

# Resumen

Se han investigado de manera experimental y teórica las distribuciones de pérdida de energía y dispersión angular de iones livianos transmitidos a través de láminas muy delgadas ( $\sim 20$  nm) de C, Cu y Ag en el rango de muy bajas energías ( $E < 25$  keV/u). Utilizando láminas autosoportadas de carbono amorfo y policristales de cobre y plata, hemos estudiado la dependencia con la velocidad de la pérdida de energía de protones, deuterones y de las moléculas  $H_2^+$  y  $D_2^+$  transmitidos en la dirección hacia adelante. A su vez, mediante mediciones de los espectros de energía de iones transmitidos para diferentes ángulos de salida, hemos obtenido las distribuciones ángulo-energía, a partir de las cuales se pudieron analizar las distribuciones de dispersión múltiple y la dependencia de la pérdida de energía con el ángulo de salida de los proyectiles.

Los resultados obtenidos para la dependencia con la velocidad de la pérdida de energía inelástica indican la ausencia de efectos isotópicos y moleculares. La pérdida de energía de proyectiles livianos en blancos de carbono presenta un comportamiento proporcional con la velocidad en el rango de bajas velocidades, en acuerdo con las predicciones de las teorías aplicadas al estudio del frenamiento de iones lentos por un gas de electrones libres. Para los metales de transición estudiados, cobre y plata, la presencia conjunta de electrones libres (banda de conducción) y electrones casi libres (tipo “d”) da lugar a dos etapas de frenamiento electrónico diferenciadas. En una etapa de muy bajas velocidades la pérdida de energía es debida solamente a la contribución de los electrones de conducción. Los electrones casi libres contribuyen al frenamiento solamente para velocidades mayores a una cierta velocidad crítica. Esto da lugar al denominado efecto umbral en la excitación de los electrones casi libres, que se manifiesta como un apartamiento de la dependencia proporcional de la pérdida de energía con la velocidad del proyectil. En este trabajo se presenta la primera observación experimental de la existencia de ambas etapas de frenamiento para proyectiles de hidrógeno en blancos de cobre y plata.

Se determinaron experimentalmente las distribuciones angulares para  $H^+$  y  $D^+$  de 4, 6 y 9 keV en blancos de carbono, cobre y plata, y se compararon los datos con un

formalismo de dispersión múltiple de variables reducidas. Para el blanco de carbono amorfo se obtuvo buen acuerdo utilizando los potenciales interatómicos de Molière, Ziegler-Biersack-Littmark y Lenz-Jensen. Para las láminas policristalinas de cobre y plata, los resultados son mejor representados al utilizar el potencial tipo ley potencias  $V(r) \propto r^{-2.8}$ . Los datos experimentales obtenidos para la dependencia angular de la pérdida de energía (es decir, la variación de la pérdida de energía de los proyectiles en función del ángulo de salida, luego de ser transmitidos por una lámina delgada) son correctamente descriptos mediante un modelo teórico desarrollado previamente en este grupo de trabajo.

También se ha determinado la pérdida de energía de iones de Be, B, C y O en un rango amplio de energías ( $50 \lesssim E \lesssim 1500$  keV/u) en blancos de Zn, utilizando la técnica de retrodispersión de Rutherford. Dichos resultados han sido analizados en base a un formalismo teórico que combina dos esquemas complementarios para la descripción de las contribuciones a la pérdida de energía debida a los electrones de valencia y a los electrones ligados. Se ha estudiado la influencia de los efectos lineales y no lineales en la excitación de los electrones del blanco, logrando describir de manera adecuada la pérdida de energía en un rango amplio de velocidades del proyectil, que incluye la zona del máximo de la curva de pérdida de energía.

Por último, se ha estudiado el formalismo teórico (no-perturbativo) de los corrimientos de fase semiclásicos para la descripción de la pérdida de energía de iones livianos e intermedios. Se evaluaron los resultados del modelo para una serie de proyectiles livianos ( $Z_1 = 1 - 8$ ) en blancos de zinc y carbono, comparándolos con los datos experimentales obtenidos en este trabajo y con otros disponibles en la literatura.

**Palabras clave:** INTERACCIONES ION SÓLIDO, PÉRDIDA DE ENERGÍA, DISPERSIÓN ANGULAR