

Resumen

El Antiproton Decelerator Target (AD-Target) es un dispositivo único responsable de la generación de Antiprotones en la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN). En operación, intensos haces de protones con una energía de 26 GeV son impactados en su núcleo, un cilindro de 3 mm de diámetro constituido por un material de alta densidad como el iridio, creando partículas secundarias -entre ellas, antiprotones- como consecuencia de las reacciones nucleares inducidas en el interior de éste. La tesis profundiza en las características del target de producción de antiprotones, y en particular, en la respuesta mecánica de su núcleo, el cual está sometido a un incremento de temperatura de ~ 2000 °C en menos de $0.5 \mu s$ cada vez que es impactado por el haz de protones primario. Para ello, una metodología combinando técnicas numéricas y experimentales ha sido llevada a cabo.

Se han aplicado herramientas computacionales específicas, llamadas hydrocodes, para simular la respuesta dinámica originada en el núcleo del target y su matriz contenedora, hecha de grafito, indicando su potencial fragmentación como resultado de una onda radial de alta frecuencia de presión compresión-tracción generada después de cada impacto del haz de protones.

Asimismo, se ha llevado a cabo un experimento llamado HiRadMat27. En éste, varios cilindros de materiales de alta densidad, candidatos para un futuro diseño del target, tales como Ir, W, W-La, Mo, TZM y Ta, han sido expuestos a condiciones dinámicas equivalentes a las alcanzadas en el AD-Target mediante impactos de haces de protones de 440 GeV en la instalación HiRadMat. Se ha usado instrumentación en línea para medir la onda radial pronosticada, confirmando la precisión de las simulaciones de hydrocodes. Todos los materiales irradiados excepto Ta sufrieron agrietamientos internos desde condiciones 5-7 veces menores a las presentes en el AD-Target, mientras que este último aparentemente sobrevivió.

La información obtenida ha sido aplicada para proponer un nuevo diseño optimizado del target, el cual incluye un sistema de refrigeración de aire a presión, una nueva configuración en Ta de su núcleo, y una matriz contenedora hecha de grafito expandido (GE). Se han llevado a cabo cálculos de dinámica de fluidos computacional y elementos finitos para validar el sistema de refrigeración y la vida a fatiga del ensamblaje del target. Además, se ha construido un primer prototipo del núcleo del target y su matriz contenedora. Estas actividades marcan la senda para la fabricación de un nuevo lote de targets que garanticen la física de antiprotones en el CERN durante las siguientes décadas de operación.