

Formação do He^- a partir da captura de dois ou três elétrons

N.V. de Castro Faria, F.L.Freire Jr. e A.G. de Pinho
Departamento de Física, PUC/RJ, 22453, Rio de Janeiro, Brasil

São apresentadas neste trabalho as seções de choque para captura eletrônica dupla ou tripla pelo He^+ e He^{++} , respectivamente, levando à formação do He^- . Foram usados como alvos o He (apenas no primeiro caso), Ne, Ar e Kr.

Os feixes primários foram sempre feixes He^+ extraídos do Van de Graaff de 4 MV da PUC/RJ. As energias cobriam a faixa 0,75-4,00 MeV no caso de captura dupla e 1,0-3,0 MeV no caso de captura tripla. Um feixe de He^{++} livre do contaminante H_2^+ não pode ser extraído diretamente da fonte rf. Neste caso o feixe He primário passa por uma câmara gasosa, mantida a cerca de 50mTorr por bombeamento diferencial, onde ele perde seu elétron transformando-se em feixe He^+ que é então analisado magneticamente.

Uma vez analisados, os feixes são colimados e enviados à câmara de espalhamento, também com uma célula gasosa e bombeamento diferencial. O diferencial de pressão foi de 1 000:1 sendo a pressão no interior da célula variada de 2 a 200mTorr. Como os gases alvos eram puros a 99,99%, apenas no caso do He foram necessários cuidados especiais para remover contaminantes condensáveis através de uma alimentação refrigerada com nitrogênio líquido. O feixe emergente da câmara atravessa um outro eletroímã, mais exatamente o "switching magnet" do nosso sistema, e era possível ter simultaneamente em cada uma das linhas de saída um estado de carga diferente: He^- , He, He^+ e He^{++} . O feixe negativo foi contado com um detetor tipo barreira de superfície com 450mm² de área e o feixe transmitido foi recolhido por um copo de Faraday.

As seções de choque foram obtidas pelo método de crescimento através de um ajuste pelo método de mínimos quadrados da curva $[F^-(\pi) - F^-(0)]/\pi$ contra π , onde π é o número de alvos por cm² do gás-alvo, $F^-(\pi)$ é a fração negativa e $F^-(0)$ a mesma fração medida na ausência de alvo. Como, a menos de termos de ordem superior a π^2 , temos $F^-(\pi) = F^-(0) + A\pi + B\pi^2$, o ajuste linear acima descrito, quando extrapolado a $\pi \rightarrow 0$, dá o coeficiente $A = \sigma_{j1}$ onde j é o estado de carga inicial.

Como o analisador magnético deixa passar na mesma direção partículas carregadas com igual rigidez magnética, a discriminação final de eventuais contaminantes com estado de carga negativa se faz eletronicamente no detetor de estado sólido. A calibração em energia foi feita com os H^- produzidos por feixes H^+ e, independentemente, com uma fonte de Am^{241} . O pico correspondente ao He^- aparece numa região sem nenhuma contagem de fundo. A dupla seleção magnética e o uso de um detetor eliminam a possibilidade de qualquer contaminação plausível na posição do He^- .

As correções devidas ao processo σ_{12} , no caso do feixe He^+ e ao processo σ_{21} , no caso do feixe He^{++} foram feitas com valores experimentais obtidos no laboratório.

As tabelas I e II dão, em cm^2 , as seções de choque $\sigma_{1\bar{1}}$ e $\sigma_{2\bar{1}}$, respectivamente. Os erros experimentais estimados são de 15% exceto para os extremos de baixa energia (≤ 1 meV) ou alta energia (≥ 3 meV) onde elas sobem para 25%.

TABELA I: $\sigma_{1\bar{1}}$

E(MeV)	He	Ne	Ar	Kr
0.75	—	2.17(-22)	1.5(-22)	—
1.00	6.3(-24)	6.50(-23)	2.2(-23)	4.4(-23)
1.50	2.9(-25)	7.38(-24)	3.0(-24)	6.2(-24)
2.00	2.5(-26)	1.20(-24)	8.5(-25)	2.6(-24)
2.50	4.3(-27)	3.16(-25)	2.8(-25)	1.2(-24)
3.00	7.2(-28)	8.00(-26)	1.4(-25)	5.8(-25)
3.50	2.8(-28)	2.88(-26)	6.0(-26)	3.3(-25)
4.00	1.0(-28)	1.21(-26)	3.1(-26)	1.5(-25)

TABELA II: $\sigma_{2\bar{1}}$

E(MeV)	Ne	Ar	Kr
1.0	1.22(-24)	7.5(-25)	2.9(-24)
1.2	2.38(-25)	1.8(-25)	5.0(-25)
1.5	4.24(-26)	3.4(-26)	1.5(-25)
2.0	2.24(-27)	4.1(-27)	3.0(-26)
2.5	2.76(-28)	1.1(-27)	9.0(-27)
3.0	—	3.8(-28)	3.0(-27)

A dependência com a velocidade incidente, v , das seções de choque no trecho em que os gráficos $\log\text{-}\log$ de σ contra E são lineares indicam que os processos de captura dupla ou tripla se comportam muito aproximadamente como $v^{-2\alpha}$ e $v^{-3\alpha}$, respectivamente, onde α é o expoente obtido nas curvas para captura simples na mesma faixa de velocidade. Esta situação é mais claramente observada quando os alvos são Ne e He. Tal resultado é interpretado como uma indicação de um processo de captura eletrônica independente como já observado^{2, 3, 4} no caso da captura dupla levando à formação do H^- . Porém, devido à diversidade de possíveis estados finais a análise dos resultados é, no caso do He^- , muito mais complexa que no caso do H^- .

Referências

- 1 - N.V. de Castro Faria et al., Z.Phys. D 8, 167 (1988)
- 2 - D.P. Almeida et al., Phys. Rev. A 36, 16 (1987) e Nucl. Instr. Meth. B 24/25, 228 (1987).
- 3 - N.V. de Castro Faria et al., Phys. Rev. A 37, 280 (1988).
- 4 - N.V. de Castro Faria et al., Nucl. Instr. Meth. B 17, 321 (1986).