

Propuesta de Temas de Tesis de Licenciatura

Grupo de Electromagnetismo Aplicado, Dep. de Física, FCEyN-UBA

Temática General: Modelado teórico de superficies y materiales complejos

Abordaje: Teórico-Computacional

Tema de Tesis de Licenciatura: Modelado teórico de superficies corrugadas

Directoras: Marina E. Inchaussandague - Diana C. Skigin

Lugar de Trabajo: Departamento de Física, FCEN-UBA

Contacto: mei@df.uba.ar, dcs@df.uba.ar

Introducción general

Recientemente, el estudio de las propiedades ópticas que presentan algunas especies naturales se ha visto incrementado, no sólo por la posibilidad de conocer con más detalle las funcionalidades de los tejidos biológicos, sino también con el propósito de lograr aplicaciones concretas en biomimética [1]. Al iluminar las microestructuras presentes en muchas especies naturales se producen procesos físicos tales como interferencias múltiples, difracción y scattering, lo cual genera efectos particulares, como colores metálicos o iridiscencia. Las estructuras de este tipo presentan tamaños típicos del orden de los micrones, o incluso de algunos nanómetros, lo cual hace imprescindible el uso de la teoría electromagnética para la predicción de la respuesta óptica. Los modelos desarrollados deben ser capaces de considerar la complejidad de las superficies y de los materiales involucrados como la rugosidad, la falta de uniformidad y la anisotropía, para que puedan ser utilizados para el diseño de estructuras fotónicas artificiales con propiedades específicas.

A continuación se detallan algunas propuestas de trabajos de Tesis de Licenciatura que se enmarcan en esta temática.

1) Método de Chandezon en montaje cónico.

Se analizará la respuesta óptica de una estructura de multicapas corrugadas inspirada en las escamas de la mariposa de la especie *Dione vanillae*, las cuales exhiben una apariencia metálica [2]. Para ello, se desarrollará un código basado en el método de Chandezon [3] que permita analizar los efectos que producen las condiciones de iluminación, es decir, el ángulo de incidencia y la polarización, en la respuesta óptica. Se deberá extender el código disponible en el grupo de trabajo (en lenguaje Python) al caso de montaje cónico, en el cual la dirección del haz incidente no está contenida en la sección principal de la estructura. También se estudiará la influencia de las características geométricas de la estructura y de los índices de refracción de los materiales que la componen, en la respuesta espectral.

2) Método de Rayleigh aplicado a superficies con corrugado bidimensional.

Se propone desarrollar una herramienta computacional para resolver el problema electromagnético de scattering en una interfaz corrugada de perfil complejo entre dos medios isótropos. Se extenderá el método de Rayleigh [4] para calcular la reflectancia y la transmitancia de una superficie que presenta un corrugado bidimensional. Esta herramienta servirá para estudiar en forma más precisa las propiedades ópticas para distintos ángulos de

incidencia y modos de polarización y para analizar la influencia de los diferentes parámetros geométricos en la respuesta electromagnética. Este código podría emplearse para el diseño y optimización de estructuras fotónicas artificiales, como por ejemplo una lámina protectora frente a la radiación UV o una superficie con tasa de conversión de polarización controlable.

3) Método de Chandezon aplicado a superficies con corrugado periódico bidimensional

El método de Chandezon [3] es un método riguroso, eficiente y versátil para el cálculo de la respuesta electromagnética, y puede ser aplicado a una gran variedad de sistemas que abarcan desde una única superficie corrugada hasta una estructura de multicapas. Por lo tanto, se propone desarrollar un código basado en el método de Chandezon que permita considerar una topografía bidimensional de la superficie difractora. Esta herramienta permitiría estudiar en profundidad los efectos de color presentes en algunas especies de escarabajos y también se podría utilizar para el diseño de superficies con propiedades ópticas específicas.

4) Método de Chandezon aplicado a superficies de multicapas con topografía rugosa

En muchas estructuras naturales, como por ejemplo en numerosas especies de escarabajos, el color es producido por la interacción de la luz con un sistema de multicapas alternadas que se encuentra en su cutícula, y que produce colores metálicos e iridiscentes. Frecuentemente, la superficie externa de estas estructuras exhibe modulaciones tales como protuberancias y/o alvéolos. Sin embargo, el efecto de dichas modulaciones en la respuesta electromagnética no ha sido investigado aun en profundidad. Por lo tanto, se propone desarrollar un código basado en el método de Chandezon [3] que permita considerar un sistema de multicapas planas con una superficie superior rugosa. Con el fin de extender su aplicabilidad, se utilizarán como punto de partida los códigos desarrollados previamente dentro del grupo de trabajo. Se programará en lenguajes Python y/o Fortran.

Bibliografía

- [1] A. Saito, "Material design and structural color inspired by biomimetic approach," *Sci. Technol. Adv. Mater.* 12, 064709 (2011).
- [2] A. Dolinko, L. Borgmann, C. Lutz, E. Curticean, I. Wacker, M. S. Vidal, C. Szischik, D. Yidenekachew, M. Inchaussandague, D. Skigin, H. Hoelscher, P. Tubaro and A. Barreira, "Analysis of the optical properties of the silvery spot on the wings of the Gulf Fritillary, *Dione vanillae*", *Sci. Reports* (en prensa, Junio 2021).
- [3] L. Li, J. Chandezon, G. Granet, and J. P. Plumey, "Rigorous and efficient grating-analysis method made easy for optical engineers," *Appl. Opt.* 38, 304–313 (1999).
- [4] L. Rayleigh, "On the dynamical theory of gratings," *Proc. R. Soc. Lond Ser. A* 79, 399-416 (1907).