



ЦЕНТР ДАННЫХ ФОТОЯДЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

# ФОТОЯДЕРНЫЕ ДАННЫЕ

P H O T O N U C L E A R   D A T A

## № 8 1984

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

1985



МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

---

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ЦЕНТР ДАННЫХ ФОТОЯДЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В.В.Варламов, Н.А.Ленская, А.П.Черняев

ФОТОЯДЕРНЫЕ ДАННЫЕ - 1984

Информационный бюллетень

№ 8

Издательство Московского университета

1985

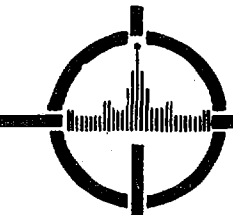
Варламов В.В., Ленская Н.А., Черняев А.П. Фотоядерные данные - 1984. Информационный бюллетень № 8. - М.: изд-во Моск. ун-та, 1985, 82 стр., 1 табл.

Настоящий информационный бюллетень включает в себя сведения об экспериментальных работах, посвященных исследованию фотоядерных процессов в атомных ядрах и опубликованных в 1984 году в периодической литературе.

077/02/-85-заказное



Издательство Московского университета, 1985 г.



ЦЕНТР ДАННЫХ ФОТОЯДЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
119899 Москва, Ленинские горы, МГУ, НИИЯФ

CENTRE FOR PHOTONUCLEAR EXPERIMENTS DATA  
Institute of Nuclear Physics, MSU, 119899, USSR

Настоящий Информационный бюллетень подготовлен Центром данных фотоядерных экспериментов Научно-исследовательского института ядерной физики Московского государственного университета.

Бюллетень включает в себя сведения о работах, опубликованных в течение 1984 года в периодической научной литературе и посвященных экспериментальному исследованию ядерных реакций под действием фотонов, электронов и процессов радиационного захвата. В сборник включены работы, выполненные в области энергий возбуждения атомных ядер, заключенной между нуклонным и мезонным порогами. Бюллетень содержит сведения о самих работах, особенностях использованных экспериментальных методик, основных полученных физических результатах, а также библиографию и авторские аннотации работ, авторский указатель.

Кроме подготовки изданий информационного характера Центр данных фотоядерных экспериментов компилирует в рамках международного обменного формата EXFOR экспериментальные данные по фотоядерным реакциям, полученные в работах советских авторов.

Надеюсь, что обмен информацией между Центром данных фотоядерных экспериментов и физиками, работающими в области фотоядерных исследований, будет способствовать прогрессу этих исследований.

Руководитель  
Центра данных фотоядерных экспериментов,  
профессор

Head  
of the Centre for Photonuclear Experiments Data,  
Professor

The present information bulletin has been prepared in the Centre for Photonuclear Experiments Data at the Institute of Nuclear Physics of the Moscow State University.

The bulletin includes information about the works that has been published during 1984 in the periodical scientific literature, and is devoted to the experimental investigation of nuclear reactions with photons, electrons and the processes of radiative capture. The works carried out in the excitation energy range between nucleon and meson thresholds are included. The bulletin contains information about the works themselves, features of the experimental methods used, fundamental physical results obtained, and also the bibliography and author abstracts of the works, and the author index.

In addition to the preparation of the information publications, the Centre for Photonuclear Experiments Data compiles, by means of international exchange format EXFOR, the experimental photonuclear reaction data obtained in the works of Soviet authors.

I hope that information exchange between the Centre for Photonuclear Experiments Data and physicists that are working in the field of photonuclear studies will assist in the progress in these studies.



Б.С. ИШХАНОВ

B.S. ISHKHANOV



В.В.Варламов, Н.А.Ленская, А.П.Черняев

Научно-исследовательский институт ядерной  
физики МГУ

Центр данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ)

V.V.Varlamov, N.A.Lenskaya, A.P.Chernyaev

Institute of Nuclear Physics of MSU

Centre for Photonuclear Experiments Data (CDFE)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий информационный бюллетень является продолжением бюллетеней № 1-7, опубликованных ранее.

Бюллетень № 8 включает в себя таблицу фотоядерных данных, в которой систематизированы результаты экспериментальных исследований, опубликованных в 1984 году, аннотации работ и авторский указатель.

При подготовке информационного бюллетеня № 8 были использованы указанные советские и иностранные журналы.

PREFACE

The present information bulletin is the continuation of bulletins No. 1-7 which have been published previously.

The bulletin No.8 includes the table of photonuclear data, in which the results of the experimental studies published in 1984 are systematized, abstracts of papers, an author index.

In the preparation of information bulletin No.8 the following Soviet and foreign journals have been used.

1. Ядерная физика
2. Изв. АН СССР. Сер. физическая
3. Изв. АН Каз.ССР. Сер. физико-математическая
4. Изв. АН Лат. ССР. Сер. физических и технических наук
5. Письма в ЖЭТФ
6. Атомная энергия
7. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физика. Астрономия
8. Известия высших учебных заведений. Физика
9. Украинский физический журнал
10. Сб. "Проблемы ядерной физики и космических лучей". Харьков
11. Сб. "Вопросы атомной науки и техники". Серия: Общая и ядерная физика
12. Сб. "Вопросы атомной науки и техники". Серия: Ядерные константы
13. Nuclear Physics, A
14. Physics Letters, B
15. Physical Review, C
16. Physical Review Letters
17. Zeitschrift für Physik, A
18. Canadian Journal of Physics
19. Australian Journal of Physics
20. Journal of Physical Society of Japan
21. Journal of Physics G: Nuclear Physics
22. Nuclear Instruments and Methods
23. Il Nuovo Cimento

## ПОЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦЕ

В таблицу "ФОТОНУКЛЕЯРНЫЕ ДАННЫЕ" включены сведения о работах, содержащих информацию об электромагнитных возбуждениях в атомных ядрах, кроме результатов исследования процессов радиационного захвата тепловых нейтронов, имеющих весьма специфическую природу.

Включенные в таблицу экспериментальные результаты относятся к области энергий возбуждения, заключенной между нуклонным и мезонным порогами.

Экспериментальная информация в таблице приводится, как правило, отдельно для каждого из исследованных ядер, расположенных в порядке возрастания атомного номера элемента (в ограниченном числе случаев допущены исключения из этого правила, вызванные соображениями удобства расположения информации). Принципы, положенные в основу построения таблицы, хотя и приводят к некоторым повторениям, облегчают пользование таблицей.

Термины, обозначающие графы таблицы, имеют следующее содержание:

- "NUCLEUS" - символ элемента с указанием массового числа (слева выше); в случае использования мишени из естественной смеси изотопов массовое число не указывается;
- "REACTION" - символ реакции вне зависимости от способа ее исследования и исследованного канала (указано далее); например, фотонейтронная реакция, исследованная с помощью  $\gamma$ -квантов, сопровождающих распад уровней конечного ядра, обозначается  $(\gamma, n)$ ; реакция радиационного захвата обозначается  $(p, \gamma)$ ,  $(\alpha, \gamma)$  и так далее, несмотря на то, что в большинстве случаев речь идет лишь о канале образования конечного ядра в основном состоянии; в случае (квази-) монохроматического  $\gamma$ -излучения используется символ " $\gamma$ ";

## EXPLANATION OF TABLE

Table "PHOTONUCLEAR DATA" contains information about the electromagnetic excitations in atomic nuclei with the exception of the results of studies of the processes of radiation capture of thermal neutrons, which are of highly specific nature.

The experimental results included here refer to the excitation energy region between the nucleon and meson thresholds.

Experimental information is given, as a rule, separately for each of the studied nuclei in the order of increasing atomic number of the element (there are few exceptions made for the convenience of presentation of the material). The principles underlying the arrangement of the table, though sometimes lead to repetitions, facilitate the use of it.

The terms designating the columns of the table are as follows:

- is the element symbol with the mass number (left, above) indicated; when a target made of a natural mixture of isotopes is used, the mass number is not indicated;
- is a symbol of reaction regardless the method of its investigation and the channel under study (indicated later); for instance, a photoneutron reaction studied using the de-excitation of  $\gamma$ -quanta is denoted by  $(\gamma, n)$ , the radiative capture reactions are designated as  $(p, \gamma)$ ,  $(\alpha, \gamma)$ , and so forth, despite the fact that it is only the channel of formation of the final nucleus in the ground state that is discussed in most cases; for the (quasi-)monochromatic  $\gamma$ -radiation the symbol " $\gamma$ " is used.



- "ENERGY" - энергия или область энергий возбуждения (в MeV) в случае реакций с фотонами; для реакций с электронами и для реакций радиационного захвата в ряде случаев приводятся энергии или области энергий налетающих частиц (при этом дается подстрочный символ налетающей частицы, например, в случае реакций с электронами -  $E_e$ );
- "METHOD-DEVICE" - метод получения данных или основной элемент экспериментальной установки;
- "ANGLES" - значения или диапазоны углов (в градусах), для которых проводились измерения;
- "RESULTS" - краткое перечисление основных результатов выполненных измерений и изложение информации, извлекаемой и/или обсуждаемой авторами (упомянутся лишь фактические результаты, приводимые в работах в виде рисунков, таблиц или численных значений);

В данной графе таблицы в случае, если приводятся результаты, относящиеся к реакции иного типа, чем указанная в графе "REACTION", в частности, в случае частичного канала основной реакции, даются соответствующие указания;

"No." - порядковый номер соответствующей работы в списке аннотаций статей.

В тех случаях, когда в работе отсутствуют конкретные данные, соответствующие выделенным графам таблицы (например, при ссылке на ранее опубликованную методику измерений или при новом анализе полученных ранее данных), в графах таблицы дается прочерк " - ".

- is the excitation energy or the energy region (in MeV) for the reactions induced by photons; for electron-induced reactions and for radiative capture the energies or energy range of incident particles is sometimes indicated (then, the incident particle is denoted by a subscript, e.g., for electron-induced reactions -  $E_e$ );
- is the method of data extraction or the principal device of the experimental setup used;
- are the values or ranges of the angles (in degrees) at which measurements were made;
- is a brief list of the main results of the measurements made and the description of information extracted and/or discussed by the authors (only the actual results given in papers as diagrams, tables, or numerical values are mentioned);
- If the indicated results refer to a reaction different from that given in the column "REACTION", in particular for the partial channel of the basic reaction, it is specially mentioned;
- is the index of the work in the list of the abstracts.

In those cases when the work referred to has no specific data corresponding to the columns of table (e.g., in referring to the earlier published methods of measurement or in a new analysis of the previously obtained data) the columns contain the symbol " - ".

ФОТОЯДЕРНЫЕ ДАННЫЕ  
PHOTONUCLEAR DATA

ТАБЛИЦА  
TABLE

NUCLEUS	REACTION	ENERGY (MeV)	METHOD - DEVICE	ANGLES (DEGREES)	RESULTS	No.
1	2	3	4	5	6	7
$^2\text{H}$	(n, J) (J, p)	$E_n = 185$	lead-glass Cherenkov detector	0-65	cross sections	1
$^2\text{H}$	(L, p)	100-255	EΔE	32.5-130.0	spectra of the protons; differential cross sections	2
$^2\text{H}$	(n, J)	$E_n = 61$	magnetic spectrometer	0-180	spectrum of the deuterons; differential cross section	3
$^2\text{H}$	(L, p)	140	EΔE	32.5-130.0	spectra and angular distributions of the protons	4
$^2\text{H}$	(J, n) (J, p)	-	-	-	review of the previously published data: cross sections; angular distributions; polarizations; analyzing powers	5
$^3\text{H}$	(e, e')	$E_e = 29.85-350.00$	magnetic spectrometer	60.0-162.5	spectra and angular distributions of the electrons; differential cross section; form factors	6
$^3\text{He}$	(p, J)	-	-	-	review of the previously published data: angular distributions; cross sections; analyzing powers	5

1	2	3	4	5	6	7
${}^3\text{He}$	(e, e')	$E_e=100-300$	magnetic spectrometer	65-112	energy spectra of ${}^3\text{H}$ ; form factors; cross sections	7
${}^3\text{He}$	(p, $\gamma$ )	9.84-16.12	NaI	30-150	spectra and angular distributions of the photons; cross sections	8
${}^3\text{He}$	(p, $\gamma$ )	$E_p=200-500$	lead-glass Cherenkov detector	28-150	spectra and angular distributions of the photons; differential cross sections; analyzing powers	9
${}^3\text{He}$	(e, e) (e, e')	$E_e=109.1-214.3$	magnetic spectrometer	28	spectra of the electrons; form factors; cross sections	10
${}^3\text{He}$	( $\vec{p}$ , $\gamma$ ) ( $\vec{d}$ , $\gamma$ )	6	Ge(Li); NaI	35-150	cross sections; analyzing powers	11
${}^3\text{He}$	(p, $\gamma$ )	$E_p=100-200$	lead-glass Cherenkov detector	20-160	angular distributions of the photons; differential cross sections	12
${}^3\text{He}$	(e, e'p)	$E_e=318$	magnetic spectrometer	$Q_e=90$	missing energy spectrum	13
${}^3\text{He}$	( $\vec{L}$ , p)	100-250	magnetic spectrometer	110	asymmetry parameters of the cross section	14

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^4\text{He}$	$(J,p)$ $(J,n)$	-	-	-	review of previously published data: angular distributions of the protons; polarizations; cross sections; asymmetries	5
$^4\text{He}$	$(\vec{d}, J)$	$E_{d.} = 9.7$	-	50-140	spectrum of the photons; cross section; analyzing power	15
$^6\text{Li}$	$(J,np)$	$\leq 67$	$E\Delta E$ time-of-flight	84	n-p correlations; quasideuteron transverse momentum distribution; quasideuteron/deuteron cross section	16
$^6\text{Li}$	$(J,xn)$	$\leq 17$	$\text{BF}_3$	4W	cross section	17
$^7\text{Li}$	$(e,e')$	$E_e = 109.2$	magnetic spectrometer	180	spectrum of the electrons; transverse form factors	18
$^7\text{Be}$	$(\alpha, J)$	0.165-1.169	$\text{Ge(Li)}$	45	spectra of the photons; cross sections	19
$^7\text{Be}$	$(^4\text{He}, J)$	$E_{^4\text{He}} = 1.3$	$\text{Ge(Li)}$	0	spectra of the photons; cross section	20
$^9\text{Be}$	$(J, J')$	$\leq 31$	$\text{NaI(Tl)}$	90	cross sections; integrated cross sections	21

1	2	3	4	5	6	7
$^9\text{Be}$	(e,x)	$E_e=100-225$	E $\Delta$ E	78-118	spectra of the heavy ( $Z \gg 2$ ) products; cross sections	22
$^{10}\text{B}$	( $\alpha, \gamma$ )	$E_\alpha=1.03-1.20$	NaI(Tl)	0	yield; energies, spins, parities, widths of the levels; mixing ratios	23
$^{11}\text{B}$	( $\gamma, \gamma'$ ) ( $\gamma, x \gamma'$ )	$\leq 31$	Ge(Li)	135	cross sections; integrated cross sections; partial cross sections	21
$^{11}\text{B}$	( $\alpha, \gamma$ )	8.920-9.274	NaI(Tl); Ge(Li)	55-125	spectra of the photons; resonance strengths;	24
$^{11}\text{C}$		8.105-8.421			energies and widths of resonances; branching ratios	
$^{12}\text{C}$	(e,x)	$E_e=100-225$	E $\Delta$ E	78-118	spectra of the heavy ( $Z \gg 2$ ) products; cross sections	22
$^{12}\text{C}$	( $\gamma, \gamma$ )	$\leq 400$	NaI(Tl)	115	cross section; form factor	25
$^{12}\text{C}$	(e,e')	$E_e=150.6$	energy-loss spectrometer	180	spectrum of the electrons	26
$^{12}\text{C}$	( $\gamma, \gamma$ )	22-52	NaI(Tl)	45-135	differential cross sections; total cross section	27

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^{12}\text{C}$	(J,p)	≤ 29	Si(Li)	37-143	spectra of the protons; isochromats; differential cross sections for the (J,p <sub>0</sub> ) reaction	28
$^{12}\text{C}$	(e,e')	9.64-22.7	magnetic spectrometer	90-160	spectra of the electrons; form factors; energies, spins, parities of the states; multipolarities of the transitions	29
$^{12}\text{C}$	(p,J)	25-80	NaI(Tl)	30-150	spectra and angular distributions of the photons; differential cross sections for the reactions (p,J <sub>0</sub> ), (p,J <sub>1</sub> )	30
$^{12}\text{C}$	(e,e'p)	E <sub>e</sub> =86-126	FΔE	40-220	angular distributions of the protons from the reaction (e,e'p <sub>0</sub> ); angular distributions; form factors	31
$^{12}\text{C}$	(e,x) (J,x)	30-140	magnetic spectrometer	30-150	spectra and angular distributions of the d-, t-, $^3\text{He}$ -, and α-particles; excitation functions; total cross sections	32
$^{12}\text{C}$	(J,pn)	150	diffusion cloud chamber in magnetic field	-	impulse correlations	33

1	2	3	4	5	6	7
$^{13}\text{C}$	$(n, \gamma)$ $(\bar{n}, \gamma)$	16.0-21.8 16.0-22.3	scintillator	45-135	spectra and angular distributions of the photons from $(n, \gamma_0)$ reaction; analyzing powers; cross section of the $(n, \gamma_0)$ reaction	34
C	$(d, \gamma)$ $(^3\text{He}, \gamma)$ $(\alpha, \gamma)$	$E_d=33$ $E_{^3\text{He}}=65$ $E_\alpha=65$	scintillator	0-135	spectra and angular distributions of the photons	35
C	$(\gamma, p)$	$\leq 800$	scintillator	41	cross section	36
$^{13}\text{N}$	$(p, \gamma)$	25-80	NaI(Tl)	30-150	spectra and angular distributions of the photons; differential cross sections for the reactions $(p, \gamma_0)$ and $(p, \gamma_1)$	30
$^{14}\text{N}$	$(e, e')$	$E_e=112-300$	magnetic spectrometer	82.0-148.5	spectra and angular distributions of the electrons; energies, spins, parities of the levels; form factors	37
$^{14}\text{N}$	$(e, e')$	$E_e=120$	magnetic spectrometer	85-180	form factors	38
$^{15}\text{N}$	$(\alpha, \gamma)$ $(\gamma, \alpha)$	$E_\alpha=6.89-15.00$	NaI(Tl)	0-130	spectra and angular distributions of the photons from the reaction $(\alpha, \gamma_0)$ ; differential cross section for the reaction $(\gamma, \alpha_0)$ ; integrated cross sections	39

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^{15}\text{O}$	$(^3\text{He}, J)$ $(J, ^3\text{He})$	$E_{^3\text{He}} = 6.89-15.00$	NaI(Tl)	0-130	spectra and angular distributions of the photons from the reaction $(^3\text{He}, J)$ ; differential cross section for the reaction $(J, ^3\text{He}_0)$ ; integrated cross sections	39
$^{16}\text{O}$	$(J, n)$	$\leq 35$	time-of-flight	0-180	angular distributions of the photons; cross section for the reaction $(J, n_0)$ ; E2 cross section	40
$^{16}\text{O}$	$(J, n)$	$\leq 21$	-	$4\pi$	cross section	41
$^{19}\text{F}$	$(e, e')$	$E_e = 109.2$	magnetic spectrometer	180	spectrum of the electrons	18
$^{19}\text{F}$	$(J, p)$	$\leq 25.8$	Si(Li)	37-143	angular distributions of the protons; cross sections for the $(J, p_0)$ and $(J, p_1)$ reactions	42
$^{22}\text{Ne}$	$(J, J')$	$\leq 65$	Ge(Li)	0-270	excitation functions; reduced transition probabilities	43
$^{23}\text{Na}$	$(J, J')$	$\leq 10.37$	Ge(Li)	127	spectra of the photons; energies of the levels; reduced transition probabilities; cross sections; branching ratios	44
$^{23}\text{Na}$	$(\alpha, J)$	$E_\alpha = 1.5-3.7$	NaI	90	excitation function; energies, spins, parities and widths of the levels; branching ratios	45



1	2	3	4	5	6	7
$^{23}\text{Na}$	(p, $\gamma$ )	$E_p=1.278-1.831$	Ge(Li)	0-90	angular distributions of the photons; mixing ratios	46
$^{24}\text{Mg}$	(e,e')	$E_e=82-160$	magnetic spectrometer	155	form factors	47
$^{24}\text{Mg}$	(e,e')	$E_e=90-280$	magnetic spectrometer	90-160	spectrum of the electrons; form factors; reduced transition probabilities	48
$^{24}\text{Mg}$	(p, $\gamma$ )	$E_p=1.348-1.370$	Ge(Li)	0-90	angular distributions of the photons; differential cross sections	49
$^{24}\text{Mg}$	(e, $\alpha$ ) ( $\gamma$ , $\alpha$ )	14-30	magnetic spectrometer	50-130	spectrum and angular distributions of the alphas; cross sections; integrated cross sections; differential cross sections for the reactions ( $\alpha$ , $\gamma_0$ ) and ( $\gamma$ , $\alpha_0$ ); E1 and E2 components; isospin components	50
$^{26}\text{Mg}$	( $\gamma$ , $\gamma'$ )	$\leq 65$	Ge(Li)	0-270	excitation functions; reduced transition probabilities	43
$^{26}\text{Mg}$	(e,e')	$E_e=90-361$	magnetic spectrometer	-	form factors	51
$^{26}\text{Al}$	(p, $\gamma$ )	$E_p=0.953-1.701$	Ge(Li)	0-90	angular distributions of photons; reduced transition probabilities	52

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^{27}\text{Al}$	(e,x)	$E_e=100-225$	E $\Delta$ E	78-118	spectra of the heavy ( $Z \gg 2$ ) products; cross sections	22
$^{27}\text{Al}$	(e,x) ( $\gamma$ ,x)	30-140	magnetic spectrometer	30-150	spectra and angular distributions of the d-, t-, $^3\text{He}$ -, and $\alpha$ -particles; excitation functions; total cross sections	32
$^{27}\text{Al}$	( $\gamma$ ,p' $\gamma$ ) ( $\gamma$ ,n' $\gamma$ )	$\leq 32$	Ge(Li)	140	spectra of the de-excitation photons; integrated cross sections for various final states	53
Al	( $\gamma$ ,p)	$\leq 800$	scintillator	41	cross section	36
Al	( $\gamma$ ,n)	235-330	scintillator	4 $\bar{w}$	cross section	54
$^{27}\text{Si}$	(p, $\gamma$ )	$E_p=0.17-1.58$	Ge(Li)	0	spectra of the photons; excitation functions; stellar reaction rates; energies, spins and widths of resonances	55
$^{28}\text{Si}$	( $\gamma$ , $\gamma$ )	$\leq 65$	Ge(Li)	0-270	spectra of the photons; excitation functions; reduced transition probabilities	43
$^{28}\text{Si}$	(e,e')	$E_e=82-160$	magnetic spectrometer	155	form factors	47

1	2	3	4	5	6	7
$^{28}\text{Si}$	$(\vec{J}, p)$ $(\vec{J}, \alpha)$	17.5-22.5	Si(Li)	30-150	spectra of the protons and $\alpha$ -particles; cross sections for the reactions $(J, p_0)$ , $(J, p_1+p_2)$ and $(J, \alpha_0)$ ; angular asymmetry	56
$^{28}\text{Si}$	$(\alpha, J)$	$E_\alpha=4.4-9.6$	NaI(Tl)	50-130	spectra and angular distributions of the photons from the reaction $(\alpha, J_0)$ ; excitation functions; E1, E2 components	57
$^{29}\text{Si}$	$(n, J)$	$E_n=3-14$	NaI(Tl)	55-125	angular distributions of the photons; cross sections for the reactions $(n, J_0)$ and $(n, J_1)$	58
$^{30}\text{Si}$	$(\vec{J}, J')$	$\leq 65$	Ge(Li)	0-270	spectra of the photons; excitation functions; reduced transition probabilities	43
$^{29}\text{Si}$	$(e, e)$ $(e, e')$	$E_e=90-280$	magnetic spectrometer	156-180	form factors; cross sections; radii; occupation probabilities	59
$^{31}\text{P}$	$(p, J)$	$E_p=1322-1895$	Ge(Li)	0-90	angular distributions of the photons; mixing ratios	46
$^{31}\text{P}$	$(e, e)$ $(e, e')$	$E_e=90-280$	magnetic spectrometer	156-180	form factors; cross sections; radii; occupation probabilities	59

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^{32}\text{Si}$	$(\vec{J}, J')$	$\leq 65$	Ge(Li)	0-270	excitation functions; reduced transition probabilities	43
$^{32}\text{S}$	(e, e')	$E_e=34-74$	magnetic spectrometer	162.4-180.0	spectra and angular distributions of the electrons; form factors; cross sections; energies and widths of the levels; reduced transition probabilities	60
$^{34}\text{S}$	$(\vec{J}, J')$	$\leq 65$	Ge(Li)	0-270	excitation functions; reduced transition probabilities	43
$^{34}\text{S}$	$(J, n)$	$\leq 28$	Halpern-type detector	4 $\pi$	yield; cross sections for the reactions [(J, n)+(J, 2n)+(J, np)] and (J, 2n); integrated cross sections; isospin components	61
$^{35}\text{S}$	(n, J)	$E_n=0.030-1.100$	scintillator	-	cross section; energies, spins, parities and widths of the resonances	62
$^{34}\text{Cl}$	(p, J)	$E_p=0.82-1.43$	Ge(Li)	0-90	spectra of the photons; energies, spins, parities, widths and lifetimes of the levels; branching ratios	63
$^{36}\text{Cl}$	(n, J)	$E_n=0.004-0.225$	time-of-flight	-	yield; cross section; energies, spins, parities and widths of the resonances	64

1	2	3	4	5	6	7
<sup>37</sup> Cl	(p, <i>J</i> )	$E_p=0.5-2.0$	Ge(Li)	55-125	spectra and angular distributions of the photons; excitation functions; resonance strengths; energies, spins, parities of the levels; branching ratios	65
<sup>37</sup> Cl	(p, <i>J</i> )	$E_p=0.5-2.0$	Ge(Li)	0-130	spectra and angular distributions of the photons; cross sections; energies, spins, parities, lifetimes of the levels; mixing ratios	66
<sup>38</sup> Cl	(n, <i>J</i> )	$E_n=0.008-0.151$	time-of-flight	-	yield; cross section; energies, spins, parities and widths of the resonances	64
<sup>38</sup> Ar	(p, <i>J</i> )	$E_p=0.94-1.73$	Ge(Li)	0-90	spectra of the photons; energies, spins, parities and lifetimes of the resonances; branching ratios	67
<sup>39</sup> K	(p, <i>J</i> )	$E_p=0.7-2.4$	Ge(Li) NaI(Tl)	55	spectra of the photons; energies of the levels; resonance strengths; branching ratios; thermonuclear reaction rates	68
<sup>40</sup> Ca	( <i>L</i> , <i>J</i> )	19-51	NaI(Tl)	45-135	differential cross sections; total cross section	27

continuation

1	2	3	4	5	6	7
<sup>40</sup> Ca	(e,e')	E <sub>e</sub> =120-695	magnetic spectrometer	60-140	response functions	69
<sup>40</sup> Ca	(e,e')	E <sub>e</sub> =81.6-380.0	magnetic spectrometer	45-90	excitation energy spectrum; form factors	70
<sup>40</sup> Ca	(e,e')	E <sub>e</sub> =70-200	magnetic spectrometer	180	spectrum of the electrons; form factors; transition strengths	71
<sup>41</sup> Ca	(n,γ)	12-35	NaI(Tl)	55-125	cross section for the reaction (n,γ <sub>0</sub> ); fore-aft asymmetry	72
<sup>48</sup> Ca	(e,e')	E <sub>e</sub> =120-695	magnetic spectrometer	60-140	response functions	69
Ti	(γ,p)	< 800	scintillator	41	cross section	36
<sup>49</sup> V	(p,γ)	E <sub>p</sub> =4.465-4.475	Ge(Li)	55-270	spectrum of the photons; excitation functions; partial cross sections; transition strengths	73
<sup>51</sup> Mn	(p,γ)	E <sub>p</sub> =3.08-3.36	Ge(Li)	0-90	angular distributions of the photons; excitation functions; energies, spins and parities of the resonances; branching ratios	74
<sup>55</sup> Mn	(γ,γ) (γ,γ')	5-14	NaI(Tl)	90	cross sections; partial cross sections	75

1	2	3	4	5	6	7
$^{54}\text{Fe}$	(e,p)	16.5-25.0	magnetic spectrometer	45-135	spectra and angular distributions of the protons; differential cross sections for the reactions (J,p) and (J,p <sub>0</sub> +p <sub>1</sub> ); isospin components	76
$^{56}\text{Fe}$	(e,x) (J,x)	30-140	magnetic spectrometer	30-150	spectra and angular distributions of the d-, t-, $^3\text{He}$ -, and $\alpha$ -particles; excitation functions; total cross sections	32
$^{56}\text{Fe}$	(e,e')	$E_e=120-695$	magnetic spectrometer	60-140	response functions	69
$^{56}\text{Fe}$	(J,J) (J,J')	5-14	NaI(Tl)	90	cross sections; partial cross sections	75
$^{56}\text{Fe}$	(e,e')	$E_e=155-555$	magnetic spectrometer	180	response functions; cross sections	77
$^{56}\text{Fe}$	(J,J) (J,J')	5-10	Ge(Li)	90-127	spectra and angular distributions of the photons; energies, spins and widths of the levels; branching ratios; differential cross sections; total photoabsorption cross section	78
Fe	(d,J) ( $^3\text{He}$ ,J) ( $\alpha$ ,J)	$E_d=33$ $E_{^3\text{He}}=65$ $E_\alpha=65$	scintillator	0-135	spectra and angular distributions of the photons	35

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^{59}\text{Co}$	( $\gamma, \gamma$ ) ( $\gamma, \gamma'$ )	5-14	NaI(Tl)	90	cross sections; partial cross sections	75
$^{58}\text{Ni}$	(e, x) ( $\gamma, x$ )	30-140	magnetic spectrometer	30-140	spectra and angular distributions of the d-, t-, $^3\text{He}$ -, and $\alpha$ -particles; excitation function; total cross section	32
$^{58}\text{Ni}$	(e, e')	$E_e=90-361$	magnetic spectrometer	-	form factors	52
$^{58}\text{Ni}$	( $\gamma, n$ )	$\leq 28$	scintillator	-	spectra of the neutrons; partial cross sections	79
$^{58}\text{Ni}$	(e, e')	$E_e=124-300$	magnetic spectrometer	180	spectrum of the electrons; cross sections; strength distributions; multipole decomposition	80
$^{60}\text{Ni}$	(e, x) ( $\gamma, x$ )	30-140	magnetic spectrometer	30-140	spectra and angular distributions of the d-, t-, $^3\text{He}$ -, and $\alpha$ -particles; excitation functions; total cross section	32
$^{60}\text{Ni}$	( $\gamma, \gamma$ ) ( $\gamma, \gamma'$ )	5-14	NaI(Tl)	90	cross sections; partial cross sections	74
$^{63}\text{Cu}$	(e, n) ( $\gamma, n$ )	$E_e=13.5-60.0$ ; $\leq 30$	activity	-	cross sections; integrated cross sections	81



1	2	3	4	5	6	7
Cu	(d,J) ( <sup>3</sup> He,J) (α,J)	E <sub>d</sub> = 33 E <sub><sup>3</sup>He</sub> = 65 E <sub>α</sub> = 65	scintillator	0-135	spectra and angular distributions of the photons	35
Cu	(J,p)	≤ 800	scintillator	41	cross section	36
Cu	(J,α)	235-330	scintillator	4π	cross section	54
<sup>88</sup> Sr	(e,e')	E <sub>e</sub> = 23.7-261.6	magnetic spectrometer	154.0-165.1	spectra of the electrons; cross sections; form factors	82
<sup>89</sup> Y	(J,p)	≤ 25	Si(Li)	37-143	cross sections for the reactions (J,p), (J,p <sub>0</sub> ), (J,p <sub>1</sub> ), (J,p <sub>3.4MeV</sub> ), (J,p <sub>&gt;4.5MeV</sub> ); isospin components	83
<sup>90</sup> Zr	(e,e')	E <sub>e</sub> = 100-368	magnetic spectrometer	40-160	spectrum of the electrons; cross sections for various final states; transition charge densities	84
<sup>92</sup> Mo <sup>94</sup> Mo	(e,x) (J,x)	30-140	magnetic spectrometer	30-150	spectra and angular distributions of the d-, t-, <sup>3</sup> He, and α-particles; excitation functions; total cross sections	32
<sup>99</sup> Mo	(n,J)	E <sub>n</sub> = 0.3-2.0	activity	-	cross section	85
Ag	(J,p)	≤ 800	scintillator	41	cross section	36

continuation

1	2	3	4	5	6	7
Sn	(e,x) (J,x)	30-140	magnetic spectrometer	30-150	spectra and angular distributions of the d-, t-, <sup>3</sup> He-, and α-particles; excitation functions; total cross sections	32
Sn	(J,p)	≤ 800	scintillator	41	cross section	36
Sn	(J,x)	235-330	scintillator	41	cross section	54
<sup>121</sup> Sb	(J,x)	≤ 20	activity	-	cross sections	86
	(J,n)	≤ 20				
<sup>123</sup> Sb	(J,x)	≤ 24				
Sb	(J,x)	≤ 24				
<sup>154</sup> Sm	(e,e')	E <sub>e</sub> =25-48	magnetic spectrometer	165	spectra of the electrons; form factors; transition strengths	87
<sup>156</sup> Gd	(e,e')	E <sub>e</sub> =25-56	magnetic spectrometer	105-165	spectra of the electrons; form factors; transition strengths	88
<sup>156</sup> Gd	(J,J')	≤ 3.5	Ge(Li)	110	spectra of the photons; differential cross sections; energies and widths of the levels; reduced transition probabilities	89
<sup>158</sup> Gd	(e,e')	E <sub>e</sub> =25-48	magnetic spectrometer	165	spectra of electrons; form factors; transition strengths	87

1	2	3	4	5	6	7
$^{158}\text{Gd}$ $^{160}\text{Gd}$	( $\gamma, \gamma'$ )	$\leq 3.5$	Ge(Li)	110	spectra of the photons; differential cross sections; energies and widths of the levels; reduced transition probabilities	89
$^{161}\text{Dy}$ $^{162}\text{Dy}$	( $n, \gamma$ )	$E_n=0.0026-1.0000$	scintillator	-	spectra of the photons; cross sections; energies and widths of resonances	90
$^{164}\text{Dy}$	( $e, e'$ )	$E_e=25-48$	magnetic spectrometer	165	spectra of the electrons; form factors; transition strengths	87
$^{166}\text{Ho}$	( $n, \gamma$ )	4.05-6.19	NaI(Tl)	-	spectra of the photons; intensities of transitions; energies of the levels	91
Ho	( $\gamma, xn$ )	235-330	scintillator	4W	cross section	54
$^{168}\text{Er}$	( $e, e'$ )	$E_e=25-48$	magnetic spectrometer	165	spectra of the electrons; form factors; transition strengths	87
$^{168}\text{Er}$	( $n, \gamma$ )	$E_n=0.005-0.600$	Ge(Li)	-	spectra of the photons ; energies, spins, parities and widths of resonances; resonance strengths	92
$^{174}\text{Yb}$	( $e, e'$ )	$E_e=25-48$	magnetic spectrometer	165	spectra of the electrons; form factors; transition strengths	87

continuation

1	2	3	4	5	6	7
171 <sub>Yb</sub> 172 <sub>Yb</sub> 176 <sub>Lu</sub> 177 <sub>Lu</sub> 177 <sub>Hf</sub> 178 <sub>Hf</sub>	(n, J)	$E_n=0.0026-1.0000$	scintillator	-	spectra of the photons; cross sections; energies and widths of resonances	90
181 <sub>Ta</sub>	(e, x) (J, x)	30-140	magnetic spectrometer	30-150	spectra and angular distributions of the d-, t-, <sup>3</sup> He-, and $\alpha$ -particles; excitation functions	32
181 <sub>Ta</sub>	(J, n)	$\leq 12.15$	-	4 $\pi$	cross section	41
181 <sub>Ta</sub>	(L, n)	7.724-9.720	-	-	cross sections for various final states	93
Ta	(L, xn)	235-330	scintillator	4 $\pi$	cross section	54
182 <sub>W</sub> 184 <sub>W</sub> 186 <sub>W</sub>	(e, f)	$E_e=25-55$	parallel-plate avalanche detector	-	cross sections; fission barriers	94
192 <sub>Os</sub>	(e, e) (e, e')	$E_e=150-364$	magnetic spectrometer	42-98	spectra of the electrons; form factors; cross sections	95
Pt	(e, f)	$E_e=25-55$	parallel-plate avalanche detector	-	cross section; fission barrier	94
197 <sub>Au</sub>	(e, x) (J, x)	30-140	magnetic spectrometer	30-150	spectra and angular distributions of the d-, t-, <sup>3</sup> He-, and $\alpha$ -particles	32

1	2	3	4	5	6	7
$^{197}\text{Au}$	(J,n) (J,2n) (J,tot)	$\leq 340$	activity	-	yields of reactions (J,n), (J,2n), (J,5n), (J,7n); cross section; total photoabsorption cross section	96
$^{204}\text{Pb}$	(e,f)	$E_e \leq 50$	-	-	review of the previously published data: yield; fissionability; fission barrier parameters	97
$^{205}\text{Pb}$	(n,J)	$E_n = 0.004-0.105$	scintillator	-	cross section; energies, spins, parities and widths of the resonances	98
$^{206}\text{Pb}$	(J,n)	$\leq 12.15$	-	4W	cross section	41
$^{206}\text{Pb}$ $^{207}\text{Pb}$	(e,f)	$E_e \leq 50$	-	-	review of the previously published data: yield; fissionability; fission barrier parameters	97
$^{208}\text{Pb}$	(J,J)	$\leq 400$	NaI(Tl)	115	cross section; form factor	25
$^{208}\text{Pb}$	(J,n)	$\leq 12.15$	-	4W	cross section	41
$^{208}\text{Pb}$	(e,f)	$E_e \leq 50$	-	-	review of the previously published data: yield; fissionability; fission barrier parameters	97

continuation

1	2	3	4	5	6	7
Pb	(d, $\gamma$ ) ( $^3\text{He},\gamma$ ) ( $\alpha,\gamma$ )	$E_d = 33$ $E_{^3\text{He}} = 65$ $E_{\alpha} = 65$	scintillator	0-135	spectra and angular distributions of the photons	35
Pb	( $\gamma,p$ )	$\leq 800$	scintillator	41	cross section	36
Pb	( $\gamma,xn$ )	145-440	scintillator	4 $\bar{W}$	cross section	54
$^{209}\text{Bi}$	( $\gamma,f$ )	170-280	glass	-	cross section	4
$^{209}\text{Bi}$	( $\gamma,n$ )	$\leq 12.15$	-	4 $\bar{W}$	cross section	41
$^{209}\text{Bi}$	(e,f)	$E_e = 25-55$	parallel-plate avalanche detector	-	cross section; fission barrier	94
$^{209}\text{Bi}$	(e,f)	$E_e \leq 50$	-	-	review of the previously published data: yield; fissionability; fission barrier parameters	97
$^{232}\text{Th}$	(e,f) ( $\gamma,f$ )	$E_e = 20-32$	mica foils	-	cross sections	99
$^{232}\text{Th}$	( $\gamma,f$ )	6.076-6.140	Kimfol films	90	cross section; fission barrier parameters	100
$^{233}\text{U}$ $^{235}\text{U}$	(e,f)	$E_e = 100-1200$	-	-	cross section	101

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^{235}\text{U}$	(L,f)	11.5-30.0	multiple parallel plate detector	-	cross section	102
$^{235}\text{U}$	(J,f)	$\leq 30$	activity	-	isomeric yield ratios	103
$^{235}\text{U}$	(L,f)	40-105	parallel-plate avalanche detector	-	cross section; fission probabilities	104
$^{235}\text{U}$	(J,f)	$\leq 460$	parallel-plate avalanche detector	-	cross section	105
$^{238}\text{U}$	(e,f)	$E_e=100-1200$	-	-	cross section	101
$^{238}\text{U}$	(L,f)	11.5-30.0	multiple parallel plate detector	-	yield; cross section	102
$^{238}\text{U}$	(J,f)	$\leq 30$	activity	-	isomeric yield ratios	103
$^{238}\text{U}$	(L,f)	40-105	parallel-plate avalanche detector	-	cross section; fission probabilities	104
$^{238}\text{U}$	(J,f)	$\leq 4.60$	parallel-plate avalanche detector	-	cross section	105
$^{238}\text{U}$	(e,e'f)	$\leq 23$	parallel-plate avalanche detector	$Q_e=40$	spectra of the electrons; coincidences e-f; strength functions	106

continuation

1	2	3	4	5	6	7
$^{238}\text{U}$	( $\lambda, f$ )	150-710	-	-	cross section; f- $\lambda$ coincidences	107
U	( $\lambda, \pi$ )	235-330	scintillator	$4\pi$	cross section	54
$^{237}\text{Np}$	( $\lambda, f$ )	150-710	-	-	cross section; f- $\lambda$ coincidences	107
$^{242}\text{Am}$ $^{244}\text{Am}$	(n, $\lambda$ )	$E_n=0.2-1.3$	-	-	cross sections; isomer/prompt yields ratios	108

=====



- 1 Meyer H.O., Hall J.R., Hugi M., Karwowski H.J., Pollock R.E., Schwandt P. ABSOLUTE CROSS SECTION FOR NEUTRON-PROTON RADIATIVE CAPTURE AT  $T_n=185$  MeV. Phys. Rev. Lett., 52, 1759-1762

Дифференциальное сечение реакции  $p(n,d)\gamma$  измерено для углов между  $\theta_d=0^\circ$  и  $\theta_d$  (ц.м.)= $65^\circ$  при кинетической энергии нейтронов  $=185$  МэВ. В рамках предположения об инвариантности относительно обращения времени результаты согласуются с данными по фоторасщеплению дейтрона, полученными для угла  $\theta_p=0^\circ$  Хуго и др. в Майнце. В настоящее время отсутствуют расчеты для изученной реакции, которые находились бы в удовлетворительном согласии с экспериментальными данными. Таким образом, расхождение теории и эксперимента для указанного основного процесса представляет собой длительно нерешаемую проблему.

The differential cross section for the reaction  $p(n,d)\gamma$  has been measured for angles between  $\theta_d=0^\circ$  and  $\theta_d$ (c.m.)= $65^\circ$  at a neutron kinetic energy  $T_n=185$  MeV. On the assumption of time-reversal invariance, our results are in agreement with the deuteron photodisintegration measurement at  $\theta_p=0^\circ$  performed by Hughes et al. at Mainz. At present there exists no calculation for this reaction which is in satisfactory agreement with our measurements. The disparity between theory and experiment in this basic process, therefore, poses a persisting problem.\*

- 2 De Sanctis E. DEUTERON PHOTODISINTEGRATION AT INTERMEDIATE ENERGIES. Can. J. Phys., 62, 1083

На пучке квазимонохроматических фотонов установки LEALE во Фраскати при энергиях  $E_\gamma=100, 120, 140, 200, 224$  и  $255$  МэВ исследовано фоторасщепление дейтрона. Для углов  $32.5, 55.0, 80.0, 105.0$  и  $130.0^\circ$  измерены энергетические спектры и угловые распределения протонов. Получено дифференциальное сечение реакции  $\gamma d \rightarrow pn$ .

Using the LEALE photon beam facility at Frascati the deuteron photodisintegration by quasimonochromatic photons have been investigated at energies  $E_\gamma=100, 120, 140, 200, 224$ , and  $255$  MeV. The proton energy spectra and angular distributions have been measured at angles  $32.5, 55.0, 80.0, 105.0$ , and  $130.0^\circ$ . The differential cross section for the reaction  $\gamma d \rightarrow pn$  have been obtained.

- 3 Ninane A., Dupont G., Leleux P., Lipnik P., Macq P. A MEASUREMENT OF THE NEUTRON-PROTON CAPTURE DIFFERENTIAL CROSS SECTION AT EXTREME CENTRE-OF-MASS ANGLES AT  $E_n=61$  MeV. Can. J. Phys., 62, 1104-1108

Дифференциальное сечение нейтрон-протонного захвата измерено при экстремальных углах в системе центра масс при энергии нейтронов  $61$  МэВ. Описывается экспериментальная установка. Сечение при  $0^\circ$  успешно сравнивается с результатами предыдущих измерений.

The differential cross section for neutron-proton capture was measured at extreme centre-of-mass angles for a neutron energy of  $61$  MeV. The experimental setup is described. The  $0^\circ$  cross section favourably compares with previous experiments.\*

\* Звездочками обозначены аннотации, содержащиеся в указанных работах.

\*The asterisked abstracts have been taken from the works mentioned.

- 4 Capitani G.P., De Sanctis E., Guaraldo C., Di Giacomo P., Lucherini V., Polli E., Reolon A.R., Scrimaglio R., Anghinolfi M., Corvisiero P., Ricco G., Sanzone M., Zucchiatti A. THE LEALE PHOTON BEAM FACILITY AT FRASCATI, OBTAINED BY POSITRON ANNIHILATION ON A LIQUID HYDROGEN TARGET. Nucl. Instrum. and Meth., 216, 307-316

Пучок позитронов, получаемый во Фраскати, используется для получения пучка квазимонохроматических аннигиляционных фотонов с энергией, меняющейся непрерывно в области 100-300 МэВ. Обсуждаются получение позитронов, транспортировка пучка и система контрольных приборов. Описываются установка для получения фотонов с жидководородной мишенью, парный спектрометр, работающий в режиме "в линию" и контрольные приборы. Совершенство работы установки иллюстрируется результатами первых измерений по фотоделению висмута и фоторасщеплению дейтрона.

The Frascati positron beam is used to produce a quasi-monochromatic annihilation photon beam with a continuously variable energy in the 100-300 MeV range. The positron production, beam transport and monitor system are discussed. The photon facility, with liquid hydrogen target, on-line pair spectrometer and monitor systems, is described. The performance of the facility is shown by the first measurements of bismuth photofission and deuteron photodisintegration.\*

- 5 Cameron J.M. PHOTODISINTEGRATION OF AND RADIATIVE CAPTURE TO THE A = 2, 3 AND 4 NUCLEI. Can. J. Phys., 62, 1019-1035

Сделан обзор экспериментальных данных по фоторасщеплению и радиационному захвату для легких ядер. Проводится их сравнение с результатами последних теоретических расчетов в целях определения областей исследования, где дальнейшая экспериментальная работа была бы наиболее продуктивна.

The experimental data for photodisintegration of and radiative capture to light nuclei are reviewed. Comparisons with recent theoretical calculations are used in attempts to identify areas where further experimental work would be most beneficial.\*

- 6 Beck D.H., Kowalski S.B., Schulze M.E., Turchinets W.E., Lightbody J.W., Maruyama X.K., Stapor W.J., Caplan H.S., Retzlaff G.A., Skopik D.M., Goloskie R. TRITIUM FORM FACTORS AT LOW  $q$ . Phys. Rev., C30, 1403-1408

В области  $0.0477 < q^2 < 2.96$  ферми<sup>-1</sup> измерены упругие зарядовый и магнитный форм-факторы ядра <sup>3</sup>H. Установлено, что во всем указанном интервале зарядовый форм-фактор имеет большую, чем в предшествующих измерениях, величину, тогда как магнитный форм-фактор согласуется с результатами более ранней работы. Изменение в зарядовом форм-факторе несколько увеличивает несоответствие между рассчитанной и наблюдаемой разностью энергий связи ядер <sup>3</sup>H и <sup>3</sup>He.

The elastic charge and magnetic form factors of <sup>3</sup>H have been measured in the region  $0.0477 < q^2 < 2.96$  fm<sup>-2</sup>. Throughout this range, the charge form factor is found to be larger than previous measurements, whereas the magnetic form factor agrees with the earlier work. The change in the charge form factor slightly increases the discrepancy between the calculated and observed binding energy difference between <sup>3</sup>H and <sup>3</sup>He.\*

- 7 Köbschall G., Fein E., Ottermann C., Maurer K., Röhrich K., Schmitt C.H., Walther V.H. ELECTRODISINTEGRATION OF <sup>3</sup>He. Nucl. Phys., A412, 294-300

Дважды дифференциальные сечения рассеяния

Double differential cross sections for

электронов на ядре  ${}^3\text{He}$ , ведущего к состояниям континуума, были измерены в области энергий между порогами расщепления и область квазисвободного взаимодействия в интервале переданных импульсов  $1 \text{ fm}^{-2} < |q|^2 < 2.5 \text{ fm}^{-2}$ . Установлено, что сечения квазисвободного рассеяния, рассчитанные в плосковолновом импульсном приближении, находятся в хорошем согласии с результатами экспериментов для переданных импульсов  $|q| > 1.5 \text{ fm}^{-1}$ .

electron- ${}^3\text{He}$  scattering leading to continuum states were measured between break-up threshold and the region of quasi-free interaction in a momentum transfer range of  $1 \text{ fm}^{-2} < |q|^2 < 2.5 \text{ fm}^{-2}$ . The cross sections for the quasi-free scattering calculated in plane-wave impulse approximation were found to be in good agreement with the experimental results for momentum transfer  $|q| > 1.5 \text{ fm}^{-1}$ . \*

8 King S.E., Roberson N.R., Weller H.R., Tilley D.R. POLARIZED AND UNPOLARIZED PROTON CAPTURE ON DEUTERIUM. Phys. Rev., C30, 21-25

Для реакции  ${}^2\text{H}(p,\gamma){}^3\text{He}$  были измерены угловые распределения сечения при энергиях возбуждения  $E_x = 9.83, 10.83, 12.78, 15.47$  и  $16.12$  МэВ и угловые распределения анализирующей способности при энергиях возбуждения  $E_x = 10.83$  и  $16.12$  МэВ. Данные были аппроксимированы полиномами Лежандра и, в случае необходимости, обобщенными полиномами Лежандра. Приводятся коэффициенты этих разложений. С упрощающими допущениями анализировались также данные при  $E_x = 10.83$  и  $16.12$  МэВ с целью получения матричных элементов переходов  $s = \frac{1}{2}(E1)$ ,  $s = \frac{1}{2}(E2)$  и  $s = \frac{3}{2}(E1)$ , где  $s$  представляет спин входного канала. Результаты показывают, что данные согласуются с предположением о наличии 2(3)% E2 и 3(5)%  $s = \frac{3}{2}(E1)$  примесей при энергии возбуждения  $E_x = 10.83$  (16.12) МэВ. Эти результаты обсуждаются в свете других недавних экспериментов и расчетов.

Angular distributions of cross section were measured for the  ${}^2\text{H}(p,\gamma){}^3\text{He}$  reaction at  $E_x = 9.83, 10.83, 12.78, 15.47$  and  $16.12$  MeV and of analyzing power at  $E_x = 10.83$  and  $16.12$  MeV. The data were fitted by expansions of Legendre and, where appropriate, associated Legendre polynomials. The coefficients of those fits are reported. The data at  $E_x = 10.83$  and  $16.12$  MeV were also analyzed under simplifying assumptions to extract the  $s = \frac{1}{2}(E1)$ ,  $s = \frac{1}{2}(E2)$ , and  $s = \frac{3}{2}(E1)$  transition matrix elements, where  $s$  represents the incident channel spin. The results indicate that the data are consistent with a 2(3)% E2 and 3(5)%  $s = \frac{3}{2}(E1)$  admixture at  $E_x = 10.83$  (16.12) MeV. These results are discussed in light of other recent experiments and calculations. \*

9 Cameron J.M., Kitching P., McDonald W.J., Pasos J., Soukup J., Thekkunthala J., Wilson H.S., Abegg R., Hutcheon D.A., Miller C.A., Stetz A.W., Van Heerden I.J. CROSS SECTION AND ANALYZING POWERS FOR THE REACTION  $pd \rightarrow {}^3\text{He} + \gamma$  AT INTERMEDIATE ENERGIES. Nucl. Phys., A424, 549-562

Приводятся результаты измерений дифференциального сечения и анализирующей способности для реакции  $pd \rightarrow \gamma{}^3\text{He}$  при шести значениях энергии в интервале  $200 < E_p < 500$  МэВ. В предположении о детальном балансе данные о сечении хорошо согласуются с наиболее поздними результатами для обратного процесса: следовательно, нет оснований заключать, что нарушается обращение времени. Кроме того, формы измеренных угловых распределений в основном полностью согласуются с формами угловых распределений, измеренных в реакции фоторасщепления. Данные сравниваются с некоторыми ре-

We report the results of measurements of the differential cross section and analyzing power for the reaction  $pd \rightarrow \gamma{}^3\text{He}$  at six energies in the range  $200 < E_p < 500$  MeV. The cross section data are in good agreement with the most recent results for the inverse process assuming detailed balance: thus no evidence for time-reversal violation is inferred. In addition the shapes of the measured angular distributions are in general overall accord with those measured in the photodisintegration reaction. The data are compared with several theoretical calcula-

зультатами теоретических расчетов, показывающих, что вклады тока мезонного обмена должны быть значительны в процессе описания измеренного сечения. Анализирующие способности, измеренные при  $E_p = 500$  МэВ, еще не нашли объяснения в рамках микроскопических моделей.

tions showing inclusion of meson-exchange current contributions to be important in reproducing the measured cross section. The analyzing powers measured at  $E_p = 500$  MeV are not yet explained by microscopic models.\*

- 10 Retzlaff G.A., Skopik D.M.  $^3\text{He}$  CHARGE FORM FACTORS BY NUCLEAR RECOIL DETECTION. Phys. Rev., **C29**, 1194-1198

Зарядовые форм-факторы ядра  $^3\text{He}$  измерены с помощью изучения реакции рассеяния  $^3\text{He}(e, ^3\text{He})e$  в области квадратов переданных импульсов от 0.885 до 3.20 ферми<sup>-2</sup>. Данные хорошо согласуются с результатами выполненных ранее экспериментов по рассеянию электронов. Модельно-независимое определение зарядовой радиальной плотности привело к значению среднеквадратичного радиуса  $1.877 \pm 0.019$  ферми, которое очень хорошо согласуется с предыдущими значениями.

$^3\text{He}$  charge form factors were measured by observing the scattering reaction  $^3\text{He}(e, ^3\text{He})e$  from square momentum transfers 0.885 to 3.20 fm<sup>-2</sup>. The results compare favorably with earlier electron scattering experiments. A model-independent determination of the radial charge density gives an rms radius of  $1.877 \pm 0.019$  fm, in excellent agreement with previous radii determinations.\*

- 11 King S.E., Roberson N.R., Weller H.R., Tilley D.R., Engelbert H.P., Berg H., Huttel E., Clausnitzer G. VECTOR ANALYZING POWERS OF  $^1\text{H}(d, \gamma)$  AND  $^2\text{H}(p, \gamma)$  REACTIONS AT  $E_x = 6$  MeV. Phys. Rev., **C30**, 1135-1138

Измерены векторные анализирующие способности реакций  $^1\text{H}(d, \gamma)^3\text{He}$  и  $^2\text{H}(p, \gamma)^3\text{He}$  при энергии возбуждения  $E_x = 6$  МэВ. Результаты показывают присутствие силы захвата со спином канала  $\frac{3}{2}$ . Включение в сечение M1 силы в количестве 1-8% позволяет объяснить экспериментальные данные для случая присутствия сильной  $s = \frac{3}{2}$  компоненты.

The vector analyzing powers have been measured for the  $^1\text{H}(d, \gamma)^3\text{He}$  and the  $^2\text{H}(p, \gamma)^3\text{He}$  reactions at  $E_x = 6$  MeV. The results indicate the presence of channel spin  $\frac{3}{2}$  capture strength. An M1 strength amounting to between 1 and 8% of the cross section is able to explain the observations if a significant  $s = \frac{3}{2}$  component is included.\*

- 12 Hugi M. RADIATIVE CAPTURE REACTIONS IN FEW NUCLEON SYSTEMS WITH POLARIZED PROTONS AND DEUTERONS AT THE INDIANA UNIVERSITY CYCLOTRON FACILITY. Can. J. Phys., **62**, 1120-1121

Приводится краткое сообщение о ходе экспериментов на установке циклотрона университета в Индиане (IUCF) с использованием пучков поляризованных частиц. Обсуждаются некоторые детали эксперимента.

A short progress report on radiative capture experiments at Indiana University Cyclotron Facility (IUCF) using polarized beam particles is presented. Some experimental details are outlined.\*

- 13 Postma H., Boogaard J.P., Keizer P.H.M., Prins L., De Witt Huberts P.K.A. A HIGH POWER LIQUID  $^3, ^4\text{He}$  TARGET SYSTEM FOR ELECTRON SCATTERING EXPERIMENTS. Nucl. Instrum. and Meth., **219**, 292-296

Обсуждается криогенная система мишени из жидких  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He}$ , действующая при температу-

A cryogenic target system for liquid  $^3\text{He}$  and  $^4\text{He}$  operating at temperatures 1.2 and 2.2 K

рах между 1.2 и 2.2 К, которая способна поглощать 1 Вт мощности электронного пучка. Для  $^4\text{He}$  в сверхпроводящем состоянии наблюдалось, что эффективная толщина мишени почти не зависит от диссипации пучка. В случае  $^3\text{He}$  эффективная толщина мишени меняется только умеренно и поддается надежной корректировке. Показано, что разрешение, достижимое в совпадательной реакции  $^3\text{He}(e, e'p)^2\text{H}$  с криомишенью и электронным и адронным спектрометрами, равно 600 кэВ.

that can take one watt of electron beam power is discussed. For  $^4\text{He}$  in the superfluid state an effective target thickness nearly independent of beam dissipation was observed. In the case of  $^3\text{He}$  the effective target thickness changed only modestly and can be corrected for reliably. The resolution attainable in the  $^3\text{He}(e, e'p)^2\text{H}$  coincidence reaction with this cryotarget and the electron and hadron spectrometers is shown to be 600 keV.\*

- 14 Беляев А.А., Гетьман В.А., Горбенко В.Г., Гламаздин А.В., Гушин В.А., Жебровский Ю.В., Карнауков И.М., Колесников Л.Я., Котляр В.В.; Духанин А.А., Рубашкин А.Л., Сорокин П.В., Споров Е.А., Телегин Ю.Н., Шебеко А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ АСИММЕТРИИ СЕЧЕНИЙ В РЕАКЦИИ  $^3\text{He} \rightarrow \text{pd}$  С ЛИНЕЙНО-ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ ФОТОНАМИ. Письма ЖЭТФ 40, 448-450

В работе представлены экспериментальные данные по асимметрии сечения в реакции фоторасщепления ядра  $^3\text{He}$  линейно-поляризованными фотонами в диапазоне энергий 100-250 МэВ для угла вылета протона  $110^\circ$  в СЦИ, а также в интервале углов  $45+140^\circ$  при энергии фотона 200 МэВ. Результаты измерений сравниваются с теоретическим расчетом, выполненным в импульсном представлении с использованием одночастичного оператора электромагнитного тока и фаддеевских волновых функций для ядра  $^3\text{He}$ .\*

The experimental data on cross section asymmetry for photodisintegration of  $^3\text{He}$  with linearly polarized photons are presented for energy range 100-250 MeV and proton angle  $\theta_{\text{p.c.m.}} = 110^\circ$  and for photon energy 200 MeV and angle range  $45-140^\circ$ . The results are compared with the theoretical calculations in impulse approximation with single particle operator of electromagnetic current and Faddeev-type wave functions of  $^3\text{He}$ .

- 15 Weller H.R., Colby P., Roberson N.R., Tilley D.R. TENSOR-POLARIZED-DEUTERON CAPTURE ON DEUTERIUM AND THE D STATE OF  $^4\text{He}$ . Phys. Rev. Lett., 53, 1325-1328

Тензорная анализирующая способность  $T_{20}(\theta)$  реакции  $^2\text{H}(d, \gamma)^4\text{He}$  измерена для шести углов при энергии  $E_d = 9.7$  МэВ. Получен изотропный результат со значением  $T_{20} = -0.220 \pm 0.014$ . Такое значение анализирующей способности получается вследствие интерференции S=0 и S=2 амплитуд захвата. Так как в реакции испускается, главным образом, E2-излучение, сила захвата с S=2 может быть обусловлена примесями с S=2, L=2 к основному состоянию. В рамках эвристической модели показано, что примесь величиной 4.8% D-состояния к двухдейтронной волновой функции, описывающей ядро  $^4\text{He}$ , позволяет получить согласие с наблюдавшимся значением  $T_{20}$ .\*

The tensor analyzing power  $T_{20}(\theta)$  of the reaction  $^2\text{H}(d, \gamma)^4\text{He}$  has been measured at six angles at  $E_d = 9.7$  MeV. The result is found to be isotropic with a value of  $T_{20} = -0.22 \pm 0.014$ . This analyzing power arises from the interference of S=0 and S=2 capture amplitudes. Since the reaction proceeds predominantly via E2 radiation, the S=2 capture strength can be attributed to S=2, L=2 ground-state admixtures. A heuristic model calculation has been used to show that a 4.8% D-state admixture in the two-deuteron wave function describing  $^4\text{He}$  can account for the observed  $T_{20}$ .\*

- 16 Wade M.W., Brussel M.K., Koester L.J., Smith J.H. ONSET OF QUASIDEUTERON PHOTODISINTEGRATION IN  ${}^6\text{Li}$  BETWEEN 25 AND 65 MeV. Phys. Rev. Lett., 53, 2540-2543

Измерены энергии и углы совпадающих  $np$ -пар из реакции  ${}^6\text{Li}(\gamma, np)$  под действием тормозного излучения с максимальной энергией 67 МэВ. Квазидейтронные корреляции наблюдались как функции энергии фотонов. Измеренное распределение по поперечному импульсу квазидейтронов аппроксимировано импульсной волновой функцией 2S гармонического осциллятора, что привело к значению полной ширины на половине максимума  $89.4 \pm 5.6$  МэВ/с. Наблюдались также совпадательные  $np$  события из реакции  ${}^6\text{Li}(\gamma, p){}^5\text{He}$ .

We have measured the energy and angle of coincident  $np$  pairs from the reaction  ${}^6\text{Li}(\gamma, np)$  with 67-MeV bremsstrahlung. Quasideuteron correlations were observed as a function of photon energy. The measured quasideuteron transverse momentum distribution was fitted with a 2S harmonic-oscillator momentum wave function, yielding a full width at half maximum of  $89.4 \pm 5.6$  MeV/c. Coincident  $np$  events from the reaction  ${}^6\text{Li}(\gamma, p){}^5\text{He}$  were also observed.\*

- 17 Dytlewski N., Siddiqui S.A., Thies H.H. THE PHOTONEUTRON CROSS SECTION OF  ${}^6\text{Li}$ . Nucl. Phys., A430, 214-220

Сечение фотонейтронной реакции на ядре  ${}^6\text{Li}$  измерено в области энергий от порога до 17 МэВ при использовании тормозного излучения от электронного синхротрона. Нейтроны детектировались высокоэффективной системой  $\text{BF}_3$ -счетчиков. В сечении выделяются широкие пики при энергиях 12 МэВ и 16 МэВ без другой видимой структуры.

The photoneutron cross section of  ${}^6\text{Li}$  has been measured from threshold to 17 MeV using bremsstrahlung from an electron synchrotron. Neutrons were detected by a high-efficiency multi- $\text{BF}_3$ -counter detection system. The cross section shows broad peaks at 12 MeV and 16 MeV with no other structure apparent.\*

- 18 Donne A.J.H., Van Middelkoop G., De Vries L., Lapikas L., Van der Laan J.B., De Vries C., Noomen J.G. THE  $180^\circ$  ELECTRON-SCATTERING FACILITY AT NIKHEF-K. Nucl. Instrum. and Meth., 224, 97-105

Описывается установка для электронного рассеяния, позволяющая получать пучок низкоэнергетичных электронов с  $E_0 \leq 140$  МэВ от ускорителя со средней энергией 500 МэВ. Она оборудована системой рассеяния на  $180^\circ$  с относительно большим телесным углом (2.9 мср) и широким захватом по импульсу. Электроны, рассеянные на углы между  $177^\circ$  и  $183^\circ$ , могут детектироваться с помощью 19-ти канальной системы перекрывающихся сцинтилляторов, размещенной в фокальной плоскости спектрометра. Различные тестовые результаты демонстрируют совершенство системы.

An electron-scattering facility is described that received low-energy electron beams with  $E_0 \leq 140$  MeV from the 500 MeV medium energy accelerator. It is equipped with a  $180^\circ$  scattering system with a relatively large solid angle (2.9 msr) and a broad momentum acceptance. Electrons scattered between  $177^\circ$  and  $183^\circ$  can be detected with a 19-channel overlapping scintillator system placed in the focal plane of a magic-angle spectrometer. Various test results are shown to demonstrate the performance of the system.\*

Сечения реакции  ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$  измерены при нескольких энергиях в области от  $E_{\text{ц.м.}} = 165$  кэВ до 1169 кэВ путем подсчета числа мгновенных  $\gamma$ -квантов от рециркуляционной  ${}^3\text{He}$  газовой мишени с переменным давлением, лишенной окна. Для каждого значения энергии определен фактор сечения  $S_{34}(E_{\text{ц.м.}})$  и отношение ветвления  $\gamma_1/\gamma_0$ . Сечения реакции измерены также при  $E_{\text{ц.м.}} = 947$  и 1255 кэВ путем подсчета числа  $\gamma$ -квантов распада ядра  ${}^7\text{Be}$ , образующегося в заполненном газом  ${}^3\text{He}$  объеме с входным окном. Комбинация результатов этих двух независимых экспериментов привела к значению фактора сечения при нулевой энергии  $S_{34}(0) = 0.53 \pm 0.03$  кэВ·барн. Обсуждается соотношение экспериментальных данных с результатами некоторых теоретических расчетов и важность экстраполированного сечения для решения проблемы солнечных нейтрино.

Cross sections for the  ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$  reaction have been measured at several energies from  $E_{\text{c.m.}} = 165$  to 1169 keV by counting prompt  $\gamma$ -rays from a windowless, differentially pumped recirculating  ${}^3\text{He}$  gas target. The cross-section factor  $S_{34}(E_{\text{c.m.}})$  and branching ratio  $\gamma_1/\gamma_0$  were determined at each energy. Cross sections were also measured at  $E_{\text{c.m.}} = 947$  and 1255 keV by counting the  $\gamma$ -rays from the  ${}^7\text{Be}$  produced in a  ${}^3\text{He}$  gas cell with a Ni entrance foil. Combining the results of these two independent experiments yields a zero-energy intercept for the cross-section factor of  $S_{34}(0) = 0.53 \pm 0.03$  keV·b. The relationship between the measurements and several theoretical calculations, and the import of the extrapolated cross section for the solar-neutrino problem are discussed.\*

Путем детектирования мгновенных  $\gamma$ -квантов захвата при энергии в системе центра масс 525 кэВ было измерено сечение реакции радиационного захвата  ${}^3\text{He}({}^4\text{He}, \gamma){}^7\text{Be}$ . Мишенью служили Nb-фольги с имплантированным  ${}^3\text{He}$ , что позволило избежать экспериментальных трудностей, возникающих при использовании протяженных газовых камер для абсолютных измерений. Результаты дают значение фактора сечения при нулевой энергии  $S_{34}(0) = 0.47 \pm 0.04$  кэВ·бн. Полученные данные сравниваются с результатами выполненных ранее измерений фактора сечения - с помощью выхода  $\gamma$ -лучей захвата и активности  ${}^7\text{Be}$ .

The cross section for the radiative capture reaction  ${}^3\text{He}({}^4\text{He}, \gamma){}^7\text{Be}$  has been measured at 525 keV in the centre-of-mass by detection of prompt capture  $\gamma$ -rays. The targets were  ${}^3\text{He}$ -implanted Nb foils that allowed us to circumvent the experimental difficulties inherent in the use of extended gas cells for absolute measurements. The results give an inferred zero-energy cross-section factor of  $S_{34}(0) = 0.47 \pm 0.04$  keV·b. The present result is compared with results from previous capture  $\gamma$ -ray yield and  ${}^7\text{Be}$ -activity methods of measuring the cross-section factor.\*

На пучке тормозного излучения выполнены измерения энергетических спектров фотонов из реакций  ${}^9\text{Be}(\gamma, \gamma')$ ,  ${}^{11}\text{B}(\gamma, \gamma')$  и  ${}^{11}\text{B}(\gamma, X\gamma')$ . Получено сечение квазиупругого рассеяния фотонов на ядре  ${}^9\text{Be}$ , а также сечения упругого рассеяния и ядерного раман-эффекта на ядре  ${}^{11}\text{B}$ . Для реакции  ${}^{11}\text{B}(\gamma, X\gamma')$  найдены функции

Energy spectra of photons from reactions  ${}^9\text{Be}(\gamma, \gamma')$ ,  ${}^{11}\text{B}(\gamma, \gamma')$  and  ${}^{11}\text{B}(\gamma, X\gamma')$  are measured using the bremsstrahlung beam. The photon quasielastic scattering cross section for the  ${}^9\text{Be}$  nucleus is obtained. The elastic scattering cross section and the cross section of the nuclear Rahman effect on the  ${}^{11}\text{B}$

возбуждения уровней 3.37 МэВ ядра  $^{10}\text{B}$ , 1.74 и 3.59 МэВ ядра  $^{10}\text{B}$ . Выполнен анализ соотношения сечений полного фотопоглощения и упругого рассеяния фотонов в рамках дисперсионной теории. Сделаны выводы о спинах и четностях ряда уровней гигантского резонанса. Для ядра  $^{11}\text{B}$  оценен вклад  $1p-1h$ -конфигураций в волновую функцию гигантского резонанса.\*

nucleus are as well found. The excitations functions are calculated for the 3.37-MeV level of the  $^{10}\text{B}$  nucleus and for the 1.74- and 3.59-MeV levels of the  $^{10}\text{B}$  nucleus in the reaction  $^{11}\text{B}(\gamma, X)'$ . The relation between the total photoabsorption cross section and the cross section of elastic scattering of photons is analyzed by the dispersion theory methods. Conclusions are derived concerning spins and parities of some levels of the giant resonance. For the  $^{11}\text{B}$  nucleus the contribution is estimated given by the  $1p-1h$  configurations to the wave function of the giant resonance.\*

22

Лихачев В.П., Евсеев И.Г., Буки А.Ю., Немашкало А.А., Палук С.А., Савицкий Г.А., Хвастунов В.М., Фартушный В.А., Степаненко В.А., Шостак В.Б. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРООБРАЗОВАНИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ НА ЯДРАХ  $^9\text{Be}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{27}\text{Al}$ . Украинский физический журнал, 29, 331-335

Сечения электрообразования тяжелых частиц на ядрах  $^9\text{Be}$ ,  $^{12}\text{C}$  и  $^{27}\text{Al}$  измерены в области энергий от 4 до 16 МэВ с помощью телескопа, составленного из двух кремниевых поверхностно-барьерных детекторов. Эксперимент проводился при энергиях налетающих электронов 100 и 225 МэВ, для углов вылета продуктов 78, 102 и 118°. Энергетическое разрешение составляло 300 кэВ. Для ядер  $^{12}\text{C}$  и  $^{27}\text{Al}$  в измеренных спектрах обнаружены отчетливые максимумы при энергиях частиц соответственно  $5.5 \pm 0.5$  МэВ и  $6.0 \pm 0.5$  МэВ. В случае ядра  $^9\text{Be}$  не наблюдалось сколь-нибудь заметного максимума. Полученные сечения электрообразования тяжелых частиц сравниваются с результатами расчетов по методу виртуальных фотонов.

Cross-sections for heavy particle electroproduction have been measured within an energy range from 4 to 16 MeV for  $^9\text{Be}$ ,  $^{12}\text{C}$  and  $^{27}\text{Al}$  nuclei using a telescope consisting of two silicon surface-barrier detectors. The experiment was performed at initial electron energies of 100 and 225 MeV and for angles of product detection 78, 102 and 118°. The energy resolution was about 300 keV. For  $^{12}\text{C}$  and  $^{27}\text{Al}$  the measured spectra show a distinct maximum at particle energies of  $5.5 \pm 0.5$  MeV and  $6.0 \pm 0.5$  MeV, respectively. In the case of  $^9\text{Be}$  there was no clearly marked maximum. The obtained electroproduction cross-sections are compared with calculations by the method of virtual photons.\*

23

Napolitano J., Freedman S.J. THE WIDTH OF THE 5.11 MeV STATE IN  $^{10}\text{B}$  AND ISOVECTOR PARITY MIXING. Nucl. Phys., A417, 289-300

Сделан обзор оценок для эффекта смешивания четностей при захвате  $\alpha$ -частиц векторно поляризованным ядром  $^6\text{Li}$  с образованием ядра  $^{10}\text{B}$  в состоянии  $2^+$ ,  $T=1$  при энергии 5.16 МэВ. Вследствие изовекторного смешивания четностей с состоянием 5.11 МэВ,  $2^-$ ,  $T=0$  сечение зависит от направления поляризации ядра  $^6\text{Li}$ . Эффект усиливается благодаря сохранению изоспина. Измерена величина  $\alpha$ -ширины состояния с энергией 5.11 МэВ, важный параметр для расче-

We review estimates for effects of parity mixing on the  $\alpha$ -capture of vector polarized  $^6\text{Li}$  to the 5.16 MeV,  $2^+$ ,  $T=1$  state in  $^{10}\text{B}$ . The cross section depends on the  $^6\text{Li}$  polarization direction because of isovector parity mixing with the 5.11 MeV,  $2^-$ ,  $T=0$  state. The effect is enhanced due to isospin conservation. The  $\alpha$ -width of the 5.11 MeV state, an important parameter for calculating the enhancement, has been measured to be  $0.98 \pm 0.07$  keV. The



та усиления, и оказалась равной  $0.98 \pm 0.07$  кэВ. С помощью наиболее точных из известных величин для необходимых параметров пересматривались последствия смешивания четностей.

consequences of parity mixing are reevaluated using best available values for the relevant parameters.\*

24 Hardie G., Filippone B.W., Elwyn A.J., Wiescher M., Segel R.E.  
 RESONANT ALPHA CAPTURE BY  ${}^7\text{Be}$  AND  ${}^7\text{Li}$ . Phys. Rev., C29, 1199-1206

В реакции  ${}^7\text{Li}(\alpha, \gamma)$  наблюдались резонансы при энергиях  $E_\alpha = 401, 814$  и  $953$  кэВ. Из выходов для толстой мишени получено, что соответствующие состояния в ядре  ${}^{11}\text{B}$  с энергиями  $8920, 9185$  и  $9274$  кэВ имеют силы резонансов в системе центра масс равные соответственно  $0.0088 \pm 0.0014, 0.317 \pm 0.047$  и  $1.72 \pm 0.17$  эВ. Радиационные ширины, полученные для последних двух состояний, равны  $0.17 \pm 0.06$  и  $1.15 \pm 0.16$  эВ соответственно. С помощью  $40$  мCi  ${}^7\text{Be}$  мишени наблюдались резонансы  $\alpha$ -захвата при энергиях  $E_\alpha = 884$  ( ${}^{11}\text{C}^* = 8105$  кэВ) и  $1376$  ( ${}^{11}\text{C}^* = 8421$  кэВ) кэВ с силами в системе центра масс  $0.331 \pm 0.041$  и  $3.80 \pm 0.57$  эВ соответственно. Радиационные ширины, определенные для этих состояний, равны  $0.350 \pm 0.056$  и  $3.1 \pm 1.3$  эВ соответственно. Наблюдаемые скорости распада сравниваются с результатами теоретических расчетов.

Resonances at  $E_\alpha = 401, 814, \text{ and } 953$  keV were observed in the  ${}^7\text{Li}(\alpha, \gamma)$  reaction. From the thick target yields the corresponding states in  ${}^{11}\text{B}$  at  $8920, 9185, \text{ and } 9274$  keV were found to have center-of-mass resonance strengths of  $0.0088 \pm 0.0014, 0.317 \pm 0.047, \text{ and } 1.72 \pm 0.17$  eV, respectively. The radiative widths deduced for the latter two states are  $0.17 \pm 0.06$  and  $1.15 \pm 0.16$  eV, respectively. Using a  $40$  mCi  ${}^7\text{Be}$  target,  $\alpha$ -capture resonances were observed at  $E_\alpha = 884$  ( ${}^{11}\text{C}^* = 8105$  keV) and  $1376$  ( ${}^{11}\text{C}^* = 8421$  keV) keV with center-of-mass resonance strengths of  $0.331 \pm 0.041$  and  $3.80 \pm 0.57$  eV, respectively. The radiative widths deduced for these states are  $0.350 \pm 0.056$  and  $3.1 \pm 1.3$  eV, respectively. The observed decay rates are compared with theoretical calculations.\*

25 Hayward E., Ziegler B. PHOTON SCATTERING FROM  ${}^{12}\text{C}$  AND  ${}^{208}\text{Pb}$  IN THE  $\Delta$ -REGION. Nucl. Phys., A414, 333-346

Сечения рассеяния фотонов на угол  $115^\circ$  для ядер  ${}^{12}\text{C}$  и  ${}^{208}\text{Pb}$  измерены с использованием тормозного излучения с энергиями  $E = 150, 200, 250, 300, 350$  и  $400$  МэВ. Детектором регистрировались рассеянные фотоны с энергиями в пределах от  $0.9 E$  до  $E$ . Измеренные сечения оказались значительно большими по величине, чем предсказывалось простой моделью, связывающей сечение рассеяния на большой угол с сечением рассеяния вперед и форм-фактором для упругого рассеяния электронов. Это расхождение обсуждается в терминах коллективных эффектов, неупругого рассеяния или распределений обменного тока.

The photon-scattering cross sections at  $115^\circ$  for  ${}^{12}\text{C}$  and  ${}^{208}\text{Pb}$  have been measured using bremsstrahlung energies  $E$  of  $150, 200, 250, 300, 350$  and  $400$  MeV. Scattered photons having energies in the range  $0.9 E$  to  $E$  were accepted by the detector. The measured cross sections are much larger than the prediction of a simple model relating the scattering cross section at a large angle to the forward-scattering cross section and the form factor for elastic electron scattering. This discrepancy is discussed in terms of collective effects, inelastic scattering, or exchange-current distribution.\*

Спектр поперечно и неупруго рассеянных электронов из реакции  $^{12}\text{C}(e, e')$  измерялся под углом  $180^\circ$  вплоть до энергии возбуждения 96 МэВ при энергиях налетающих электронов 150.6 МэВ. Этот спектр сравнивается с результатами последних расчетов в самосогласованном приближении хаотических фаз, включающих мультипольности  $J \leq 3$ . Вычисленное сечение превышает экспериментальное в области квазиупругого максимума; не наблюдаются резонансные состояния в области энергий 20-25 МэВ, существование которых предсказывалось теоретически.

The transverse  $^{12}\text{C}(e, e')$  inelastic spectrum has been measured at  $180^\circ$  up to an excitation energy of 96 MeV for 150.6 MeV incident electrons. This spectrum is compared to a recent self-consistent random phase approximation calculation which includes multipoles of  $J \leq 3$ . The calculated cross section is larger than the experimental cross section in the quasielastic peak region, and resonance states are predicted in the 20-35 MeV region which are not observed.\*

- 27 Wright D.H., Nathan A.M., Morford L.J., Debevec P.T. ELASTIC PHOTON SCATTERING AND THE E2 STRENGTH FUNCTION IN CARBON AND CALCIUM. Phys. Rev. Lett., 52, 244-246

Сечения упругого рассеяния фотонов на ядрах углерода и кальция измерялись в области энергий между 20 и 50 МэВ. Эти данные не согласуются с ранее опубликованными результатами измерений полного сечения фотопоглощения. Никаких доказательств локального проявления E2-силы в каждом ядре не обнаружено. Концентрация E2 силы в углероде в области энергий между 24-44 МэВ, о которой сообщалось ранее, полученными данными не подтверждается.

The elastic photon-scattering cross section for carbon and calcium has been measured between 20 and 50 MeV. These data are inconsistent with previously reported measurements of the total photoabsorption cross section. No evidence is found for compact E2 strength in either nucleus. A previously reported concentration of E2 strength in carbon in the 24-44 MeV range is not supported by the data.\*

- 28 Kerkhove E., Berkvens P., Van de Vyver R., Declerck D., Ryckbosch D., Van Otten P., Ferdinande H., Van Camp E. ABSOLUTE  $^{12}\text{C}(\gamma, p_0)^{11}\text{B}$  CROSS SECTION IN THE GIANT DIPOLE RESONANCE REGION. Phys. Rev., C29, 2061-2066

Абсолютное сечение  $^{12}\text{C}(\gamma, p_0)^{11}\text{B}$  реакции было измерено в области энергий гигантского дипольного резонанса. Величина дифференциального сечения, измеренного под углом  $90^\circ$ , с абсолютной погрешностью около 12% не согласуется с величиной, полученной с помощью соотношения детального баланса в ранее проведенных измерениях для реакции  $(p, \gamma_0)$ , но в разумных пределах согласуется с объединенными данными групп Аргонна и Стэнфорда.

The absolute  $^{12}\text{C}(\gamma, p_0)^{11}\text{B}$  cross section was measured in the energy region of the giant dipole resonance. The magnitude of our  $90^\circ$  differential cross section, which has an absolute uncertainty of about 12%, is in disagreement with the one obtained by detailed balance from a recent  $(p, \gamma_0)$  measurement, but is in reasonable correspondence with the combined data from the Argonne and Stanford groups.\*

Магнитные возбуждения в ядре  $^{12}\text{C}$  изучены с помощью неупругого рассеяния электронов на большие обратные углы при переданных импульсах между  $q=0.5$  и  $3.3$  ферми $^{-1}$ . Данные для M1, M2, M3 и M4 переходов сравниваются с результатами оболочечно-модельных расчетов. В общем энергии возбуждения так же, как зависимости форм-факторов от переданного импульса предсказываются удовлетворительно. Однако величины теоретических форм-факторов превышают экспериментальные значения более чем в 2 раза. При энергиях возбуждения 18.2 и 22.7 МэВ наблюдаются кандидаты в  $2^-$ -состояния. Показано, каким образом структурные эффекты могут занижить оценки матричных элементов изоспинового смешивания на основе  $(\pi, \pi')$  отношений.

Magnetic excitations in  $^{12}\text{C}$  have been measured by inelastic electron scattering at backward scattering angles for momentum transfers between  $q=0.5$  and  $3.3$  fm $^{-1}$ . Data for M1, M2, M3, and M4 transfers are compared to shell model calculations. In general, the excitation energies are reasonably predicted, as are the momentum transfer dependences of the form factors. However, the form factor magnitudes often exceed measurements by factors of more than 2. Candidates for  $2^-$  states are seen at excitation energies of 18.2 and 22.7 MeV. It is shown how structure effects may reduce estimates of isospin mixing matrix elements from  $(\pi, \pi')$  ratios.\*

Спектры  $\gamma$ -квантов, сопровождающих реакции радиационного захвата протонов ядрами с замкнутыми подоболочками и соседними ядрами, имеющими дополнительный протон, в главных чертах оказываются удивительно схожими. Описанные детальные измерения для реакций  $^{11}\text{B}(p, \gamma)^{12}\text{C}$  и  $^{12}\text{C}(p, \gamma)^{13}\text{N}$  выявили дополнительные сходные особенности. Представлено обобщенное прямое-полупрямое описание реакций, в рамках которого достигается успешная интерпретация количественных соотношений различных параметров отмеченных пар реакций, включая угловые распределения, анализирующие способности, отношения сечений в широкой области энергий налетающих частиц. Данные хорошо согласуются с теоретическими предсказаниями.

Radiative proton capture reactions into nuclei with closed subshells and into the neighboring nuclei with one additional proton produce gamma-ray spectra with remarkably similar major features. Detailed measurements of  $^{11}\text{B}(p, \gamma)^{12}\text{C}$  and  $^{12}\text{C}(p, \gamma)^{13}\text{N}$ , described here, reveal additional striking similarities. A generalized direct-semidirect picture of the reaction is presented, from which quantitative relationships between such capture reaction pairs may be derived, including comparisons of angular distributions, analyzing powers, and cross-section ratios over a wide range of bombarding energies. The data are in good agreement with the theoretical predictions.\*

Локализация гигантского монополярного резонанса, а, следовательно, и сжимаемость неизвестны для легких ядер. Измерена асимметрия

The location of the giant monopole resonance and, therefore, the compressibility is unknown in light nuclei. The forward-backward

угловых корреляций (вперед-назад) для реакции  $(e, e'p)$  на ядре  $^{12}\text{C}$ , обнаружено, что она оказывается весьма чувствительной к распределению монополярной силы в области гигантского дипольного резонанса. Следовательно, похожие реакции представляют собой чувствительный метод изучения монополярной силы в легких ядрах.

$(e, e'p)$  angular correlation asymmetry from  $^{12}\text{C}$  has been measured and found to be very sensitive to monopole strength in the giant dipole resonance region. Similar reactions will, this, provide a sensitive tool in the search for monopole strength in light nuclei.\*

- 32 Flowers A.G., Thorley P.J., Anthony I., Branford D., McGeorge J.C., Sene M.R., Shotter A.C., Zimmerman C.H., Owens R.O. ELECTRON- AND PHOTON-INDUCED COMPLEX PARTICLE EMISSION. Nucl. Phys., **A429**, 61-87

Исследовались электро- и фотоэмиссия  $d$ ,  $t$ ,  $^3\text{He}$  и  $\alpha$ -частиц из ядер  $^{12}\text{C}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Ni}$ ,  $^{60}\text{Ni}$ ,  $^{92}\text{Mo}$ ,  $^{94}\text{Mo}$ ,  $\text{natSn}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  и  $^{197}\text{Au}$  под действием электронов с энергиями 30-140 МэВ. Приводятся энергетические спектры, угловые распределения и функции возбуждения. Показано, что модель, которая учитывает предравновесную эмиссию, сопровождающую поглощение высокоэнергетичного фотона кваздейтронном, а также статистическое испарение, сопровождающее поглощение в области гигантского резонанса удовлетворительно описывает данные.

Electron and photon-induced emission of  $d$ ,  $t$ ,  $^3\text{He}$  and  $\alpha$ -particles from  $^{12}\text{C}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Ni}$ ,  $^{60}\text{Ni}$ ,  $^{92}\text{Mo}$ ,  $^{94}\text{Mo}$ ,  $\text{natSn}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  and  $^{197}\text{Au}$  has been studied with electrons of energies 30-140 MeV. The data are presented as energy spectra, angular distributions and excitation functions. It is shown that a model which includes pre-equilibrium emission following high-energy photon absorption on a quasideuteron as well as statistical evaporation following giant-resonance absorption gives a reasonable account of the data.\*

- 33 Догуст И.В., Волощук В.И., Клириченко В.В., Ходячих А.Ф. О КОРРЕЛЯЦИИ НУКЛОНОВ ИЗ РЕАКЦИИ  $^{12}\text{C}(\gamma, pn)^{10}\text{B}$ . Ядерная физика, **40**, 1382-1386

Методом диффузионной камеры в магнитном поле набрано 2936 событий реакции  $^{12}\text{C}(\gamma, pn)^{10}\text{B}$ . На основе применимости механизма парного поглощения фотонов в области промежуточных энергий сделана оценка средней величины вещественной части оптического потенциала. Получено распределение событий по относительному импульсу нуклонов  $pn$ -пары в момент взаимодействия с  $\gamma$ -квантом. Извлечена информация о нуклон-нуклонной корреляционной функции.\*

2936 events of the reaction  $^{12}\text{C}(\gamma, pn)^{10}\text{B}$  are selected using the diffusion-chamber-in-magnetic-field method. The mean value of the real part of the optical potential is estimated basing on validity of the photon-pair-absorption mechanism at intermediate energies. The distribution of events over the relative momentum of the nucleons forming the  $pn$  pair is obtained at the moment when interaction with the gamma occurs. Information on the nucleon-nucleon correlation function is extracted.\*

- 34 Woodworth J.G., August R.A., Roberson N.R., Tilley D.R., Weller H.R., Jury J.W. POLARIZED NEUTRON CAPTURE INTO  $^{12}\text{C}$ : EVIDENCE FOR A SECONDARY DOORWAY STATE EFFECT. Phys. Rev., **C29**, 1186-1193

Угловые распределения для реакции  $^{12}\text{C}(n, \gamma_0)^{13}\text{C}$  были измерены при энергиях нейтронов, соответствующих энергиям возбуждения 16.0, 19.2, 20.1, 20.8 и 21.8 МэВ. Коэффициенты полиномов Лежандра определялись вплоть до второго порядка ( $a_3$  мал). Результаты измерений с помощью поляризованных нейтронов были

Angular distributions for the  $^{12}\text{C}(n, \gamma_0)^{13}\text{C}$  reaction have been measured with neutrons corresponding to excitation energies of 16.0, 19.2, 20.1, 20.8, and 21.8 MeV. Legendre polynomial coefficients have been determined to second order ( $a_3$  is small). Polarized neutron measurements were obtained at excitation ener-

получены при энергиях возбуждения 16.0, 18.6, 19.2, 20.1, 21.0, 21.8 и 22.3 МэВ. В настоящих данных также проявилась та структура, которая наблюдалась в энергетическом распределении коэффициента полинома Лежандра  $P_2$  для реакции  $^{12}\text{C}(p, \gamma)_0^{13}\text{N}$ . О вторичном входном состоянии с энергией 20.5 МэВ и эффективной шириной 0.5 МэВ свидетельствуют ранее полученные данные для реакции  $^{11}\text{B}(d, \gamma)_0^{13}\text{C}$ . Наличие этого состояния объясняет энергетические зависимости сечения, коэффициента  $a_2$  и коэффициента  $b_2$  анализирующей способности в данных для реакции  $^{12}\text{C}(n, \gamma)_0^{13}\text{C}$ . Эта же модель способна также описать энергетические зависимости сечения и коэффициента  $a_2$ , которые получены для реакции  $^{12}\text{C}(p, \gamma)_0^{13}\text{N}$  в области от 16 до 22 МэВ.

gies of 16.0, 18.6, 19.2, 20.1, 21.0, 21.8, and 22.3 MeV. A structure seen in the coefficient of the Legendre polynomial  $P_2$  for the  $^{12}\text{C}(p, \gamma)_0^{13}\text{N}$  reaction is also seen in the present data. A secondary doorway state at 20.5 MeV with an apparent width of 0.5 MeV is suggested by previously measured  $^{11}\text{B}(d, \gamma)_0^{13}\text{C}$  data. The presence of this state provides an explanation for the energy dependence of the cross section, the  $a_2$  coefficient, and the analyzing power coefficient  $b_2$  in the  $^{12}\text{C}(n, \gamma)_0^{13}\text{C}$  data. The same model is also able to describe the energy dependence of the cross section and the  $a_2$  coefficient observed in the  $^{12}\text{C}(p, \gamma)_0^{13}\text{N}$  reaction in the region of 16 to 22 MeV.\*

- 35 Shin K., Hibi K., Fujii M., Uwamino Y., Nakamura T. NEUTRON AND PHOTON PRODUCTION FROM THICK TARGETS BOMBARDED BY 30-MeV p, 33-MeV d, 65-MeV  $^3\text{He}$ , AND 65-MeV  $\alpha$  IONS: EXPERIMENT AND COMPARISON WITH CASCADE MONTE CARLO CALCULATIONS. *Phys. Rev.*, G29, 1307-1316

Путем расшифровки амплитудных спектров, измеренных с помощью NE-213 СПИНТИЛЛЯТОРА, БЫЛИ ПОЛУЧЕНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ НЕЙТРОНОВ И ФОТОНОВ, ИСПУЩЕННЫХ ТОЛСТЫМИ МИШЕНЯМИ УГЛЕРОДА, ЖЕЛЕЗА, МЕДИ И СВИНЦА ПОД УГЛАМИ 0, 15, 30, 45, 75 и 135 градусов к пучку налетающих дейтронов с энергией 33 МэВ, ионов  $^3\text{He}$  с энергией 65 МэВ и  $\alpha$ -ионов с энергией 65 МэВ. Угловые распределения нейтронов с энергиями выше 4 МэВ и фотонов с энергиями выше 1.5 МэВ получены путем интегрирования измеренных спектров. Полный нейтронный выход определен с помощью оценки нейтронного выхода при энергиях ниже нескольких МэВ путем аппроксимации спектров, измеренных выше этой энергии, максвелловским распределением. Результат хорошо согласуется с другими экспериментальными данными. Измеренные спектры анализировались с помощью метода Монте-Карло для прохождения излучения через толстую мишень, основанного на внутриядерно-каскадно-испарительной модели. Справедливость этой модели была проверена при более низком пределе энергии налетающей частицы.

The energy spectra of neutrons and photons emitted by thick targets of carbon, iron, copper, and lead at angles of 0, 15, 30, 45, 75, and 135 deg to the incident beam of 33-MeV deuteron, 65-MeV  $^3\text{He}$ , and 65-MeV alpha ions were obtained by unfolding the pulse height distributions measured with an NE-213 scintillator. The angular distributions of neutrons above 4 MeV and photons above 1.5 MeV were obtained by integrating the measured spectra. The total neutron yield was obtained by estimating the neutron yield below a few MeV by fitting the spectra measured above that energy to the Maxwellian distribution and showed good agreement with other experimental results. The measured spectra were analyzed by the thick-target radiation transport Monte Carlo code based on the intranuclear-cascade-evaporation model. The validity of the model was tested at the lower projectile energy limit through this comparison.\*

- 36 Стибунов В.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДА ФОТОПРОТОНОВ ИЗ ЯДЕР И ФАКТОР ЛЕВИНЖЕРА. *Ядерная физика*, 40, 3-8

Представлены дифференциальные сечения образования фотопротонов с энергией 140 МэВ на ядрах C, Al, Ti, Cu, Ag, Sn, Pb, измеренные на электронном синхротроне. Экспериментальные данные проанализированы в рамках плосковолно-

Differential cross sections for production of 140-MeV photoprotons on the nuclei C, Al, Ti, Cu, Ag, Sn, Pb are measured by means of an electron synchrotron. The results are analyzed in the plane-wave impulse approximation. The dependence of the Levinger factor upon

Второго импульсного приближения, получена зависимость фактора Левинжера от массы ядра.\*

the nuclear mass is obtained.\*

37 Bergstrom J.C., Neuhausen R., Lahm G. ELECTROEXCITATION OF LEVELS IN  $^{14}\text{N}$  BETWEEN 12 AND 21 MeV. Phys.Rev., C29, 1168-1182

Четыре M4 перехода, основанные на разбросанном частично-дырочном возбуждении  $(1d_{5/2}^{-1}1p_{3/2}^{-1})_4^-$ , наблюдались в ядре  $^{14}\text{N}$  с помощью неупругого рассеяния электронов, форм-факторы этих переходов измерены в интервале значений  $q=0.8-2.8$  ферми $^{-1}$ . Состояния располагаются при энергиях 15.01 ( $3^-,4^-$ ), 16.91 ( $5^-$ ), 18.48 ( $5^-$ ) и 20.11 МэВ ( $3^-,4^-$ ) и все имеют  $T \approx 1$ . Состояния при энергиях 16.91 и 18.48 МэВ исчерпывают вместе 61-84% от возможной M4 силы для  $J = 5^-$ , при этом более высокий процент получен для феноменологической волновой функции основного состояния, которая аппроксимирует статические электромагнитные моменты. Переходы в состояния при энергиях 15.01 и 20.11 МэВ исчерпывают более 60% M4 силы, разрешенной для  $J = 3^-$ , но их спины еще не определены. С учетом последних результатов по рассеянию  $^{14}\text{N}(\pi, \pi')$  триплет  $5^-$  состояний с  $T=0,1,0$  расположен при энергиях 14.66, 16.91 и 17.46 МэВ, и  $\pi^+/\pi^-$  асимметрию должна описывать схема смешивания по изоспину трех состояний. При условии использования данных по  $(e, e')$  рассеянию в качестве калибровки и в предположении об упрощенной волновой функции основного состояния объединенный анализ показывает, что  $5^-$  триплет исчерпывает приблизительно 60% изовекторной  $5^-$  силы и только около 35% изоскалярной силы. Значительная G3 сила обнаружена в триплете уровней при энергиях 12.82 ( $4^-$ ), 11.24 ( $3^-$ ) и 13.17 МэВ ( $2^- ?$ ). Форм-факторы интерпретируются в терминах слабой связи валентных нуклонов с  $K=3$  ротационным возбуждением деформированного ядра. Наконец, изовекторный M2 переход обнаружен при энергии 14.72 МэВ ( $2^- ?$ ) и проанализирован с точки зрения феноменологической оболочечно-модельной конфигурации.

Four M4 transitions based on the stretched particle-hole excitation  $(1d_{5/2}^{-1}1p_{3/2}^{-1})_4^-$  have been measured over the range  $q=0.8-2.8$  fm $^{-1}$ . The states are at 15.01 ( $3^-,4^-$ ), 16.91 ( $5^-$ ), 18.48 ( $5^-$ ), and 20.11 MeV ( $3^-,4^-$ ) and all have  $T \approx 1$ . The 16.91 and 18.48 MeV states together exhaust 61-84% of the possible M4 strength for  $J = 5^-$ , the higher percentage obtaining for a phenomenological ground-state wave function which fits the static electromagnetic moments. The 15.01 and 20.11 MeV transitions exhaust over 60% of the M4 strength allowed for  $J = 3^-$ , but the spins are still uncertain. Combined with recent  $^{14}\text{N}(\pi, \pi')$  results, a triplet of  $5^-$  states with  $T=0,1,0$  is apparent at 14.66, 16.91, and 17.46 MeV and a three-state isospin-mixing scheme is invoked to describe the  $\pi^+/\pi^-$  asymmetries. Using the  $(e, e')$  data as a calibration, and assuming a simplified ground-state wave function, the joint analysis indicates the  $5^-$  triplet exhausts roughly 60% of the isovector  $5^-$  strength but only about 35% of the isoscalar strength. Significant G3 strength is found in a triplet of levels at 12.82 ( $4^-$ ), 11.24 ( $3^-$ ), and 13.17 MeV ( $2^- ?$ ). The form factors are interpreted in terms of a weak coupling of the valence nucleons to a  $K=3$  rotational excitation of a deformed core. Finally, an isovector M2 transition is found at 14.72 MeV ( $2^- ?$ ) and is analyzed in terms of a phenomenological shell-model configuration.\*

- 38 Huffman R.I., Hicks R.S., Dubach J., Parker B., Plum M.A.,  
Lahm G., Neuhausen R., Bergstrom J.C. COMPARISON OF ISOSCALAR  
AND ISOVECTOR ( $e, e'$ ) M1 FORM FACTORS AT HIGH MOMENTUM TRANSFER.  
*Phys. Lett.*, 139B, 249-253

M1 форм-факторы электронного рассеяния измерены для основного состояния ядра  $^{14}\text{N}$  и для M1 перехода с энергией 2.313 МэВ. В то время как форм-факторы основного состояния хорошо согласуются с предсказаниями 1p-оболочечных моделей, для экспериментальных форм-факторов перехода с энергией 2.313 МэВ обнаружено необъяснимое моделью превышение над теоретическими значениями при больших переданных импульсах.

Electron scattering M1 form factors have been measured for the ground state and for the 2.313 MeV M1 transition in  $^{14}\text{N}$ . Whereas the ground-state form factor is in good accord with 1p-shell models, the data for the 2.313 MeV transition show an unexplained enhancement at high momentum transfers.\*

- 39 Del Bianco W., Kajrys G., Kim J., Kundu S., Landsberger S., Lecomte R.,  
Monaro S. THE GIANT DIPOLE RESONANCE OF MASS-15 NUCLEI AND THE  $^{12}\text{C}(^3\text{He}, \gamma)_0^{15}\text{O}$   
AND  $^{11}\text{B}(\alpha, \gamma)_0^{15}\text{N}$  REACTIONS. *Can. J. Phys.*, 62, 288-296

Угловые распределения для реакций  $^{11}\text{B}(\alpha, \gamma)_0^{15}\text{N}$  и  $^{12}\text{C}(^3\text{He}, \gamma)_0^{15}\text{O}$  измерены при нескольких значениях энергий в области гигантского дипольного резонанса (ДГР) двух конечных ядер. Кривая выхода под углом  $90^\circ$  для реакции  $^{11}\text{B}(\alpha, \gamma)_0^{15}\text{N}$  перемерена с улучшенным энергетическим разрешением в интервалах энергий  $E_\alpha = 6.89-8.0$  и  $12.8-15$  МэВ.  $\gamma$ -кванты детектировались NaI(Tl) кристаллическим спектрометром 23 см (длина) x 23 см (диаметр), помещенным в антисовпадательную защиту из пластических сцинтилляторов. Получены спины и четности резонансов, которые наблюдались в кривых выхода; в структуре, ранее наблюдавшейся в кривой выхода реакции  $^{11}\text{B}(\alpha, \gamma)_0^{15}\text{N}$  между  $E_\alpha = 7$  и 8 МэВ, разрешено 2 пика.

The angular distributions of the  $^{11}\text{B}(\alpha, \gamma)_0^{15}\text{N}$  and  $^{12}\text{C}(^3\text{He}, \gamma)_0^{15}\text{O}$  reactions have been measured at several energies over the giant dipole resonance (DGR) of the two residual nuclei. The  $90^\circ$  yield curve of the  $^{11}\text{B}(\alpha, \gamma)_0^{15}\text{N}$  reaction has been remeasured with improved energy resolution over the energy ranges  $E_\alpha = 6.89-8.0$  and  $12.8-15$  MeV. The  $\gamma$ -rays were detected by a 23-cm long x x 23-cm diameter NaI(Tl) crystal spectrometer enclosed in a plastic scintillator anticoincidence shield. Spins and parities of the resonances observed in the yield curves were obtained; the structure previously observed in the yield curve of the  $^{11}\text{B}(\alpha, \gamma)_0^{15}\text{N}$  reaction between  $E_\alpha = 7$  and 8 MeV has been resolved into two peaks.\*

- 40 Kuo P.C.-K., Jury J.W., Sherman N.K., Davidson W.F. ELECTRIC QUADRUPOLE  
PHOTONEUTRON REACTIONS IN  $^{16}\text{O}$ . *Phys. Rev.*, C30, 1789-1794

Энергетические спектры фотонейтронов из реакции  $^{16}\text{O}(\gamma, n)_0^{16}\text{O}$  измерены как функции угла в лабораторной системе в интервале энергий возбуждения от 30 до 35 МэВ. Вплоть до третьего порядка определены зависимости коэффициентов полиномов Лежандра для углового распределения от энергии возбуждения. В рассматриваемом энергетическом интервале наблюдались ненулевые значения коэффициентов  $a_1(+0.25 \pm 0.02)$  и  $a_3(-0.2 \pm 0.02)$ , что свидетельствует об интерференции между состояниями с противоположной четностью. Эти величины могут быть объяснены в рамках простой

Photoneutron energy spectra from  $^{16}\text{O}(\gamma, n)_0^{16}\text{O}$  reaction were measured as functions of laboratory angle over a range of excitation energies from 30 to 35 MeV. Angular distribution Legendre-polynomial coefficients were extracted up to third order as functions of excitation energy. Nonzero values of the coefficients  $a_1(+0.25 \pm 0.02)$  and  $a_3(-0.2 \pm 0.02)$  were observed over the energy region explored, indicating interference between states of opposite parity. These values can be accounted for in a simple model incorporating electric quadrupole absorption

модели, учитывающей силу электрического квадрупольного поглощения, связанную с распадами по фотонейтронному каналу основного состояния. В сочетании с ранее определенным отношением амплитуд для  $E1$   $p \rightarrow s$  и  $p \rightarrow d$  одночастичных переходов настоящие результаты свидетельствуют о том, что в исследуемой энергетической области около 4% изовекторного энергетически взвешенного правила сумм проявляется в канале  $(\gamma, n_0)$ . Обнаружено, что величина сечения реакции  $(\gamma, n_0)$  изменяется от  $1.5 \pm 0.1$  мбн при  $E_x = 30$  МэВ до  $0.8 \pm 0.1$  мбн при 35 МэВ. Установлено, что среднее значение E2 вклада в это сечение равно  $0.05 \pm 0.02$  мбн. Это довольно хорошо согласуется с результатами недавних оболочечно-модельных расчетов в приближении хаотических фаз для континуума, но расходится с результатами предыдущих измерений.

strength decaying via the ground-state photoneutron channel. When combined with the previously-determined amplitude ratio for the  $E1$   $p \rightarrow s$  and  $p \rightarrow d$  single-particle transitions, the present results suggest that about 4% of the isovector energy-weighted sum rule is found in the  $(\gamma, n_0)$  channel in the energy range studied. The value of the  $(\gamma, n_0)$  cross section was found to vary from  $1.5 \pm 0.1$  mb at  $E_x = 30$  MeV to  $0.8 \pm 0.1$  mb at 35 MeV. The average magnitude of the E2 contribution to this cross section was estimated to be  $0.05 \pm 0.02$  mb. This is in reasonable agreement with a recent continuum random-phase approximation shell model calculation, but is in disagreement with a previous measurement.\*

- 41      Беляев С.Н., Васильев О.В., Козин А.Б., Нечкин А.А., Семенов В.А.  
СТРУКТУРА СЕЧЕНИЙ  $(\gamma, n)$ -РЕАКЦИИ НА ИЗОТОПАХ  $^{206}\text{Pb}$  И  $^{208}\text{Pb}$ .  
Известия АН СССР, 48, 1940-1943

Исследована структура сечений фотонейтронных реакций на изотопах  $^{206,208}\text{Pb}$ , а также дополнительно на ядрах  $^{16}\text{O}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  и  $^{209}\text{Bi}$ . Измерения сечений выполнены на пучке тормозного  $\gamma$ -излучения бетатрона при изменении максимальной энергии спектра фотонов в областях от порогов реакций до 12.15 МэВ в случае тяжелых ядер и в области  $\sim 16$ -21 МэВ в случае ядра  $^{16}\text{O}$ .

The structure of the cross sections of photoneutron reactions on isotopes  $^{206,208}\text{Pb}$  and also as supplement on nuclei  $^{16}\text{O}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  and  $^{209}\text{Bi}$  have been investigated. The measurements have been fulfilled on the beam of bremsstrahlung of betatron in the ranges of end-point energies from thresholds up to 12.15 MeV in the case of heavy nuclei and  $\sim 16$ -21 MeV in the case of  $^{16}\text{O}$ .

- 42      Kerkhove E., Ferdinande H., Van de Vyver R., Berkvens P., Van Otten P.,  
Van Camp E., Ryckbosch D. ABSOLUTE  $(\gamma, p_0)$  AND  $(\gamma, p_1)$  CROSS SECTIONS AND ANGULAR  
DISTRIBUTIONS FOR THE LIGHT, DEFORMED NUCLEUS  $^{19}\text{F}$ . Phys. Rev. C29, 2047-2053

Абсолютные сечения  $(\gamma, p_0)$  и  $(\gamma, p_1)$  реакций на ядре  $^{19}\text{F}$  измерены при семи значениях угла в интервале энергий 13.4-25.8 МэВ. Для получения коэффициентов распределения угловое распределение аппроксимировалось суммой полиномов Лежандра. Сечения реакций  $(\gamma, p_0)$  и  $(\gamma, p_1)$  имеют близкие величины и представляют незначительную часть полного сечения фотопротонного канала. Глобальное различие между этими сечениями обусловлено эффектами конфигурационного расщепления. С помощью коэффициентов углового распределения  $(\gamma, p_0)$  реакций оценена величина E2 сечения, составляющая около 37% полного E2 сечения, предсказываемого энергетически взвешенным правилом сумм.

Absolute  $(\gamma, p_0)$  and  $(\gamma, p_1)$  cross sections for  $^{19}\text{F}$  have been measured at seven angles in the energy interval between 13.4 and 25.8 MeV. A sum of Legendre polynomials was fitted to the angular distributions to deduce the angular distribution coefficients. The  $(\gamma, p_0)$  and  $(\gamma, p_1)$  cross sections have a similar magnitude and represent a minor fraction of the total photoproton channel. The global difference between the two cross sections is attributed to configurational splitting effects. From the  $(\gamma, p_0)$  angular distribution coefficients, an E2 cross section was estimated, contributing about 37% to the total E2 energy-weighted sum rule.\*



- 43 Berg U.E.P., Ackermann K., Bangert K., Bläsing C., Naatz W., Stock R., Wienhard K., Brussel M.K., Chapuran T.E., Wildenthal B.H. BOUND STATE M1 TRANSITIONS IN sd-SHELL NUCLEI. Phys. Lett., 140B, 191-196

С помощью данных экспериментов по ядерной флуоресценции под действием неполяризованного и линейно-поляризованного тормозного излучения и Ge(Li)-детекторов с высоким разрешением получены модельнонезависимые значения сил магнитных дипольных возбуждений высоко-возбужденных состояний ядер  $^{20,22}\text{Ne}$ ,  $^{24,26}\text{Mg}$ ,  $^{28,30}\text{Si}$  и  $^{32,34}\text{S}$ . Измеренные  $B(M1)$  значения оказались меньшими по сравнению с j-j пределом оболочечной модели, однако, согласующимися в общем с величинами, предсказываемыми последними оболочечно-модельными расчетами, учитывающими смешивание внутри-sd-оболочечных конфигураций.

Nuclear resonance fluorescence experiments with unpolarized and linearly polarized bremsstrahlung and high-resolution Ge(Li) detectors have yielded model-independent values of magnetic dipole excitation strengths to highly excited states in  $^{20,22}\text{Ne}$ ,  $^{24,26}\text{Mg}$ ,  $^{28,30}\text{Si}$ , and  $^{32,34}\text{S}$ . The measured  $B(M1)$  values are quenched relative to the j-j limit of the shell model, but are in general agreement with predictions of recent shell-model calculations which treat intra-sd-shell configuration mixing completely.\*

- 44 Vodhanel R., Brussel M.K., Moreh R., Sellyey W.C., Chapuran T.E. STRONG M1 TRANSITIONS IN  $^{23}\text{Na}$  BELOW 10 MeV., Phys. Rev., C29, 409-417

Пучок фотонов, возникающих при торможении электронов с максимальными энергиями 7.66 и 10.37 МэВ, использовался для фотовозбуждения ядра  $^{23}\text{Na}$ . Значения  $g\Gamma_0^2/\Gamma$  и  $g\Gamma_0$  двадцати двух уровней в области энергий ниже 10 МэВ были получены при использовании результатов измерений рассеяния и самопоглощения. Значения для семи уровней приводятся впервые. С целью детального изучения эффективной температуры  $T_e$  металлического натрия  $^{23}\text{Na}$  при  $T=300\text{ K}$  и  $T=78\text{ K}$  была измерена температурная вариация сечения рассеяния. Установлено, что данные по полной  $B(M1)$  силе  $T=\frac{1}{2}$  уровней в области энергий ниже 9 МэВ хорошо согласуются с результатами крупномасштабных расчетов в рамках оболочечной модели ядра.

A bremsstrahlung photon beam from electrons with end-point energies of 7.66 and 10.37 MeV was used for photoexciting levels in  $^{23}\text{Na}$ . Values of  $g\Gamma_0^2/\Gamma$  and  $g\Gamma_0$  of 22 levels below 10 MeV were obtained using scattering and self-absorption measurements. The values for 7 levels are reported for the first time. The temperature variation of the scattering cross section was measured at  $T=300\text{ K}$  and  $T=78\text{ K}$  to study in some detail the effective temperature  $T_e$  of metallic  $^{23}\text{Na}$ . The results of the total  $B(M1)$  strength of  $T=\frac{1}{2}$  levels below 9 MeV were found to be in excellent agreement with the large-scale shell-model calculations.\*

- 45 Csesh J., Koltay E., Mate Z., Somorjai E., Zolnai L. LEVELS IN  $^{23}\text{Na}$  EXCITED BY THE  $^{19}\text{F}(\alpha, \alpha)^{19}\text{F}$ ,  $^{19}\text{F}(\alpha, \gamma)^{23}\text{Na}$  AND  $^{19}\text{F}(\alpha, p)^{22}\text{Ne}$  REACTIONS., Nucl. Phys., A413, 311-322

Функции возбуждения были измерены при пяти углах для процесса рассеяния  $^{19}\text{F}(\alpha, \alpha)^{19}\text{F}$  в области энергий вплоть до  $E_\alpha=3.7\text{ MeV}$ . Кривые выхода для реакций  $^{19}\text{F}(\alpha, \gamma)^{23}\text{Na}$ ,  $^{19}\text{F}(\alpha, p)^{22}\text{Ne}$  и  $^{19}\text{F}(\alpha, p_1)^{22}\text{Ne}$  были также получены в одновременных измерениях. Многоуровневые R-матричные расчеты были использованы для анализа данных по упругому рассеянию, что позволило определить параметры шестнадцати резонансов. Шестидесят резонансов, соответствующих уровням ядра  $^{23}\text{Na}$ , наблюдались в раз-

Excitation functions have been measured at five angles for the  $^{19}\text{F}(\alpha, \alpha)^{19}\text{F}$  scattering up to  $E_\alpha=3.7\text{ MeV}$ . The yield curves for the  $^{19}\text{F}(\alpha, \gamma)^{23}\text{Na}$ ,  $^{19}\text{F}(\alpha, p)^{22}\text{Ne}$  and  $^{19}\text{F}(\alpha, p_1)^{22}\text{Ne}$  reactions were also obtained in simultaneous measurements. A multi-level R-matrix calculation was used to analyse the elastic scattering data, yielding parameters for 16 resonances. Sixty resonances corresponding to levels in  $^{23}\text{Na}$  were seen in the different reactions. A comparison of resonance

ных реакциях. Проводится сравнение энергий резонансов и данных по полным ширинам с теоретическими предсказаниями. Реакция  $^{19}\text{F}(\alpha, \gamma)^{23}\text{Na}$  была также исследована в области энергий ниже  $E_{\alpha} = 2.3$  МэВ в эксперименте с толстой мишенью. Для двух резонансов приводятся схемы распада. Обсуждается величина  $\alpha$ -частичной силы.

- 46 Корда Л.П., Качан А.С., Хомяков Г.К., Водин А.Н., Копанец Е.Г. МАТРИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПЕРЕХОДОВ В ЯДРАХ НАТРИЯ-23 И ФОСФОРА-31. Сб. "Вопросы атомной науки и техники". Серия: Общая и ядерная физика, 2(27), 87-89

С помощью реакции радиационного захвата протонов ядрами  $^{30}\text{Si}$  и  $^{22}\text{Ne}$  изучены отношения смесей ( $\delta_{\text{H}}$ ) мультипольностей гамма-переходов типа  $E2+M1$  между низколежащими состояниями в ядрах  $^{31}\text{P}$  и  $^{23}\text{Na}$  и оценены матричные элементы электромагнитных переходов между этими состояниями. Коэффициенты смешивания по мультипольностям гамма-переходов определялись из анализа угловых распределений гамма-лучей, полученных в распадах нескольких резонансов. Были измерены угловые распределения гамма-лучей из реакции  $^{30}\text{Si}(p, \gamma)^{31}\text{P}$  при пяти резонансных энергиях протонов ( $E_p = 1322, 1510, 1769, 1878$  и  $1895$  кэВ) и угловые распределения гамма-лучей из реакции  $^{22}\text{Ne}(p, \gamma)^{23}\text{Na}$  при трех резонансных энергиях протонов ( $E_p = 1278, 1443$  и  $1831$  кэВ). Экспериментально получены значения  $\delta_{\text{H}}$  для четырех переходов в ядре  $^{23}\text{Na}$  и для 12 переходов в ядре  $^{31}\text{P}$ . Для переходов  $4.59 \rightarrow 2.23$  и  $4.78 \rightarrow 2.23$  МэВ впервые оценены коэффициенты смешивания гамма-переходов между низколежащими состояниями в ядре  $^{31}\text{P}$ . Шесть значений  $\delta_{\text{H}}$  совпадают в пределах ошибок с данными, приведенными в литературе. Для всех 12 переходов в ядре  $^{31}\text{P}$  и для 4 переходов в ядре  $^{23}\text{Na}$  определены коэффициенты смешивания верхнего гамма-перехода.

- 47 MacGregor I.J.D., Johnston A., Ewing J.S. ELECTRIC SCATTERING MEASUREMENTS OF INELASTIC M3 TRANSITIONS. Nucl. Phys. A412, 1-12

Были измерены неупругие M3 форм-факторы процессов возбуждения  $3^+$  состояния при энергии 5.236 МэВ в ядре  $^{24}\text{Mg}$  и  $3^+, T=1$  состояния при энергии 10.376 МэВ в ядре  $^{28}\text{Si}$ . С целью исследования экспериментального ослабления силы M3-перехода, существование которого предполагается в свете предыдущих работ, полученные форм-факторы сравниваются с результатами расчетов, выполненных в рамках оболочечной модели ядра с учетом полного  $2s1d$

energy and total width data is given.

The  $^{19}\text{F}(\alpha, \gamma)^{23}\text{Na}$  reaction below  $E_{\alpha} = 2.3$  MeV was studied also with thick-target measurements. Decay schemes are given for two resonances. The  $\alpha$ -particle strength is discussed.\*

Using the radiative capture of protons by  $^{30}\text{Si}$  and  $^{22}\text{Ne}$  the mixing ratios ( $\delta_{\text{H}}$ ) for  $E2+M1$  gamma-transitions between the low-lying states of  $^{31}\text{P}$  and  $^{23}\text{Na}$  have been studied and matrix elements have been evaluated. The gamma-transition mixing ratios have been obtained from analysis of angular distributions of gamma-quanta from the decay of some resonances. Gamma-quanta angular distributions have been measured for reaction  $^{30}\text{Si}(p, \gamma)^{31}\text{P}$  at five resonance proton energies ( $E_p = 1322, 1510, 1769, 1878, \text{ and } 1895$  keV) and for reaction  $^{22}\text{Ne}(p, \gamma)^{23}\text{Na}$  at three resonance proton energies ( $E_p = 1278, 1443, \text{ and } 1831$  keV). Experimental data on  $\delta_{\text{H}}$  have been obtained for four transitions in  $^{23}\text{Na}$  and for 12 - in  $^{31}\text{P}$ . For transitions  $4.59 \rightarrow 2.23$  and  $4.78 \rightarrow 2.23$  MeV mixing ratios for gamma transitions between the low-lying states of  $^{31}\text{P}$  have been evaluated at first. Six  $\delta_{\text{H}}$  values coincide with published data within the experimental errors. The mixing ratios for upper gamma-transition have been determined for all 12 transitions in  $^{31}\text{P}$  and for four transitions in  $^{23}\text{Na}$ .

Inelastic M3 form factors for the excitation of the 5.236 MeV  $3^+$  state in  $^{24}\text{Mg}$  and for the excitation of the 10.376 MeV  $3^+, T=1$  state in  $^{28}\text{Si}$  have been measured. The form factors are compared with full  $2s1d$  shell-model calculations in order to investigate the experimental quenching of M3 transition strength which is expected in the light of previous work. The shell-model predictions do not agree with the experimental data. In

базиса. Оболочечно-модельные предсказания не согласуются с экспериментальными данными. В случае состояния ядра  $^{24}\text{Mg}$  при энергии 5.236 МэВ данные превышают предсказываемые значения с фактором  $\sim 2$ , в то время как в случае состояния ядра  $^{28}\text{Si}$  при энергии 10.376 МэВ наблюдается обратное соотношение с фактором  $\sim 5$ . В первом случае установлено, что небольшая добавка оболочечно-модельной волновой функции  $3_2^+$  состояния к волновой функции  $3_1^-$  состояния приводит к хорошему согласию с данными. Исследуется влияние такого смешивания на другие наблюдаемые характеристики. Не обнаружено похожих механизмов для объяснения свойств МЗ-перехода в ядре  $^{28}\text{Si}$ . Вследствие кардинальных разногласий между предсказаниями оболочечной модели и экспериментальными данными не могут быть сделаны заключения относительно МЗ ослабления. Поставлены под сомнение выводы предыдущего анализа, выполненного такой же методикой.

- 48 Zarek H., Yen S., Pich B.O., Drake T.E., Williamson C.F., Kowalski S.B., Sargent C.P. INELASTIC ELECTRON SCATTERING TO NEGATIVE PARITY STATES OF  $^{24}\text{Mg}$ . Phys. Rev., C29, 1664-1671

Электромагнитные форм-факторы для наиболее сильных переходов в состоянии с отрицательной четностью в ядре  $^{24}\text{Mg}$  измерены при энергиях электронов 90-280 МэВ и углах рассеяния  $90^\circ$  и  $160^\circ$ . Форм-факторы изоскалярных полос  $K^\pi=0^-$  и  $3^-$  согласуются с результатами расчетов в рамках приближения хаотических фаз для незаполненных оболочек даже несмотря на то, что происхождение этих двух полос радикально различается. Для изовекторных состояний с отрицательной четностью наблюдается расщепление магнитной силы; его причины обсуждаются.

- 49 Kicinska-Nabior M., Dabrowska M., Decowski P., Matulewicz T., Sikora B., Toke J., Cseh J., Somorjai E. VIRTUAL EXCITATION OF THE DGR MODE IN THE SUBBARRIER  $^{23}\text{Na}(p,\gamma)^{24}\text{Mg}$  REACTION. Z. Phys., A318, 329-331

Дифференциальные сечения нерезонансного радиационного захвата низкоэнергетических протонов ( $E_p=1348$  и  $1370$  кэВ) ядром  $^{23}\text{Na}$  свидетельствуют о проявлении виртуального возбуждения моды дипольного гигантского резонанса (ДГР). Теоретический анализ, выполненный в рамках модели прямого-полупрямого захвата, выявил усиленную связь ДГР с f-волной налетающего протона, согласующуюся с микроскопической структурой ДГР в ядрах s-d оболочки.

the case of the  $^{24}\text{Mg}$  5.236 MeV state the data are enhanced by a factor of  $\sim 2$  with respect to the shell-model prediction, whereas in the case of the  $^{28}\text{Si}$  10.376 MeV state the data are suppressed by a factor of  $\sim 5$ . In the former case it is found that a small admixture of the  $3_2^+$  state shell-model wave function into the  $3_1^-$  state wave function gives good agreement with the data. The effects of this admixture on other observables are investigated. No similar mechanism is found to explain the  $^{28}\text{Si}$  M3 transition. In view of the basic disagreement between the shell-model predictions and the experimental data, no conclusions about M3 quenching can be drawn. The validity of previous analyses using this technique is seriously questioned.\*

The electromagnetic form factors for the stronger transitions to negative parity states in  $^{24}\text{Mg}$  were measured for electron energies 90-280 MeV and scattering angles of  $90^\circ$  and  $160^\circ$ . The isoscalar  $K^\pi=0^-$  and  $3^-$  bands show form factors in agreement with open-shell random-phase approximation calculation, even though the parentages of these two bands are radically different. For the isovector negative parity states, a quenching of magnetic strength is observed; its origins are discussed.\*

Differential cross sections for nonresonant radiative capture of low energy protons ( $E_p=1.348$  keV and  $1.370$  keV) by  $^{23}\text{Na}$  nuclei exhibit features pointing to the virtual excitation of the giant dipole resonance (DGR) mode. Theoretical analysis carried out within the framework of the direct-semidirect capture model reveals an enhanced coupling of the DGR within the incident proton f-wave consistent with the microscopic structure of the DGR in the s-d shell nuclei.\*

Для исследования эмиссии  $\alpha$ -частиц из состояний гигантского резонанса на пучке электронов с энергиями в области от 14 до 30 МэВ измерялись энергетические спектры  $\alpha$ -частиц и сечение реакции  $(e,\alpha)$  для ядра  $^{24}\text{Mg}$ . Сечения реакций  $(\gamma,\alpha_0)$  и  $(\gamma,\alpha)$  для ядра  $^{24}\text{Mg}$  получены из энергетических спектров, а  $(e,\alpha)$  сечение - с помощью техники виртуальных фотонов. Из анализа угловых распределений получены E1 и E2 компоненты. Пик при энергии 20 МэВ, присутствующий в сечениях реакций  $(\gamma,n)$  и  $(\gamma,p)$  и в сечении поглощения, не наблюдается в сечении реакции  $(\gamma,\alpha)$ . В исследованной энергетической области, за исключением окрестности 20 МэВ, сечения объясняются статистической моделью с учетом смешивания по изоспину.

The energy spectra of  $\alpha$ -particles and the  $(e,\alpha)$  cross section for  $^{24}\text{Mg}$  were measured with electrons in the energy region from 14 to 30 MeV to investigate  $\alpha$ -particle emission from the giant resonance. The  $(\gamma,\alpha_0)$  and  $(\gamma,\alpha)$  cross sections for  $^{24}\text{Mg}$  were deduced from energy spectra and the  $(e,\alpha)$  cross section using the virtual photon technique. E1 and E2 components were obtained from the analysis of angular distributions. A peak of 20 MeV seen in the  $(\gamma,n)$ ,  $(\gamma,p)$  and absorption cross sections is not observed in the  $(\gamma,\alpha)$  cross section. The cross sections are explained by the statistical model with isospin mixing in the measured energy region, except around 20 MeV.\*

- 51 Blok H., Blok H.P., Van Hienen J.F.A., Van der Steenhoven G., De Jager C.W., De Vries H., Saha A., Seth K.K. CONTRIBUTION OF  $2\hbar\omega$  TRANSITIONS TO THE EXCITATION OF  $0^+$  STATES IN  $^{58}\text{Ni}$  AND  $^{26}\text{Mg}$  IN INELASTIC ELECTRON SCATTERING.  
Phys. Lett., 149B, 441-446

Возбуждение состояний  $0^+$  в ядрах  $^{58}\text{Ni}$  и  $^{26}\text{Mg}$  исследовалось с помощью неупругого рассеяния электронов. Оболочечно-модельные расчеты в модельном пространстве  $1\hbar\omega$  не способны объяснить данные, в которых явно выделяются вклады от  $2\hbar\omega$  переходов, т.е. подобных гигантскому монополюму резонансу возбуждений.

The excitation of  $0^+$  states in  $^{58}\text{Ni}$  and  $^{26}\text{Mg}$  has been investigated by inelastic electron scattering. Shell model calculations in a  $1\hbar\omega$  model space are not able to reproduce the data, which clearly show contributions from  $2\hbar\omega$ , i.e. giant monopole resonance-like excitations.\*

- 52 Качан А.С., Антуфьев Ю.П., Корда Л.П., Хомяков Г.К., Водин А.Н., Копанец Е.Г. РЕЗОНАНСНО-ПОДОБНАЯ СТРУКТУРА В ЯДРЕ  $^{26}\text{Al}$ . Сб. "Вопросы атомной науки и техники". Серия: Общая и ядерная физика, 2(27), 92-96

Измерены угловые распределения гамма-лучей, образующихся при распаде резонансных состояний, составляющих резонансно-подобную структуру в реакции  $^{25}\text{Mg}(p,\gamma)^{26}\text{Al}$ . Из анализа угловых распределений определены спины резонансных состояний, коэффициенты смешивания по мультипольностям гамма-лучей и вероятности гамма-переходов с резонансных состояний. Анализ схем распада и приведенных вероятностей гамма-переходов позволил установить изоспиновую структуру резонансных состояний, идентифицировать M1-резонанс и состояния типа аналог-антианалог, аналог-состояние поляризации остова.\*

Angular distributions of gamma-quanta from the decay of resonance-like states which make form of resonance-like structure for  $^{25}\text{Mg}(p,\gamma)^{26}\text{Al}$  reaction have been measured. From the analysis of angular distributions spins of resonance states, mixing ratios and probabilities of gamma-transitions from resonance states have been obtained. The analysis of decay schemes and of reduced gamma-transition probabilities gave the possibility to establishing of the isospin structure of resonance states and to identification of M1-resonance and of the states of analog-antianalog and analog-state of core polarization type.

С помощью Ge(Li)-детектора объемом  $100\text{ см}^3$  на пучке тормозного  $\gamma$ -излучения с верхней границей 32 МэВ измерены спектры  $\gamma$ -квантов, образующихся в реакциях  $^{27}\text{Al}(\gamma, p)^{26}\text{Mg}$  и  $^{27}\text{Al}(\gamma, n)^{26}\text{Al}$ . Угол регистрации был равен  $140^\circ$ . Определены интегральные величины сечений фотонуклонных реакций на ядре  $^{27}\text{Al}$  с образованием конечных ядер в отдельных состояниях. Для интерпретации результатов привлекаются данные о характеристиках заселяемых состояний из реакций однонуклонной передачи. Делаются выводы относительно механизма фотонуклонных реакций и роли изоспина в формировании и распаде гигантского дипольного резонанса ядра  $^{27}\text{Al}$  и ряда других нечетно-четных ядер  $1d_{2s}$ -оболочки.\*

A  $100\text{-cm}^3$  Ge(Li) detector was used to measure the  $\gamma$  spectra from  $^{27}\text{Al}(\gamma, p)^{26}\text{Mg}$  and  $^{27}\text{Al}(\gamma, n)^{26}\text{Al}$  reactions induced by bremsstrahlung  $\gamma$  quanta with 32-MeV upper energy limit. The detection angle was  $140^\circ$ . Integrated cross sections of photonucleon reactions on  $^{27}\text{Al}$  with formation of final nuclei in separate states are determined. The results are interpreted making use of the state population data from one-nucleon-transfer reactions. Conclusions are derived concerning the mechanism of photonucleon reactions and the part of isospin in formation and decay of the giant dipole resonance of the  $^{27}\text{Al}$  nucleus and of some other  $1d_{2s}$ -shell odd-even nuclei.\*

Парциальная сумма  $\sigma^{(2)}(E_\gamma) = \sum_{i \geq 2} \sigma_i(E_\gamma)$ , представляющая инклюзивное сечение для всех каналов реакции, в которых испускаются по крайней мере два нейтрона, измерена на пучке квазимонохроматических фотонов, полученных при аннигиляции на лету моноэнергетичных позитронов, с помощью подсчета нейтронной множественности. Эти экспериментальные результаты, взятые при энергиях фотонов  $E_\gamma$  от 145 до 440 МэВ для ядра Pb и при энергиях фотонов  $E_\gamma = 235$  МэВ и 330 МэВ для ядер Al, Cu, Zr, Sn, Ho, Ta, U, одновременно использовались для определения полного сечения фотоядерного поглощения  $\sigma(\text{tot}; E_\gamma)$  и для изучения зависимости нормированного сечения  $\sigma(\text{tot}; E_\gamma)/A$  от массового числа A. Эти результаты затем сравнивались с другой информацией по полному сечению фотоядерного поглощения.

The partial sum  $\sigma^{(2)}(E_\gamma) = \sum_{i \geq 2} \sigma_i(E_\gamma)$ , representing the inclusive cross section for all reaction channels in which at least two neutrons are emitted, has been measured with a quasimonochromatic photon beam obtained by the in-flight annihilation of monoenergetic positrons, and neutron multiplicity coupling. These experimental results, taken with photon energies  $E_\gamma$  from 145 up to 440 MeV for Pb and with photon energies  $E_\gamma = 235$  MeV and 330 MeV for Al, Cu, Zr, Sn, Ho, Ta, and U, are subsequently used to determine the total photonuclear absorption cross section  $\sigma(\text{tot}; E_\gamma)$  and to study the dependence upon the mass number A of the normalized cross section  $\sigma(\text{tot}; E_\gamma)/A$ . These results are then compared with other information on the total photonuclear absorption cross section.\*

Реакция захвата  $^{26}\text{Al}(p, \gamma)^{27}\text{Si}$  была исследована в области энергий  $E_p = 0.17-1.58$  МэВ. Высокоспиновые резонансы были обнаружены при энергиях  $E_R = 287, 376, 719, 727, 790, 856$  и  $927$  кэВ. Резонансы для реакции  $^{26}\text{Al}(p, p_2 \gamma)^{26}\text{Al}$  наблюдались при энергиях

The capture reaction  $^{26}\text{Al}(p, \gamma)^{27}\text{Si}$  has been investigated in the energy range of  $E_p = 0.17-1.58$  MeV. High-spin resonances were found at  $E_R = 287, 376, 719, 727, 790, 856$  and  $927$  keV. Resonances for the reaction  $^{26}\text{Al}(p, p_2 \gamma)^{26}\text{Al}$  were observed at  $E_R = 927, 1122$

$E_R = 927, 1122, 1252$  и  $1363$  кэВ. Представлена информация по резонансным энергиям, полным ширинам, коэффициентам ветвления и силам резонансов. Исследованная область энергий соответствует области звездных температур  $T = (0.2-1.0) \times 10^9$  К. Полученные скорости звездных реакций используются для вычисления выхода ядра алюминия  $^{26}\text{Al}$  в MgAl цикле сгорания водорода.

1252 and 1363 keV. Information on resonance energies, total widths, branching ratios and resonance strengths is reported. The investigated energy range corresponds to the stellar temperature region of  $T = (0.2-1.0) \times 10^9$  K. The deduced stellar reaction rates are used to calculate the abundance of  $^{26}\text{Al}$  in the hydrogen burning MgAl cycle.\*

- 56 De Rosa A., Inghima G., Sandoli M., Prosperi D., Giordano G., Bernabei R., Casano L., D'Angelo S., De Pascale M.P., Frullani S., Girolami B., Matone G., Mattioli M., Picozza P., Schaerf C. MULTIPOLE MIXTURE CONTRIBUTION TO THE  $^{28}\text{Si}$  GIANT-RESONANCE EXCITATION. *Lett. Al Nuov. Cim.*, 40, 401-406

С помощью нового пучка монохроматических и почти полностью поляризованных фотонов, полученных при комптоновском рассеянии света лазера на высокоэнергетичных электронах, циркулирующих в накопительном кольце Адона (Национальная лаборатория, Фраскати), в области энергий фотонов  $E_\gamma = 17.5-22.5$  МэВ исследованы реакции  $^{28}\text{Si}(\gamma, p)$  и  $^{28}\text{Si}(\gamma, \alpha)$ . При использовании Si(Li)-детекторов с большой активной площадью измерены энергетические спектры заряженных частиц, получены сечения реакций  $^{28}\text{Si}(\gamma, p)^{27}\text{Al}$ ,  $^{28}\text{Si}(\gamma, p_1+p_2)^{27}\text{Al}$  и  $^{28}\text{Si}(\gamma, \alpha)^{24}\text{Mg}$ . Угловая ( $\theta = 30-150^\circ$ ) асимметрия при энергиях, соответствующих основным структурным особенностям гигантского резонанса ядра  $^{28}\text{Si}$ , обсуждается как для параллельной, так и ортогональной поляризации фотонов.

Using the new monochromatic and almost completely polarized  $\gamma$ -ray beam obtained by Compton scattering of laser light against the high-energy electrons, circulating in the Adone storage ring (Laboratori Nazionale di Frascati) the  $^{28}\text{Si}(\gamma, p)$  and  $^{28}\text{Si}(\gamma, \alpha)$  reactions have been investigated in a photon energy range  $E_\gamma = 17.5-22.5$  MeV. The charged-particle energy spectra have been measured using large-active-area Si(Li)-detectors, the cross sections for the reactions  $^{28}\text{Si}(\gamma, p)^{27}\text{Al}$ ,  $^{28}\text{Si}(\gamma, p_1+p_2)^{27}\text{Al}$  and  $^{28}\text{Si}(\gamma, \alpha)^{24}\text{Mg}$  have been obtained. The angular ( $\theta = 30-150^\circ$ ) asymmetry at the energies corresponding to the main structures of  $^{28}\text{Si}$  giant resonance for parallel and orthogonal gamma polarization is discussed.

- 57 Bohle D., Glasner K., Ricken L., Kuhlmann E. HIGH RESOLUTION STUDY OF THE  $^{24}\text{Mg}(\alpha, \gamma)_0^{28}\text{Si}$  CAPTURE REACTION. *Z. Phys.*, A318, 339-346

В области энергий налетающих частиц  $4.4 \leq E_\alpha \leq 9.6$  МэВ изучена реакция захвата  $^{24}\text{Mg}(\alpha, \gamma)_0^{28}\text{Si}$ . С помощью угловых распределений, измеренных с шагом 60 кэВ, выход основного состояния был разделен на составляющие его E1 и E2 компоненты. Определены энергии возбуждения и ширины нескольких узких  $1^-$  и  $2^+$  уровней. Значительные отклонения фазового фактора  $\cos \delta$  от статистически ожидаемой величины анализировались в терминах процесса интерференции двух состояний и дали величину вклада полупрямого захвата в реакцию  $\alpha$ -захвата, равную  $(40 \pm 10)\%$ .

The  $^{24}\text{Mg}(\alpha, \gamma)_0^{28}\text{Si}$  capture reaction has been studied for bombarding energies  $4.4 \leq E_\alpha \leq 9.6$  MeV. Through angular distributions taken in steps of 60 keV the ground-state yield has been decomposed into its contributing E1 and E2 components. Excitation energies and widths of several narrow  $1^-$  and  $2^+$  levels were determined. Significant deviations of the phase factor  $\cos \delta$  from the statistical expectation value were analysed in terms of a two-state interfering process and yielded as much as  $(40 \pm 10)\%$  semidirect contributions to the  $\alpha$ -capture reaction.\*

С использованием реакции  $^{28}\text{Si}(n,\gamma)^{29}\text{Si}$  переходы в основное и первое возбужденное состояния ядра  $^{29}\text{Si}$  изучены в области энергий нейтронов 3-14 МэВ с улучшенным энергетическим разрешением ( $\sim 100$  кэВ). В сечениях, измеренных под углом  $90^\circ$ , наблюдается значительная структура. Сравнение с результатами теоретических расчетов свидетельствует о необходимости учета прямых-полупрямых и компаунд-процессов для описания нерезонансной (плавно меняющейся) части сечения. Однако для описания резонансной структуры требуется привлечение микроскопической модели. Показано, что оболочечно-модельные расчеты континуума имеют большее значение для лучшего понимания процессов захвата в легких ядрах как в области гигантского резонанса, так и ниже по энергии. Угловые распределения гамма-квантов в области энергий нейтронов 8-14 МэВ свидетельствуют о том, что реакция захвата имеет, главным образом, прямой характер, а также о том, что эффект интерференции между электрическими дипольным и изоскалярным квадрупольными резонансами является слабым.

Using the  $^{28}\text{Si}(n,\gamma)^{29}\text{Si}$  reaction, transitions to the ground state and first excited state in  $^{29}\text{Si}$  have been studied in the neutron energy range 3-14 MeV with improved neutron energy resolution (of about 100 keV). The  $90^\circ$  cross sections show considerable structure in the entire neutron energy range. Comparison with theoretical calculations shows that compound-nucleus and direct-semidirect processes account for the non-resonant part (smoothly varying part) of the cross-section. A microscopic model is, however, required to describe the resonance structure. Continuum shell-model calculations have proven to be a very promising means towards a better understanding of the capture process in, and below, the giant resonance region in light nuclei. The angular distributions of gamma rays in the neutron energy range 8-14 MeV indicate that the capture reaction is mainly of direct character and that the effect of interference between the electric dipole and isoscalar quadrupole resonance is weak.\*

Магнитные форм-факторы упругого рассеяния электронов на ядрах  $^{29}\text{Si}$  и  $^{31}\text{P}$  измерены в области переданных импульсов от 1.0 до 2.8 ферми $^{-1}$ . Анализ данных в рамках модели связи частица-кор дает  $2s_{1/2}$  вероятности заселения для валентного нуклона, равные  $0.46 \pm 0.01$  для нейтрона в ядре  $^{29}\text{Si}$  и  $0.48 \pm 0.01$  для протона в ядре  $^{31}\text{P}$ . Получено, что радиус  $2s_{1/2}$  орбиты протона в ядре  $^{31}\text{P}$  на  $(5.3^{+2.6}_{-1.5})\%$  превышает радиус соответствующей нейтронной орбиты в ядре  $^{29}\text{Si}$ . Последние оболочечно-модельные расчеты на большом базисе форм-факторов не дают точного описания экспериментальных результатов.

Elastic magnetic electron-scattering form factors from  $^{29}\text{Si}$  and  $^{31}\text{P}$  have been measured in the range of momentum transfer from 1.0 to 2.8  $\text{fm}^{-1}$ . Analysis of the data using a particle-core-coupling model yields  $2s_{1/2}$  occupation probabilities for the valence nucleon of  $0.46 \pm 0.01$  for the neutron in  $^{29}\text{Si}$  and  $0.48 \pm 0.01$  for the proton in  $^{31}\text{P}$ . The radius of the  $2s_{1/2}$  proton orbit in  $^{31}\text{P}$  has been found to be  $(5.3^{+2.6}_{-1.5})\%$  larger than the corresponding neutron orbit in  $^{29}\text{Si}$ . Recent large-basis shell-model calculations of the form-factors do not accurately reproduce the experimental results.\*

60 Burt P.E., Fagg L.W., Crannell H., Sober D.I., Stapor W.J., O'Brien J.T., Lightbody J.W., Maruyama X.K., Lindgren R.A., Sargent C.P. LOW MULTIPOLARITY MAGNETIC TRANSITIONS IN  $^{32}\text{S}$  EXCITED BY ELECTRON SCATTERING. Phys. Rev., C29, 713-721

Измерения сечения рассеяния электронов на ядре  $^{32}\text{S}$  были проведены при энергиях налетающих электронов в области между 34 и 74 МэВ и под углами рассеяния в  $162.4^\circ$  и  $180^\circ$ . Были получены форм-факторы для переходов к состояниям при энергиях в 8.11, 9.68, 10.05, 10.78, 11.12 и 11.63 МэВ. В нескольких спектрах наблюдались дополнительные максимумы при энергиях 7.12, 12.02 и 13.36 МэВ. Сравнение сечений для разных углов показывает, что вышеупомянутые шесть переходов носят поперечный характер. Сравнение экспериментальных форм-факторов с вычисленными в рамках осцилляторной оболочечной модели показывает, что переходы при энергиях 8.11, 9.68, 11.12 и 11.63 МэВ имеют мультипольность M1. Для этих четырех переходов были определены соответственно вероятности переходов  $B(M1) = 1.14 \pm 0.18$ ,  $0.69 \pm 0.20$ ,  $2.40 \pm 0.22$  и  $1.26 \pm 0.20 \mu_0^2$ . M1 форм-факторы и вероятности переходов также сравниваются с результатами других теоретических расчетов в рамках оболочечной модели. Показано, что переход при энергии 10.78 МэВ вероятнее всего имеет мультипольность M2 или смесь M2 и поперечных E2 переходов в неразрешенные состояния при приблизительно такой же энергии.

61 Assafiri Y.I., Egan G.F., Thompson M.N. PHOTONEUTRON CROSS SECTION OF  $^{34}\text{S}$ . Nucl. Phys., A413, 416-422

При использовании мишени из серы, обогащенной изотопом  $^{34}\text{S}$ , было изучено сечение  $^{34}\text{S}(\gamma, \text{sn})$  в области порога (10.4 МэВ) до 28 МэВ как функция энергии тормозного излучения путем непосредственного подсчета фотонейтронов. Результирующее сечение указывает на проявление gross-структуры в области гигантского дипольного резонанса. Интегральное сечение обсуждается в свете систематики подобных ядер, имеющих два нейтрона вне дважды замкнутого оболочечно-подоболощечного кора.

Electron scattering cross section measurements on  $^{32}\text{S}$  have been made at incident electron energies between 34 and 74 MeV and at scattering angles of  $162.4^\circ$  and  $180^\circ$ . Form factors were deduced for transitions to states at 8.11, 9.68, 10.05, 10.78, 11.12, and 11.63 MeV. Additional peaks at 7.12, 12.02, and 13.36 MeV were observed in some spectra. Comparisons of cross sections at different angles show that the above six transitions are transverse. Comparison of the experimental form factors with those calculated using an oscillator shell model indicate that the 8.11, 9.68, 11.12, and 11.63 MeV transitions are M1. Transition probabilities  $B(M1) = 1.14 \pm 0.20$ ,  $2.40 \pm 0.22$ , and  $1.26 \pm 0.20 \mu_0^2$ , respectively, were determined for these four transitions. The M1 form factors and transition probabilities are also compared with other theoretical shell model calculations. The transition at 10.78 MeV is probably M2, or a mixture of M2 and transverse E2 transitions to unresolved states at about that energy.\*

Using an enriched  $^{34}\text{S}$  target, the reaction  $^{34}\text{S}(\gamma, \text{sn})$  has been measured from below threshold (10.4 MeV) to 28 MeV by directly counting the photoneutrons as a function of bremsstrahlung energy. The resultant cross section shows gross splitting in the DGR region. The integrated cross section is discussed in the light of the systematics of similar nuclei having two neutrons outside a doubly closed shell/sub-shell core.\*



Высокая разрешающая способность по энергии нейтронов установки Ок-Риджского электронного линейного ускорителя была использована для исследования несвязанной области в ядре  $^{35}\text{S}$  посредством спектроскопического изучения нейтронных резонансов системы  $^{34}\text{S}+n$ . Полное сечение для ядра  $^{34}\text{S}$  было измерено в интервале энергий нейтронов от 90 до 1500 кэВ, а сечение захвата - в интервале от 30 до 1100 кэВ. Анализ данных позволил определить спектроскопические факторы для s-состояний в несвязанной области для энергий возбуждения от 7 до 8 МэВ. Расчеты s и d-состояний в рамках оболочечной модели с учетом континуума были выполнены как для связанной, так и для несвязанной областей ядра  $^{35}\text{S}$ . В основном, измеренные и рассчитанные нейтронные силы для s-волн в несвязанной области достаточно хорошо согласуются, хотя фрагментация одночастичной силы, наблюдаемая экспериментально, оказывается большей, чем предсказанная. Выполнены также расчеты в рамках представлений о системе кор-частица для p-состояний в несвязанной области ядра  $^{35}\text{S}$ , и на базе этих результатов, а также данных других авторов, делается заключение о распределениях одночастичных нейтронных сил в s, p и d-состояниях ядра  $^{35}\text{S}$  для энергий возбуждения вплоть до 8.5 МэВ.

The high neutron resolution capability of the Oak Ridge Electron Linear Accelerator has been used to investigate the unbound region of  $^{35}\text{S}$  via neutron resonance spectroscopy studies of the  $^{34}\text{S}+n$  system. The total cross section of  $^{34}\text{S}$  was measured over the neutron energy range from 90 to 1500 keV, and the capture cross section was measured over the range from 30 to 1100 keV. Analysis of the data yielded spectroscopic factors for the s states in the unbound region for excitation energies from 7 to 8 MeV. Continuum shell model calculations of the s and d states were also performed for both the bound and the unbound regions of  $^{35}\text{S}$ . In general, the measured and calculated neutron strengths for s waves in the unbound region are in reasonable agreement, although the fragmentation of single-particle strength seen experimentally is somewhat higher than that predicted. Core-particle calculations for the p states in the unbound region of  $^{35}\text{S}$  were also performed, and, on the basis of all these results, plus those of others, we have summarized our understanding of the distributions of single-particle neutron strengths in the s, p, and d states of  $^{35}\text{S}$  for excitation energies up to 8.5 MeV.\*

С помощью метода ослабления доплеровского сдвига и реакции  $^{33}\text{S}(p, \gamma)^{34}\text{Cl}$  измерены средние времена жизни  $\tau = 47 \pm 5$  и  $7.5 \pm 1.7$  фемтосек состояний при энергиях  $2.16(J^* = 2_1^+, T=1)$  и  $3.38 \text{ МэВ}(2_2^+, 1)$  в ядре  $^{34}\text{Cl}(T_z=0)$  соответственно. Установлено, что относительные интенсивности изоскалярных E2 переходов  $2.16(2_1^+, 1) \rightarrow 0(0^+, 1)$  и  $3.38(2_2^+, 1) \rightarrow 0(0^+, 1)$  МэВ равны  $(16.3 \pm 0.5)\%$  и  $(2.1 \pm 0.7)\%$  соответственно. Силы переходов сравниваются с силами аналогичных переходов в ядрах  $^{34}\text{S}(T_z = +1)$  и  $^{34}\text{Ar}(T_z = -1)$ , а также с результатами теоретических предсказаний.

The mean lifetimes  $\tau = 47 \pm 5$  and  $7.5 \pm 1.7$  fs of the  $2.16(J^* = 2_1^+, T=1)$  and  $3.38(2_2^+, 1)$  MeV states in  $^{34}\text{Cl}(T_z=0)$ , respectively, have been measured using the Doppler-shift attenuation method and the reaction  $^{33}\text{S}(p, \gamma)^{34}\text{Cl}$ . The relative intensities of the isoscalar E2 transitions  $2.16(2_1^+, 1) \rightarrow 0(0^+, 1)$  and  $3.38(2_2^+, 1) \rightarrow 0(0^+, 1)$  MeV have been determined to be  $(16.3 \pm 0.5)\%$  and  $(2.1 \pm 0.7)\%$ , respectively. The transition strengths are compared with the analogue transitions in  $^{34}\text{S}(T_z = +1)$  and  $^{34}\text{Ar}(T_z = -1)$  as well as with theoretical calculations.\*

Сечения захвата нейтронов мишенями из Cl, взятого в естественной смеси изотопов и обогащенного изотопом  $^{37}\text{Cl}$ , измерены как функции времени пролета нейтронов на базе длиной 40 м. Параметры Брейта-Вигнера резонансных пиков определены с помощью аппроксимации по методу наименьших квадратов. В области энергий от 4 до 225 кэВ наблюдалось 54 резонанса ядра  $^{35}\text{Cl}$ , в области от 8 до 151 кэВ - 12 резонансов ядра  $^{37}\text{Cl}$ . Соответствующие средние сечения захвата для звездных условий при  $kT=30$  кэВ определены как  $(10.0 \pm 0.3)$  мбн для  $^{35}\text{Cl}$  и  $(2.15 \pm 0.08)$  мбн для  $^{37}\text{Cl}$ .

Neutron capture by enriched  $^{37}\text{Cl}$  and by natural Cl was measured as a function of neutron time-of-flight over a 40 m path. Resonance peaks were fitted by least squares to Breit-Wigner parameters. The energy range covered was 4 to 225 keV for 54  $^{35}\text{Cl}$  resonances and 8 to 151 keV for 12  $^{37}\text{Cl}$  resonances. Corresponding average capture in stellar environments at  $kT=30$  keV was calculated as  $(10.0 \pm 0.3)$  mb for  $^{35}\text{Cl}$  and  $(2.15 \pm 0.08)$  mb for  $^{37}\text{Cl}$ .\*

В области энергий  $E_p=500-2000$  кэВ при использовании мишени  $^{36}\text{S}$  с высоким обогащением (81%) измерены кривые выхода реакции  $^{36}\text{S}(p,\gamma)^{37}\text{Cl}$ . Приводятся энергии протонов, в основном с точностью 0.3 кэВ, и силы для почти 200 наблюдавшихся резонансов. Оказалось, что некоторые резонансы, о которых сообщалось ранее, в том числе хорошо известный аналоговый резонанс с  $J = \frac{7}{2}$ ,  $E_p=1887$  кэВ, являются мультиплетами.

Yield curves of the reaction  $^{36}\text{S}(p,\gamma)^{37}\text{Cl}$  have been measured over the range  $E_p=500-2000$  keV with a highly enriched (81%)  $^{36}\text{S}$  target. Proton energies, with a precision typically 0.3 keV, and strengths are presented for the nearly 200 observed resonances. Several previously reported resonances, among which the well-known  $J = \frac{7}{2}$ ,  $E_p=1887$  keV analogue resonance, are proven to be multiplets.

Изучены схемы распада 75 выделенных резонансов в области энергий  $E_p=500-1200$  и  $1800-2000$  кэВ. Эти измерения дают также довольно детальную информацию об отношениях ветвления  $\gamma$ -квантов для более чем 50 связанных состояний, большинство из которых ранее не наблюдалось. Определены точные энергии возбуждения: для уровней с энергиями возбуждения  $E_x < 5$  МэВ средняя неопределенность составляет 30 миллионных. Q-величина реакции равна  $Q=8386.34 \pm 0.23$  кэВ.

At 75 selected resonances in the ranges  $E_p=500-1200$  and  $1800-2000$  keV the decay schemes have been studied. These measurements also provide rather detailed information on the  $\gamma$ -ray branching ratios of more than 50 bound states of which the majority has not been observed previously. Precision excitation energies have been determined: for the levels with  $E_x < 5$  MeV the median uncertainty amounts to 30 ppm. The reaction Q-value is  $Q=8386.34 \pm 0.23$  keV.

Эти точные данные не подтверждают некоторые полученные ранее значения спинов и четностей для низколежащих связанных состояний ядра  $^{37}\text{Cl}$ . Они также служат основой для обсуждения в следующей статье результатов измерений времен жизни и значений спинов и четностей.

These precision data invalidate several previous spin and parity assignments to low-lying bound states of  $^{37}\text{Cl}$ . They also provide a basis for the lifetime measurements and spin and parity assignments to be discussed in the following paper.\*

Анализ угловых распределений  $\gamma$ -квантов, измеренных для 16 резонансов реакции  $^{36}\text{S}(p,\gamma)^{37}\text{Cl}$ , помимо спинов резонансов дает значения спинов и/или четностей 21 связанного состояния ядра  $^{37}\text{Cl}$ . Среди последних есть четыре  $J = \frac{1}{2}$  резонанса. Для нескольких других связанных состояний предложены возможные значения спина. Из этих же данных получены отношения смешивания мультипольностей. Из результатов DSA измерений получены времена жизни (или пределы времен жизни) 29 связанных состояний.

Эта разнообразная экспериментальная информация позволяет провести сравнение с результатами оболочечно-модельного расчета для состояний ядра  $^{37}\text{Cl}$  как с положительной, так и с отрицательной четностью. В этом расчете предполагается, что либо ни одной, либо одна или две частицы переходят из  $2s_{1/2}$  или  $1d_{3/2}$  подоболочек в  $1f_{7/2}$  или  $2p_{3/2}$  подоболочки. Установлено, что вплоть до энергии возбуждения порядка 5 МэВ экспериментальные и рассчитанные уровни точно соответствуют друг другу.

Analysis of the  $\gamma$ -ray angular distributions measured at 16  $^{36}\text{S}(p,\gamma)^{37}\text{Cl}$  resonances yields the spins and/or parities of 21 bound states of  $^{37}\text{Cl}$  in addition to the resonance spins. Among the latter are four  $J = \frac{1}{2}$  resonances. For several other bound states the possible spins have been restricted. Multipolarity mixing ratios have been deduced from the same data. Lifetimes (or lifetime limits) of 29 bound states have been deduced from DSA measurements.

This extensive experimental information allows a comparison with the results of a shell-model calculation for both the even- and odd-parity states of  $^{37}\text{Cl}$ . In this calculation either zero, one or two particles are promoted from the  $2s_{1/2}$  or  $1d_{3/2}$  to the  $1f_{7/2}$  or  $2p_{3/2}$  subshells. Up to an excitation energy of about 5 MeV a one-to-one correspondence is found between experimental and calculated levels.\*

Средние времена жизни уровней ядра  $^{38}\text{Ar}$  определены в реакции  $^{37}\text{Cl}(p,\gamma)^{38}\text{Ar}$  с помощью метода ослабления доплеровского сдвига (DSA). Значения времен жизни или их пределы определены для 37 связанных состояний в области энергий возбуждения ниже 9 МэВ: о временах жизни 9 уровней, их верхних пределах 2 уровней и их нижних пределах 3 уровней сообщается впервые. С целью эффективной остановки ядер отдачи мишень изготовлялась имплантированием ядер  $^{37}\text{Cl}$  в подложку из Ta. При DSA-анализе использовались метод Монте-Карло и экспериментальные тормозные способности.

Mean lifetimes of levels in  $^{38}\text{Ar}$  have been measured using the Doppler-shift-attenuation (DSA) method and the reaction  $^{37}\text{Cl}(p,\gamma)^{38}\text{Ar}$ . The lifetime values or limits were determined for 37 bound levels below the excitation energy of 9 MeV: the lifetimes of 9 levels, upper limits of 2 and lower limits of 3 levels are reported for the first time. For the effective stopping of recoils, the targets were prepared by implanting  $^{37}\text{Cl}$  into Ta backings. The Monte Carlo method and the experimental stopping power were used in the DSA analysis.\*

Реакция  $^{38}\text{Ar}(p,\gamma)^{39}\text{K}$  исследовалась в области энергий протонов  $E_p = 0.7-2.4$  МэВ. Наблюдалось 55 новых резонансов и было разрешено много мультиплетов. Приводятся энергии и силы 99 резонансов. Для 34 резонансов были получены

The  $^{38}\text{Ar}(p,\gamma)^{39}\text{K}$  reaction has been investigated in the proton energy region  $E_p = 0.7-2.4$  MeV. 55 new resonances have been observed and many multiplets have been resolved. The energies and strengths of 99 resonances are reported.

отношения ветвления. Обсуждаются возможные фрагменты аналогового состояния первого возбужденного состояния и кандидатов для аналоговых состояний второго и третьего возбужденных состояний в ядре  $^{39}\text{Ar}$ .

Скорости термоядерных реакций для реакции  $^{38}\text{Ar}(p,\gamma)^{39}\text{K}$  были рассчитаны по полученным силам резонансов в области звездных температур  $T=(0.5-8.0)\times 10^9$  К. Приводится подходящее аналитическое выражение для экспериментальных скоростей и проводится сравнение с результатами статистических ядерно-модельных расчетов.

Further branching ratios have been deduced for 34 resonances. Possible fragments of the analogue state of the first excited state and candidates for the analogue states of the second and third excited states in  $^{39}\text{Ar}$  are discussed.

Thermonuclear reaction rates for the  $^{38}\text{Ar}(p,\gamma)^{39}\text{K}$  reaction have been calculated from the present resonance strengths in the stellar temperature region  $T=(0.5-8.0)\times 10^9$  K. An appropriate analytic expression for the experimental rates is presented, and comparison is made with statistical nuclear-model calculations.\*

- 69 Meziani Z.E., Barreau P., Bernheim M., Morgenstern J., Turck-Chieze S., Altemus R., McCarthy J., Orphanos L.J., Whitney R.R., Capitani G.P., De Sanctis E., Frullani S., Garibaldi F. COULOMB SUM RULE FOR  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{48}\text{Ca}$ , AND  $^{56}\text{Fe}$  FOR  $|\vec{q}| < 550$  MeV/c. Phys. Rev. Lett., 52, 2130-2133

Глубоко неупругое рассеяние электронов на ядрах  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{48}\text{Ca}$  и  $^{56}\text{Fe}$  исследовано для углов  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $140^\circ$  и неупругостей, включающих область  $\Delta(3,3)$  резонанса. Продольные функции отклика определены для интервала импульсов  $|\vec{q}| = 300-600$  МэВ/с. Для двух изотопов кальция установлено экспериментальное кулоновское правило сумм.

Deep-inelastic electron scattering from  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{48}\text{Ca}$ , and  $^{56}\text{Fe}$  has been measured at  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ , and  $140^\circ$  and at inelasticities up to and including the  $\Delta(3,3)$  region. Longitudinal response functions in the momentum interval  $300 \text{ MeV/c} < |\vec{q}| < 600 \text{ MeV/c}$  were extracted. The experimental Coulomb sum rule is observed between the two calcium isotopes.\*

- 70 Harihar P., Seth K., Barlow D., Iversen S., Kaletka M., Nann H., Saha A., Williamson C., Wong J.W., Deady M., Gerace W.J. DIRECT VERIFICATION OF THE COEXISTENCE MODEL FOR  $^{40}\text{Ca}$ : ELECTROEXCITATION OF THE SECOND MONOPOLE STATE. Phys. Rev. Lett., 53, 152-155

Описаны результаты первых измерений форм-факторов для фотозвозбуждения состояния  $0_2^+$  при энергии 3.352 МэВ в ядре  $^{40}\text{Ca}$  в области переданных импульсов от 0.3 до 2.7 ферми $^{-1}$ . Показано, что модельно-независимые плотности, полученные из этих измерений, представляют собой чувствительный тест для моделей ядерной структуры ядра  $^{40}\text{Ca}$ . Подтверждается существенное преимущество модели сосуществования Джераса и Грина.

Results of the first measurements of the form factors for the electroexcitation of the  $0_2^+$  state at 3.352 MeV in  $^{40}\text{Ca}$  in the momentum-transfer region from 0.3 to 2.7  $\text{fm}^{-1}$  are described. It is shown that the model-independent densities obtained from the measurements provide a sensitive test of the nuclear structure models of  $^{40}\text{Ca}$ . The essential premise of the coexistence model of Gerace and Green is verified.\*

В процессе изучения неупругого рассеяния электронов на ядре  $^{40}\text{Ca}$  на угол  $180^\circ$  в интервале переданных импульсов  $0.7 < q < 2.1$  ферми $^{-1}$  обнаружены сильные возбуждения изобарических аналогов состояний ядра  $^{40}\text{K}$ . Получены силы переходов в низшие  $4^-$ ,  $3^-$ ,  $2^-$  и  $5^-$  состояния с изоспином  $T=1$  при энергиях возбуждения  $E_x = 7-10$  МэВ. Эти силы сравниваются с результатами изучения неупругого рассеяния протонов и экспериментов по  $\beta$ -распаду, с каждым из них данные согласуются. Полученные экспериментальные данные сравниваются с величинами, предсказываемыми энергетически взвешенным правилом сумм. Силы поперечных магнитных переходов в состояния  $4^-$  и  $2^-$  достаточно хорошо можно рассчитать в рамках оболочечной модели, учитывающей поляризацию кора. Однако в рамках такой модели нельзя объяснить поперечные электрические переходы в состояния  $3^-$  и  $5^-$ .

Реакция  $^{40}\text{Ca}(n, \gamma_0)^{41}\text{Ca}$  исследована в области энергий нейтронов 20-28 МэВ, в которой ожидается проявление изовекторного гигантского квадрупольного резонанса. Интерференция E1 и E2 излучений приводит к асимметрии "вперед-назад" распределенной испускаемых  $\gamma$ -квантов. Измеренные асимметрии сравниваются с результатами расчетов, основанных на прямой-полупрямой модели захвата. Хорошее согласие с экспериментальными данными достигается в рамках предположения о локализации при энергиях около 32 МэВ изовекторного E2 резонанса, с силой, исчерпывающей около 35% от значения, предсказываемого изовекторным правилом сумм. Полученное значение соответствует полной силе  $T <$  компоненты.

A study of inelastic electron scattering from  $^{40}\text{Ca}$  at  $180^\circ$  in a momentum transfer range between  $0.7 < q < 2.1$  fm $^{-1}$  has revealed strong excitations of the isobaric analog states of  $^{40}\text{K}$ . Transition strengths to the lowest  $4^-$ ,  $3^-$ ,  $2^-$ , and  $5^-$  states with  $T=1$  at  $E_x = 7-10$  MeV are extracted. These strengths are compared to the results of inelastic proton scattering and  $\beta$ -decay experiments, and they are proven to be consistent with each other. The experimental values obtained are compared to the energy weighted sum rule values. The transverse magnetic transition strengths of the  $4^-$  and  $2^-$  states are reasonably well reproduced by a shell-model calculation incorporating the core polarization. The same model, however, is insufficient to explain the transverse electric transitions of the  $3^-$  and  $5^-$  states.\*

The reaction  $^{40}\text{Ca}(n, \gamma_0)^{41}\text{Ca}$  has been studied in the neutron energy range 20-28 MeV, where the isovector giant quadrupole resonance is expected. Interference between E1 and E2 radiation gives rise to a fore-aft asymmetry of the emitted  $\gamma$ -rays. The measured asymmetries are compared with calculations based on the direct-semidirect capture model. Good agreement with the experimental data is obtained assuming an isovector E2 resonance located at 32 MeV with a strength exhausting about 35% of the isovector sum rule. This corresponds to the full strength of the  $T <$  component.\*

Изобарический аналоговый резонанс (IAR)  $g_{9/2}$  возбуждается при энергии  $E_x=11.139$  МэВ в ядре  $^{49}\text{V}$  в реакции  $^{48}\text{Ti}(p,\gamma)^{49}\text{V}$ . С целью идентификации резонанса используются  $(p,p_1\gamma)$  угловые распределения и факт наличия перехода с резонанса на  $(J^\pi=9/2^+)$  уровень при энергии 2.178 МэВ в ядре  $^{49}\text{V}$ . Аналого-антианалоговая M1 сила перехода оказалась равной  $\Gamma_\gamma(M1)=0.050\pm 0.009$  эВ или 2% одночастичной оценки. Это ослабление силы перехода может быть частично связано с фрагментацией аналогового состояния и отчасти с неоднородным характером антианалогового состояния.

The  $g_{9/2}$  isobaric analogue resonance (IAR) is located at the excitation energy  $E_x=11.139$  MeV in  $^{49}\text{V}$  through the  $^{48}\text{Ti}(p,\gamma)^{49}\text{V}$  reaction.  $(p,p_1\gamma)$  angular distributions and the presence of the transition from the resonance to the 2.178-MeV ( $J=9/2^+$ ) level in  $^{49}\text{V}$  are used to identify this resonance. The analogue-antianalogue M1 transition strength is found to be  $\Gamma_\gamma(M1)=0.050\pm 0.009$  eV or 0.2% of the single-particle estimate. This reduction in transition strength can be attributed partly to the fragmentation of the analogue and partly to the nonsingle-particle character of the antianalogue state.\*

Были обнаружены фрагменты  $g_{9/2}$  изобарических аналоговых состояний в ядре  $^{51}\text{Mn}$ , соответствующие исходным состояниям ядра  $^{51}\text{Cr}$  при энергиях  $E_x=4.101$  МэВ ( $S_n=0.10$ ) и  $E_x=4.155$  МэВ ( $S_n=0.34$ ). Для локализации фрагментов  $g_{9/2}$  изобарического аналогового резонанса использовались реакции  $^{50}\text{Cr}(p,p_1\gamma)$ ,  $^{50}\text{Cr}(p,p_2\gamma)$  и  $^{50}\text{Cr}(p,\gamma)^{51}\text{Mn}$ . В интервале энергий протонов  $E_p=3.08-3.36$  МэВ были измерены кривые возбуждения. Показано, что функция возбуждения реакции  $(p,p_2\gamma)$  является чувствительным средством обнаружения резонансов с большими,  $\frac{5}{2} \leq J_R \leq \frac{13}{2}$ , спинами. Спины резонансов определены с помощью метода нормированных угловых распределений. Идентифицированы 15  $g_{9/2}$  фрагментов. Получены парциальные ширины для каждого фрагмента и для всех трех каналов, выполнен анализ тонкой структуры. Для обоих фрагментированных  $g_{9/2}$  изобарических аналоговых резонансов получены неупругие спектроскопические факторы и энергии кулоновского смещения. Результаты сравниваются с данными предшествующих работ.

Fragments of the  $g_{9/2}$  isobaric analog states in  $^{51}\text{Mn}$  corresponding to  $E_x=4.101$  MeV ( $S_n=0.10$ ) and  $E_x=4.155$  MeV ( $S_n=0.34$ ) parent states in  $^{51}\text{Cr}$  have been found. To locate the  $g_{9/2}$  isobaric analog resonance fragments the  $^{50}\text{Cr}(p,p_1\gamma)$ ,  $^{50}\text{Cr}(p,p_2\gamma)$ , and  $^{50}\text{Cr}(p,\gamma)^{51}\text{Mn}$  reactions were used. The excitation curves were measured in the  $E_p=3.08-3.36$  MeV proton energy range. The excitation function of the  $(p,p_2\gamma)$  reaction turned out to be a sensitive tool to locate resonances with higher,  $\frac{5}{2} \leq J_R \leq \frac{13}{2}$ , spins. The spins of the resonances were found using the method of normalized angular distributions. Fifteen  $g_{9/2}$  fragments were identified. Partial widths for each fragment and in all three channels were deduced and fine structure analyses were carried out. Inelastic spectroscopic factors and Coulomb displacement energies were derived for both fragmented  $g_{9/2}$  isobaric analog resonances. The results were compared with previous work.\*

На пучке тормозного излучения бетатрона НИИЯФ МГУ получены спектры рассеянных фотонов на ядрах  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{60}\text{Ni}$ ,  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Co}$  в диапазоне энергий 5-14 МэВ. Определены сечения упругого рассеяния фотонов, рассеяния на первый возбужденный уровень ядер-мишеней, неупругого рассеяния на группы высоколежащих возбужденных уровней, полные сечения рассеяния фотонов. Проведен анализ полученных сечений.\*

Spectra of photons scattered on nuclei  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{60}\text{Ni}$ ,  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Co}$  in the energy range of 5-14 MeV have been obtained by means of the bremsstrahlung beam from the NIIYaF betatron at the Moscow State University. The cross sections are determined for the elastic photon scattering, the scattering to the first excited states of the target nuclei, the inelastic scattering to groups of highly excited states; the total photon scattering cross sections are also found. Analysis of the obtained cross sections is performed.\*

Под углом  $90^\circ$  с шагом по энергии налетающих электронов 0.2 МэВ измерены энергетические спектры протонов из реакции ( $e, p$ ) в области гигантского дипольного резонанса ядра  $^{54}\text{Fe}$ . Из этих спектров с помощью спектров E1 виртуальных фотонов получены дифференциальные сечения реакций ( $\gamma, p_0+p_1$ ) и ( $\gamma, p$ ). Сечения обсуждаются с точки зрения изоспинового расщепления гигантского дипольного резонанса. Измерены также угловые распределения протонов из реакции ( $e, p_0+p_1$ ) в области энергий электронов от 16 до 26 МэВ с шагом 1 МэВ. Обнаружено, что коэффициенты  $A_2$ , полученные путем аппроксимации экспериментальных данных суммой полиномов Лежандра  $W(\theta) = 1 + A_1 P_1(\cos \theta) + A_2 P_2(\cos \theta)$ , характерно изменяются в зависимости от энергии возбуждения. Коэффициенты  $A_2$  и сечение реакции ( $\gamma, p_0+p_1$ ) обсуждаются в терминах прямых и полупрямых процессов.

Proton energy spectra of the ( $e, p$ ) reaction in the giant dipole resonance region of  $^{54}\text{Fe}$  have been measured at  $90^\circ$  in steps of 0.2 MeV of the incident electron energy. The differential cross sections of the ( $\gamma, p_0+p_1$ ) and ( $\gamma, p$ ) reactions were deduced from the spectra using E1 virtual photon spectra. The cross sections are discussed in terms of isospin splitting in the giant dipole resonance. The proton angular distributions of the ( $e, p_0+p_1$ ) reaction have also been measured with electron energies ranging from 16 to 26 MeV in steps of 1 MeV. The coefficients  $A_2$  obtained by fitting the experimental data with a sum of Legendre polynomials,  $W(\theta) = 1 + A_1 P_1(\cos \theta) + A_2 P_2(\cos \theta)$ , show a characteristic variation with excitation energy. The coefficients  $A_2$  and the ( $\gamma, p_0+p_1$ ) cross section are discussed in terms of the direct and semidirect process.\*

Сечения поперечного неупругого рассеяния электронов на ядре  $^{56}\text{Fe}$  измерены под углом  $180^\circ$  в квазиупругой области при 12 значениях энергии налетающих электронов. Из этих данных для значений переданного трехимпульса 250, 290, 330, 370, 410, 450, 490 и 530 МэВ/с извлечены поперечные функции отклика. Данные, полученные в квазиупругой области, сравниваются с предсказаниями двух релятивистских

Transverse inelastic electron scattering cross sections for  $^{56}\text{Fe}$  have been measured at  $180^\circ$  in the quasielastic region for 12 incident electron energies. From these data transverse response functions have been extracted at constant three-momentum transfers of 250, 290, 330, 370, 410, 450, 490, and 530 MeV/c. The results in the quasielastic region have been compared with two relati-

моделей ферми-газа: в одной используется зависящая от переданного импульса эффективная масса  $M^*$ , в другой - масса свободного нуклона. Данные для области энергий ниже квазиупругого пика сравниваются с результатами модельных расчетов, учитывающих токи мезонного обмена и нуклон-нуклонные корреляции. Обсуждается также скейлинг поперечных функций отклика.

vistic Fermi gas models: one employing a momentum-transfer-dependent effective mass  $M^*$ , the other employing the free-nucleon mass. The region beyond the quasielastic peak has been compared with model calculations incorporating meson-exchange currents and nucleon-nucleon correlations. Transverse response function  $\chi$  scaling is also discussed.\*

78 Chapuran T., Starr R., Vodhanel R., Brussel M.K. BOUND-STATE DIPOLE STRENGTH IN  $^{56}\text{Fe}$ . Phys. Rev., C30, 54-66

С помощью Ge(Li) детекторов на пучке тормозного излучения с максимальными энергиями 7.6 и 10.3 МэВ было исследовано резонансное рассеяние фотонов на ядре  $^{56}\text{Fe}$  в области энергий от 5 до 10 МэВ. Энергии и величины  $gI_0^2/\Gamma$  получены для более чем 40 уровней, большинство из которых не наблюдалось в предыдущих фотонных экспериментах. Из угловых распределений определены спины 13 уровней. В дополнительных измерениях с низким разрешением ( $\Delta E \sim 100$  кэВ) с помощью меченых фотонов с энергиями от 5.8 до 11.5 МэВ (т.е. до энергии выше порога отделения нейтрона) измерены усредненные сечения упругого и неупругого рассеяния фотонов. Сочетание результатов этих измерений приводит к наиболее детальному описанию дипольной силы связанных состояний в этой области масс ядер.

Resonant photon scattering from  $^{56}\text{Fe}$  has been measured from 5 to 10 MeV using Ge(Li) detectors and bremsstrahlung beams with endpoint energies of 7.6 and 10.3 MeV. Energies and values of  $gI_0^2/\Gamma$  were obtained for more than 40 levels, most of which have not been observed in previous photon experiments. Spins of 13 levels were determined from angular distribution measurements. In complementary lower-resolution ( $\Delta E \sim 100$  keV) tagged photon measurements, average elastic and inelastic (to the first excited state) photon scattering cross sections were measured from 5.8 to 11.5 MeV (i.e., to above the neutron threshold). The combination of these measurements provides the most detailed account of bound-state dipole strength available in this mass region.\*

79 Вербицкий С.С., Лапик А.М., Ратнер Б.С., Щитов В.Н. ДИПОЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ЯДРАХ С  $A \sim 60$ , СВЯЗАННЫЕ С РАСПАДОМ ВХОДНЫХ СОСТОЯНИЙ В НЕПРЕРЫВНЫЙ СПЕКТР. Известия АН СССР, 48, 1023-1028

Измерены сечения фотонейтронных реакций на ядрах  $^{54,56}\text{Fe}$  и  $^{58}\text{Ni}$  для нейтронов больших энергий и их энергетические спектры. Отмечается проявление в спектрах нейтронов структуры, которая соответствует определенным максимумам в сечениях. Обсуждаются особенности распада входных состояний ядер в непрерывный спектр.

Photoneutron cross sections and energy spectra for high-energy neutrons have been measured for  $^{54,56}\text{Fe}$  and  $^{58}\text{Ni}$ . For energy spectra the manifestation of structure is noted which is in accordance with the definite maxima in cross sections. The peculiarities of doorway nuclear states decay into continuum are discussed.



- 80 Klein R., Kawazoe Y., Grabmayr P., Wagner G.J., Friedrich J.,  
Voegler N. ELECTROEXCITATION OF GIANT RESONANCES IN  $^{58}\text{Ni}$ .  
Phys. Rev. Lett., 145B, 25-28

Функции отклика неупругого рассеяния электронов на ядре  $^{58}\text{Ni}$  определены в области переданных импульсов  $q \approx 0.4-2.0$  ферми $^{-1}$ . Мультипольная декомпозиция полного континуума для энергий возбуждения ниже 35 МэВ выявила новые характеристики распределений E1 и E3 сил. Для E2 силы получено очень хорошее согласие с данными по  $\alpha$ -рассеянию, что свидетельствует о полезности обоих методов и подтверждает чистоту изоспина изоскалярного гигантского квадрупольного резонанса.

Response functions for inelastic electron scattering from  $^{58}\text{Ni}$  have been determined for momentum transfers of  $q \approx 0.4-2.0 \text{ fm}^{-1}$ . A multipole decomposition of the full continuum for excitation energies below 35 MeV yields new features of the E1 and E3 strengths. The E2 strength is in excellent agreement with  $\alpha$ -scattering data which demonstrates the usefulness of both probes and shows the isospin purity of the isoscalar giant quadrupole resonance.\*

- 81 Martins M.N., Hayward E., Lamaze G., Maruyama K.K., Schima F.J.,  
Wolynes E. EXPERIMENTAL TEST OF THE BREMSSTRAHLUNG CROSS SECTION.  
Phys. Rev., C30, 1855-1860

Тормозное сечение изучалось путем измерения активности, наведенной в ядре  $^{63}\text{Cu}$  в реакции электрорасщепления для случаев, когда тонкие радиаторы Cu, Mo, Ta и Th помещались в пучок электронов прямо перед мишенью. Энергии электронов изменялись от 13.5 до 60.0 МэВ для электрорасщепления и от 20 до 60 МэВ для измерений с радиаторами; с помощью теории виртуальных фотонов определено сечение реакции  $(\gamma, n)$  для ядра  $^{63}\text{Cu}$ ; с помощью различных данных по тормозным сечениям были аппроксимированы данные экспериментов с радиаторами. Наилучшее приближение, полученное при использовании синтезированного спектра Зельтцера, отличается от сечения Дависа-Бете-Максимона, полученного с помощью уравнения (3CS) в работе Коча и Мотца.

The bremsstrahlung cross section has been studied by measuring the activity induced in  $^{63}\text{Cu}$  by electrodisintegration and when thin radiators of Cu, Mo, Ta, and Th were placed in the electron beam just ahead of the target. The electron energies were varied from 13.5 to 60.0 MeV for the electrodisintegration and from 20 to 60 MeV for the radiator-in measurements; the  $(\gamma, n)$  cross section for  $^{63}\text{Cu}$  was determined using virtual photon theory; the radiator data were fitted using various bremsstrahlung cross sections. The best fit is obtained using the synthesized spectrum of Seltzer which differs from the Davies-Bethe-Maximon cross section as given by equation (3CS) of Koch and Motz.\*

- 82 Van der Bijl L.T., Blok H., Blok H.P., Ent R., Heisenberg J., Schwentker O.,  
Richter A., De Witt Huberts P.K.A. ELECTRO-EXCITATION OF THE  $1^+$  STATE AT  
 $E_x=3.486$  MeV IN  $^{88}\text{Sr}$ . Nucl. Phys., A423, 365-375

Дифференциальное сечение неупругого рассеяния электронов на ядре  $^{88}\text{Sr}$  с возбуждением  $1^+$  состояния при энергии  $E_x=3.486$  МэВ измерено для значений переданного импульса  $q$  от 0.22 до 2.57 ферми $^{-1}$ . Показано, что для описания наблюдаемого уменьшения значения  $B(M1)$  и сечения при малых  $q$ , а также поведения сечения при промежуточных значениях  $q$  необходимо учи-

The differential cross section for excitation of the  $1^+$  state at  $E_x=3.486$  MeV in  $^{88}\text{Sr}$  by inelastic electron scattering has been measured for values of the momentum transfer  $q$  between 0.22 and 2.57  $\text{fm}^{-1}$ . Both nuclear core polarization and  $\Delta$ -hole polarization seem to be necessary to describe the observed reduction of the  $B(M1)$  value and data at

тывать как поляризацию кора, так и  $\Delta$ -дырочную поляризацию.

low  $q$  and the behaviour of the cross section at intermediate values of  $q$ .\*

- 83 Van Camp E., Ryckbosch D., Van de Vyver R., Kerkhove F., Van Otten P., Berkvens P. ISOSPIN SPLITTING OF THE GIANT DIPOLE RESONANCE IN  $^{89}\text{Y}$ . Phys. Rev., C30, 1182-1190

Измерено полное сечение реакции  $^{89}\text{Y}(J,p)^{88}\text{Sr}$ , доказывающегося существование когерентного состояния с изоспином  $T >$ . С помощью данных настоящей работы по реакции  $(J,p)$  и имеющихся результатов для реакции  $(J,n)$  получено отношение сил компонентов с изоспином  $T >$  и  $T <$ :  $S >/S < = 0.13-0.14$ . Путем определения сечений для различных протонных каналов распада получены ширины вылета  $\Gamma \uparrow$  и разброса  $\Gamma \downarrow$  для  $T >$  резонанса. Получено, что вероятность прямого распада состояния с  $T >$  равна  $\Gamma \uparrow/\Gamma = 0.17 \pm 0.03$ .

The total cross section for the reaction  $^{89}\text{Y}(J,p)^{88}\text{Sr}$  has been measured; the existence of the coherent  $T >$  state is clearly demonstrated. Using our  $(J,p)$  and the available  $(J,n)$  results, a strength ratio of the  $T >$  to  $T <$  component  $S >/S <$  equal to 0.13-0.14 is obtained. By determining the cross sections for various proton decay channels, the escape  $\Gamma \uparrow$  and spreading  $\Gamma \downarrow$  widths for the  $T >$  resonance were deduced. The direct decay probability of the  $T >$  state has been found to be  $\Gamma \uparrow/\Gamma = 0.17 \pm 0.03$ .\*

- 84 Heisenberg J., Dawson J., Milliman T., Schwentker O., Lichtenstadt J., Papanicolas C.N., Wise J., McCarthy J.S., Eintz N., Blok H.P. EXCITATION OF POSITIVE-PARITY STATES IN ELECTRON SCATTERING FROM  $^{90}\text{Zr}$ . Phys. Rev., 29, 97-108

Сечения рассеяния электронов на ядре  $^{90}\text{Zr}$  были измерены с разрешением менее чем 40 кэВ в интервале переданных импульсов между  $0.4 < q < 3.1$  ферми $^{-1}$  как под углами рассеяния вперед, так и под углом  $160^\circ$ , что дает возможность разделить продольные и поперечные форм-факторы. Анализ состояний положительной четности, включающий предыдущие данные для некоторых состояний, позволил определить плотности переходов. Большинство плотностей сравниваются с результатами различных теоретических расчетов. Плотность  $9/2^+$  уровня используется для определения радиуса  $g_{9/2}$  протонной орбиты  $R(g_{9/2}) = 5.035 \pm 0.45$  ферми.

Electron scattering cross sections for  $^{90}\text{Zr}$  have been measured with a resolution of less than 40 keV in a momentum transfer range between  $0.4 < q < 3.1 \text{ fm}^{-1}$  both at forward angles and at  $160^\circ$ , which allows a separation of longitudinal and transverse form factors. The analysis of the positive-parity states (including previous data for some of the states), results in transition densities. Most densities are compared to various model calculations. The density of the  $9/2^+$  level is used to determine the radius of the  $g_{9/2}$  proton orbit as  $R(g_{9/2}) = 5.035 \pm 0.45 \text{ fm}$ .\*

- 85 Трофимов Ю.Н., Немцов Ю.А. СЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЗАХВАТА  $^{98}\text{Mo}$  ПРИ ЭНЕРГИИ НЕЙТРОНОВ 0.3-2.0 МэВ. Сб. "Вопросы атомной науки и техники". Серия: Ядерные константы, 3(57), 15-17

Сечения активации для реакции  $^{98}\text{Mo}(n,\gamma)^{99}\text{Mo} \xrightarrow{\beta} ^{99\text{m}}\text{Tc}$  измерены при 13 значениях энергии нейтронов в области от 0.3 до 2.0 МэВ. Нейтроны получались с помощью реакции  $^3\text{H}(p,n)^3\text{He}$  на пучке ускорителя Ван-де-Граафа. Измерения выполнены относительно сечений реакции радиационного захвата нейтронов ядром  $^{197}\text{Au}$ .

Activation cross-sections for  $^{98}\text{Mo}(n,\gamma)^{99}\text{Mo} \xrightarrow{\beta} ^{99\text{m}}\text{Tc}$  reaction have been measured at 13 neutron energies between 0.3 and 2.0 MeV. Neutrons were produced by means of the  $^3\text{H}(p,n)^3\text{He}$  reaction, using Van de Graaff accelerator. The measurements were made relative neutron radiative capture cross-sections of  $^{197}\text{Au}$ .\*

Измерены сечения реакций  $^{121}\text{Sb}(\gamma, n)$ ,  $^{123}\text{Sb}(\gamma, xn)$  и  $^{\text{est}}\text{Sb}(\gamma, xn)$ . Величины сечений фотонейтронных реакций для ядер  $^{121}\text{Sb}$  и  $^{123}\text{Sb}$  согласуются с предсказаниями коллективной модели для деформированных ядер.

The cross sections for the reactions  $^{121}\text{Sb}(\gamma, n)$ ,  $^{123}\text{Sb}(\gamma, xn)$  and  $^{\text{nat}}\text{Sb}(\gamma, xn)$  have been measured. The  $^{121}\text{Sb}$  and  $^{123}\text{Sb}$  photoneutron reaction cross sections are consistent with collective model predictions for negatively deformed nuclei.\*

Данные, полученные с высоким разрешением, по неупругому электронному рассеянию на ядрах  $^{154}\text{Sm}$ ,  $^{158}\text{Gd}$ ,  $^{164}\text{Dy}$ ,  $^{168}\text{Er}$  и  $^{174}\text{Yb}$  подтверждают существование недавно открытой низколежащей магнитной дипольной моды. Представлены спектры, форм-факторы и оценки сил переходов, для сравнения, главным образом, используется модель взаимодействующих бозонов (IBA-2). Приводятся также первые результаты по фрагментации силы новой моды в ядре  $^{156}\text{Gd}$ .

High-resolution inelastic electron scattering on  $^{154}\text{Sm}$ ,  $^{158}\text{Gd}$ ,  $^{164}\text{Dy}$ ,  $^{168}\text{Er}$  and  $^{174}\text{Yb}$  provides further evidence on the recently discovered low-lying magnetic dipole mode. We presented here spectra, form factors and estimates for transition strengths and use mainly the interacting boson model (IBA-2) for comparison. We also show first results on the fragmentation of the strength of the new mode in  $^{156}\text{Gd}$ .\*

Открытие новой коллективной моды магнитного дипольного возбуждения в реакции неупругого рассеяния электронов с высокой разрешающей способностью на ядре  $^{156}_{64}\text{Gd}$  обсуждается в рамках геометрической двухроторной модели и модели взаимодействующих бозонов. Кроме установления факта существования этой моды в деформированном ядре  $^{156}\text{Gd}$  были накоплены доказательства ее существования и в ядре  $^{158}\text{Gd}$ , а также ее отсутствия в переходном ядре  $^{146}_{60}\text{Nd}$ , что согласуется с теоретическими предсказаниями.

The discovery of a new collective magnetic dipole excitation mode in high-resolution inelastic electron scattering on  $^{156}_{64}\text{Gd}$  is discussed in terms of a geometrical two-rotor model and the interacting boson model. Besides in the deformed nucleus  $^{156}\text{Gd}$  evidence has also been accumulated for the existence of this model in  $^{158}\text{Gd}$  and for the absence in the transition nucleus  $^{146}_{60}\text{Nd}$  in agreement with the theoretical prediction.\*

С помощью техники ядерной резонансной флуоресценции при использовании тормозного излучения с максимальной энергией 3.5 МэВ и Ge(Li) детектора с высоким разрешением наблюдались сильные низкоэнергетичные коллективные переходы в деформированных ядрах  $^{156,158,160}\text{Gd}$ . Наиболее вероятно, что наблюдалась новая коллективная M1 мода, предсказанная несколькими теоретическими моделями деформированных ядер и недавно открытая в экспериментах по электронному рассеянию  $^{156,158}\text{Gd}(e, e')$ . В процессе Gd( $\gamma, \gamma'$ ) измерений обнаружена сильная связь уровней с первым ротационным состоянием  $2^+$ , как и было предсказано моделью IBA-2. Если все приведенные в работе переходы обусловлены M1 возбуждениями, то фрагментация силы присутствует в ядрах  $^{158,160}\text{Gd}$  и суммы величин  $B(M1) \uparrow$  равны  $1.5 \pm 0.3$ ,  $2.3 \pm 0.5$  и  $2.3 \pm 0.6 \mu_0^2$  для ядер  $^{156,158,160}\text{Gd}$  соответственно.

Strong low-energy collective transitions in the deformed nuclei  $^{156,158,160}\text{Gd}$  have been observed with nuclear resonance fluorescence techniques utilizing 3.5 MeV bremsstrahlung and a high-resolution Ge(Li) detector. It is most probable that a new collective M1 mode, predicted by several theoretical models of deformed nuclei and discovered recently in  $^{156,158}\text{Gd}(e, e')$  experiments, has been observed. The Gd( $\gamma, \gamma'$ ) measurements reveal a strong coupling of the levels to the first rotational  $2^+$  state as expected in the IBA-2 model. If all the transitions reported are due to M1 excitations, a fragmentation of strength is present in  $^{158,160}\text{Gd}$  and the sums of  $B(M1) \uparrow$  values amount to  $1.5 \pm 0.3$ ,  $2.3 \pm 0.5$ , and  $2.3 \pm 0.6 \mu_0^2$  for  $^{156,158,160}\text{Gd}$ , respectively.\*

Измерены сечения нейтронного захвата и солнечные распространенности изотопов  $^{160,161}\text{Dy}$ ,  $^{170,171}\text{Yb}$ ,  $^{175,176}\text{Lu}$  и  $^{176,177}\text{Hf}$ . Эти данные использованы для изучения базового s-процесса с целью определения нейтронной плотности и температуры s-процесса и исследования ядерного синтеза  $^{176}\text{Lu}$ -часов в s-процессе. Из различных ветвлений определены нейтронная плотность -  $(0.8-1.8) \times 10^8$  нейтрон/см<sup>3</sup> и температура kT - 18-28 кэВ. На основе настоящих данных доказано, что изотоп  $^{176}\text{Lu}$  не применим в качестве космических часов из-за температурной чувствительности его периода полураспада, но его можно использовать как звездный термометр. Показано, что ограничение для температуры s-процесса (kT = 20-28 кэВ) хорошо согласуется с исследованными ветвлениями.

The neutron capture cross sections and solar abundances of  $^{160,161}\text{Dy}$ ,  $^{170,171}\text{Yb}$ ,  $^{175,176}\text{Lu}$ , and  $^{176,177}\text{Hf}$  have been measured. With these data base s-process studies have been carried out to determine the s-process neutron density and temperature and to investigate the s-process nucleosynthesis of the  $^{176}\text{Lu}$  clock. From various branchings the neutron density was found to be  $(0.8-1.8) \times 10^8$  neutrons per cm<sup>3</sup> and the temperature kT to be 18-28 keV. On the basis of the present data,  $^{176}\text{Lu}$  proved not to be applicable as a cosmic clock because of the temperature sensitivity of the  $^{176}\text{Lu}$  half-life but can be used instead as a stellar thermometer. Constraints for the s-process temperature (kT=20-28 keV) were found to be in good agreement with the investigated branchings.\*

В результате исследования с высокой точностью реакции  $^{165}\text{Ho}(n, \gamma)^{166}\text{Ho}$ , которая анализировалась с помощью усовершенствованных методов обработки сигналов, обнаружено существование 270 переходов с энергией фотонов выше 4050 кэВ. Применение статистической модели дает возможность предположить, что эти переходы, по всей видимости, первичны по своей природе и, следовательно, непосредственно отражают уровни ядра  $^{166}\text{Ho}$  вплоть до возбуждения выше 2 МэВ. Настоящие результаты подтверждают большую часть данных по энергиям уровней, приведенных ранее, причем, в большинстве случаев, со значительно большей точностью. В дополнении, представлена новая информация в неисследованной ранее области выше этой энергии. С помощью данных кристаллического спектрометра уточнены, где возможно, энергии уровней, полученные из результатов измерений при высоких энергиях. Обнаружено, что энергия отделения нейтрона равна 6243.68(2) кэВ. Показано, что в случае, когда плотность уровней в ядре  $^{166}\text{Ho}$  трактуется в рамках статистической модели, в которой это значение представлено постоянной температурой, величина этого параметра равна 520 кэВ.

Первичное  $\gamma$ -излучение из реакции нейтронного захвата получено для 86 нейтронных резонансов в ядре  $^{167}\text{Er}$  в области энергий 5-600 эВ. На основе отношений интенсивности подходящих пар низкоэнергетичных  $\gamma$ -квантов спином этих резонансов приписаны значения  $I=3$  или 4. Измеренные интенсивности первичных высокоэнергетичных  $\gamma$ -квантов преобразованы к парциальным радиационным ширинам и затем проанализированы с целью получения значения усредненной  $E1$  силы. Индивидуальные  $\gamma$ -спектры распада  $I=3$  и 4 резонансов суммировались после соответствующих нормировок. Результирующие усредненные радиационные ширины (и, следовательно, силовая функция  $\gamma$ -квантов) хорошо согласуются с предсказаниями Акселя-Бринка, в основе которых лежит модель гигантского дипольного резонанса. Эти ширины также согласуются с предположением о том, что силовая функция  $\gamma$ -квантов не зависит от начального спина.

A high precision study of the  $^{165}\text{Ho}(n, \gamma)^{166}\text{Ho}$  reaction, analyzed with advanced signal processing methods, has revealed the presence of 270 transitions with photon energy greater than 4050 keV. Application of a statistical model suggests that these transitions are most likely primary in nature and hence directly reflect the levels in  $^{166}\text{Ho}$  up to an excitation above 2 MeV. The present data substantiate much of the level energy data below 1 MeV previously reported but, in most instances, with marked improvement in precision. In addition, new information on the previously unexplored region above this energy is presented. The level energies deduced from the high energy measurements have been refined, when possible, through use of crystal spectrometer data. The neutron separation energy is found to be 6243.68(2) keV. When the density of levels in  $^{166}\text{Ho}$  is treated using a statistical model in which this quantity is represented by a constant temperature, the value for this parameter is found to be 520 keV.\*

Primary neutron capture  $\gamma$  rays have been studied from 86 neutron resonances in  $^{167}\text{Er}$  in the energy range 5-600 eV. The spins of these resonances were assigned as  $I=3$  or 4 on the basis of the intensity ratios of suitable pairs of low-energy  $\gamma$  rays. The measured intensities of the high-energy primary  $\gamma$  rays have been converted to partial radiation widths and further analyzed to obtain average  $E1$  gamma strength. Individual  $\gamma$  spectra from  $I=3$  and 4 resonances have been summed separately after appropriate normalizations. The resulting average radiation widths (and hence the  $\gamma$ -ray strength function) were in good agreement with the Axel-Brink predictions based on a giant dipole resonance model. These widths were also consistent with the assumption that the  $\gamma$ -ray strength function is independent of the initial spin. The partial  $E1$  radiation widths were subjected to a distribution analysis, revealing that these widths

Парциальные E1 радиационные ширины были подвергнуты анализу распределения, который показал, что эти ширины имеют немного более узкое распределение, чем распределение, предсказанное законом Портера-Томаса. Получено удовлетворительное согласие отношения заселенности низколежащих уровней для резонансов со спином I=4 к их заселенности для резонансов со спином I=3 со значением, предсказываемым пятиступенчатой каскадной моделью. Заселенности в ротационной полосе для этих спинов лежат на гладких кривых, которые для различных полос почти параллельны. Для ядра  $^{168}\text{Er}$  построена схема уровней и рассчитана энергия отделения нейтрона:  $7771.6 \pm 1.0$  кэВ.

had a slightly narrower distribution than that predicted by the Porter-Thomas law. The ratio of the average population of a particular low-lying level from I=4 resonances to its population from I=3 resonances was found to be in good agreement with a five-step cascade model. The population of successive spins within a rotational band lay on smooth curves which, for different bands, were nearly parallel. A level scheme for  $^{168}\text{Er}$  has been constructed, and the neutron separation energy for this nucleus was deduced as  $7771.6 \pm 1.0$  keV.\*

93 Cousins T., Kennett T.J., Prestwich W.V. POPULATION OF  $^{180}\text{Ta}$  STATES VIA THE MONOCHROMATIC REACTION  $^{181}\text{Ta}(\gamma, n)^{180}\text{Ta}$ . Phys. Rev., C29, 1085-1087

Монохроматические фотоны, полученные в результате  $(\gamma, n)$  реакции, были использованы для возбуждения состояний ядра  $^{180}\text{Ta}$  в реакции  $(\gamma, n)$ . Энергии (в кэВ) и ассоциируемые с ними неточности для наблюдавшихся уровней таковы: 39(2), 109(2), 179(2), 231(2), 258(2), 309(2), 365(3), 412(2), 442(2), 466(3), 515(3), 542(2), 571(2), 642(2), 643(2), 666(3), 720(2), 793(2), 820(2), 857(2), 897(3), 959(3), 1122(2), 1205(2), 1247(3), 1307(2), 1427(4), 1740(3), 1822(3) и 1866(3). Также получены фотонейтронные сечения образования этих состояний при различных энергиях фотонов.

Monochromatic photons derived from the  $(\gamma, n)$  reaction have been used to induce the  $(\gamma, n)$  reaction from which several excited states in  $^{180}\text{Ta}$  have been deduced. The energies (in keV) and associated uncertainties for the levels observed are 39(2), 109(2), 179(2), 231(2), 258(2), 309(2), 365(3), 412(2), 442(2), 466(3), 515(3), 542(2), 571(2), 624(2), 643(2), 666(3), 720(2), 793(2), 820(2), 857(2), 897(3), 959(3), 1122(2), 1205(2), 1247(3), 1307(2), 1351(2), 1427(4), 1740(3), 1822(3), and 1866(3). The photon-neutron cross sections for the formation of these states via various photon energies are also given.\*

94 Ströher H., Drexler J., Heil R., Huber K., Kneissl U., Mank G., Ratzek R., Ries H., Weber T., Wilke W., Maier H.I. FISSION BARRIERS OF PREACTINIDE NUCLEI FROM ELECTROFISSION EXPERIMENTS. Nucl. Phys., A412, 295-307

Абсолютные сечения электрорасщепления для ядер  $^{182,184,186}\text{W}$ , ест Pt и  $^{209}\text{Bi}$  измерены при использовании твердотельных трековых детекторов и лавинных счетчиков с параллельными пластинами для детектирования фрагментов деления. Измеренные сечения вместе с другими данными, известными из литературы, анализировались в рамках расширенной статистической модели для получения величин барьеров деления и сравнивались с результатами расчетов. Из полученной высоты барьера для платины заключается, что сила спаривания G, вероятнее всего, не меняется с деформацией ( $G=\text{const}$ ). Все экспе-

Absolute electrofission cross sections for  $^{182,184,186}\text{W}$ , natPt, and  $^{209}\text{Bi}$  have been measured using solid-state track detectors and parallel-plate avalanche counters for the detection of the fission fragments. The measured cross sections, together with other known from literature have been analyzed within an extended statistical model to deduce fission barriers and compared with theoretical calculations. From the derived barrier height for platinum, it is concluded that the pairing strength G most likely does not change with deformation ( $G=\text{const}$ ). All experimen-

риментальные значения барьеров деления очень хорошо согласуются с теоретическими предсказаниями для  $G=\text{const}$ .

tal fission barriers agree very well with theoretical predictions for  $G=\text{const}$ .\*

- 95 Reuter W., Shera E.B., Hoenh M.V., Hersman F.W., Milliman T., Finn J.M., Hyde-Wright C., Lourie R., Rugh B., Bertozzi W. GROUND-STATE AND TRANSITION CHARGE DENSITIES IN  $^{192}\text{Os}$ . Phys. Rev., C30, 1465-1479

В области переданных импульсов от 0.6 до 2.9 ферми<sup>-1</sup> измерены сечения упругого и неупругого рассеяния электронов на ядре  $^{192}\text{Os}$ , которое лежит в переходной области Os-Pt. Данные для основного состояния и состояний с  $J^\pi=2^+, 2^{+1}, 4^+$  и  $3^-$  подвергались модельно-независимому анализу с помощью Фурье-Бессель-параметризации зарядовых плотностей основного состояния и переходов. Из анализа результатов в сочетании с мюонно-атомными данными для основного и первого  $2^+$  состояния получена нормировка  $(e, e')$  сечений. Плотности и их радиальные моменты сравниваются с результатами теоретических предсказаний модели Давыдова и с результатами расчетов по методу Хартри-Фока с разложением матрицы плотности для аксиально деформированного ядра (включая разложение по полиномам Лежандра и применение модели вибраций с малыми амплитудами).

Elastic and inelastic electron-scattering cross sections of an Os-Pt transition region nucleus,  $^{192}\text{Os}$ , have been measured in a momentum transfer range from 0.6 to 2.9  $\text{fm}^{-1}$ . The data for the ground and the  $J^\pi=2^+, 2^{+1}, 4^+$ , and  $3^-$  states were analyzed model independently with a Fourier-Bessel parametrization of the ground state and transition charge densities. The normalization of the  $(e, e')$  cross sections was obtained from a combined analysis with muonic-atom data for the ground and first  $2^+$  states. The densities and their radial moments are compared with theoretical predictions of the Davydov model and with axially symmetric deformed density-matrix-expansion Hartree-Fock calculations (including the Legendre expansion and the small-amplitude vibration model extensions).\*

- 96 Anthony I., Branford D., Flowers A.G., McGeorge J.C., Sené M.R., Shotter A.C., Thorley P.J., Zimmerman C.H., Friedrich J., Voegler N., Bangert K., Berg U.E.P. DETERMINATION OF THE TOTAL PHOTO-ABSORPTION CROSS SECTION OF  $^{197}\text{Au}$  FROM  $(\gamma, xn)$  REACTION CROSS SECTIONS. Phys. Lett., 141B, 309-313

Сечения реакций  $^{197}\text{Au}(\gamma, xn)(x \leq 12)$  измерены в области изменения максимальных энергий тормозного излучения 60-340 МэВ. Из этих основных сечений с помощью результатов каскадно-испарительных расчетов, учитывающих утеранные каналы реакции, получены полные сечения фотопоглощения. Фактор превышения сечения над предсказанием классического E1 правила сумм определен как  $0.93 \pm 0.10$ .

Cross sections for the reactions  $^{197}\text{Au}(\gamma, xn)(x \leq 12)$  have been measured for bremsstrahlung end-point energies in the range 60-340 MeV. From these dominant cross sections, the total photon absorption cross section is determined using a cascade-evaporation calculation to account for the missing reaction channels. The enhancement factor for the classical E1 sum rule is found to be  $0.93 \pm 0.10$ .\*

В рамках статистического подхода, опирающегося на описание плотности возбужденных уровней в сверхтекучей модели с феноменологическим учетом коллективных и оболочечных эффектов, проанализирована обширная совокупность экспериментальных данных о делимости ядер с  $Z=70-85$ ,  $A=170-213$  в реакциях с легкими заряженными частицами, включая электроны, с энергией до 80 МэВ. Новая экспериментальная информация о высотах барьера деления  $E_b(Z,N)$  требует уточнения параметра изоспиновой зависимости в современном описании масс и энергии деформации ядер.\*

The experimental data on fission of  $Z=70-85$ ,  $A=170-213$  nuclei in reactions with light charged particles (including electrons) with energy up to 80 MeV are analyzed in the statistical approach based on description of the level density in the superfluid model taking phenomenologically into account collective and shell effects. New experimental information on the fission barrier heights  $E_b(Z,N)$  needs refining of the isospin parameter in the available description of nuclear masses and deformation energy.\*

Измерения с высоким разрешением прохождения нейтронов выполнены для ядра  $^{204}\text{Pb}$  в области энергий  $E=0.4-105$  кэВ. Для определения параметров резонансов данные по прохождению были проанализированы с помощью многоуровневого R-матричного подхода. Ранее полученные данные по нейтронному захвату были еще раз проанализированы в интервале 2.6-86 кэВ. Из данных по захвату определены величины  $\Gamma_n \Gamma_\gamma / \Gamma$ . Для тех резонансов, для которых  $\Gamma_n$  можно определить из данных по прохождению, данные по захвату использовались для получения  $\Gamma_\gamma$ . Результаты дают среднее сечение захвата для звездной температуры  $kT=30$  кэВ равное  $89.5 \pm 4.5$  мбн. Плотность s-волновых уровней для ядра  $^{205}\text{Pb}$ , соответствующая исследованному интервалу энергий нейтронов (т.е.  $E \sim 105$  кэВ), оказалась больше плотности s-волновых уровней для ядра  $^{207}\text{Pb}$  (имеющего такую же энергию отделения нейтрона) почти в 10 раз. Средняя величина s-волновой силовой функции в этой энергетической области определена как  $S_0 = 0.93 \times 10^{-4}$ . Это на порядок величины больше, чем среднее значение s-волновой силовой функции для подобного энергетического интервала в системе  $^{206}\text{Pb}+n$ , где входное состояние наблюдается при  $E \sim 500$  кэВ. Однако силовая функция в интервале  $E=0-100$  кэВ в системе  $^{204}\text{Pb}+n$  оказывается почти идентичной средней величине силовой функции для системы  $^{206}\text{Pb}+n$ , если усредня-

High resolution neutron transmission measurements have been performed on  $^{204}\text{Pb}$  in the energy interval  $E=0.4-105$  keV. The transmission data were analyzed using a multilevel R-matrix code to deduce resonance parameters. Previously obtained neutron capture data were reanalyzed in the interval 2.6-86 keV. Values of  $\Gamma_n \Gamma_\gamma / \Gamma$  were determined from the capture data. For those resonances where  $\Gamma_n$  could be determined from the transmission data, the capture data were analyzed to extract  $\Gamma_\gamma$ . Our results yield an average capture for a stellar temperature  $kT=30$  keV of  $89.5 \pm 4.5$  mb. The s-wave level density for  $^{205}\text{Pb}$  corresponding to the neutron energy range investigated (i.e.,  $E \sim 105$  keV) relative to that for  $^{207}\text{Pb}$  (which has about the same neutron separation energy) is greater by about a factor of 10. The average s-wave strength function in this energy region is determined as  $S_0 = 0.93 \times 10^{-4}$ . This is an order of magnitude greater than that for a similar energy region in  $^{206}\text{Pb}+n$  where a doorway state is observed at  $E \sim 500$  keV. However, the strength function in the initial  $E=0-100$  keV in  $^{204}\text{Pb}+n$  is almost identical to the average value of that for  $^{206}\text{Pb}+n$  when the averaging interval for the latter is taken as  $E_n \approx 0-1000$  keV (i.e., over the doorway state). This suggests that the s-wave doorway state observed in the higher mass lead isotopes is completely mixed with "background" states in



ший интервал для последней выбирается как  $E_n \approx 0-1000$  кэВ (т.е., над входным состоянием). Это предполагает, что s-волновое входное состояние, которое наблюдается в более тяжелых изотопах свинца, полностью смешано с "фоновыми" состояниями ядра  $^{205}\text{Pb}$ , и, наиболее вероятно, никакой промежуточной структуры не будет наблюдаться в s-волновой силовой функции реакции  $^{204}\text{Pb}+n$ .

$^{205}\text{Pb}$ , and most likely to intermediate structure will be observed in the s-wave strength function for the  $^{204}\text{Pb} + n$  reaction.\*

99 Arruda-Neto J.D.T., Rigolon W., Herdade S.B., Riette H.L.  
PHOTOFISSION OF  $^{232}\text{Th}$ . Phys. Rev., C29, 2399-2401

Сечение деления ядра  $^{232}\text{Th}$  под действием тормозного  $\gamma$ -излучения измерено в области энергий гигантского дипольного резонанса. Анализ данных, выполненный с помощью тормозного спектра, рассчитанного в приближении Дависа-Бете-Максимона, свидетельствует о том, что полученное сечение лучше согласуется с сечением, измеренным в Ливерморе, чем с  $(\gamma, f)$  данными Сакля.

The bremsstrahlung-induced fission cross section of  $^{232}\text{Th}$  was measured in the energy region of the giant dipole resonance. The data analysis, performed in terms of the bremsstrahlung spectrum calculated in the Davies-Bethe-Maximon approximation, shows that the photofission cross section measured at Livermore is more compatible with our results than the  $(\gamma, f)$  data from Saclay.\*

100 Zhang H.X., Yeh T.R., Lancman H. INTERMEDIATE STRUCTURE IN THE  
PHOTOFISSION CROSS SECTION OF  $^{232}\text{Th}$ . Phys. Rev. Lett., 53, 34-37

В сечении фотоделения ядра  $^{234}\text{Th}$ , измеренном с разрешением по энергии фотонов  $< 500$  эВ, обнаружена промежуточная структура. Гамма-кванты различных энергий были получены в  $(p, \gamma)$  реакциях на нескольких ядрах. Среднее расстояние между резонансами фотоделения в области энергий возбуждения около 6.16 МэВ составило  $1.6 \pm 0.4$  кэВ. Средние площади под резонансами сравниваются с теоретическими предсказаниями для двух- и трехгорбого барьеров деления.

Intermediate structure has been observed in the photofission cross section of  $^{232}\text{Th}$  measured with a photon energy resolution  $< 500$  eV. The gamma rays, variable in energy, were obtained from the  $(p, \gamma)$  reaction on several nuclei. The average spacing of the observed photofission resonances at an excitation energy of 6.16 MeV is  $1.6 \pm 0.4$  keV. The average areas of the resonances are compared with theoretical expectations for a double-humped and a triple-humped barrier.\*

101 Лихачев В.П., Агранович В.Л., Буки А.Ю., Владимиров Ю.В., Немашкало А.А., Пацук С.А., Евсеев И.Г., Савицкий Г.А., Семисалов И.Л., Фартушный В.А., Шостак В.Б. ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОДЕЛЕНИЯ ЯДЕР  $^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  И  $^{238}\text{U}$  В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ 100-1200 МэВ. Сб. "Вопросы атомной науки и техники".  
Серия: Общая и ядерная физика. 2(27), 65-67

На линейных ускорителях электронов ХФТИ АН СССР ЛУЭ-300 и ЛУЭ-2000 измерены сечения электроделения ядер  $^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$  в диапазоне энергий 100-1200 МэВ. В результате проведения модельно-независимого анализа полученных экспериментальных данных выделен вклад области гигантских резонансов и высоковозбужденных состояний в сечения исследуемых реакций.

The cross sections of  $^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  electrofission in the energy range 100-1200 MeV have been measured on the KHFTI AN SSSR linear electron accelerators LUE-300 and LUE-2000. The model-independent analysis of the experimental data gave the contribution of giant resonances and highly-excited states into cross sections of the reactions investigated.

102 Ries H., Mank G., Drexler J., Hell R.D., Huber K., Kneissl U., Ratzek R., Ströher H., Weber T., Wilke W. ABSOLUTE PHOTOFISSION CROSS SECTIONS FOR  $^{235,238}\text{U}$  IN THE ENERGY RANGE 11.5-30 MeV. Phys. Rev., C29, 2346-2348

Абсолютные сечения фотоделения ядер  $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$  были измерены с помощью квазимоноэнергетических фотонов от  $e^+$  аннигиляции и прямого детектирования фрагментов в области энергий между 11.5 и 30.0 МэВ. Результаты, полученные в области энергий гигантского дипольного резонанса (до 18 МэВ), сравниваются с результатами предыдущих экспериментов.

Absolute photofission cross sections of  $^{235}\text{U}$  and  $^{238}\text{U}$  have been measured with quasi-monoenergetic photons from  $e^+$  annihilation and direct fragment detection between 11.5 and 30 MeV. The results obtained in the energy range of the giant dipole resonance (up to 18 MeV) are compared with those from previous experiments.\*

103 De Frenne D., Proot B., Thierens H., De Gelder P., Jacobs E., De Clercq A. INDEPENDENT ISOMERIC YIELD RATIOS AND PRIMARY ANGULAR MOMENTA IN THE PHOTOFISSION OF  $^{235,238}\text{U}$  WITH 12-30 MeV BREMSSTRAHLUNG. Phys. Rev., C29, 1777-1783

С помощью радиохимического метода и метода  $\gamma$ -спектрометрии фольг захвата продуктов деления и облученных урановых образцов определены отношения независимых измеренных выходов для ядер  $^{129}\text{Sn}$ ,  $^{130}\text{Sb}$ ,  $^{131}\text{Sn}$ ,  $^{132}\text{Sb}$ ,  $^{133}\text{Te}$  и  $^{136}\text{I}$  в реакциях фотоделения ядра  $^{235}\text{U}$  тормозным излучением с энергиями 12-30 МэВ и для ядер  $^{126}\text{Sb}$ ,  $^{129}\text{Sn}$ ,  $^{130}\text{Sb}$ ,  $^{131}\text{Sn}$ ,  $^{132}\text{Sb}$ ,  $^{133}\text{Te}$  и  $^{136}\text{I}$  в реакции фотоделения ядра  $^{238}\text{U}$ . Среднеквадратичные значения первичных угловых моментов соответствующих фрагментов деления,  $J_{\text{СК}}$ , были рассчитаны с помощью статистической процедуры Хузенги и Ванденбоша и в рамках более детально разработанной модели снятия возбуждения Мина и Мартинота. Обе процедуры дают для рассматриваемых ядер, за исключением ядра  $^{130}\text{Sb}$ , почти одинаковые значения  $J_{\text{СК}}$ . Приводимые экспериментальные результаты показывают приблизительную независимость  $J_{\text{СК}}$  от спина и энергии возбуждения составного ядра. Наблюдается возрастание величины  $J_{\text{СК}}$  с ростом энергии возбуждения фрагментов. Кроме того, в реакции фотоделения ядра  $^{235}\text{U}$ , а также  $^{238}\text{U}$ , оказывается значительное влияние нечетно-четного протона на величину  $J_{\text{СК}}$ . Приведенные экспериментальные результаты по фотоделению качественно согласуются с результатами теоретических расчетов Дитриха и Зелинска-Пфабе.

The independent isomeric yield ratios for  $^{129}\text{Sn}$ ,  $^{130}\text{Sb}$ ,  $^{131}\text{Sn}$ ,  $^{132}\text{Sb}$ ,  $^{133}\text{Te}$ , and  $^{136}\text{I}$  for the photofission of  $^{235}\text{U}$  with 12-30 MeV bremsstrahlung and for  $^{126}\text{Sb}$ ,  $^{129}\text{Sn}$ ,  $^{130}\text{Sb}$ ,  $^{131}\text{Sn}$ ,  $^{132}\text{Sb}$ ,  $^{133}\text{Te}$ , and  $^{136}\text{I}$  for the photofission of  $^{238}\text{U}$  have been determined using radiochemical techniques and gamma spectrometry of fission product catcher foils and irradiated uranium samples. The root-mean-square values of the primary angular momenta of the corresponding fission fragments,  $J_{\text{rms}}$ , were calculated with the statistical procedure of Huizenga and Vandenbosch and with the more elaborate deexcitation model of Min and Martinot. Both procedures give, except for  $^{130}\text{Sb}$ , almost the same  $J_{\text{rms}}$  values. Our experimental results show a near independency of  $J_{\text{rms}}$  on the spin and excitation energy of the compound nucleus. An increase of the  $J_{\text{rms}}$  values with the excitation energy of the fragments is observed. In addition, a significant proton odd-even effect on the  $J_{\text{rms}}$  values is present for the photofission of  $^{235}\text{U}$ . Our experimental photofission results show a qualitative agreement with the theoretical calculations of Dietrich and Zielinska-Pfabe.\*

- 104 Ries H., Kneissl U., Mank G., Ströher H., Wilke W., Bergère R., Bourgeois P., Carlos P., Fallou J.L., Garganne P., Veyssiére A., Cardman L.S. ABSOLUTE PHOTOFISSION CROSS SECTIONS OF  $^{235,238}\text{U}$  MEASURED WITH TAGGED PHOTONS BETWEEN 40 AND 105 MeV. Phys. Lett., 139B, 254-258

Абсолютные сечения фотоделения ядер  $^{235,238}\text{U}$  измерены в области энергий меченых фотонов 40-105 МэВ при использовании для прямой регистрации фрагментов деления лавинных счетчиков с параллельными пластинами. Измеренные сечения в исследованной области энергий оказались для обоих изотопов приблизительно постоянными по величине и равными  $\approx 17$  мбн. Данные сравниваются с последними фотоядерными данными.

Absolute photofission cross sections of  $^{235,238}\text{U}$  have been measured in the energy range 40-105 MeV with "tagged" photons, using parallel plate avalanche counters for a direct detection of the fission fragments. The measured cross sections are nearly constant in the investigated energy range and amount to about 17 mb for both isotopes. The results are compared with recent photoneutron data.\*

- 105 Ahrens J., Arends J., Bourgeois P., Carlos P., Fallou J.L., Floss N., Garganne P., Ruthmacher S., Kneissl U., Mank G., Mecking B., Ries H., Stenz R., Veyssiére A. MEASUREMENT OF THE TOTAL CROSS SECTION FOR  $^{235}\text{U}$  AND  $^{238}\text{U}$  PHOTOFISSION IN THE  $\Delta$ -RESONANCE REGION., Phys. Lett., 146B, 303-306

Полные сечения фотоэмиссии фрагментов деления  $\sigma(\gamma, F)$  для ядер  $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$  измерены с помощью меченых фотонов тормозного  $\gamma$ -излучения в области энергий 120-460 МэВ. Фрагменты деления детектировались лавинными детекторами с параллельными пластинами. Данные сравниваются с другой информацией о полных сечениях фотоядерного поглощения.

The total cross section for the photoemission of fission fragments  $\sigma(\gamma, F)$  has been measured for  $^{235}\text{U}$  and  $^{238}\text{U}$  using tagged bremsstrahlung photons in the energy range 120-460 MeV. The fission fragments were detected in parallel plate avalanche detectors. The results are compared with other information on the total photonuclear absorption cross section.\*

- 106 Griffioen K.A., Countryman P.J., Knöpfle K.T., Van Bibber K., Yearian M.R., Woodworth J.G., Rowley D., Calarco J.R. COINCIDENCE ELECTRON SCATTERING ( $e, e'f$ ) AND MULTIPOLE STRENGTH FUNCTIONS IN  $^{238}\text{U}$ . Phys. Rev. Lett., 53, 2382-2385

Для трех значений переданного импульса ( $q=0.26, 0.40$  и  $0.55$  ферми $^{-1}$ ) приводятся энергетические спектры электронов из реакции  $^{238}\text{U}(e, e'f)$  от порога расщепления до энергии возбуждения 23 МэВ. Выделенные силовые функции для E1 и E2/E0 компонент хорошо согласуются с результатами недавних расчетов в рамках квазичастичного приближения хаотических фаз, за исключением того, что некоторая часть E2 силы, по-видимому, отсутствует. E3 и/или более высокие мультиполи очевидно дают значительный вклад в сечение во всей области возбуждения.

We report  $^{238}\text{U}(e, e'f)$  spectra from fission threshold to 23-MeV excitation energy for three values of momentum transfers ( $q=0.26, 0.40, \text{ and } 0.55 \text{ fm}^{-1}$ ). The extracted strength functions for E1 and E2/E0 agree well with those recently calculated with the quasiparticle random-phase approximation, except that some E2 strength is apparently missing. E3 and/or higher multipoles clearly contribute a significant amount of cross section throughout the excitation region.\*

Казаков А.А., Кезерашвили Г.Я., Лазарева Л.Е., Недорезов В.Г.,  
Скринский А.Н., Судов А.С., Тумайкин Г.М., Шатунов Ю.М.  
ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР  $^{238}\text{U}$  И  $^{237}\text{Np}$   $\gamma$ -КВАНТАМИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЙ.  
Письма ЖЭТФ, 40, 445-447

На пучке обратных комптоновских  $\gamma$ -квантов измерены средние сечения фотоделения и делимости ядер  $^{238}\text{U}$  и  $^{237}\text{Np}$  в интервале энергий  $E_\gamma = 150-710$  МэВ. Полученные данные не согласуются с предсказаниями существующих моделей, основанных на фотомезонном механизме возбуждения ядра. Наблюдаемое расхождение, по-видимому, объясняется возбуждением ядер в процессе рождения  $e^+, e^-$ -пар  $\gamma$ -квантами промежуточных энергий.\*

The average photofission cross sections and fissionabilities of  $^{238}\text{U}$  and  $^{237}\text{Np}$  have been measured on the beam of backscattering Compton  $\gamma$ -quanta in the energy range  $E_\gamma = 150-710$  MeV. The data obtained are not in consistent with the predictions of current models, based on photomesonic mechanism of nucleus excitation. The discrepancy observed is apparently explained by nucleus excitation in the process of  $e^+, e^-$ -pairs production by  $\gamma$ -quanta of intermediate energies.

Воротников П.Е., Отроченко Г.А. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА  
ДЕЛЯЩИХСЯ ИЗОМЕРОВ В РЕАКЦИЯХ  $^{241}\text{Am}(n, \gamma)$  И  $^{243}\text{Am}(n, \gamma)$ .  
Ядерная физика, 40, 1135-1140

Измерялось отношение выходов делящегося изомера и мгновенного деления при поглощении нейтронов ядрами  $^{241}\text{Am}$  и  $^{243}\text{Am}$  в интервале энергий нейтронов от 0.2 до 1.3 МэВ. Настоящие данные и результаты, полученные ранее, позволяют предположить, что делящиеся изомеры Am являются скорее структурными спиновыми изомерами, нежели изомерами формы.\*

Ratio of the fission isomers and prompt fissions yields has been measured in processes of neutron capture by  $^{241}\text{Am}$  and  $^{243}\text{Am}$  nuclei in the neutron energy interval from 0.2 up to 1.3 MeV. The present data and the previous results suggest that the fission Am isomers are spin structure isomers rather than shape isomers.\*

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

<b>А</b>	Агранович В.Л.	101	<b>М</b>	Мокеев В.И.	21
	Алимов А.С.	21, 75		Мульгин С.И.	97
	Антуфьев Ю.П.	52	<b>Н</b>	Недорезов В.Г.	107
	Арзибеков У.Р.	53		Немашкало А.А.	22, 101
<b>Б</b>	Беляев А.А.	14		Немцов Ю.А.	85
	Беляев С.Н.	41		Нечкин А.А.	41
	Буки А.Ю.	22, 101	<b>О</b>	Околович В.Н.	97
<b>В</b>	Васильев О.В.	41		Омаров Е.С.	21
	Вербицкий С.С.	79		Остапенко Ю.Б.	97
	Владимиров Ю.В.	101		Отрошенко Г.А.	108
	Водин А.Н.	46, 52	<b>П</b>	Пашук С.А.	22, 101
	Волощук В.И.	33		Пискарев И.М.	21, 53, 75
	Воротников П.Е.	108	<b>Р</b>	Ратнер Б.С.	79
<b>Г</b>	Габелко А.С.	53		Рубашкин А.Л.	14
	Гетьман В.А.	14	<b>С</b>	Савицкий Г.А.	22, 101
	Гламаздин А.В.	14		Семенов В.А.	41
	Горбенко В.Г.	14		Семисалов И.Л.	101
	Гущин В.А.	14		Скринский А.И.	107
<b>Д</b>	Догюст И.В.	33		Смиренкин Г.Н.	97
<b>Е</b>	Евсеев И.Г.	22, 101		Сорокин П.В.	14
<b>Ж</b>	Жалилов М.Х.	53		Споров Е.А.	14
	Жебровский Ю.В.	14		Степаненко В.А.	22
<b>И</b>	Игнатюк А.В.	97		Стибунов В.Н.	36
	Иргашев К.М.	53		Судов А.С.	107
	Иткис М.Г.	97	<b>Т</b>	Телегин Ю.Н.	14
	Ишханов Б.С.	53		Трофимов Ю.Н.	85
<b>К</b>	Казаков А.А.	107		Тумайкин Г.М.	107
	Каменев И.А.	97	<b>Ф</b>	Фартушный А.В.	22, 101
	Капитонов И.М.	53	<b>Х</b>	Хвастунов В.М.	22
	Карнаузов И.М.	14		Ходячих А.Ф.	33
	Качан А.С.	46, 52		Хомяков Г.К.	46, 52
	Кезерашвили Г.Я.	107	<b>Ш</b>	Шатунов Ю.М.	107
	Кириченко В.В.	33		Шебеко А.В.	14
	Козин А.Б.	41		Шостак В.Б.	22, 101
	Колесников Л.Я.	14	<b>Ц</b>	Цитов В.Н.	79
	Копанец Е.Г.	46, 52			
	Корда Л.П.	46, 52			
	Котляр В.В.	14			
<b>Л</b>	Лазарева Л.Е.	107			
	Лапик А.М.	79			
	Лихачев В.П.	22, 101			
	Луханин А.А.	14			

<u>A</u>	Abegg R.	9
	Ackermann K.	43
	Ahrens J.	105
	Alexander T.K.	20
	Altemus R.	69
	Anghinolffi M.	4
	Anthony I.	32,96
	Anttila A.	67
	Arends J.	105
	Arita K.	71
	Arnold L.G.	30
	Arruda-Neto J.D.T.	31,99
	Assafiri Y.I.	61
	August R.A.	34

<u>B</u>	Bacher A.D.	30
	Ball G.C.	20
	Bangert K.	43,96
	Barlow D.	70
	Barnes C.A.	19
	Barreau P.	69
	Beck D.H.	6
	Beer H.	90
	Beil H.	54
	Berg H.	11
	Berg U.E.P.	43,89,96
	Bergère R.	54,104
	Bergqvist-I.	58,72
	Bergstrom J.C.	37,38
	Berkvens P.	28,42,83
	Berman B.L.	59
	Bernabei R.	56
	Bertozzi W.	95
	Bister M.	63
	Bläsing C.	43,89
	Blatt S.L.	30
	Blok H.	51,82
	Blok H.P.	51,82,84
	Bohle D.	57,87,88
	Boogaard J.P.	13
	Bourgeois P.	104,105
	Boyd R.N.	30
	Branford D.	32,96
	Brussel M.K.	16,43,44,78
	Buchmann I.	55
	Burt P.E.	60

<u>C</u>	Calarco J.R.	31,106
	Cameron J.A.	74
	Cameron J.M.	5,9
	Capitani G.P.	4,69
	Caplan H.S.	6
	Cardman L.S.	104
	Carlos P.	54,104,105
	Carlton R.F.	62
	Casano L.	56
	Castel B.	58,62
	Chatterjee M.B.	73
	Chapuram T.E.	43,44,78
	Cheh J.	45,49
	Clausnitzer G.	11
	Colby P.	15
	Corvisiero P.	4
	Countrymen P.J.	106
	Cousins T.	93
	Crannell H.	60

<u>D</u>	D'Angelo S.	56
	Dabrowska M.	49
	Davidson W.F.	40
	Dawson J.	84
	Deady M.	70
	Debevec P.T.	27
	Declerck D.	28
	De Clercq A.	103
	Decowski P.	49
	De Esch H.P.L.	66
	De Frenne D.	103
	De Jager C.W.	51
	Del Bianco W.	39
	De Miniac A.	54
	De Pascale M.P.	56
	De Rosa A.	56
	De Sanctis E.	2,4,69
	De Vries C.	18
	De Vries H.	51
	De Vries L.	18
	De Witt Huberts P.K.A.	13,82
	Dieperink A.E.L.	88
	Di Giacomo P.	4
	Donne A.J.H.	18
	Donoghue T.R.	30,55
	Drake T.E.	48
	Drexler J.	89,94,102
	Dubach J.	38
	Dupont C.	3
	Dytlewski N.	17

<u>E</u>	Egan G.F.	61	Hill N.M.	98	
	Eintz N.	84	Hino T.	50	
	Elwyn A.J.	24	Hirooka M.	50	
	Engelbert H.P.	11	Hitchcon D.A.	9	
	Ent R.	82	Hoehn M.V.	95	
	Ewing J.S.	47	Hoffmann D.H.H.	31	
			Hollick H.	89	
<u>F</u>	Fagg L.W.	29,60	Horen D.J.	98	
	Fagot J.	54	Hotta A.	77	
	Fallou J.L.	104,105	Howard A.J.	19	
	Fein E.	7	Huber K.	94,102	
	Ferdinande H.	28,42	Huffman R.I.	38	
	Filippone B.W.	24	Hugi M.	1,12	
	Finn J.M.	95	Huthmacher S.	105	
	Fischer B.	89	Huttel E.	11	
	Flanz J.B.	26,29	Hyde-Wright C.	95	
	Floss N.	105			
	Flowers A.G.	32,96	<u>J</u>	Jacobs E.	103
	Foster C.C.	30		Johnston A.	47
	Freedman S.J.	23		Jury J.W.	34,40
	Friedrich J.	80,96			
	Frullani S.	56,69	<u>K</u>	Kahane S.	92
	Fujii M.	35		Kajrys G.	39
				Kaletka M.	70
<u>G</u>	Garganne P.	104,105		Karwowski H.J.	1
	Garibaldi F.	69		Kavanagh R.W.	19
	Geissel H.	20		Kawazoe Y.	71,80
	Gerace W.J.	70		Keinonen J.	63,67
	Giordano G.	56		Keizer P.H.M.	13
	Girolami B.	56		Kennett T.J.	91,93
	Glasner K.	57		Kerkhove E.	28,42,83
	Goloskie R.	6		Kicinska-Habior M.	49
	Good W.M.	62		Kim J.	39
	Grabmsyr P.	80		King S.E.	8,11
	Griffioen K.A.	31,106		Kiss A.	67
	Guaraldo C.	4		Kitching P.	9
				Klein R.	80
<u>H</u>	Hall J.R.	1		Kneissel U.	89
	Hakansson A.	72		Kneissl U.	94,102,104,105
	Hanna S.S.	31		Knöpfele K.T.	106
	Hänninen R.	68		Köbschall G.	7
	Hardie G.	24		Koester L.J.	16
	Harihar P.	70		Kollewe D.	89
	Harvey J.A.	62,98		Koltay E.	45
	Hausman H.J.	30		Koncz P.	30
	Hayward E.	25,81		Kovash M.A.	30
	Heil R.D.	89,94,102		Kowalski S.B.	6,48,59
	Heisenberg J.	82,84		Krauss A.	55
	Herdade S.B.	99		Kremer R.M.	19
	Hersman F.W.	95		Küchler G.	87
	Hibi K.	35		Kuhlmann E.	57
	Hicks R.S.	26,29,38,59		Kundu S.	39
	Hilgemeier M.	55		Kuo P.C-K.	40

<u>L</u>	Lahm G.	37,38	<u>N</u>	Naatz N.	43,89
	Lamaze G.	81		Nakamura T.	35
	Lancman H.	100		Nann H.	70
	Landsberger S.	39		Napolitano J.	23
	Lapikas L.	18		Nathan A.M.	27
	Lappalainen R.	67		Neuhausen R.	37,38
	Lecomte R.	39		Neyer B.	31
	Leleux P.	3		Nilsson L.	58,72
	Lennard W.N.	20		Ninane A.	3
	Lepretre A.	54		Noomen J.G.	18
	Lichtenstadt J.	84		Nooren C.J.L.	65,66
	Lightbody J.W.	6,60	<u>O</u>	O'Brien J.T.	60
	Likar A.	58,72		Ogino H.	77
	Lindgren R.A.	29,59,60		Oguro S.	71
	Lindholm A.	58,72		Olsson N.	58,72
	Lipnik P.	3		Orphanos L.J.	69
	Loludice N.	88		Orr D.A.	86
	Lourie R.	95		Osborne J.I.	19
	Lucherini V.	4		Ottermann C.	7
	Lührs G.	59		Owens R.O.	32
	Luukkainen A.	63	<u>P</u>	Palumbo F.	88
<u>M</u>	Macgregor I.J.D.	47		Papanicolas C.N.	84
	Macklin R.L.	62,64,90,98		Parker B.	26,38,77
	Macq P.	3		Parker P.D.	19
	Maier H.I.	94		Pasos J.	9
	Mak H.-B.	20		Patchett P.J.	90
	Mank G.	94,102,104,105		Peterson G.A.	26,29,59,77
	Martins M.N.	81		Pich B.O.	48
	Maruyama X.K.	6,60,81		Picozza P.	56
	Mate Z.	45		Plum M.A.	38
	Mathews G.J.	19		Polli E.	4
	Matone G.	56		Pollock R.E.	1
	Mattioli M.	56		Postma H.	13
	Matulewicz T.	49		Prestwich W.V.	91,93
	Maurer K.	7		Prins L.	13
	McCarthy J.S.	69,84		Froot B.	103
	McDonald W.J.	9		Prosperi D.	56
	McGeorge J.C.	32,96		Pruneau C.	73
	Mecking B.	105		Pugh B.	95
	Meziani Z.E.	69	<u>R</u>	Raman S.	92
	Meyer H.O.	1		Rand R.E.	31
	Miessen H.	59		Rangacharyulu C.	73
	Millener D.J.	29		Rassool R.P.	86
	Miller C.A.	9		Ratzek R.	89,94,102
	Milliman T.	84,95		Redder A.	55
	Miyase H.	50,76		Reolon A.R.	4
	Mizuno Y.	71		Retzlaff G.A.	6,10
	Monaro S.	39		Reuter W.	95
	Moreh R.	44		Ricco G.	4
	Morford L.J.	27			
	Morgenstern J.	69			



Richter A.	82,87,88	<u>T</u> Tamae T.	50,76
Ricken L.	57	Tanaka A.	50
Ries H.	94,102,104,105	Tanaka T.	50
Riette H.L.	99	Terasawa T.	71
Rigolon W.	99	Thekkumthala J.	9
Roberson N.R.	8,11,15,34	Thierens H.	103
Röhrich K.	7	Thies H.H.	17
Rolfs C.	55	Thompson M.N.	61,86
Rothhaas H.	58	Thorley P.J.	32,96
Rowley D.	106	Tilley D.R.	8,11,13,34
Ryan P.J.	26,77	Toke J.	49
Ryckbosch D.	28,42,83	Torizuka Y.	71
<u>S</u> Saha A.	51,70	Trautvetter H.P.	55
Sandoli M.	56	Tsubota H.	76
Sanzone M.	4	Turchinetz W.E.	6
Sargent C.P.	48,60	Turck-Chieze S.	69
Schaerf C.	56	<u>U</u> Uwamino Y.	35
Schennach S.	89	<u>V</u> Van Bibber K.	106
Schima F.J.	81	Van Camp E.	28,42,83
Schmitt Ch.	7	Van der Bijl L.T.	82
Scholten O.	88	Van der Laan J.B.	18
Schulze M.E.	6	Van der Leun C.	65,66
Schwandt P.	1	Van der Steenhoven G.	51
Schwentker O.	82,84	Van de Vyver R.	28,42,83
Scrimaglio R.	4	Van Heerden I.J.	9
Segel R.E.	24	Van Hienen J.F.A.	51
Sellyey W.C.	44	Van Middelkoop G.	18
Sene M.R.	32,96	Van Otten P.	28,42,83
Seth K.K.	51,70	Veyssiére A.	54,104,105
Seyler R.G.	30	Vodhanel R.	44,78
Shera E.B.	95	Voegler N.	80,96
Sherman N.K.	40	<u>W</u> Wade M.W.	16
Shin K.	35	Wagner G.J.	80
Shotter A.C.	32,96	Walther G.	90
Siddiqui S.A.	17	Walther V.H.	7
Sikora B.	49	Weber T.	89,94,102
Sindhal R.P.	77	Weller H.R.	8,11,15,34
Skopik D.M.	6,10	Whitney R.R.	69
Slaughter G.G.	92	Wickert H.	89
Smith J.H.	16	Wienhard K.	31
Sober D.I.	60	Wiescher M.	24
Somorjai E.	45,49,67	Wildenthal B.H.	43
Soukup J.	9	Wilke W.	94,102,104
Stapor W.J.	6,60	Williamson C.F.	48,59,70
Starr R.	78	Wilson H.S.	9
Steffen W.	87,88	Wise J.	84
Stenz R.	105	Wolynec E.	81
Stetz A.W.	9	Wong J.W.	70
St-Pierre C.	73	Woodworth J.G.	34,106
Stock R.	89	Wright D.H.	27
Ströher H.	94,102,104		
Sugawara M.	50		
Sziklai J.	74		
Szöghy I.M.	74		

<u>Y</u>	Yearian M.R.	31,106
	Yen S.	48
	Yen T.R.	100
<u>Z</u>	Zarek H.	48
	Zhang H.X.	100

Ziegler B.	25
Zimmerman G.H.	32,96
Zolnai I.	45
Zorro R.	58,72
Zucchiatti A.	4
Zyskind J.E.	19

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

Предисловие . . . . .	Preface . . . . .	5
Пояснения к таблице . . . . .	Explanation of Table . . . . .	6
Таблица ФОТОЯДЕРНЫЕ ДАННЫЕ . . . . .	Table PHOTONUCLEAR DATA . . . . .	8
Библиография и аннотации статей . . . . .	Bibliography and abstracts of papers . . . . .	31
Авторский указатель . . . . .	Author index . . . . .	75

Д Л Я      З А М Е Т О К

Д Л Я      З А М Е Т О К

Информационный бюллетень № 8  
"Фотоядерные данные - 1984"

Владимир Васильевич Варламов  
Наталья Алексеевна Ленская  
Александр Петрович Чернаев

Редактор К.И.Стратилатова  
Технический редактор Л.Ф.Белова

В подготовке бюллетеня принимали участие  
Т.Н.Алексеева  
Е.Т.Зазулина  
Л.А.Сысоева

Н/К

Л - 68456.

---

Подписано к печати 12.08.85 г. Заказ № 3123.

Формат 60x84/8. Бумага оберточн. белая

Усл. печ. л. 10,5 Уч.-изд. л. 7,01 Тираж 200 экз.

Цена 35 коп.

---

Ордена "Знак Почета" издательство московского университета  
103009, Москва, ул. Герцена, 5/7

---

Центральная лаборатория офсетной печати  
и множительной техники НИИЯФ МГУ