

[09/09/99 - Painei]

Decaimento γ do ^{101}Tc

FREDERICO ANTONIO GENEZINI, CIBELE BUGNO ZAMBONI

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

MANOEL TIAGO FREITAS DA CRUZ

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Durante os últimos anos, núcleos com muitos nêutrons, próximos da região de massa ~ 100 têm sido extensivamente estudados em função do comportamento transicional a eles associado. Experimentalmente estas investigações são feitas por meio do decaimento beta e por reações nucleares. Entretanto, nota-se que estas investigações foram razoavelmente completas para núcleos par-par, gerando uma grande quantidade de dados experimentais, sendo os núcleos com Z -ímpar pouco explorados. Os isótopos de Rutênio com número de massa ímpar, $93 < A < 103$, pertencem a esta região transicional pois estão situados pouco acima da camada (semi-mágica) fechada de 40 prótons e da camada fechada de 50 nêutrons. No presente estudo foram realizadas medidas de espectroscopia γ e de coincidências $\gamma\gamma$, a partir do decaimento β^- do ^{101}Tc , visando obter informações adicionais de como os estados excitados estão dispostos em termos de energia, posto que trabalhos anteriores [1, 2, 3, 4, 5] apresentam muitas discrepâncias.

1 Procedimento experimental

As fontes radioativas de ^{101}Tc ($T_{1/2}=14,3\text{min}$) foram obtidas por meio do decaimento β^- do ^{101}Mo . Para a obtenção da fonte de ^{101}Mo ($T_{1/2}=14,6\text{min}$), irradiou-se cerca de 5mg de ^{100}Mo , enriquecido isotópicamente a 97%, num fluxo de nêutrons térmicos de 10^{13} nêutrons. $\text{cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$, no reator IEA-R1 do IPEN. Os espectros gama dos núcleos de ^{101}Mo e ^{101}Tc foram medidos por 5 meias-vidas sucessivas. Este procedimento permitiu identificar as transições γ associadas ao decaimento do β^- do ^{101}Tc . Foram produzidas 22 fontes totalizando ~ 30 horas de contagem. O espectro de raios γ foi investigado utilizando-se um espectrômetro γ constituído por um detector de Ge(Li) de 35cm^3 (FWHM de 1,89 keV para a transição 1,33 MeV do ^{60}Co). Os valores de energia e intensidade das transições foram calculados por meio de um tratamento estatístico que considera as covariâncias entre os dados [6]. As medidas de coincidências $\gamma\gamma$ foram realizadas utilizando-se um espectrômetro constituído por dois detectores de HPGGe, de 90cm^3 e 45cm^3 . A eletrônica utilizada é do tipo *fast-slow* associada a um controlador multidetector [7]. Para a realização destas medidas foram produzidas 60 fontes de ^{101}Mo resultando na aquisição de 100 espectros multiparamétricos. A análise dos espectros de coincidência foi realizada com o programa BIDIM [7].

2 Resultados e discussão

A energia e intensidade relativa de todas as transições γ foram determinadas com melhor precisão quando comparadas aos trabalhos anteriores. Uma transição com 695,92 keV foi observada pela primeira vez e três transições sugeridas por reações nucleares, por decaimento β^- e captura eletrônica [8], foram confirmados. Esses resultados são apresentados na Tabela I, juntamente com os dados mais recentes da literatura [4], para comparação.

Tabela I: Energias e intensidades relativas dos raios γ do núcleo ^{101}Ru

Presente Estudo		Hammed <i>et al</i>	
Energia (keV)	Intensidade (%)	Energia (keV)	Intensidade (%)
—	—	72,5 (1)	0,11 (6) ^[5]
—	—	84,8 (1)	0,47 (7) ^[5]
127,120 (21)	31,37 (38)	127,2	29,5 (12)
175,032 (234)	0,28 (6)	174,9	0,39 (9) ^[2]
179,359 (20)	6,73 (15)	179,7	6,5 (5)
183,944 (20)	19,90 (23)	184,1	18,1 (9)
233,39 (4)	2,74 (19)	233,7	3,01 (25)
238,487 (26)	3,664 (20)	238,3	3,5 (3)
281,75 (35)	0,31 (18)	281,6	0,30 (8)
295,27 (4)	1,22 (13)	295,3	0,83 (20)
306,782 (13)	1000	306,8	1000
311,60 (9)	2,82 (8)	311,3	2,5 (5)
321,67 (22)	0,32 (7)	322,1	0,41 (9)
351,05 (31)	0,28 (9)	351,9	0,9 (2) ^[5]
383,86 (29)	0,60 (12)	383,8	0,47 (14)
393,34 (5)	1,23 (11)	393,3	1,23 (22)
—	—	413,0 (5)	0,22 (5) ^[5]
422,6 (6)	0,28 (8)	422,4	0,36 (10)
489,05 (15)	0,696 (35)	489,1	0,52 (14)
516,0 (6)	1,21 (13)	516,1	1,19 (18)
531,602 (15)	11,69 (11)	531,4	11,5 (8)
545,271 (9)	66,57 (22)	545,1	67,8 (24)
—	—	602,8 (5)	0,11 (6) ^[5]
617,40 (13)	0,85 (5)	616,3	0,63 (5)
622,45 (9)	1,18 (6)	621,9	0,99 (11)
627,058 (21)	1,62 (6)	627,1	5,1 (4)
631,74 (20)	0,48 (6)	631,7	0,49 (7)
673,62 (35)	0,37 (7)	673,4	0,45 (10)
—	—	694,3	13,0 (41) ^[3]
695,92 (9)	2,14 (19)	—	—
715,746 (27)	8,07 (15)	715,6	7,4 (6)
720,16 (24)	2,54 (7)	720	2,52 (23)
810,57 (32)	0,51 (12)	811,2	0,78 (20)
842,83 (4)	2,61 (14)	842,8	2,54 (16)
912,14 (12)	1,2 (5)	911,6	0,91 (22)
928,93 (10)	1,40 (10)	928,6	1,40 (18)

No esquema de decaimento proposto para o núcleo ^{101}Ru , 31 transições foram posicionadas em 12 níveis de energia, sendo o nível a 1218,95 keV observado pela primeira vez. Na elaboração deste esquema levou-se em consideração as informações já estabelecidas para spin e paridade dos níveis [8]. Os valores de ramificação beta e de $\log ft$, associados aos níveis de energia, foram calculados utilizando-se tabelas [10] e as regras de seleção do decaimento beta e gama e são apresentados na Tabela II.

Tabela II: Razão de ramificação do decaimento e $\log ft$ para o núcleo de ^{101}Ru

Energia do Nível (keV)	$\log ft$ *	Razão de ramificação beta		
		Presente Estudo	Wright <i>et al.</i>	Hammed <i>et al.</i>
1218,95 (11)	3,5	0,0122 (9)	—	—
1001,2 (2)	6,6	0,000835 (10)	0,012 (4)	0,00082 (8)
938,47	5,8	0,00763 (2)	0,0081 (5)	0,0085 (2)
928,72	6,2	0,00305 (2)	0,0031 (2)	0,0028 (1)
842,78	5,6	0,01822 (2)	0,0194	0,0191 (5)
720,0	6,9	0,0018 (1)	0,0014 (2)	0,0019 (1)
616,3	6,2	0,00997 (3)	—	—
545,08	5,5	0,00579 (1)	0,064 (4)	0,0644 (16)
422,3	—	—	~0	—
311,33	7,3	0,00211 (2)	~0	0,0014 (7)
306,85	4,7	0,824 (1)	0,89 (6)	0,903 (2)
127,23	~0	—	~0	—

* calculado usando $Q_{\beta} = 1614$ (24) keV

References

- [1] G. D. O'Kelly, Q. V. Larson, G. E. Boyd, Decay chain ^{101}Mo - ^{101}Tc - *Bull. Am. Phys. Soc.*, 1: 24, 1957.
- [2] W. B. Cook, M. W. Jonhs, Decay of ^{101}Mo and ^{101}Tc - *Can. J. Phys.*, 50: 1957-77, 1972.
- [3] J. F. Wright, W. L. Talbert Jr., A. Vorgh, Decay of ^{101}Mo and ^{101}Tc - *Phys. Rev.*, C12(2): 572-81, 1975.
- [4] M. A. Hammed, T. D. Mac Mahon, A. H. Nabouli, Decay scheme data for ^{101}Mo and ^{101}Tc - *Nucl. Instr. Meth.*, A334: 485-94, 1993.
- [5] N. K. Aras, P. Fettweis, G. Chilosi, Levels in ^{101}Ru populated by the decay of ^{101}Tc - *Nucl. Phys.*, A169: 209-24, 1971.
- [6] G. O. Kenchian. *Tese de Doutorado - Instituto de Física da Universidade de São Paulo*, Espectroscopia Gama do ^{100}Rh , 1996.
- [7] Z. O. G. Filho. *Tese de Mestrado - Instituto de Física da Universidade de São Paulo*, Medidas Precisas de Energias de Transições Gama em coincidência: Espectroscopia das Séries do ^{232}U e ^{233}U , 1999.
- [8] R. B. Firestone, V. S. Shirley, Table of Isotopes, Vol I, 8^a ed., Wiley, New York, 1996.
- [9] L. R. Heath, ANCR - 1000 -2, 1974.
- [10] N. B. Gove, M. J. Martin - *Logft Tables - Nuclear Data Tables*, A10: 206-25, 1971.

[09/09/99 - Painel]

Study of the $^{99}\text{Ru}(d,p)^{100}\text{Ru}$ reaction

CLÉBER LIMA RODRIGUES, MÁRCIA REGINA DIAS RODRIGUES, JOSÉ LUCIANO MIRANDA DUARTE, THEREZA BORELLO-LEWIN, LÍGHIA BRIGITTA HORODYNSKI-MATSUSHIGUE, MARCEL DUPRET LOPES BARBOSA, GEORGE BARBOSA DA SILVA, GILBERTO MITSUO UKITA
Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil

The present study, which is part of an effort [1] to understand the structure of the Ru isotopes with the aim of assessing the degree of similarity between the odd isotopes and their even neighbors, involves the analysis of the reaction $^{99}\text{Ru}(d,p)^{100}\text{Ru}$. The isotopes ^{101}Ru and ^{99}Ru are the only two stable odd-isotopes in the Ru chain. There exists a previous study of the $^{99}\text{Ru}(d,p)^{100}\text{Ru}$ reaction [2], but it is poor, analysing excitation energies up to 1.3 MeV, observing only 2 levels (the ground and the 2_1^+ states). The present work employed a thin and uniform target, made from an isotopically enriched Ru powder evaporated onto a thin carbon backing. The deuteron beam of 15 MeV was extracted from the SNICS ion source by means of a Ti^2H_2 cathode, specially developed by the group for the systematic Ru studies which are underway. Data were taken using the Pelletron-Enge Magnetic Spectrograph facility, with nuclear emulsion plates as detector at the focal surface, a technique which has been responsible for obtaining high-quality data. The spectra of the transfer reaction were registered at 6 angles (8° , 15° , 18° , 28° , 35° and 45°). In a preliminary analysis, it was possible to identify 12 levels with excitation energies up to 2.6 MeV and about other 20 possible levels with excitation energies between 2.6 MeV and 4.2 MeV, but to definitely recognize these levels it is necessary to complete the analysis of the spectra at all angles.