

INTRODUCCION A COMSOL MULTIPHYSICS

PROBLEMAS PROPUESTOS

1. Calcular la transmitancia y reflectancia en función del ángulo de incidencia θ de una onda plana que se propaga en un medio dieléctrico de índice de refracción $n_1 = 1$ e incide en la superficie plana que lo separa de otro medio de índice $n_2 = 1.5$. Considerar las polarizaciones TE y TM separadamente.
 - a) Comparar el resultado anterior con las ecuaciones de Fresnel. Además, verificar el valor del ángulo de Brewster.
 - b) Calcular la reflectancia y transmitancia cuando $n_1 = 1.5$ y $n_2 = 1$. Estimar el ángulo límite.

2. Considérese un sistema formado por un material multicapa que consta de un medio de permitividad $\epsilon_1 = 4$, un metal (plata) con $\epsilon_2 = -12.922 - 0.477i$, y otro dieléctrico de $\epsilon_3 = 2.25$. La altura de cada uno de ellos es $h_1 = 100nm$, $h_2 = 50nm$ y $h_3 = 200nm$. Colocamos un puerto en la frontera superior del primer medio para excitar una onda plana propagándose con un cierto ángulo θ . Considerar una longitud de onda de $550nm$.
 - a) Estudiar la formación de plasmones polaritones de superficie (SPPs) en la frontera entre el medio 2 y el medio 3, variando la anchura h_2 de la capa metálica entre $10nm$ y $200nm$, mediante la reflectancia de la estructura multicapa en función de θ .
 - b) Analizar la capacidad de sensado del dispositivo mediante la formación de plasmones polaritones de superficie (SPPs) en la frontera entre el medio 2 y el medio 3, variando la permitividad ϵ_3 del sustrato, mediante la reflectancia de la estructura multicapa en función de θ .
 - c) Reevaluar los apartados a) y b) cuando la capa metálica es de oro ($\epsilon_2 = -5.33 - 1.9803i$).

3. Considérese un sistema formado por una capa metálica (plata) de permitividad $\epsilon_m = -15.996 - 0.52i$ (para una longitud de onda de $632.8nm$) y anchura $h_m = 50nm$ rodeada de un dieléctrico con $\epsilon_d = 2.25$.
 - a) Calcular los campos electromagnéticos y la constante de propagación de los modos guiados de la guía plasmónica (modo simétrico y antisimétrico).
 - b) Encontrar la constante de propagación mediante un esquema de reflexión total, tal y como se hace en el problema 1, colocando un medio de permitividad $\epsilon_1 = 6.25$ sobre la estructura. En este caso, considerar que el dieléctrico envolvente tiene una anchura de $300nm$.

c) Hacer un estudio de los modos simétrico y antisimétrico, siguiendo el procedimiento de los apartados a) y b), variando la anchura de la película metálica entre 10nm y 100nm.

4. Considérese un sistema formado por un medio uniáxico con permitividad de componentes $\epsilon_{\parallel} = 6.86$ (a lo largo del eje óptico) y $\epsilon_{\perp} = 3.84$ (Hg_2CL_2) y un medio isótropo con $\epsilon_d = 4.41$ (ITO) para una longitud de onda de 550nm .

a) Calcular los campos electromagnéticos y la constante de propagación de los modos superficiales (ondas de Dyakonov).

b) Encontrar la constante de propagación de las ondas de Dyakonov mediante un esquema de reflexión total, tal y como se hace en el problema 1, poniendo como sustrato el medio anisótropo, limitando la anchura del dieléctrico isótropo a $h_d = 300\text{nm}$, y colocando un sustrato de permitividad $\epsilon_1 = 16.35$ (GaAs).

5. Sea un cristal fotónico bidimensional de estructura triangular formado por un material dieléctrico de permitividad $\epsilon = 13$ con agujeros de aire separados 250nm (periodo) y de radio $r = 120\text{nm}$.

a) Evaluar la estructura de bandas dentro de los bordes de la zona irreducible de Brillouin para frecuencias alrededor de 2THz . Además, indicar la región en la que existe una banda prohibida para los modos TE y TM simultáneamente.

b) Generar una guía de ondas utilizando la banda prohibida encontrada en el apartado anterior. Representar los campos electromagnéticos, en ambas polarizaciones, para diferentes frecuencias dentro de esta banda prohibida.

6. Considérese una fibra óptica de salto de índice de doble núcleo, de tal manera que cada uno de los núcleos tiene un radio de $8\mu\text{m}$ e índice de refracción $n = 1.4457$, separados una distancia d . Además, la envolvente tiene un índice $n = 1.4378$ para una longitud de onda de $1.55\mu\text{m}$.

a) Evalúese el índice efectivo de los modos guiados de esta fibra multinúcleo en función de la distancia d .

7. Sea una fibra de cristal fotónico de estructura triangular formada por un material dieléctrico de índice de refracción $n = 1.46$ con agujeros de aire separados $2.3\mu\text{m}$ (periodo) y de radio $r = 600\text{nm}$. Además, el núcleo consiste en un agujero de aire más pequeño, de radio R .

a) Determinar el índice de refracción efectivo de los modos guiados de esta fibra en función del radio R del agujero central ($\lambda = 575\text{nm}$).

b) Reevalúese el apartado anterior en el caso de que $R > r$.