

Absorción de dos fotones usando un cristal tipo II

Francisco Calderón, Alejandro Niño, Mayerlin Núñez*

*Profesora asistente - Departamento de Física, Universidad de los Andes Resumen

El objetivo inicial de este experimento era medir la sección eficaz de absorción de dos fotones enredados en una muestra de rodamina B (RhB) suspendida en metanol usando una fuente de pares de fotones producidos por un cristal tipo II. Estos últimos fueron detectados por el método de coincidencias al acoplar haces divididos por un *beam splitter* a unas fibras ópticas y a unos detectores de fotones individuales. Esto requirió calibrar el montaje para tener un camino óptico bien definido y un haz bien colimado, dada la dificultad de que suficiente luz que sale del cristal entre a las fibras. Si bien no se logró medir la sección eficaz, se logró hacer una caracterización de una muestra de metanol y de dos muestras de RhB suspendidas en metanol (a 100 μ M y 5mM) mediante el *z-scan* y la absorción de fotones enredados. Esto fue posible tras la calibración del montaje y el acople a los detectores. Optimizar este procedimiento permitiría entender caracterizar la absorción de mejor manera, así como medir la sección eficaz.

Introducción/Motivación

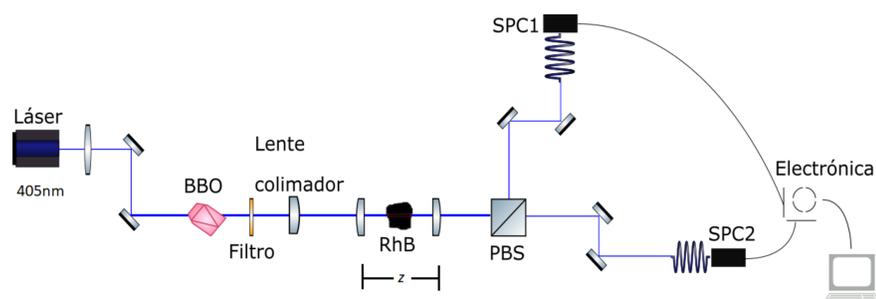
- La ETPA (Entangled two-photon absorption) es una técnica que surgió para estudiar propiedades no-lineales de moléculas orgánicas [4] [3]

$$r_{TPA} = \sigma_E \phi + \delta_R \phi^2, \quad (1)$$

- La producción de fotones enredados se lleva a cabo con el método SPDC (*spontaneous parametric down conversion*), en la cual se terminan produciendo dos fotones correlacionados temporalmente que en este caso tienen la misma frecuencia y que salen ortogonalmente polarizados de un cristal BBO tipo II [1]

$$\mathbf{k}_p = \mathbf{k}_s + \mathbf{k}_i \rightarrow \frac{n_p \omega_p}{c} = \frac{n_s \omega_s}{c} + \frac{n_i \omega_i}{c}, \quad \omega_p = \omega_s + \omega_i \quad [2]$$

Montaje experimental



Resultados

- Se lograron obtener los anillos de fotones *signal* e *idler* en configuración colineal. Esto permitió caracterizar el cristal BBO.

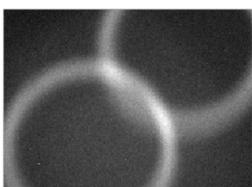


Figura 1: (a)

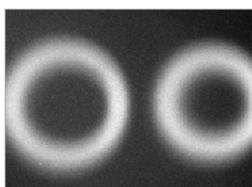


Figura 2: (b)

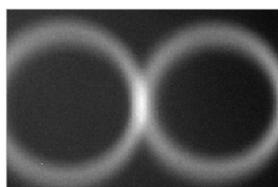


Figura 3: (c)

- Se encontró que el láser no es un haz puntual de luz. Poner una apertura mejoró la incidencia en el cristal.

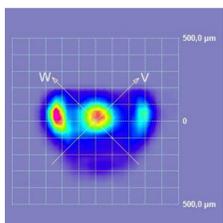


Figura 4: (a)

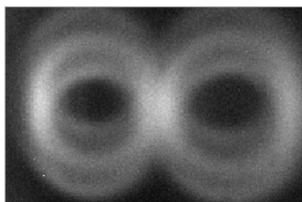


Figura 6: (b)

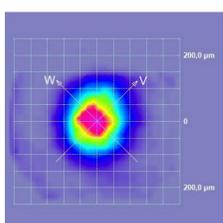


Figura 5: (c)

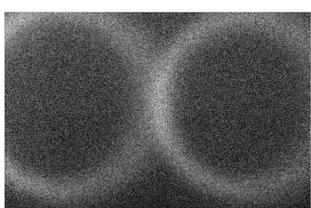


Figura 7: (d)

Agradecimientos

Queremos agradecer a la profesora Mayerlin Núñez, al Dr. Matthieu Pellaton y a Johnny Tenorio por toda su ayuda a lo largo del semestre.

- Se lograron obtener hasta 30000 pares de fotones correlacionados (sin la muestra de rodamina) usando los SPCs y *quools*.

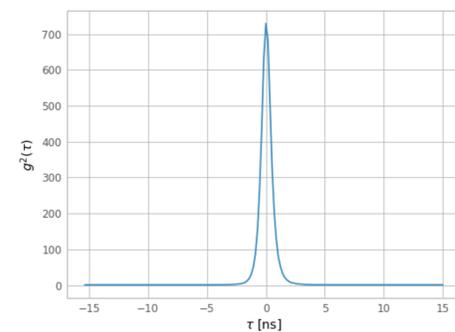
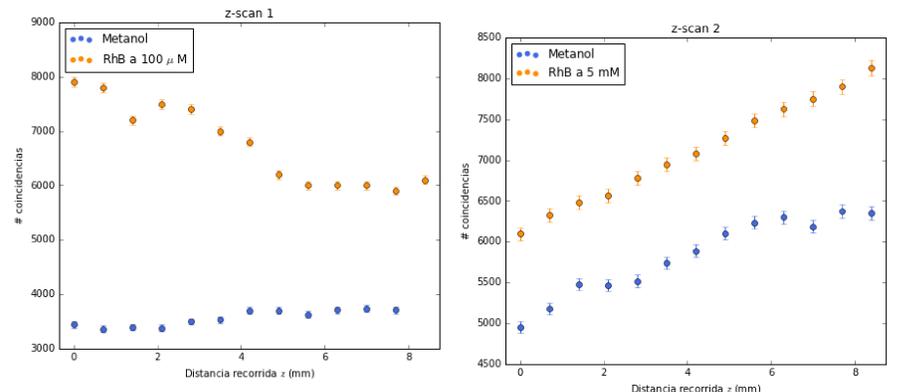


Figura 8: Función de correlación temporal de segundo orden en función de la diferencia temporal de llegada de los pares de fotones. Esta foto se obtuvo con cerca de 18000 coincidencias.

- La absorción del metanol es relativamente constante y la de la RhB decrece a medida que uno se aleja del lente de la izquierda en la figura 1, como era de esperarse.



- La RhB debería haber empezado a crecer el número de coincidencias a medida que nos acercábamos al lente de la derecha.
- Se esperaba una absorción mucho mayor por parte de la muestra de RhB en comparación a la del metanol [5].

Conclusiones y perspectivas

- En este experimento se alineó una fuente de fotones correlacionados temporalmente con un cristal BBO tipo II.
- Se logró la alineación de los haces que salían del PBS para que entraran a las fibras ópticas viendo que tanto el conteo de fotones individuales como el de coincidencias aumentan.
- Se obtuvieron resultados diferentes a los esperados en el *z-scan*.
- Los resultados no pudieron mejorarse ni replicarse. La fuente de error más probable es la re-calibración para estabilizar la cubeta.
- Se pudo concluir que la alineación del foco para la ETPA depende de si se hacía sin la muestra o no.

Referencias

- R. W. Boyd. Chapter 2 - Wave-Equation Description of Nonlinear Optical Interactions. In R. W. Boyd, editor, *Nonlinear Optics (Third Edition)*, pages 69–133. Academic Press, Burlington, 2008.
- C. Couteau. Spontaneous parametric down-conversion. *Contemporary Physics*, 59(3):291–304, 2018.
- J. P. Villabona-Monsalve et al. Entangled Two Photon Absorption Cross Section on the 808 nm Region for the Common Dyes Zinc Tetraphenylporphyrin and Rhodamine B. *The Journal of Physical Chemistry A*, 121(41):7869–7875, 2017.
- J. P. Villabona-Monsalve et al. Two-Photon Excitation of Flavins and Flavoproteins with Classical and Quantum Light. *Journal of the American Chemical Society*, 140(44):14562–14566, 2018.
- J. Wang et al. Z-scan theory with simultaneous two- and three-photon absorption saturation. *Optics & Laser Technology*, 44(2):390–393, 2012.