

Ionização simples e dupla de metano sob impacto de prótons de 0.25-1.5 MeV

Luiz Carlos Rodrigues da Silva¹, Wania Wolff², Eduardo Montenegro e Hugo de Luna

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Sinopse. Seções de choque de ionização simples e fragmentação de metano são apresentadas sob impacto de prótons na faixa de 250-1500keV. Os dados experimentais foram obtidos a partir da espectroscopia de tempo de voo associada a técnica de coincidência múltipla. O padrão de fragmentação do metano simples e - duplamente carregado foi investigado em função da energia de impacto e os resultados experimentais comparados com dados disponíveis na literatura acima de 1MeV.

As experiências foram realizadas no Lacam (Laboratório de colisões atômicas e moleculares) do IF - UFRJ, que dispõe de uma fonte de íons do tipo SNICS II e um acelerador Pelletron 5SDH do tipo tandem de 1,7 MV. Os experimentos foram realizados incidindo prótons com energia de 50keV até 1.5MeV existindo uma faixa de superposição em energia (acima de 1 MeV) com os únicos dados disponíveis na literatura [1].

Na maior parte dos processos de colisão, um elétron da molécula do metano é ejetado resultando um íon molecular transiente, que se desexcita ou se dissocia. Somente uma pequena fração das moléculas é duplamente ionizada e dá origem a moléculas de CH_4^{2+} . Estas, por sua vez, se dissociam rapidamente após a colisão em pares de íons, não sendo detectado.

Aplicando a técnica de coincidência entre os dois fragmentos carregados é possível distinguir os pequenos canais de fragmentação gerando pares de íons, aproximadamente duas ordens de grandeza menores do principal canal de ionização simples. Em toda a faixa de energia investigada a molécula-mãe ionizada é a espécie iônica mais abundante. Os canais de fragmentação de pares de fragmentos iônicos investigados estão destacados abaixo inclusive os canais de associação de H com formação de H_2^+ (e, f).

- (a) $\text{H}^+ + \text{CH}_3^+ + 2e$ (b) $\text{H}^+ + \text{CH}_2^+ + \text{H} + 2e$
(c) $\text{H}^+ + \text{CH}^+ + 2\text{H} + 2e$ (d) $\text{H}^+ + \text{C}^+ + 3\text{H} + 2e$
(e) $\text{H}_2^+ + \text{CH}_2^+ + 2e$ (f) $\text{H}_2^+ + \text{CH}^+ + \text{H} + 2e$

Na determinação das seções de choque de ionização simples excluiu-se a contribuição associada à dupla ionização onde no processo de detecção um dos íons do par não é coletado, porém este é registrado como evento de ionização única. Um mapa de coincidência dos pares $\text{H}^+ + \text{CH}_n^+$ está ilustrado na figura 1 para uma energia de impacto de 1 MeV.

As abundâncias relativas dos pares iônicos ao par $\text{H}_2^+ + \text{CH}_2^+$ abaixo de uma energia de impacto de 1 MeV indicam que os diferentes caminhos de fragmentação duplos não são independentes da energia de colisão (vide fig. 2).

A ionização simples é predominante no regime de energias intermediárias e a partir das seções de choque absolutas de ionização simples e parciais de fragmentação podemos estimar a contribuição dos orbitais moleculares ionizados na colisão na formação dos fragmentos iônicos.

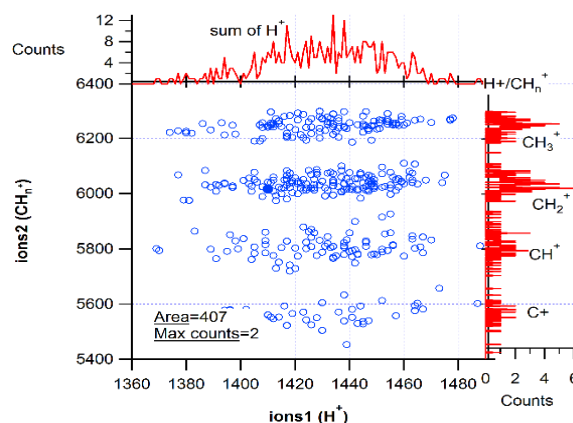


Figura 1 - Mapa de coincidência dos pares iônicos $\text{H}^+ - \text{CH}_n^+$ formados pelo impacto de prótons de 1.0 MeV

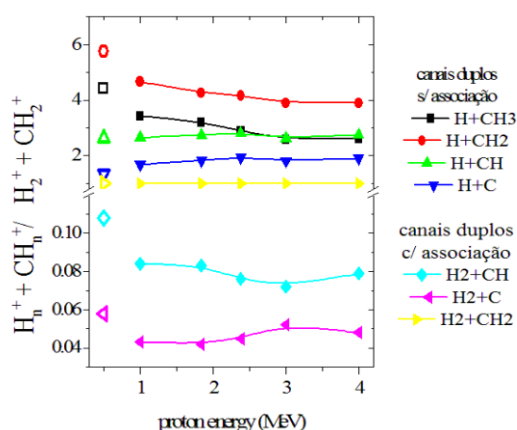


Figure 2 – Abundância relativa dos canais de fragmentação duplos relativos ao canal $\text{H}_2^+ + \text{CH}_2^+ + 2e$ em função da energia de impacto; símbolo aberto: este trabalho, símbolo fechado : ref. [1].

Referência

- [1] I. Ben-Itzhak, K. D. Carnes, D. T. Johnson, P. J. Norris and O. L. Weaver 1994, Phys Rev A 49, 881