



Resonancias plasmónicas dipolares en nanoelipsoides: análisis de contribuciones interbanda e intrabanda en el régimen cuasiestático

Luna González, Dana L.¹, Urrutia Anguiano, Jonathan A.² y Reyes Coronado, Alejandro³

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

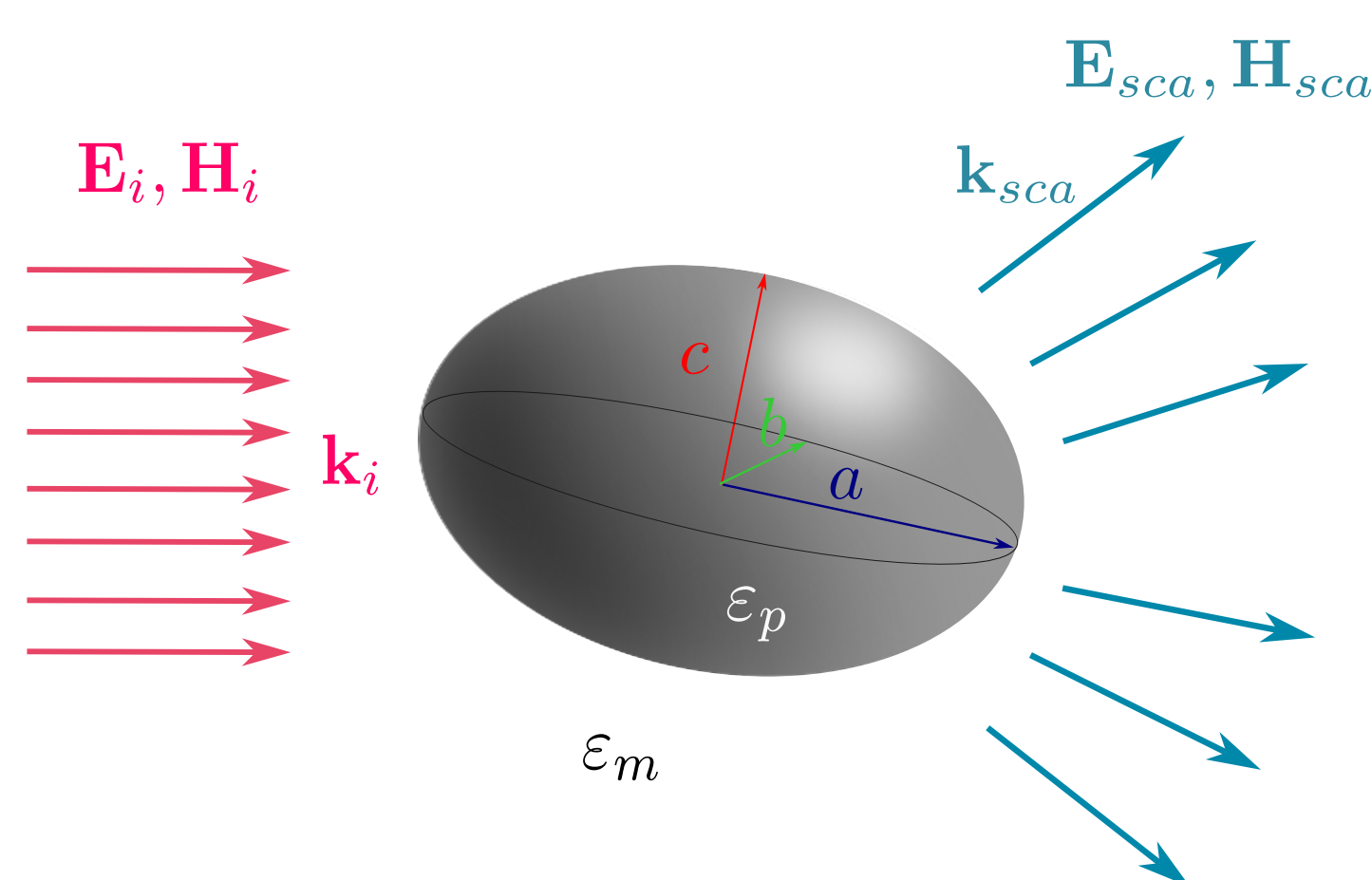
¹dana.larissalg@ciencias.unam.mx, ²jaurrutia.95@ciencias.unam.mx, ³coronado@ciencias.unam.mx

Resumen

Las **resonancias plasmónicas** han cobrado un gran interés en áreas como la óptica, la magnetoóptica y la fotónica, debido a sus potenciales aplicaciones en biodetección, telecomunicaciones y microscopía. En el caso particular de **nanoelipsoides** iluminados en el espectro visible, las resonancias plasmónicas dipolares se pueden distinguir de otro tipo de excitaciones al resolver analíticamente el problema del esparramiento y la absorción de luz en el **régimen cuasiestático**. La distinción entre el origen de las posibles resonancias se realiza al emplear una formulación de la función dieléctrica que separa las contribuciones electrónicas **intrabanda** e **interbanda** del material que conforma al nanoelipsoide. En este trabajo, se estudia teóricamente la respuesta plasmónica de nanoelipsoides de materiales reales en la aproximación cuasiestática mediante la solución analítica de la ecuación de Laplace en coordenadas elipsoidales confocales. Se emplean modelos reportados en la literatura ajustados a datos experimentales de la **función dieléctrica** para distintos materiales con el fin de identificar los dos tipos de contribuciones, y se incorporan **correcciones por tamaño**, relevantes en la nanoescala. A partir del cálculo de la sección transversal de extinción y la comparación con el caso límite de una nanoesfera, se identifican las frecuencias de excitación de la resonancia plasmónica dipolar y sus corrimientos espectrales en función de parámetros geométricos del nanoelipsoide. Asimismo, se discute el efecto de las contribuciones intrabanda en la función dieléctrica sobre la resonancia plasmónica dipolar excitada en el nanoelipsoide. Los resultados permiten identificar si las resonancias encontradas tienen un origen plasmónico.

1. Introducción

2. Esparramiento por elipsoides



Los nanoelipsoides metálicos poseen tres resonancias plasmónicas que corresponden a la oscilación de los electrones a lo largo de los tres ejes de la nanopartícula. Cuando estas nanopartículas se dispersan en una matriz, la orientación aleatoria produce un espectro de absorción promedio que contiene las tres resonancias plasmónicas.

$$\alpha_j = V \frac{\epsilon_{\text{int}} - \epsilon_{\text{ext}}}{\epsilon_m + L_j(\epsilon_{\text{int}} - \epsilon_{\text{ext}})}$$

$$\langle C_{\text{ext}} \rangle = \langle C_{\text{abs}} \rangle + \langle C_{\text{sca}} \rangle$$

3. Función dieléctrica

La función dieléctrica combina contribuciones intrabanda e interbanda. En nanopartículas muy pequeñas, el camino libre medio de los electrones se vuelve comparable o mayor que sus dimensiones, por lo que los electrones libres se esparcen en la superficie. Este efecto introduce un término adicional que depende del tamaño y la forma de la partícula.

$$\epsilon(\omega) = \epsilon_{\text{inter}} + \underbrace{\left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + i\gamma_0 + i\gamma_{\text{eff}})} \right)}_{\epsilon_{\text{intra}}}$$

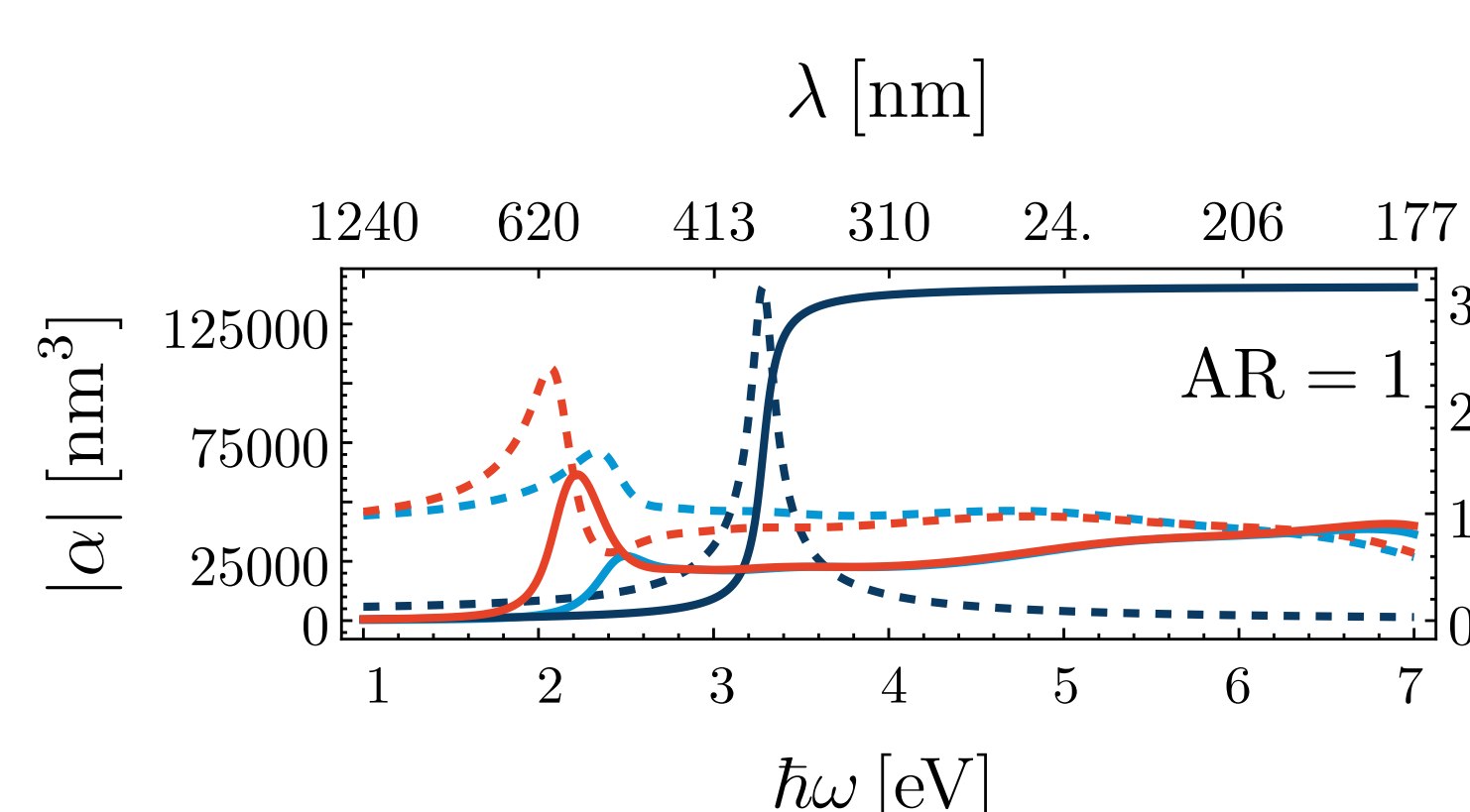
ω_p : Frecuencia de plasma

γ_0 : Frecuencia de plasma

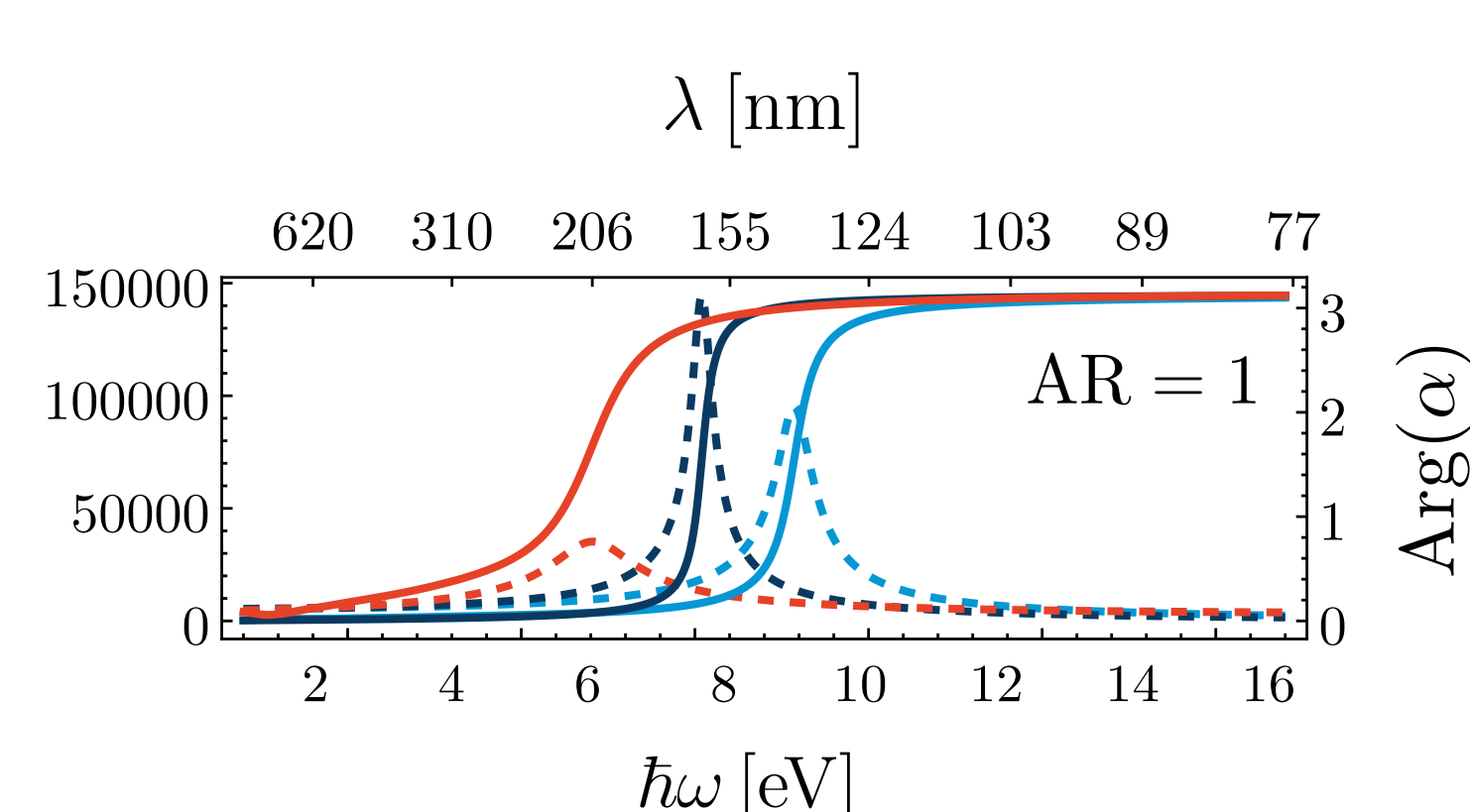
γ_{eff} : Frecuencia de plasma

donde $\gamma_{\text{eff}} = \gamma_0 + A \frac{v_F}{L}$, que para elipsoides $L = \sqrt[3]{abc}$

Oro



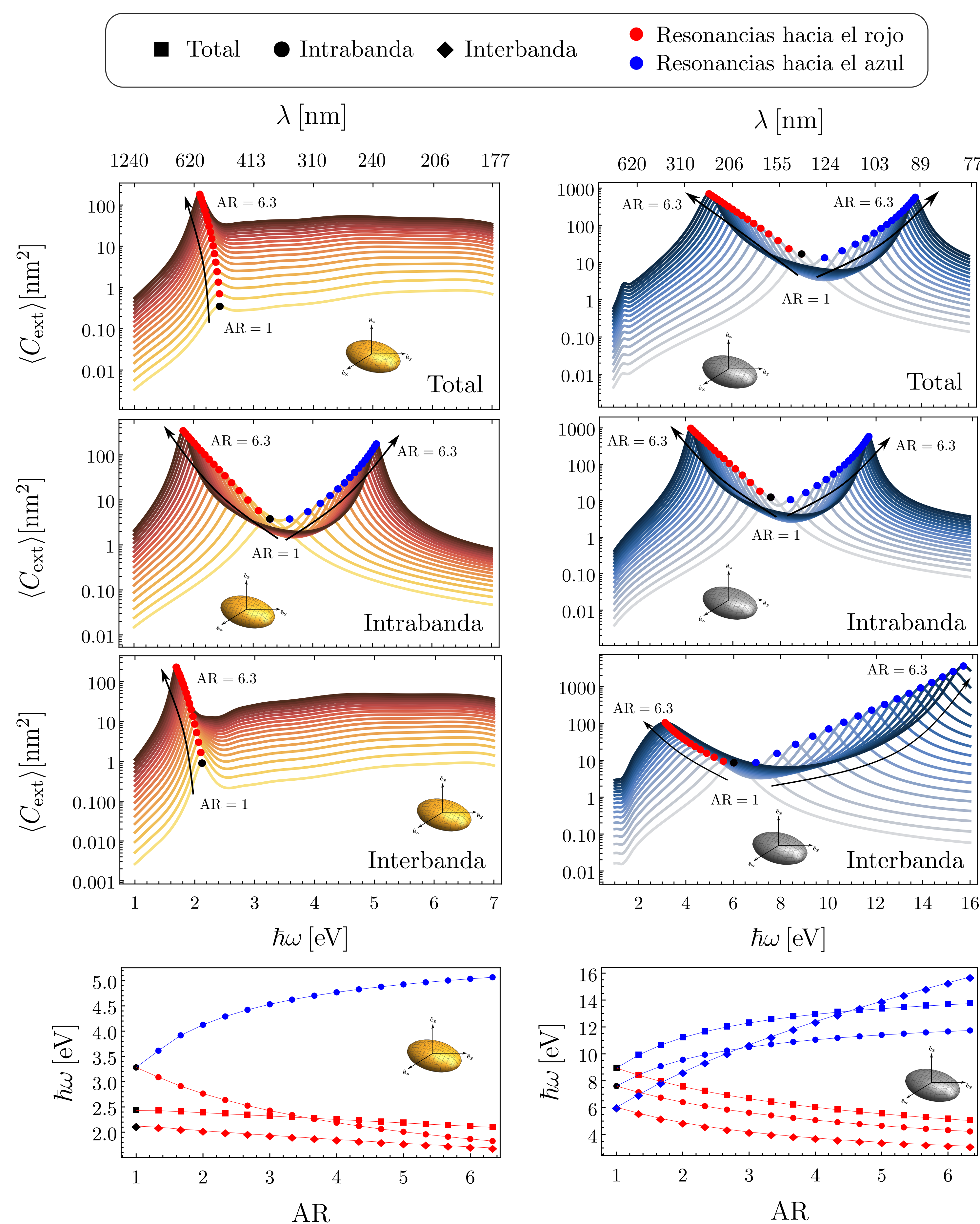
Aluminio



— Total — Intrabanda — Interbanda

4. Resultados

Oro



5. Conclusiones

La función dieléctrica combina contribuciones intrabanda e interbanda. En nanopartículas muy pequeñas, el camino libre medio de los electrones se vuelve comparable o mayor que sus dimensiones, por lo que los electrones libres se esparcen en la superficie. Este efecto introduce un término adicional que depende del tamaño y la forma de la partícula.

6. Referencias

La función dieléctrica combina contribuciones intrabanda e interbanda. En nanopartículas muy pequeñas, el camino libre medio de los electrones se vuelve comparable o mayor que sus dimensiones, por lo que los electrones libres se esparcen en la superficie. Este efecto introduce un término adicional que depende del tamaño y la forma de la partícula.