

CANDIDATO: Sofia Pazzagli (pazzagli.sofia@gmail.com)

RELATORE: Dr. Costanza Toninelli (toninelli@lens.unifi.it)

CORRELATORE: Prof. Francesco Saverio Cataliotti (fsc@lens.unifi.it)

TITOLO: Studio delle Proprietà di una Singola Molecola in Prossimità di uno Strato Monoatomico di Grafene

ABSTRACT: In questo lavoro di tesi abbiamo studiato ed osservato sperimentalmente l'accoppiamento tra un monostrato di grafene non drogato e singole molecole di DiBenzoTerrylene (DBT), incorporate in cristalli di antracene sottili alcune decine di nm. Come dimostrato recentemente in letteratura, il principale meccanismo di interazione fra uno strato singolo di grafene e un emettitore allo stato eccitato posto a una distanza minore della sua lunghezza d'onda d'emissione, è rappresentato da un accoppiamento di tipo dipolo-dipolo, cui corrisponde un trasferimento non radiativo di energia. La vita media dello stato eccitato della molecola risulta quindi perturbata dalla presenza del monostrato di grafene. Le ragioni di una forte interazione tra emettitore e grafene sono da ritrovarsi nell'elevata conducibilità e nella relazione di dispersione lineare del materiale bidimensionale.

Gli effetti di questa interazione *di near-field* sulle proprietà fotofisiche di singola molecola sono stati studiati con metodi di spettroscopia di singola molecola, mediante un apparato ottico in configurazione di microscopia confocale a scansione. Durante questa tesi l'apparato sperimentale è stato implementato con un sistema ottico per la spettroscopia Raman, che ha permesso di verificare la qualità del singolo strato di grafene, e con una nuova architettura per generare un'eccitazione ottica impulsata, che ha garantito una maggiore flessibilità nello studio della dinamica di rilassamento dell'eccitazione. Dopo aver caratterizzato il setup e il campione in esame, abbiamo misurato il decadimento della fluorescenza di singole molecole di DBT, facendo uso della tecnica del *time-correlated single photon counting* (TCSPC). Confrontando la distribuzione statistica della vita media della fluorescenza di 150 molecole di DBT fabbricate sullo strato di grafene con quella di 70 molecole fabbricate su un vetrino, si osservano chiaramente gli effetti dell'interazione. Il massimo trasferimento di energia stimato dai dati sperimentali è di circa il 67%, ben al di sopra dei valori riportati precedentemente per altri singoli emettitori. Abbiamo quindi fornito un'analisi quantitativa dell'interazione, adottando un modello semiclassico che ben riproduce l'andamento sperimentale ottenuto. La relazione che descrive l'efficienza di questo meccanismo di rilassamento è scritta in termini di costanti universali e dipende dall'inverso della quarta potenza della distanza fra emettitore e grafene, a causa della bidimensionalità del sistema. Entrambe le caratteristiche rendono il sistema studiato particolarmente promettente come strumento di misura di distanze nanoscopiche. Misurando infatti la vita media dello stato eccitato si deduce la distanza dall'interfaccia dell'emettitore, che verrebbe quindi impiegato come marcatore.