

# Caratterizzazione ottica di singoli micro-cristalli di perovskite $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$

Candidata: Cristina Francioni

Relatrice: Francesca Intonti (intonti@lens.unifi.it)

La perovskite ibrida organica-inorganica, specialmente il metilammonio piombo ioduro ( $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ), è ad oggi uno dei materiali più studiati nel campo del fotovoltaico. L'efficienza delle celle solari fabbricate con questo materiale è passata dal 3,8% del 2009 al 22,1% del 2016. Oltre alle elevate prestazioni esibite da questi materiali, i tempi ed i costi ridotti per la fabbricazione di queste celle li rendono particolarmente interessanti per una possibile loro commercializzazione nel giro di pochi anni. Inoltre le proprietà di questi materiali sono promettenti anche per realizzare emettitori di luce, LED e laser.

I laser costituiscono un ambito di ricerca sempre attivo per le loro molteplici applicazioni nel mondo della ricerca di base ma anche nella vita quotidiana. Nell'ultimo decennio la ricerca accademica si è interessata particolarmente allo sviluppo di laser di dimensioni micrometriche e nanometriche da integrare in dispositivi fotonici e optoelettronici. Una delle aree principali di questa ricerca è costituita da micro-strutture caratterizzate da una *aspect ratio* elevata, denominati *wires*, che costituiscono sia il mezzo attivo che la cavità ottica del laser. È stato provato che le micro-strutture di perovskite sono effettivamente capaci di emettere radiazione laser se eccitate otticamente, sia a basse temperature che a temperatura ambiente.

In questo lavoro di tesi sono state studiate micro-strutture di perovskite  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  al fine di migliorare la comprensione dei processi microscopici che sono alla base dell'emissione spontanea e stimolata. Per l'analisi risolta spazialmente sono stati utilizzati due differenti apparati. Tramite un apparato di micro-fotoluminescenza abbiamo verificato ed analizzato l'emissione laser a temperatura criogenica effettuando misure di spettroscopia sia integrate che risolte in tempo. I risultati ottenuti indicano la possibilità di raggiungere il regime laser utilizzando un'eccitazione localizzata; la radiazione rivelata indica inoltre una polarizzazione lineare che forniscono informazioni per individuare la cavità laser.

Invece utilizzando un microscopio a scansione a campo vicino (SNOM) è stato possibile acquisire contemporaneamente mappe ottiche e topografie con una risoluzione spaziale superiore a quella imposta dal limite di diffrazione. Queste misure hanno mostrato una relazione tra l'emissione di fotoluminescenza e lo spessore delle micro-strutture. Inoltre lo studio di *plates*, micro-strutture caratterizzate da una *aspect ratio* prossima all'unità, ha messo in evidenza la presenza di picchi a basse energie che potrebbero essere generati da modi guidati anche in queste strutture.