

Espectroscopía en Láminas Delgadas de Oro Producidas Mediante Sputtering

D. Peluso y F. Yulita

Laboratorio 5

26 de noviembre, 2019



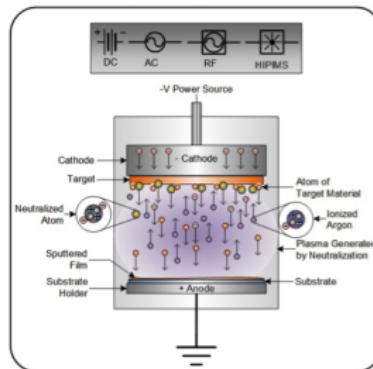
¿En qué consiste la espectroscopía?

- La espectroscopía se basa en el estudio de la interacción de la radiación con la materia.
- Se busca hallar una relación funcional entre una magnitud de interés y la longitud de onda de la radiación, que puede ser emitida, reflejada, transmitida o reemitida por el objeto de estudio en cuestión.
- Sus aplicaciones incluyen la determinación de la composición química de sustancias, y resulta de utilidad en la astronomía.

$$A = -\ln \left(\frac{I_m}{I_0} \right)$$

¿Qué es *Sputtering*?

- La pulverización catódica (*Sputtering*) es un proceso en el cual se arrancan átomos de un material -llamado “blanco”- al ser bombardeados por iones altamente energéticos.
- La aplicación de interés para esta experiencia es la deposición de los átomos expulsados del blanco sobre un substrato. Esto permite la creación de películas delgadas sobre elementos ópticos, en este caso, cubreobjetos.



Deposición de un blanco sobre un substrato por medio de Sputtering por diferencia de potencial.

Plasmones

- Los portadores de carga de un gas altamente ionizado pueden interactuar fácilmente con la radiación electromagnética de baja frecuencia.[1]
- Pueden oscilar entrando en resonancia dando lugar al fenómeno de “plasmón”.
- Interior de los metales aproximado por un “plasma sólido”.
- Frecuencia característica del plasmón en un metal infinito:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{Ne^2}{\epsilon_0 m_e}}$$

$\omega_{EM} < \omega_p$ Reflexión ; $\omega_{EM} > \omega_p$ Transmisión

Plasmones

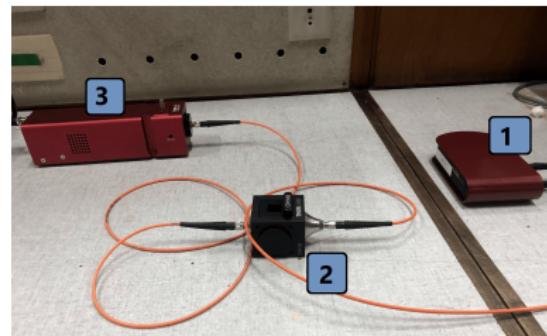
- Plasmones de superficie localizados. Partícula mucho menor que la longitud de onda de la luz incidente.
- La energía de la luz necesaria para producir un plasmón localizado depende de la permitividad del metal y su medio circundante y la forma y tamaño de las partículas.[2]
- Extinción de la luz debido a dispersión y absorción (< 20nm). Proporcional a la concentración de partículas.

$$C_{ext} = \frac{24\pi^2 R^3 \epsilon_d^{3/2}}{\lambda} \frac{\epsilon_m''}{(\epsilon_m' + 2\epsilon_d)^2 + (\epsilon_m'')^2}$$

Montaje

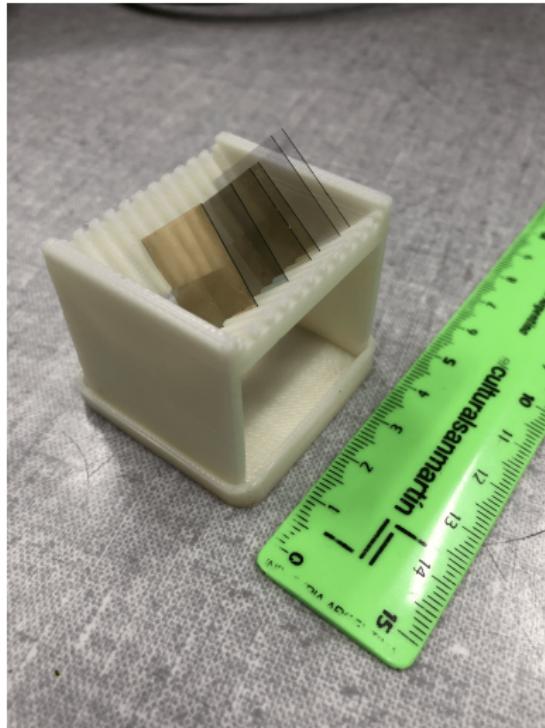


(a) Factores principales que determinan la resoluciónpectral de un espetrómetro: rendija (1), red de difracción (2), detector (3).



(b) Montaje experimental:
espectrómetro (1), portacubetas (2),
lámpara halógena (3).

Muestras



Cobreobjetos con microcapas de oro. Tiempos de exposición de 5, 10, 20, 22, 25, 30, 40 y 60 segundos.

Calibración y Constante de Rydberg

- Calibraremos con Na y usamos un corrimiento de (13 ± 4) Å.
- Usamos una calibración final de (11 ± 4) Å en base a todas las líneas.
- Calibraremos la intensidad relativa en función del tiempo de integración y hallamos una relación lineal.
- Usamos las líneas de H para calcular la Constante de Rydberg. Hallamos $R_{\infty} = (1,1 \pm 0,6) \times 10^{-3}$ Å. El valor tabulado es $R_{\infty} = 1,096 \times 10^{-3}$ Å [3].

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\infty} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

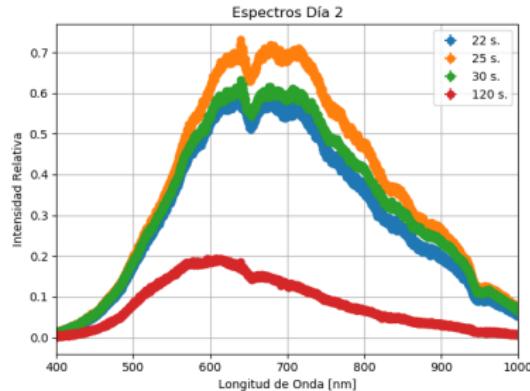
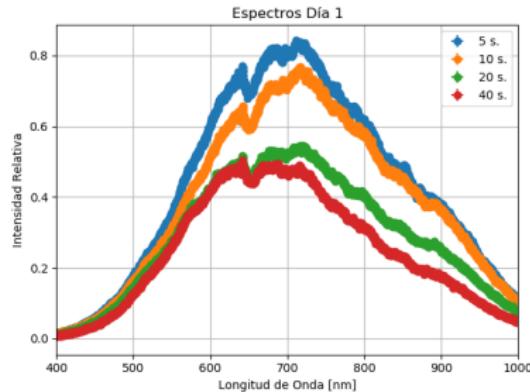
Líneas de las lámparas

Comparamos las líneas halladas con las tabuladas por NIST [3].

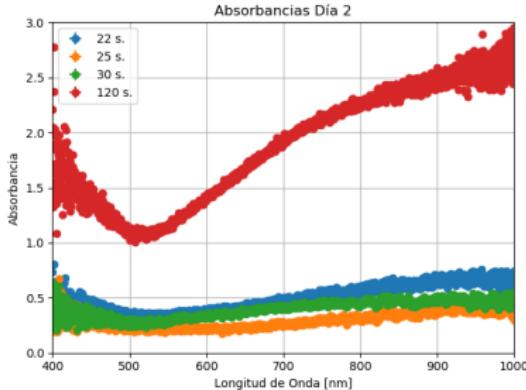
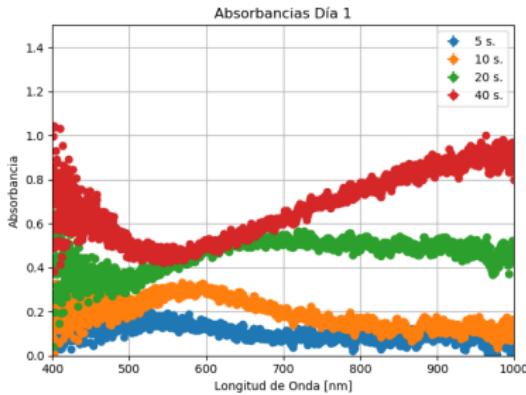
Elemento	Líneas Halladas ($\pm 4\text{\AA}$)	Líneas Tabuladas (\AA)
Na	5687, 5891, 6174	5688, 5890, 6160
H	4337, 4859, 6563	4340, 4861, 6562
He	4468, 4709, 4918, 5044	4471, 4713, 4922, 5047
Ar	4370, 4592, 4719	4370, 4589, 4721
Kr	8117, 8302, 8779	8113, 8298, 8777

Elemento	Intensidades Halladas (± 1)	Intensidades Tabuladas
Na	7, 1000, 2	7, 1000, 2
H	10, 70, 1000	167, 333, 1000
He	1000, 290, 470, 180	1000, 150, 100, 50
Ar	1000, 400, 500	538, 1000, 54
Kr	1000, 380, 250	1000, 800, 1000

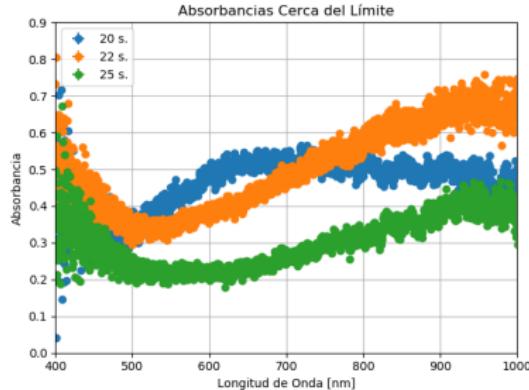
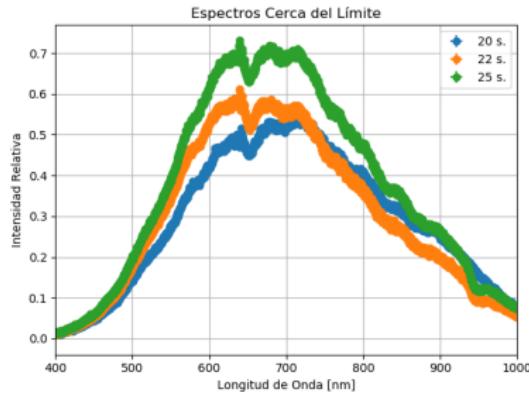
Espectros



Absorbancias



Tiempo Crítico



Conclusión

- Las mediciones de las líneas de las lámparas concuerdan con las tabuladas.
- La constante de Rydberg nos dio $R_{\infty} = (1,1 \pm 0,6) \times 10^{-3}$ Å cuando el valor tabulado es $R_{\infty} = 1,096 \times 10^{-3}$ Å.
- Las mediciones de absorbancia concuerdan con los colores observados.
- El modelo de plasmones logra explicar las muestras obtenidas y sus gráficos de absorbancia.

Bibliografía

-  Cruz, C. A. et al. *Nanopartículas Metálicas y Plasmones de Superficie: Una Relación Profunda.*
-  Martínez, A. G. et al. *Nanoplasmónica basada en Química Coloidal.* 2011.
-  National Institute of Standards and Technology (NIST).