe si osserva la posizione spettrale dei modi fondamentali delle cavità si sposta verso il rosso all'aumentare del passo reticolare del cristallo fotonico. Continuando quindi l'analogia con la fisica atomica, due cavità fotoniche accoppiate vengono definite molecole fotoniche: proprio come nelle vere molecole, nel caso ideale di cavità identiche, per le quali si ha sempre sovrapposizione spettrale delle frequenze di risonanza, e sotto la condizione di *overlap* spaziale delle funzioni d'onda, l'accoppiamento, quantificabile tramite il termine g , risulta dallo *splitting* energetico dei modi con intensità delocalizzata e su tutta la molecola fotonica. Nei sistemi reali ciò non sempre si verifica, a causa di contributi dovuti al disordine strutturale dei campioni. In questa tesi si osserva l'eventuale accoppiamento delle cavità, per cui è necessario investigare la distribuzione spaziale dei modi fotonici, e si studia l'entità dello *splitting* energetico tra i modi. Si confrontano inoltre i risultati sperimentali con simulazioni agli elementi finiti.

*email: sara.pancaldi@stud.unifi.it

†email: intonti@lens.unifi.it