DETECCION DE FUSIONES NUCLEARES EXCITANDO FLUIDOS DEUTERADOS EN CAVITACION LASER

Responsable : Fabián J. Bonetto

Propuesto a Laboratorio Avanzado, Carrera de Lic. en Física, IB, 2021

Resumen

El objeto de estudio del presente proyecto consiste en una burbuja de deuterio que es sometida a condiciones extremas de presión y temperatura.

En Cavitación Laser se produce el colapso de una burbuja sumergida en un fluido a cierta presión estática, desde un instante inicial en el cual la burbuja tiene un radio máximo y una cantidad de gas no condensable en su interior lo más pequeña posible. Al evolucionar la burbuja colapsa violentamente (colapso de Rayleigh) y se alcanzan condiciones extremas de presión y temperatura [1].

El objetivo general de este proyecto es maximizar la concentración espacial y temporal de energía en un experimento que utiliza Cavitación a fin de alcanzar temperaturas suficientemente altas como para producir fusiones nucleares deuterio-deuterio en un sistema puramente fluidodinámico. Sobre la base de experiencias previas y cálculos realizados en nuestro laboratorio, la presencia de las reacciones de fusión nuclear antes mencionadas será puesta de manifiesto mediante la detección de neutrones y de fotones gammas característicos producidos en dichas reacciones.

La hipótesis de trabajo es que en un sistema como el descrito líneas arriba, teniendo dentro de la burbuja una cantidad mínima de gases nobles y consiguiendo que la burbuja se rompa al llegar a su radio mínimo, podremos alcanzar temperaturas suficientemente altas en un fluido deuterado para producir reacciones de fusión termonuclear (seguidas de la consecuente emisión de neutrones y fotones gamma). En la situación optimizada esperamos obtener un conteo muy bajo de neutrones.

Las mejoras consistirán en colocar materiales que mejoren el blindaje neutrónico en torno al dispositivo experimental. Se utilizarán bloques de parafina fundida con ácido bórico a fin de moderar y absorber neutrones de *background*. Cabe agregar que estos materiales tienen una probada capacidad a tal fin. Esta mejora permitirá reducir la contribución al conteo debida al fondo natural de radiación, mejorando así la relación señal ruido del experimento. Respecto a la detección de gammas, se pondrán en operación centelladores de NaI(Tl) comerciales que, junto a su electrónica de adquisición, permitirán la realización de espectroscopía gamma. De este modo se analizarán sólo aquellos eventos gamma que se encuentren en la ventana energética propia de las reacciones de fusión nuclear.

A fin de validar que los eventos registrados se deben a neutrones (y no a ruido electrónico o a otras causas como el microfonismo o ruidos sincrónicos), se analizarán los espectros de surgimiento de las señales (*rise times*) y altura de pulsos de los eventos registrados con los bancos de detectores a utilizar (consistentes en contadores proporcionales de ^3He), y se lo comparará con los obtenidos en presencia de una fuente de neutrones isotópica. También se analizará la distribución temporal de eventos registrados tomando como origen de tiempo el instante del colapso de la burbuja. Esta distribución temporal en el conteo de eventos se comparará con la obtenida al utilizar una fuente isotópica de AmBe en la cual, mediante la medición de una de sus líneas gammas características, es posible conocer el momento en el cual un neutrón rápido es emitido. En particular, el decaimiento temporal de la tasa de conteo luego de producida la moderación de neutrones en el medio sigue una ley de decaimiento exponencial simple, con un tiempo característico (*die away time*) que es propio de

la forma y materiales que componen el sistema, y que es independiente del origen de los neutrones. El obtener tiempos característicos del sistema en los experimentos con burbujas iguales (dentro de la incerteza experimental) a aquellos utilizando fuentes de neutrones isotópicas de calibración será otra evidencia experimental de que los eventos registrados en presencia de las burbujas se deben a neutrones. Finalmente, cada banco de detectores de neutrones serán recubierto en forma alternada con cadmio (material fuertemente absorbente de neutrones térmicos) y se repetirá el experimento generando las burbujas en una configuración optimizada. El hecho de observar una disminución en el contaje principalmente en aquel banco de detectores que fue blindado con cadmio será otra evidencia de que los eventos registrados en presencia de las burbujas se deben a neutrones.

Bibliografía

[1] R. Urteaga, F.J. Bonetto, "Trapping an intensely bright, stable sonoluminescing bubble", Physical Review Letters, vol. 100, Issue 7, pp. 074302, Febrero, 2008.