

## НУКЛЕАРНИ ЗАХВАТ $K^-$ МЕЗОНА У ФОТОНУКЛЕАРНОЈ ЕМУЛЗИЈИ

*Јелена Костић-Симоновић и Димитијар Качурков*

Негативни  $K$  мезони који се зауставе у нуклеарној емулзији, могу бити захваћени од атома, при чему се почетни процес захвата састоји у избацивању једног од орбиталних електрона. Претпоставља се да је  $K^-$  мезон захваћен у Bohr-овој орбити са врло великим главним квантним бројем  $n$ . Овако створени систем тзв. мезонски атом, нестабилан је и преко електромагнетних прелаза — уз емисију фотона или Auger-ових електрона — нагло губи своју енергију екситације падајући у нижа енергетска стања, када може да буде захваћен од самог језгра, односно када ступа у међусобно дејство са нуклеонима.

Захват негативних  $K$  мезона у нуклеарној емулзији је комплексан процес. Због сложеног састава саме емулзије захват се дешава или на сребру и брому или у слоју желатина. Обзиром да се ова реакција одвија у самом језгру њен исход ће зависити од врсте језгра у коме настаје. При интеракцији са језгрима емулзије  $K^-$  мезон може да ступа у међусобно дејство или са нуклеонима (једним или више) који се налазе у тешким језгрима (сребро, бром) или пак са нуклеонима из лаких језгара (угљеник, азот, кисеоник). Теоријска и експериментална испитивања су показала да се захват заустављених  $K^-$  мезона одиграва на нуклеарној површини [1] — [7]. То значи да се овакве интеракције на тешким језгрима разликују од интеракција на лаким, јер могућност настајања истих зависи од врсте расположивих нуклеона у тој области. За лака језгра се може претпоставити да су густине протона и неутрона на нуклеарној површини сличне. Међутим, код тешких језгара као да то није случај. Код њих изгледа да нуклеарна површина обилује вишком неутрона. И експерименти са заустављеним  $K^-$  мезонима у тешким језгрима емулзије су довели до таквог закључка. [6], [7]. На тај начин нуклеарни захвати заустављених  $K$  мезона у нуклеарној емулзији могу да послуже као сонда за испитивање нуклеарне површине и да пруже информације о релативним густинама протона и неутрона у делу нуклеарне површине.

У нашем раду употребљен је блок нуклеарних емулзија типа Ilford K-5, чија је композиција следећа: 4% водоника, 33. 8% лаких и 25. 6% тешких елемената. Емулзије су биле озрачене снопом заустављених  $K^-$  мезона са протон-синхротрона у CERN-у. Методом тзв. area scanning сакуп-

љене су све интеракције  $K$  мезона које формирају „звезде“ захвата са једним или више трагова. Скенирање у техничкој терминологији означава трагање за одређеним физичким догађајем фиксираним у емулзији. Помоћу ове методе на прегледаној области је нађено 1325 догађаја. Затим је, на основу установљених критеријума, извршена дискриминација захвата на различитим језгрима. Као мерило за захвате на лаким језгрима узима се присуство кратких трагова од 2 до 30 микрона [8], [9], [10], пошто Coulomb-ова баријера у тешким језгрима не дозвољава емисију наелектрисаних честица са релативно ниским кинетичким енергијама. С друге стране, емисија спорих електрона, тзв. мезонски Auger-ов ефекат, служи као индикација да је захват на тешком језгру [10] – [15]. На супрот томе, присуство ових електрона у лаким језгрима је незнатно, до 4% [11], [16]. И најзад, као трећи критеријум примењивано је рачунање укупног наелектрисања свих трагова у „звезди“ захвата. Уколико је укупни број  $n$  свих тешких трагова (сивих и црних) [17] већи од 6, сматра се да је порекло захвата у тешком језгру [18], [19], претпостављајући да је наелектрисање сваке честице бар једнако јединици.

Сваки центар регистроване „звезде“ посматран је детаљно под великим увећањем микроскопа – 1350 пута. При томе је обрађена пажња на пратеће кратке трагове „recoil“-а, blob-а или електрона. Recoil претставља језгро узмака лаког елемента и има дужину у домену од 1 до 5 микрона. Под blob-ом се подразумева група компактних зрна са дометом крајним од 1 микрона и сматра се најчешће да му је порекло из тешког језгра. После овог разматрања одређен је укупан број  $n$  сивих и црних трагова за сваку звезду посебно. У табели I је дата класификација свих захвата на основу поменутих критеријума.

Табела I

захват на лаким језгрима		захват на тешким језгрима	
критеријум	бр. догађаја	критеријум	бр. догађаја
recoil, $n < 6$	224	електрон, $n < 6$	127
2 recoil, $n < 4$	46	електрон, сек. „звезда“	46
recoil, електрон	22	blob, електрон	115
без пратећих кратких трагова	248	recoil, више blobova, електрон	48
са сек. „звездом“, $n < 3$ и повезујући траг у сек. звезди дужи од 10 микрона [20]	36	blob	202
		више blobova	142
		$n > 6$	29
		сек. „звезда“ са повезујућим трагом крајним од 10 микрона [20]	40
Укупно	576	Укупно	749

Из табеле закључујемо следеће: од 1325 интеракција  $K^-$  мезона у миру 749 догађаја је из тешких језгара или  $56.5 \pm 1.7\%$  и 571 је из лаких или  $43.5 \pm 1.4\%$ . При томе је фреквенција емисије спорих електрона  $44.5 \pm 2\%$  из тешких и  $3.8 \pm 0.2\%$  из лаких језгара. Приликом разматрања ових случајева пронађен је, узгредно и изванредан број интеракција  $K^-$  мезона са језгрима водолика у емулзији. О овим интеракцијама се сазнаје преко „звезда“  $K^-$  захвата које производе по два наелектрисана трага,  $\Sigma^\pm$  хиперон и  $\pi^\mp$  мезон, које су емитоване под углом од  $180^\circ$  и имају моноенергетске домете, захваљујући одржању импулса и енергије претпостављене реакције:  $K^- + p \rightarrow \Sigma^\pm + \pi^\mp$ . Број ових догађаја је незнатан и изражен у процентима износи  $0.7 \pm 0.2\%$ .

Резултати нашег испитивања су сасвим у складу са раније објављеним подацима [11], [21] [22] и недвосмислено говоре о томе да постоји већа вероватноћа да заустављени  $K^-$  мезон буде захваћен од неког тешког језгра него од лаког. Повезујући ову чињеницу са теоријом о механизму периферног захвата заустављеног  $K^-$  мезона [1], [3] може се грубо закључити да  $K^-$  мезони ступају више у међусобно дејство са неутронима него са протонима.

Да би се детаљно испитао механизам разматраних интеракција потребно би било, у следећем кораку, извршити потпуну анализу свих продуката интеракција  $K^-$  мезона.

#### L I T E R A T U R A

- [1] J. Johnes, Phil. Mag. 3, 33, 1958
- [2] D. H. Wilkinson, Phil. Mag. 4, 215, 1959
- [3] A. D. Martin, N. Cim. 27, 1359, 1963
- [4] J. Eisenberg et al., N. Cim. 11, 351, 1959
- [5] O. R. Frish, Prog. Nucl. Phys. 9, 155, 1964
- [6] D. H. Davis et al., N. Phys. B1, 434, 1967
- [7] E. H. S. Burhop, N. Phys. B1, 437, 1967
- [8] M. Demeur et al., N. Cim. 4, 509, 1956
- [9] G. Grote et al., N. Cim. 14, 532, 1959
- [10] S. P. Lovell et al., N. Phys. B5, 381, 1958
- [11] M. Csejthey-Barth et al., Univ. de Brux. Bull. 4, 1962
- [12] J. Lemonne et al., N. Cim. 34, 529, 1964
- [13] G. Brown et al., Phil. Mag. 2, 777, 1957
- [14] G. T. Condo, R. D. Hill. Phys. Rev. 129, 388, 1963
- [15] E. B. Chesik et al., Phys. Rev. 112, 1810, 1958
- [16] G. T. Condo et al., Phys. Rev. 133, 1280, 1964
- [17] B. Bowmik et al., N. Cim. 14, 315, 1959
- [18] H. Spitzer, Diplomarbeit, Univ. Hamburg, 1964
- [19] D. M. Harmsen et al., Phys. Lett. 9, 274, 1964
- [20] B. D. Johnes et al., Phys. Rev. 127, 236, 1962
- [21] R. D. Hill, Suppl. N. Cim. 19, 83, 1961
- [22] A. Pevsner, N. Cim. 19, 409, 1961

NUCLEAR CAPTURE OF  $K^-$  MESONS IN PHOTONUCLEAR EMULSIONS

*Jelena Kostić-Simonović, Dimitar Kačurkov,*  
Summary

In this work 1325  $K^-$  interaction stars due to the  $K^-$  capture on complex emulsion nuclei have been investigated. Making the use of established criterions the events were classed with respect to their interactions on light and heavy elements. The probability for capture of  $K^-$  mesons on heavy and light nuclei was  $0.57 \pm 0.02$  and  $0.43 \pm 0.01$ , respectively. On the other hand, the number of  $K^-$  meson interactions with hydrogen is negligible,  $0.7 \pm 0.2\%$ . These results suggest that a majority of events occur on heavy nuclei. Connecting this data with the theoretical aspect of peripheral  $K^-$  meson capture at rest, we can say that roughly the probability of  $K^-$  meson interactions with neutrons is higher as compared to protons.