

IONIZACION DE ATOMOS POR IONES MULTICARGADOS

Pablo D. Fainstein

Centro Atómico, 8400 Bariloche, Argentina.

y

Roberto D. Rivarola

Instituto de Física Rosario, Avda Pellegrini 250

2000 Rosario, Argentina.

En el presente trabajo estudiamos la ionización de átomos de Helio por iones multicargados a energías altas e intermedias. Este proceso ya ha sido estudiado en el caso de la colisión $H^+ + He$ con la primera aproximación de Born (BN1) /1/, una aproximación de tipo Distorted Wave (DWS) /2/ y la aproximación Continuum Distorted Wave-Eikonal Initial State (CDW-EIS) /3,4,5/. Se realizaron cálculos de secciones eficaces doble diferenciales en función de la energía y del ángulo de eyección del electrón ionizado y en general las distintas teorías tienen un buen acuerdo con las experiencias para ángulos no muy grandes, con la excepción de la aproximación BN1 que no describe el conocido pico de CTC.

En el caso de colisión con iones multicargados es de esperar que la influencia de la distorsión producida por el potencial coulombiano proyectil-electrón aumente con la carga. En este caso, la aproximación BN1 predice que la dependencia con la carga del proyectil es Z_p^2 . Sin embargo experiencias recientes /6/ demuestran que esta dependencia no es correcta. Como en el caso del pico de CTC se ve la necesidad de tratar correctamente la influencia del proyectil sobre la nube electrónica. La aproximación BN1 solo considera que dicho potencial es el que produce la transición pero no toma en cuenta distorsión alguna debido al largo rango de esta interac_

ción coulombiana. En este sentido la aproximación DWS incluye también un continuo electrón-proyectil en el canal de salida. La aproximación CDW-EIS en cambio, tiene en cuenta distorsiones proyectil-electrón en ambos canales. En el canal de entrada a través de una fase coulombiana y en el canal de salida considerando que el electrón se encuentra en un estado del continuo representado por un producto de dos estados del continuo hidrogenoides centrados en el blanco y en el proyectil /4/. El problema de los dos electrones del He se reduce al de un electrón, considerando que el electrón no ionizado permanece "congelado" durante la colisión. La función de onda inicial del estado ligado se propone como combinación lineal de estados de Slater /7/. En el estado final se elige una carga efectiva Z_f del blanco a partir de la energía ϵ_i del átomo en el estado inicial tal que $\epsilon_f = (-2 \epsilon_i)^{1/2}$.

En la figura 1 se muestran resultados teóricos y experimentales para la colisión $Ne^{10+} + He$ a una energía de impacto de 5 MeV/amu. Se grafica el cociente entre las secciones eficaces doble diferenciales para $Ne^{10+} + He$ y $H^+ + He$, dividido por la carga del proyectil al cuadrado, en función de la energía del electrón eyectado para tres ángulos distintos de eyección ($\theta = 30^\circ, 90^\circ$ y 150°). Como se mencionó anteriormente, en la aproximación BN1, la única dependencia con la carga del proyectil viene dada por un factor Z_p , por lo cual en esta figura el resultado sería el valor constante 1, para cualquier ángulo y energía. Sin embargo, los resultados experimentales discrepan con este comportamiento. Se ve que hay una mayor producción de electrones eyectados hacia adelante ($\theta < 90^\circ$), disminuyendo la misma al aumentar el ángulo. Este hecho se debe a la fuerte distorsión de la nube electrónica en relación con la carga del proyectil. La aproximación CDW-EIS reproduce cualitativamente los resultados.

En la figura 2 se muestran resultados teóricos y experimentales de secciones eficaces simple diferenciales, en función de la energía del electrón eyectado, para las colisiones $C^{6+} + He$, $O^{8+} + He$ y $Ne^{10+} + He$ a una energía de impacto de 5 MeV/amu. Se grafican las aproximaciones BNL y CDW-EIS observándose un buen acuerdo con los resultados experimentales. Una detallada presentación de resultados correspondientes a otras secciones eficaces simple y doble diferenciales se realizará durante la conferencia.

Concluimos que para $Z_p > 1$ se observa una distribución preferencial de producción de electrones hacia adelante en relación con el caso de impacto de protones. Una descripción cualitativa de los experimentos se obtiene incluyendo en los modelos teóricos, funciones de distorsión asociadas con la interacción proyectil-electrón.

- /1/ D.H. Madison, Phys. Rev. A 8, 2449 (1973).
- /2/ A. Salin, J. Phys. B: Atom. Mol. Phys. 5, 979 (1972).
- /3/ D.S.F. Crothers y J.F. McCann, J. Phys. B: Atom. Mol. Phys. 16, 3228 (1983).
- /4/ P.D. Fainstein y R.D. Rivarola (1986a) a presentarse para su publicación.
- /5/ R.D. Rivarola y P.D. Fainstein (1986b) a publicarse en Nuclear Instruments and Methods.
- /6/ Platten et al (1986), comunicación privada. Trabajo realizado en el Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung Berlin (Alemania Federal).
- /7/ E. Clementi y C. Roetti, At. Data Nucl. Data Tables 14, 177 (1974), tabla 1.

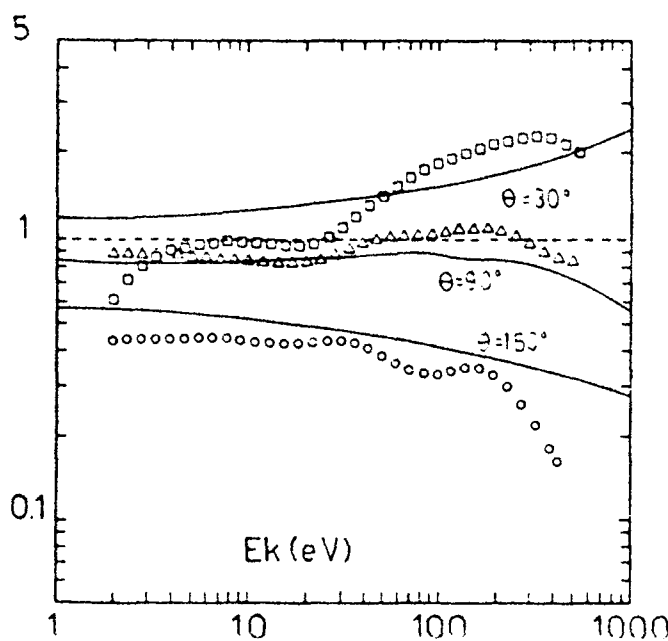


Figura 1

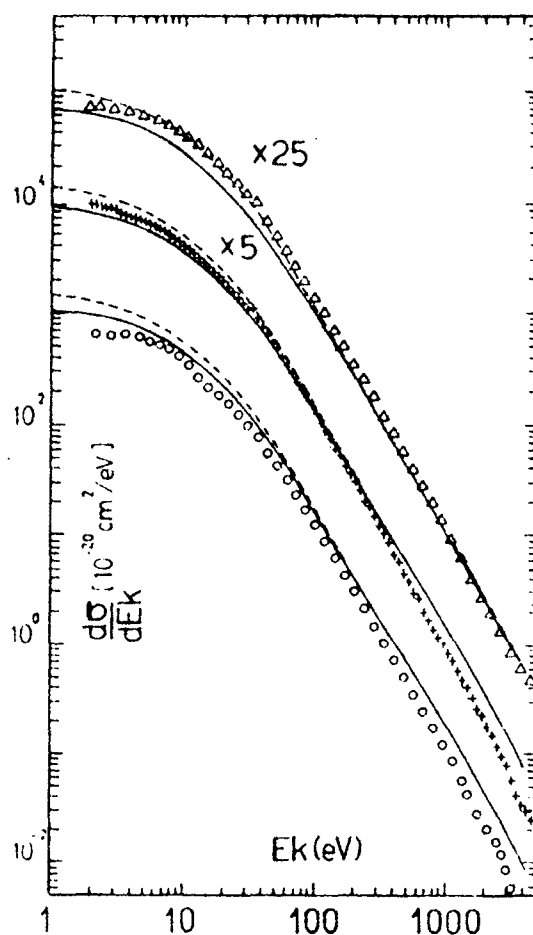


Figura 2

Figura 1: Cociente entre las secciones eficaces doble diferenciales para la ionización de He por Ne^{10+} y H^+ , a una energía de impacto de 5 MeV/amu dividido por 100, en función de la energía del electrón eyectado (E_k) para tres ángulos de eyección $\theta = 30^\circ$ ($\square$), 90° (Δ) y 150° ($\circ$). Teoría: (---) BN1; (—) CDW-EIS. Experimentos: Platten et al /6/.

Figura 2: Sección eficaz simple diferencial en función de la energía de eyección electrónica (E_k), para ionización de He por impacto de iones de C^{6+} ($\circ$), O^{8+} ($+$) y Ne^{10+} (Δ) con una energía de 5 MeV/amu. Teoría: (---) BN1; (—) CDW-EIS. Experimentos: Platten et al /6/.