

# Espectroscopía I

D. Peluso y F. Yulita

Segundo Cuatrimestre, 2019

En el siguiente enlace se pueden encontrar los apuntes completos de todas las experiencias de este grupo de laboratorio, los informes y los programas que se mencionen:

<https://elrepositoriodefedede.wordpress.com/materias/laboratorio-v/>

**8/10/2019** Enchufamos el espectrómetro a la compu, enchufamos el cable de fibra óptica (naranja), abrimos el programa Thorlabs OSA, apuntamos el cable a la luz verde de *Ready* del espectrómetro (sacar el capuchón de goma del cable), le cambiamos el *Integration Time* a 16 ms, pusimos la escala a de 0 a 1 y medimos con el botón de *Ready* el espectro de la luz verde en tiempo real.

Vamos a medir el espectro del sodio usando la lámpara de sodio. Hallamos el pico principal en  $(5902 \pm 1) \text{ \AA}$  (con un tiempo de integración de 0.1ms) y dos picos secundarios a  $(5698 \pm 1) \text{ \AA}$  y  $(6172 \pm 1) \text{ \AA}$  (con un tiempo de integración de 8ms). Estos deben corresponderse a los picos de  $5889.950 \text{ \AA}$ ,  $5688.205 \text{ \AA}$  y  $6154.225 \text{ \AA}$  respectivamente. Esto significaría que hay un corrimiento en la calibración del espectrómetro de  $(13 \pm 4) \text{ \AA}$ . De ahora en más siempre vamos a restar este corrimiento. Si queremos mejorarlo podemos tomar más líneas de otros elementos y agregarlas al cálculo del corrimiento. Usamos las tablas de la siguiente página web para comparar:

[https://physics.nist.gov/PhysRefData/Handbook/element\\_name.htm](https://physics.nist.gov/PhysRefData/Handbook/element_name.htm)

Luego vimos el espectro del hidrógeno y hallamos un pico a  $(6561 \pm 4) \text{ \AA}$  con un tiempo de integración 0.1 ms. La esperada está a  $6562.8518 \text{ \AA}$ . También hallamos otro secundario a  $(4857 \pm 4) \text{ \AA}$  con un tiempo de integración de 3 s cuando el esperado es alguno de los que están alrededor de  $4861.3 \text{ \AA}$ . La fórmula de Rydberg es:

$$\frac{1}{\lambda} = Z^2 R_{\infty} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

donde  $R_{\infty} = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3 c} \approx 1.096 \times 10^{-3} \text{ \AA}^{-1}$  es la constante de Rydberg,  $Z$  es el número atómico del elemento usado,  $n_1$  es el número cuántico principal del nivel de energía después de la transición y  $n_2$  es el de antes de la transición. En este caso estamos viendo la serie Balmer del hidrógeno ya que es del orden de los 300 - 600 nm así que  $Z = 1$  y  $n_1 = 2$ . Como la longitud de onda va como la inversa de la energía liberada entonces como la línea que obtuvimos de  $(6561 \pm 4) \text{ \AA}$  es la más chica, con  $n_2 = 3$ . Entonces, usamos que:

$$R_{\infty} = \frac{n_1^2 n_2^2}{\lambda Z^2 (n_2^2 - n_1^2)}$$

para hallar el valor de la constante de Rydberg de  $(1.1 \pm 0.6) \times 10^{-3} \text{ \AA}^{-1}$ .

Queremos medir las intensidades relativas para cada muestra. Para medir algunas líneas que son menos intensas hay que incrementar el tiempo de integración y a veces la línea más intensa satura. Por eso decidimos hallar una relación entre el tiempo de integración y la intensidad que mide el espectrómetro cambiando el tiempo de integración y viendo cómo cambia la intensidad de alguna línea. Esperamos que sea una relación lineal que no dependa de la longitud de onda.

Usando la muestra de hidrógeno en la línea de  $4340 \text{ \AA}$  hallamos la siguiente relación entre tiempo de integración e intensidad:

Tiempo de integración (ms)	Intensidad
10	$(0.06 \pm 0.02)$
30	$(0.21 \pm 0.01)$
50	$(0.353 \pm 0.003)$
80	$(0.586 \pm 0.008)$
100	$(0.725 \pm 0.005)$
130	$(0.95 \pm 0.02)$

Hallamos que la relación es lineal con una pendiente de  $m = (7.443483 \pm 0.000004) \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$  y una ordenada al origen de  $c = (-1.797 \pm 0.002) \times 10^{-5}$ .

En la siguiente tabla recopilamos todos los datos relevantes de las muestras utilizadas:

Elemento	Líneas halladas ( $\pm 4\text{\AA}$ )	Intensidad hallada ( $\pm 1$ )	Líneas tabuladas ( $\text{\AA}$ )	Intensidad tabulada
Na	5687, 5891, 6174	7, 1000, 2	5688, 5890, 6160	7, 1000, 2
H	4337, 4859, 6563	10, 70, 1000	4340, 4861, 6562	167, 333, 1000
He	4468, 4709, 4918, 5044	1000, 290, 470, 180	4471, 4713, 4922, 5047	1000, 150, 100, 50
Ar	4370, 4592, 4719	1000, 400, 500	4370, 4589, 4721	538, 1000, 54
Kr	8117, 8302, 8779	1000, 380, 250	8113, 8298, 8777	1000, 800, 1000

**Nota:** Para la tabla usamos un corrimiento de  $(11 \pm 4) \text{\AA}$  ya que es lo que se halló al ver el corrimiento con todos los datos y no sólo con los de Na. También, el error de la intensidad hallada (que es puramente error de apreciación) sólo aplica a los valores distintos de 1000 ya que elegimos que el pico más alto en intensidad sea 1000 para tener las intensidades relativas. Para comparar escalamos las intensidades tabuladas para que la mayor intensidad sea 1000.

**15/10/2019** Terminamos de tomar las mediciones de la tabla anterior. Se midieron todos los elementos menos Ne porque tiene demasiadas líneas. Notemos que las mediciones de longitud de onda de los picos corresponden con las tabuladas pero las intensidades casi nunca corresponden.

Lavamos 8 cubre-objetos para hacer *sputtering* que es una técnica para almacenar una capa fina de cierto material en el porta. Vamos a hacer sputtering de oro con distintos grosores de capa, que se traduce en más o menos tiempo de sputtering (más tiempo, más gruesa la capa). Tuvimos muchos problemas usando la máquina que hace sputtering (no preguntamos cómo se llama) y además el proceso de lavado y secado de los cubre-objetos es muy largo. Llegamos a hacer sputtering con dos portas, uno con 5 segundos y otro con 20.

**05/11/2019** Hicimos sputtering de 5 s., 10 s., 20 s., y 40 s..

Luego usamos un tiempo de integración de 5 s. para obtener los espectros de las muestras usando la lámpara de halógeno Thorlabs SLS201. En el proceso de medición se rompieron las muestras de 20 s. (ambas) y la de 5 s. (de esta clase). Las muestras de 20 s., de 10 s. y de 5 s. no eran conductivas (su resistencia daba overload con el multímetro), y la de 40 s. tenía una resistencia de  $40 \Omega$ . Los espectros obtenidos pueden verse en la **Figura 1** y las absorbancias obtenidas pueden verse en la **Figura 2**. La fórmula de absorbancia usada es:

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

donde  $I_M$  es la intensidad usando la muestra e  $I_0$  es la intensidad sin muestra.

Preparamos 5 cubre-objetos más para hacer más muestras la próxima clase.

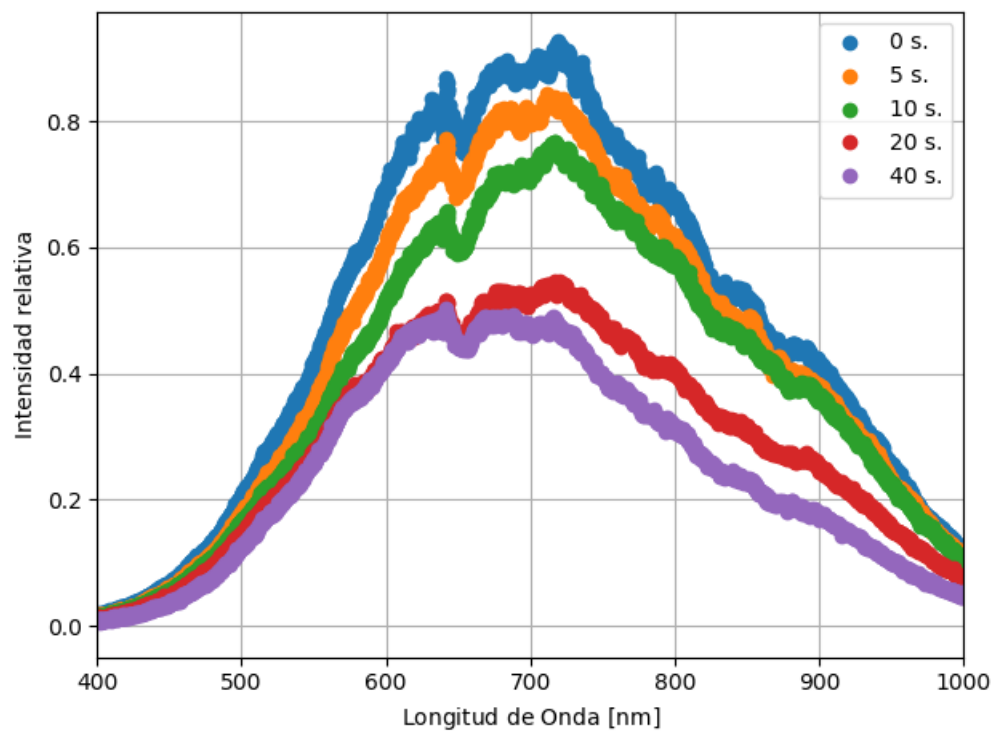


Figura 1: Espectros obtenidos.

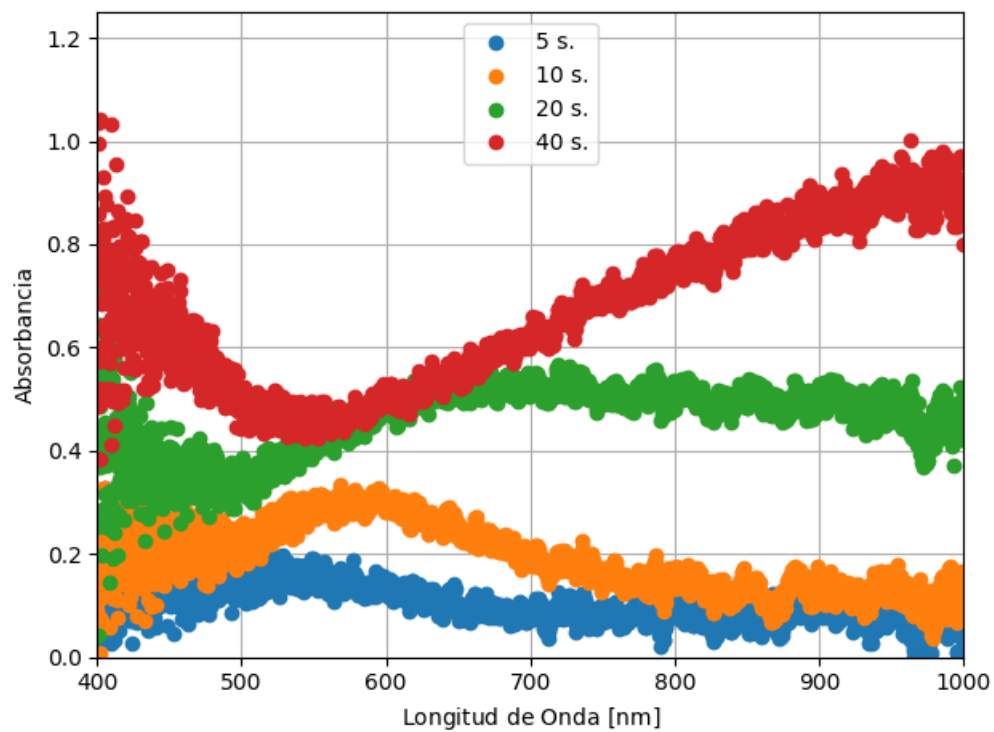


Figura 2: Absorbancias obtenidas.