

INTERCAMBIO DE CARGA ENTRE IONES MULTICARGADOS Y
HELIO NEUTRO

L. OPRADOLCE

Instituto de Astronomía y Física del Espacio

RESUMEN:

En numerosos plasmas astrofísicos y de laboratorio -notablemente el medio interestelar, las nebulosas planetarias, las galaxias de Seyfert, los plasmas Tokamak, etc.- la abundancia de los iones multi-cargados está en gran parte controlada por las reacciones de intercambio de carga que éstos efectúan con el gas neutro (McCarroll y Valiron 1978, Péquignot y colaboradores 1978, Péquignot 1980, Miller y colaboradores 1974).

En casos favorables su tasa de reacción excede en varios órdenes de magnitud a la recombinación radiativa según lo muestran los cálculos teóricos de McCarroll y Valiron (1976, 1979) sobre las reacciones $\text{Si}^{+2}+\text{H}$ y $\text{N}^{+3}+\text{H}$ en el medio interestelar.

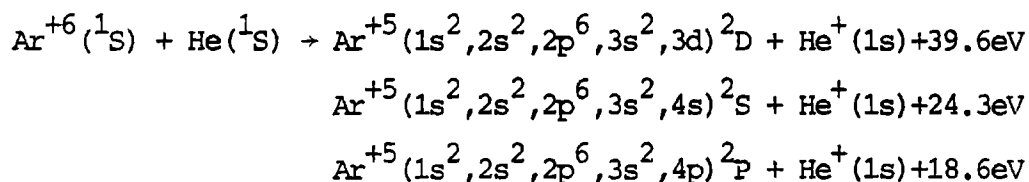
En el dominio de bajas energías (inferiores a algunos eV)¹ no existen medidas de laboratorio de secciones eficaces de intercambio de carga y las estimaciones se realizan a partir de modelos teóricos. De gran interés es entonces estimar la validez de estos cálculos teóricos.

El sistema $\text{Ar}^{+6}-\text{He}$ ha sido estudiado experimentalmente entre 1 y 100 KeV por Muller y Salzborn (1976), Afrosimov y otros (1977) y Panov (1980). Fueron medidas las secciones eficaces totales de captura electrónica para el simple y doble intercambio y también para los diferentes estados del Ar^{+5} en que queda el electrón capturado. Estos experimentos muestran que el simple intercambio de carga es tres veces más probable que el doble y que la reacción conduce a poblar selectivamente los niveles excitados 3d, 4s y 4p del ion Ar^{+5} .

Puesto que en la gama de energías experimentales la velocidad relativa de los iones es más pequeña que la velocidad "orbital" de los electrones, el modelo molecular utilizado a bajas energías para tratar la colisión es aún válido.

Dentro de este modelo presentamos los resultados de secciones eficaces totales de intercambio de carga entre 1 y 100 KeV para dicho sistema:

¹ 1eV = 11606°K



Primeramente utilizando el método del potencial modelo desarrollado por Valiron (1976) se calcularon las curvas de energía potencial del ion molecular $(\text{ArHe})^{+6}$. La existencia de tres pseudocruces entre estados Σ a distancias internucleares intermedias confirma que el intercambio de carga se produzca en los niveles excitados $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 n\ell$ ($n\ell$: 3d, 4s, 4p) del Ar^{+5} .

Los elementos de matriz del operador de acoplamiento radial haciendo intervenir el canal de entrada $[\text{Ar}^{+6} + \text{He}]$ y los tres canales más probables de salida $[\text{Ar}^{+5*} + \text{He}^+]$ se obtuvieron por derivación numérica de la función de onda molecular. Como era de esperar resultaron sólo apreciables en las inmediaciones de los pseudocruces. Se despreció el acoplamiento rotacional entre estados Π y Σ .

Las amplitudes de transición necesarias al cálculo de las secciones eficaces se obtuvieron por integración numérica de las ecuaciones acopladas semiclásicas y también por la fórmula de Landau-Zener.

En su conjunto los resultados están en buen acuerdo con las experiencias y puede concluirse que los modelos utilizados a bajas energías son justificados.

REFERENCIAS:

- Afrosimov V.V.; Basalaev A.A.; Panov M.N. y Leiko G.A.: 1977, JEPT Lett. 26, 537.
- McCarroll R. y Valiron P.: 1976, Astron.Astrophys. 53, 83.
- " " " 1976, Journal de Physique 39, C1-52.
- " " " 1979, Astron.Astrophys. 78, 177.
- Miller B.; Gould R.W.; Frieman E.A. y Trivelpiece A.W.: 1974, Review Research, ERDA-39, 145.
- Muller A. y Salzborn E.: 1976, Physics Letters 59A, 19.
- Panov M.N.: 1980, "Electronic and Atomic Collisions" XI ICPEAC, Invited Papers and Progress Reports, 437.
- Péquignot D.; Stasinska G. y Aldrovandi S.M.V.: 1978, Journal de Physique 39, C1-164.
- Péquignot D.; Aldrovandi S.M.V. y Stasinska G.: 1978, Astron.Astrophys. 63, 313.
- Péquignot D.: 1980, Astron.Astrophys. 83, 52.
- Valiron, P.: 1976, Thèse de 3e cycle, Université de Bordeaux I, N° 1279.