

Estudio de amplificación óptica en cilindros dieléctricos recubiertos con grafeno

Leila Prelat¹, Mauro Cuevas², Nicolás Passarelli³, Raúl Bustos Marín⁴, and Ricardo A. Depine¹

¹Grupo de Electromagnetismo Aplicado, Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires and IFIBA, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad Universitaria, Pabellón I, Buenos Aires 1428, Argentina

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) and Facultad de Ingeniería, Universidad Austral, Mariano Acosta 1611, Pilar 1629, Buenos Aires, Argentina

³Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona ICMA, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas CSIC, Campus de la UAB, 08193 Barcelona, España

⁴Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG-CONICET) and Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria, Córdoba 5000, Argentina

July 28, 2020

Para reducir el tamaño de los láseres es posible emplear nanocavidades con recubrimientos metálicos, diseñadas para operar con modos superficiales plasmónicos y capaces de brindar los requisitos imprescindibles para cualquier láser, como confinamiento óptico, retroalimentación, contactos eléctricos o control de disipación. Con el agregado de medios activos para amplificar los modos superficiales plasmónicos, nace el concepto de SPASER, acrónimo de surface plasmon amplification by stimulated emission of radiation. La construcción, en el año 2009, de los primeros nanolasers plasmónicos, o spasers, abrió nuevos caminos para contar con fuentes extremadamente compactas de luz coherente, con dinámica ultrarrápida y una amplia paleta de aplicaciones muy atractivas. Durante la última década se ha pasado de las primeras demostraciones de factibilidad a una gran variedad de diseños de nanolasers plasmónicos, destinados a aplicaciones en interconexiones ópticas, espectroscopía de campo cercano y detección o sondeo óptico para sistemas biológicos.

Hasta el momento se han considerado sistemas que involucran un medio dieléctrico activo y plasmones metálicos. En este trabajo estudiamos la transferencia no radiativa de energía desde el medio activo y los plasmones superficiales en una nueva configuración donde el medio plasmónico, en vez de ser un metal con plasmones en el rango visible, es una hoja de grafeno, con plasmones

en el rango de los THz. El grafeno permite sintonizar la frecuencia de resonancia plasmónica sin necesidad de cambios en la geometría de la configuración y también provee un camino para satisfacer los requerimientos actuales de fuentes de radiación THz compactas, eficientes y reconfigurables.

En la geometría considerada en este trabajo, un núcleo cilíndrico compuesto por un medio activo no magnético está recubierto por una capa monoatómica de grafeno que separa el medio activo de un medio dieléctrico exterior. Mediante simulaciones numéricas enmarcadas en un formalismo electromagnético riguroso, podemos encontrar valores críticos de ganancia, representados por la parte imaginaria de la permeabilidad eléctrica del medio activo. Para estos valores críticos, el aporte del medio activo compensa exactamente las pérdidas intrínsecas de los plasmones grafénicos. En esta presentación mostraremos resultados obtenidos para los modos dipolar, cuadrupolar, hexagonal y octopolar y para distintos valores del potencial químico del grafeno y del radio del cilindro.