

Mapeamento de propriedades óticas nano-partículas metálicas: absorção e emissão

Orientador: Luiz Fernando Zagonel

Unidade: Laboratório de Microscopia Eletrônica

Oscilações coletivas de elétrons da banda de condução, chamadas de plasmons, têm recebido muita atenção recentemente devido a novas propriedades físicas e as possibilidades de novos dispositivos e aplicações. Algumas dessas propriedades estão ligadas ao efeito de confinamento sofrido pela luz na superfície dos metais. Efetivamente, nanopartículas metálicas absorvem e emitem luz visível agindo como antenas óticas menores que o comprimento de onda. Nessas antenas, modos plasmônicos confinados são observados. Estes modos são altamente dependentes da forma exata e do ambiente dielétrico da nanoestrutura metálica. Assim, os modos plasmônicos são observados em diferentes energias cobrindo desde o infravermelho até o ultravioleta. [1,2]

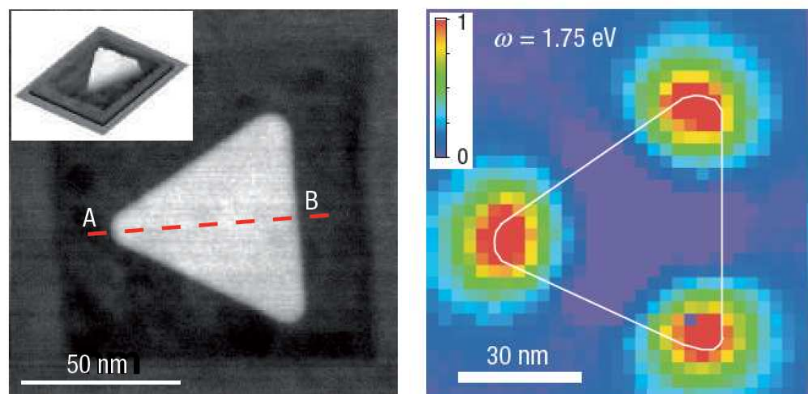


Figure 1: (Esquerda) Nano-partícula de prata em forma triangular. (Direita) Distribuição espacial de um modo de ressonância coletiva dos elétrons da banda de condução (Plasmons) numa energia de 1.75 eV correspondendo a absorção de luz vermelha. Figura retirada de [1].

Nesse projeto deseja-se compreender aspectos locais dos modos plasmônicos e estudar detalhes de suas dependências com a forma, o ambiente e interações entre partículas. Para isso, serão utilizadas técnicas de espectroscopia local tais como a Espectroscopia de Perda de Energia por Elétrons (EELS), que mede absorção, e Emissão de Radiação Induzida por Elétrons (EIRE), que mede a luminescência.[3] Nessas técnicas, um feixe de elétrons monocromático focalizado varre a amostra realizando assim o seu mapeamento com alta resolução espacial. Aspectos complementares dessas técnicas experimentais serão utilizados em particular para observar modos brilhantes e modos escuros (bright modes/ dark modes) na interação de várias partículas. Amostras de diferentes tipos foram preparadas via síntese química e litografia.

O objetivo deste projeto de Iniciação Científica é familiarizar o estudante com a temática de ressonâncias de plasmons em nano-partículas metálicas e as propriedades óticas associadas. O estudante será responsável pela análise e compreensão de dados experimentais de EELS e EIRE (catodoluminescência) obtidos recentemente. Esses dados fazem parte de um amplo projeto visando explorar propriedades óticas em escala nanométrica. A análise será realizada através de rotinas específicas desenvolvidas em Python, uma poderosa linguagem de programação, dentro de um software livre. Além disso, o estudante participará de experimentos de microscopia eletrônica de transmissão que serão realizados no LNLS. Esse projeto serve igualmente de introdução á temática de nanociência e microscopia eletrônica.

Especificamente, o trabalho do estudante será de utilizar e desenvolver procedimentos de análise computacional (ajuste de curvas, análises estatísticas, etc.). Essas análises, guiadas por modelos analíticos, serão realizadas em conjuntos de dados tridimensionais contendo um espectro de luminescência para cada posição de um plano formando assim milhares de espectros. Através dessa análise serão obtidas informações como a energia e a distribuição espacial de cada modo de ressonância. As informações obtidas a partir dessas análises serão utilizadas para a redação de artigos científicos (dos quais o estudante irá participar) para publicação em revistas especializadas.

Esse projeto faz parte de uma colaboração entre o Laboratório de Física de Sólidos em Orsay (França) e o LNLS. Os experimentos serão realizados no Laboratório de Física de Sólidos com a colaboração de especialista de ótica de plasmons do Instituto de Óticas do CSIC na Espanha.

Referências:

- [1] M. Kociak et al., Nature Physics 2007, doi:10.1038/nphys575
- [2] G. A. Botton et al., Nano Letters 2011, doi :10.1021/nl200634w.
- [3] F. J. García de Abajo, Reviews of Modern Physics 82, 209-275 (2010)