

COLOQUIO DE ANÁLISIS Y FÍSICA–MATEMÁTICA

Organizers: Dr. Rafael del Río and Dr. Ricardo Weder

ON THE EXCITATION SPECTRUM OF QUANTUM GASES I, II AND III

Prof. Jan Dereziński

University of Warsaw

Abstract

I would like to discuss homogeneous quantum gases at zero temperature in infinite volume. It seems that a lot of interesting physical and mathematical information is encoded in the spectral properties of the Hamiltonian and the total momentum of these systems. The joint spectrum of these commuting self-adjoint operators after the subtraction of the ground state energy can be called the excitation spectrum. One can conjecture that in some situations the excitation spectrum should have an interesting shape characterized by a positive critical velocity and, in the case of fermions, a positive energy gap. The former property is related to superfluidity, the latter to superconductivity.

There are no rigorous proofs of these conjectures. In my lectures I will discuss heuristic arguments and approximate approaches that support them for Bose and Fermi interacting gases.

14, 19 y 21 de junio de 2012



EXISTENCIA Y CONSTRUCCIÓN DE RESONANCIAS PARA ÁTOMOS EN INTERACCIÓN CON FOTONES

Dr. Miguel Ballesteros

Technische Universität Braunschweig

Abstract

La teoría de la mecánica cuántica predice que los átomos sólo pueden tener energías dentro de un conjunto discreto de valores, es decir, que la energía de los átomos está cuantizada.

Las energías posibles que los átomos pueden tener corresponden con los eigenvalores de la ecuación fundamental de la mecánica cuántica (la ecuación de Schrödinger). El eigenvalor más pequeño de un átomo es la energía de su estado fundamental y los eigenvalores mayores se llaman energías de estados excitados.

La ecuación de Schrödinger predice que si un átomo se encuentra en un estado excitado entonces el átomo permanece en dicho estado para siempre. Empero los experimentos demuestran que esta predicción es falsa: los átomos permanecen durante cierto tiempo en un estado excitado y después cambian su estado (decaen) por un estado de menor energía. Durante este proceso se emiten fotones de valor energético igual a la diferencia de energías entre los estados inicial y final, de acuerdo con la condición de Bohr para las frecuencias.

El proceso anterior se puede describir en términos técnicos de la siguiente manera: el átomo permanece en cierto estado excitado por un periodo corto y después decae hacia un estado de menor energía, emitiendo fotones. Como consecuencia, los estados excitados no son eigenvalores de la ecuación de Schrödinger sino que se transforman en *resonancias*.

Las resonancias son una consecuencia de la interacción entre los electrones y los fotones (los cuales en la realidad física siempre están presentes, pues son simplemente el campo electromagnético cuantizado). De manera que para modelarlas es necesario introducir a los fotones en las ecuaciones.

En este trabajo analizamos el Modelo de Pauli-Fierz, que representa la interacción entre átomos (no relativistas) y fotones. Demostramos que las energías de los estados excitados se transforman en resonancias una vez que los fotones son introducidos. Demostramos adicionalmente que las energías de los

fotones que producen las resonancias están dadas por la condición de Bohr para las frecuencias (con un nivel de aproximación de segundo orden en la constante de acoplamiento).

No suponemos ningún tipo de regularización infrarroja pero necesitamos un corte ultravioleta. Este trabajo se hizo en colaboración con Volker Bach, Alessandro Pizzo y Marwan Shoufan.

22 de marzo de 2012