



# GRADO EN FÍSICA

## LABORATORIO DE FÍSICA III

CURSO 2015-2016 1<sup>er</sup> CUATRIMESTRE

### LABORATORIO DE ÓPTICA

#### PRÁCTICA AVANZADA: Complementariedad

##### 1. Objetivos:

De acuerdo con la idea de complementariedad cuántica (la dualidad onda corpúsculo es el ejemplo típico) la observación de la interferencia (comportamiento ondulatorio) es incompatible con tener conocimiento de la trayectoria seguida por la partícula (fotón en nuestro caso) en el interior del interferómetro (comportamiento corpuscular). Sin exagerar, la existencia de variables complementarias es el corazón de la física cuántica, lo que realmente la distingue de la teoría clásica y lo que fundamenta sus aplicaciones, en especial en el contexto de la información cuántica.

**Un primer objetivo** de este proyecto es ver directamente la complementariedad en un interferómetro de Michelson. Una forma de saber por dónde ha pasado un fotón es modificar su estado de polarización de forma diferente para cada trayectoria. Esto puede hacerse con el uso de láminas retardadoras por ejemplo. Hay que observar que cuanto más “distintos” son los estados de polarización en cada brazo, menor es la visibilidad de la interferencia.

¿Se le ocurre una forma de medir cuánto de distintos son dos estados de polarización? ¿Usando una distancia por ejemplo? ¿Se le ocurre una forma de medir la visibilidad de la interferencia? ¿Tomando imágenes digitales por ejemplo?

**Como segundo objetivo**, una vez hecho el marcado de la trayectoria en polarización todavía es posible recuperar la interferencia si borramos la información codificada en el estado de polarización. Para ello, en el plano de observación de la interferencia no debemos ser capaces de determinar por qué brazo ha viajado el fotón. Es decir, hay que borrar de la polarización la información que portaba sobre el camino seguido. Para el borrado considere por ejemplo usar un polarizador a la salida del interferómetro.

¿Cómo dependerán las franjas de interferencia de la orientación del eje del polarizador?

**Como tercer objetivo** se plantea expresar cuantitativamente la complementariedad observada cualitativamente en los apartados anteriores. Para ello busque una forma de medir la cantidad de información contenida en el estado de polarización sobre el camino seguido por la partícula. Análogamente

considere alguna forma de medir la cantidad de interferencia (la visibilidad es el ejemplo más usado en la bibliografía). Con ambas medidas establezca una relación del tipo información sobre el camino + calidad de la interferencia  $\leq 1$ , o similar.

## 2. Bibliografía:

- [1] Isabel Gonzalo y Alfredo Luis [\*Interferencia con luz polarizada y borrado cuántico\*](#).
- [2] T. L. Dimitrova y A. Weis, Eur. J. Phys. **31**, 625 (2010). [\*Single photon quantum erasing: a demonstration experiment\*](#)
- [3] *The Feynman lectures on physics vol III quantum mechanics*  
[http://www.feynmanlectures.info/docroot/III\\_toc.html](http://www.feynmanlectures.info/docroot/III_toc.html)
- [4] Gennaro Auletta, World Scientific 2001. [\*Foundations and interpretation of quantum mechanics\*](#),
- [5] B.-G. Englert and J. A. Bergou, Opt. Commun. **179**, 337 (2000). [\*Quantitative quantum erasure\*](#)
- [6] Single photon interference with a Fresnel biprism [http://www.physique.ens-cachan.fr/old/franges\\_photon/index.htm](http://www.physique.ens-cachan.fr/old/franges_photon/index.htm)