



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA
MEDIR CORRELACIONES EN PARES DE FOTONES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
FÍSICO

PRESENTA:
LUIS YVES VILLEGAS AGUILAR

DIRECTOR DEL TRABAJO:
DR. DANIEL SAHAGÚN SÁNCHEZ

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



TESIS

*A el Santo y Blue Demon,
por vencer a las momias de Guanajuato.*

Agradecimientos

Se agradecen los aplausos

Resumen

En el presente informe se detallan las actividades realizadas de acuerdo con el proyecto de titulación por

Índice

1. Introducción	8
2. Espectroscopía	9
2.1. Motivación	9
2.1.1. MOT	9
2.1.2. Preparación del sistema	10
2.1.3. Densidad óptica importancia	10
2.2. Teoría	10
2.3. Experimento	11
2.3.1. imagen	11
2.4. Resultados	11
3. Conclusiones	12

Índice de figuras

Índice de tablas

1. Introducción

Consideremos un sistema de dos niveles, por ejemplo la polarización de un fotón que puede estar polarizado horizontal (H) o verticalmente (V). Este estado puede ser representado como la siguiente función de onda

$$|\varphi\rangle = c_1 |H\rangle + c_2 |V\rangle, \quad (1)$$

en donde $|c_1|^2$ y $|c_2|^2$ son las probabilidades de obtener H y V respectivamente al llevar a cabo una medición y por lo tanto $|c_1|^2 + |c_2|^2 = 1$.

2. Espectroscopía

La primer trampa magneto-óptica del Laboratorio de Átomos Fríos y Óptica Cuántica es el corazón de los experimentos en planeación para átomos fríos de rubidio. Por medio del uso de láseres desintonizados al rojo y campos magnéticos, es posible desacelerar y atrapar átomos de rubidio. Una vez atrapados, es importante caracterizar las propiedades atómicas de este ensamble; dos características de alta importancia para este laboratorio son el número de átomos atrapados, y su temperatura. Un análisis preciso de estas propiedades es necesario para realizar experimentos como el mezclado de cuatro ondas. El propósito de este segundo capítulo experimental es hacer una caracterización de la densidad óptica de la MOT del laboratorio en función de algunos parámetros experimentales, en anticipación a la generación de bifotones por FWM.

2.1. Motivación

El estudio de los átomos fríos ha sido un campo con mucho interés en años recientes, pues permiten preparar gases atómicos difusos para experimentos con luz.

Estudiar las propiedades de átomos a temperatura ambiente resulta complicado debido al movimiento térmico que presentan. Este movimiento — explicado por la teoría cinética de gases — resulta en velocidades promedio de casi 300ms^{-1} para átomos de rubidio a temperatura ambiente, por ejemplo. Una velocidad esperada tan alta resulta en un ensanchamiento de las líneas espectrales debido al efecto Doppler, haciendo difícil estudiar los átomos usando técnicas espectroscópicas [1]. Es de aquí que surge el interés de enfriar átomos a temperaturas muy bajas.

El premio Nobel de Física de 1997 fue otorgado a William Phillips, Claude Cohen-Tannoudji y Steven Chu por el “desarrollo de métodos para enfriar y atrapar átomos con luz láser”, que terminaría por aplicarse en el desarrollo de la trampa magneto-óptica (MOT).

2.1.1. MOT

En la actualidad, el uso de MOTs es estándar para el enfriamiento de átomos neutros a temperaturas del orden de cientos de μK . No basta enfriar átomos a temperaturas muy bajas, también es necesario lograr confinarlos a una región pequeña para poder estudiarlos.

Por un lado, el enfriamiento láser es una manifestación de una fuerza radiativa que Ashkin llamó *fuerza de scattering* [2]. Por el otro lado, para atrapar estos átomos se aprovecha su momento dipolar magnético intrínseco con el uso de un campo magnético cuadrupolar externo [3].

2.1.2. Preparación del sistema

2.1.3. Densidad óptica importancia

2.2. Teoría

- rubidio
- reglas dipolares
- beer lambert / densidad atómica / núm. átomos
- espectroscopía de absorción

2.3. Experimento

2.3.1. imagen

2.4. Resultados

3. Conclusiones

Al final de todo, se logra pues, publicar un artículo en una revista arbitrada como resultado del trabajo detallado en este informe. El artículo pierde en un sentido y gana en otro con respecto a la idea original. Durante el primer arbitraje y las respectivas correcciones se pierde la discusión histórica y filosófica de las desigualdades de Bell y los estados entrelazados, además de algunos ejemplos que se creía esclarecerían la idea tras las desigualdades de Bell. Sin embargo, al deshacerse de esa parte, fue necesario ampliar el contenido acerca del experimento, se agrega una parte explicando cómo puede obtenerse cualquiera de los 4 estados de Bell a partir de la disposición original del experimento y el uso de placas retardadoras de fase.

El artículo en su estado final puede fácilmente cumplir con su labor de manual para llevar a cabo el experimento. Además de citar fuentes útiles tanto para la discusión teórica de las desigualdades como para su discusión filosófica. En el artículo se hace una clara distinción entre los resultados que predice cualquier teoría de variables ocultas locales en este experimento y las predicciones de la mecánica cuántica. Y por último se obtiene un parámetro de Bell que claramente viola la desigualdad de CHSH, probando así experimentalmente una vez más el teorema de Bell.

Referencias

- [1] W. D. Phillips, “Nobel lecture: Laser cooling and trapping of neutral atoms,” *Rev. Mod. Phys.*, vol. 70, pp. 721–741, Jul 1998.
- [2] A. Ashkin, “Acceleration and trapping of particles by radiation pressure,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 24, pp. 156–159, Jan 1970.
- [3] E. L. Raab, M. Prentiss, A. Cable, S. Chu, and D. E. Pritchard, “Trapping of neutral sodium atoms with radiation pressure,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 59, pp. 2631–2634, Dec 1987.