

**INVESTIGATION OF POSSIBILITY OF
HIGHLY-EXCITED ISOBAR-ANALOG STATES
IDENTIFICATION**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ИДЕНТИФИКАЦИИ
ВЫСОКОВОЗБУЖДЕННЫХ
ИЗОБАР-АНАЛОГОВЫХ СОСТОЯНИЙ**

И.Н.Бобошин, В.В.Варламов, В.В.Вязовский

Московский государственный университет

имени М.В.Ломоносова

*Научно-исследовательский институт ядерной физики имени
Д.В.Скобельцына*

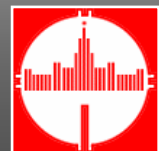
Центр данных фотоядерных экспериментов

04.07.2007

«ЯДРО 2007», 25 - 29 июня 2007 г.

НИИ Ядерной Физики МГУ

Титул 1



ЦДФЭ - Центр Данных Фотоядерных Экспериментов - Microsoft Internet Explorer

Адрес: http://cdfe.sinp.msu.ru/

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, НИИ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ЦЕНТР ДАННЫХ ФОТОЯДЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

CENTRE FOR PHOTONUCLEAR EXPERIMENTS DATA

ЦДФЭ: домашняя страница

Добро пожаловать на сайт ЦДФЭ.

Сервисы, доступные в ЦДФЭ:

Объект поиска	База данных
<p>Все об атомных ядрах и ядерных реакциях. Числовые данные, графическая информация и библиография</p> <p>[описание] Последнее обновление: 1 ноября 2005</p>	<p>Универсальная электронная система информации по атомным ядрам и ядерным реакциям</p> <p>[описание] Последнее обновление: 15 марта 2002</p>
<p>Распространенность, изотоп, атомная масса, избыток массы, энергия связи, спин, четность, момент, деформация, мода распада: основное и метастабильное состояния.</p> <p>[описание] Последнее обновление: 15 марта 2002</p>	<p>База данных по ядерным реакциям (EXFOR)</p> <p>[описание] Последнее обновление: 10 января 2006</p>
<p>Ядерные реакции. Различные характеристики (международный фонд данных EXFOR). Налетающая частица: фотон, нейтрон, любая заряженная частица, тяжелый ион.</p> <p>[описание] Последнее обновление: 10 января 2006</p>	<p>Полная реляционная база ядерно-спектрологических данных "Relational ENSDF"</p> <p>[описание] Последнее обновление: 10 января 2006</p>
<p>Параметры ядерных уровней: Энергия, спин, четность, время жизни, мода распада, метастабильное состояние, изотопин, момент количества движения, спектроскопический фактор и т.д.</p> <p>Параметры α-, β-, γ-распадов: Энергия, интенсивность, мультипольность, коэффициент ветвления, коэффициент смешивания и т.д.</p> <p>[описание] Последнее обновление: 4 апреля 2006</p>	<p>Карта квадрупольных ядерных деформаций</p> <p>[описание] Последнее обновление: 4 апреля 2006</p>
<p>Физика атомных ядер и ядерных реакций. Эксперимент и теория. Справочно-библиографическая информация: ядро, реакция, распад, автор, название, публикация, аннотация, библиографическая ссылка и т.д. Справочно-библиографическая информация о работах по физике атомных ядер и ядерных реакций: авторы, названия работ, библиографические ссылки и т.д.</p> <p>[описание] Последнее обновление: 15 февраля 2006</p>	<p>Публикации по ядерной физике (База данных "NSRF")</p> <p>[описание] Последнее обновление: 15 февраля 2006</p>

Интернет

ЦДФЭ Web-сайт

ЦДФЭ - Центр Данных Фотоядерных Экспериментов - Microsoft Internet Explorer

Адрес: http://cdfe.sinp.msu.ru/

Гигантский дипольный резонанс (ГДР): энергия, амплитуда, ширина, сечение, интегральное сечение, момент.

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 7 мая 2002

Электромагнитные взаимодействия. Справочно-библиографическая информация: ядро, реакция, автор, название, публикация, аннотация, библиографическая ссылка, и т.д.

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 2 июня 2005

Фотоядерная реакция: (γ, n) , (γ, p) , (γ, t) , $(\gamma, ^3\text{He})$, (γ, α) , $(\gamma, 2n)$, (γ, lp) , $(\gamma, 2p)$. Порог.

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 15 февраля 2003

Пороги и энергии ядерных реакций для любых известных ядер и множества налетающих/вылетающих частиц

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 15 мая 2002

Волновые функции атомов и ионов, Ne-подобные, Li-подобные ионы, возбужденные состояния, сечения, вариационный метод, матричные элементы, однократная и двукратная ионизация, перезарядка, два связанных электрона, водородоподобные волновые функции, минимум энергии, Хиллерас, Сталер, Хартри-Фок

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 6 апреля 2006

Ядерная реакция, налетающая частица: p -, d -, t -, ^3He -, α и тяжелый ион. Выход, сечение.

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 28 декабря 2000

Внутренняя конверсия: изомерный переход, малая энергия, вероятность.

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 15 мая 2002

Параметры ядерных уровней: Энергия, спин, четность, время жизни, мода распада, метастабильное состояние, изотопин, момент количества движения, спектроскопический фактор и т.д. Альфа-, бета-, гамма-распад. Параметры: энергия, интенсивность, мультипольность, коэффициент ветвления, коэффициент смешивания, и т.д.

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 30 января 2003
(устарело, рекомендуется использовать Relational ENSDF)

Вероятности внутренней конверсии изомерных переходов малой энергии

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 15 мая 2002

NESY (New ENSDF Search System): Реляционная база данных по ядерной спектроскопии

[\[описание\]](#)
Последнее обновление: 30 января 2003
(устарело, рекомендуется использовать Relational ENSDF)

Интернет

On-line Services:
12 баз данных

ВСЕ об атомных ядрах
ПОЧТИ ВСЕ о ядерных реакциях

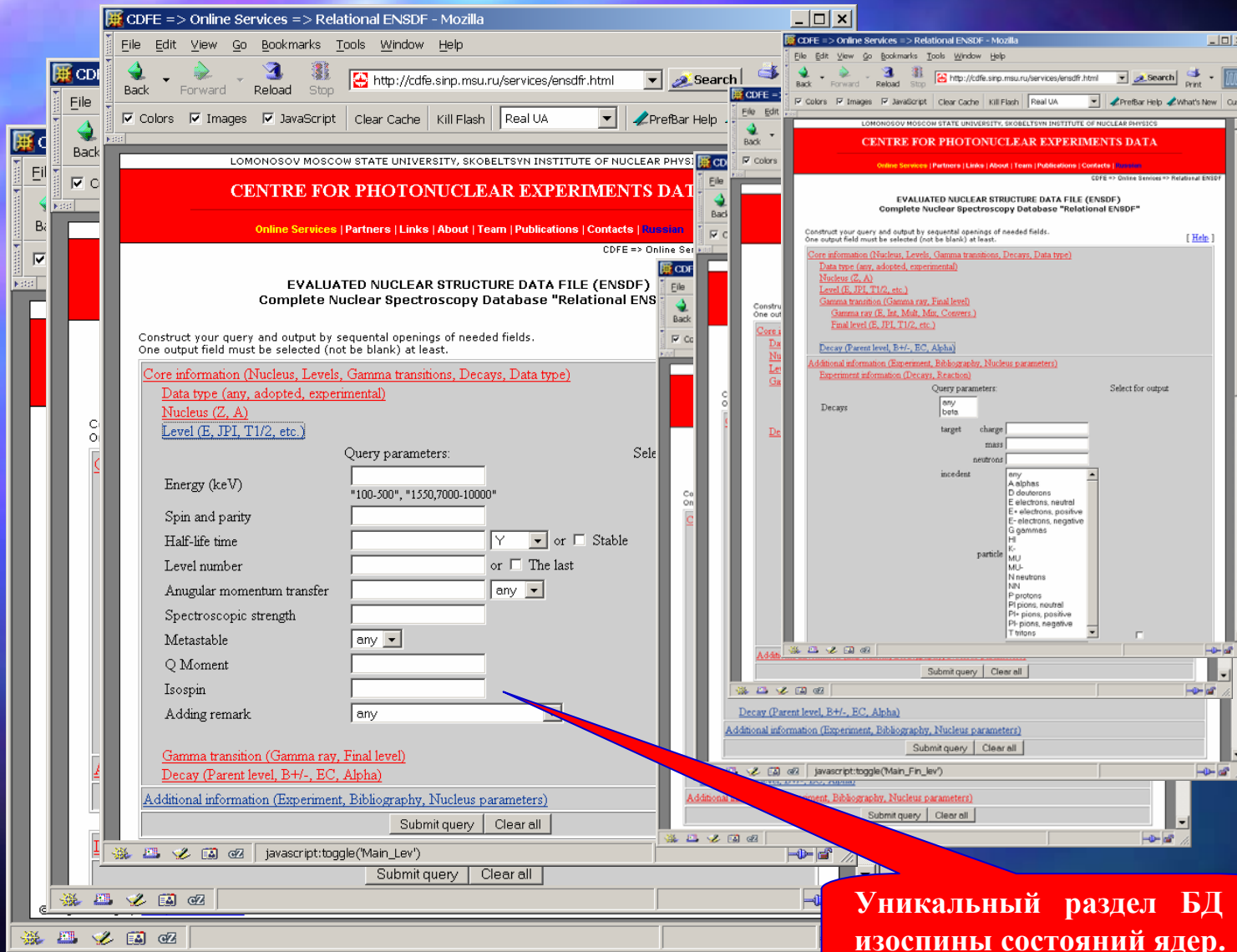
04.07.2007

«ЯДРО 2007», 25 - 29 июня 2007 г.

Web-сайт 2

НИИ Ядерной Физики МГУ





Информационная «матрешка»:

ВОЗМОЖНО раскрытие любой части поисковой системы сверху-вниз и обратно

- ядро
- уровень
- гамма-переход
- конечное ядро
- распад
- эксперимент
- реакция

Уникальный раздел БД - изоспины состояний ядер.

Не имеющая аналогов по возможностям поисковой системы БД «Relational ENSDF». Все опубликованные данные для стабильных и радиоактивных нуклидов (~ 3200).



04.07.2007

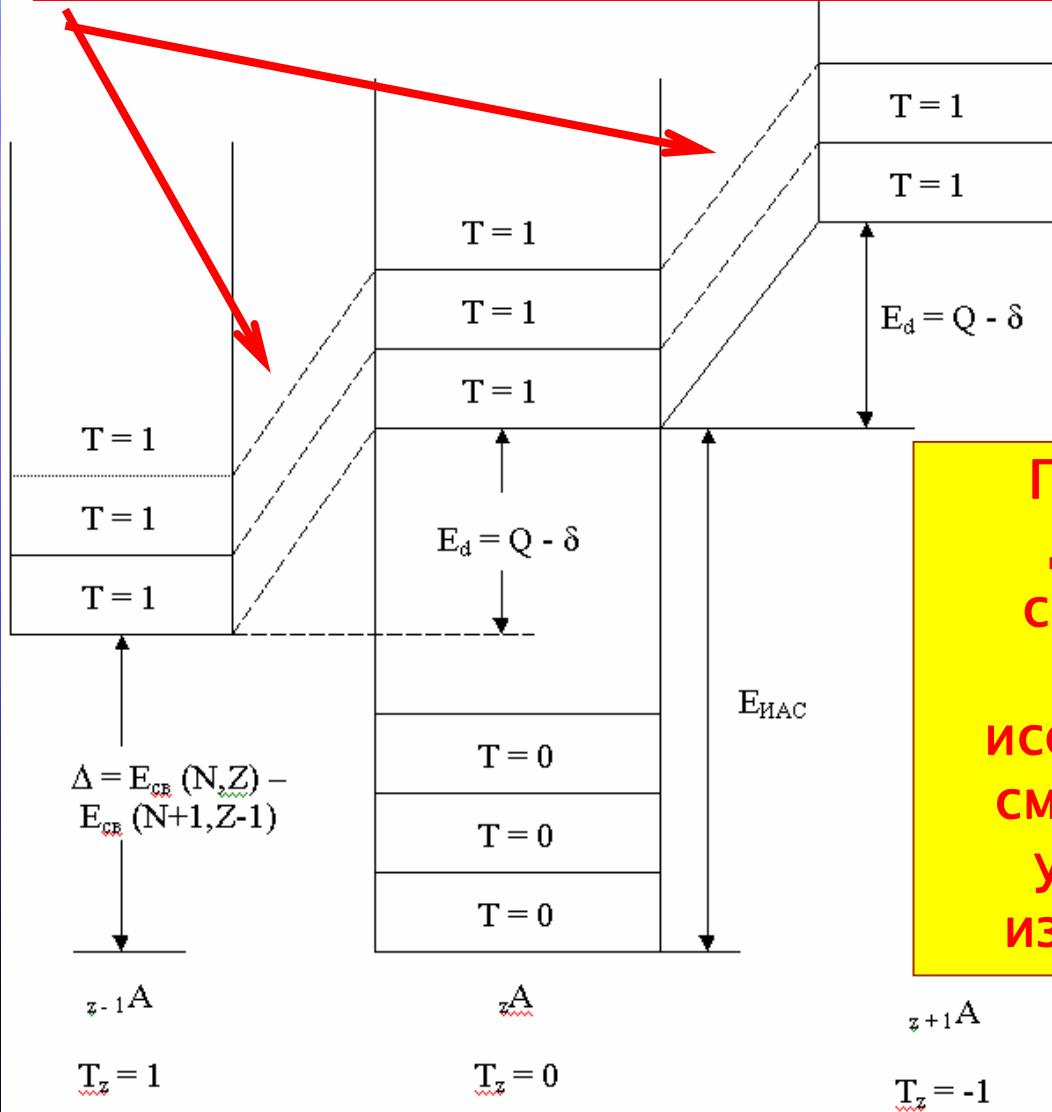
«ЯДРО 2007», 25 - 29 июня 2007 г.
НИИ Ядерной Физики МГУ

ENSDF
Relational

3



$$E(N,Z) = E_{\text{CB}}(N,Z) - E_{\text{CB}}(N+1,Z-1) + 1.444 (Z - 1/2)/A^{1/3} - 1.131 \text{ (МэВ)},$$



Полная реляционная база данных (БД) по ядерной спектроскопии, позволяет системным образом исследовать действительные смещения соответствующих уровней в ядрах – членах изоспинового мультиплета.



$$E(N,Z) = E_{\text{св}}(N,Z) - E_{\text{св}}(N + 1, Z - 1) + 1.444 (Z - 1/2)/A^{1/3} - 1.131 \text{ (МэВ)}, \quad (1)$$

где $E_{\text{св}}$ - энергии связи ядер,

Z, N, A - соответственно число протонов (заряд), число нейтронов и массовое число ядра.

$$E(N,Z) = E_{\text{св}}(N,Z) - E_{\text{св}}(N + 1, Z - 1) + 1.444 (Z - 1/2)/A^{1/3} - 1.131 \text{ (МэВ)} \text{ для } N > Z \quad (2)$$

$$E(N,Z) = E_{\text{св}}(N,Z) - E_{\text{св}}(N - 1, Z + 1) - 1.444 (Z + 1/2)/A^{1/3} + 1.131 \text{ (МэВ)} \text{ для } N \leq Z.$$

среднее отклонение от экспериментальных значений на промежутке ядер с $1 \leq A \leq 61$ составило **113 кэВ**

$$E(N,Z) = E_{\text{св}}(N,Z) - E_{\text{св}}(N + 1, Z - 1) + 1.484 (Z - 1/2)/A^{1/3} - 1.293 \text{ (МэВ)} \text{ для } N > Z, \quad (3)$$

$$E(N,Z) = E_{\text{св}}(N,Z) - E_{\text{св}}(N - 1, Z + 1) - 1.484 (Z + 1/2)/A^{1/3} + 1.293 \text{ (МэВ)} \text{ для } N \leq Z.$$

среднее отклонение от экспериментальных значений на промежутке ядер с $1 \leq A \leq 61$ составило **106 кэВ**

$$E(N,Z) = E_{\text{св}}(N,Z) - E_{\text{св}}(N + 1, Z - 1) + 1.427 (Z - 1/2)/A^{1/3} - 0.960 \text{ (МэВ)} \text{ для } N > Z, \quad (4)$$

$$E(N,Z) = E_{\text{св}}(N,Z) - E_{\text{св}}(N - 1, Z + 1) - 1.427 (Z + 1/2)/A^{1/3} + 0.960 \text{ (МэВ)} \text{ для } N \leq Z$$

среднее отклонение от экспериментальных значений на промежутке ядер с $1 \leq A \leq 61$ составило **85 кэВ**.



Критерии идентификации - соответствие характеристик уровней ядер $A(Z,N)$ и $A(Z-1,N+1)$:

- по энергии (совпадение с учетом кулоновского сдвига /2/);
- по значениям спина;
- по значениям изоспина (при наличии информации).

Пары ядер

$^{12}_6\text{C}$ ($^{12}_5\text{B}$), $^{16}_8\text{O}$ ($^{16}_7\text{N}$), $^{26}_{13}\text{Al}$ ($^{26}_{12}\text{Mg}$), $^{59}_{29}\text{Cu}$ ($^{59}_{28}\text{Ni}$),

$^{90}_{40}\text{Zr}$ ($^{90}_{39}\text{Y}$)



1	0 (15110) 2/2	15110 ($\Delta = 0$) 2/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		15440 ($\Delta = 330$) 4/2	0 <input type="checkbox"/>
2	953.14 (16063.14) 4/2	16105.8 ($\Delta = 42.66$) 4/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
3	1673.65 (16783.65) 4/2	16570 ($\Delta = -213.65$) 4/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		17230 ($\Delta = 446.35$) 2/2	1 <input type="checkbox"/>
4	2620.8 (17730.8) 2/2	17230 ($\Delta = -500.8$) 2/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		17760 ($\Delta = 29.2$) 0/2	1 <input type="checkbox"/>
		18160 ($\Delta = 429.2$) 2/2	0 <input type="checkbox"/>
5	2723 (17833) 0/2	17760 ($\Delta = -73$) 0/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		18160 ($\Delta = 327$) 2/2	0 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = 517$) 4/2	1 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = 517$) 4/2	0 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = 517$) 6/2	1 <input type="checkbox"/>

$^{12}\text{C}(^{12}\text{B})$
 $E(N,Z) = 15110 \text{ кэВ}$

- $\Delta E(J^\pi = 1, E = 15110) = 0 \text{ кэВ}$
 $\Delta E(J^\pi = 2, E = 16063) = 43 \text{ кэВ (0.3 \%)}$
 $\Delta E(J^\pi = 2, E = 16784) = -214 \text{ кэВ (1.3 \%)}$
 $\Delta E(J^\pi = 1 (0), E = 17731) = -501 \text{ кэВ (2.8 \%)} \text{ 29 кэВ}$
 $\Delta E(J^\pi = 0, E = 17833) = -73 \text{ кэВ (0.4 \%)}$
 $\Delta E(J^\pi = 3, E = 18499) = -149 \text{ кэВ (0.8 \%)}$
 $\Delta E(J^\pi = 2, E = 18869) = -69 \text{ кэВ (0.4 \%)}$
 $\Delta E(J^\pi = 1, E = 19411) = -211 \text{ кэВ (1.1 \%)}$
 $\Delta E(J^\pi = 2, E = 19570) = -170 \text{ кэВ (0.9 \%)}$
 $\Delta E(J^\pi = 4, E = 19628) = -78 \text{ кэВ (0.4 \%)}$

6	3389.1 (18499.1) 6/2	18160 ($\Delta = -339.1$) 2/2	0 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = -149.1$) 4/2	0 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = -149.1$) 6/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = -149.1$) 4/2	1 <input type="checkbox"/>
7	3759 (18869) 4/2	18600 ($\Delta = 100.9$) 6/2	<input type="checkbox"/>
		18710 ($\Delta = 210.9$)	1 <input type="checkbox"/>
		18800 ($\Delta = 300.9$) 4/2	1 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = -519$) 4/2	0 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = -519$) 6/2	1 <input type="checkbox"/>
		18350 ($\Delta = -519$) 4/2	1 <input type="checkbox"/>
		18600 ($\Delta = -269$) 6/2	<input type="checkbox"/>
8	4301 (19411) 2/2	18710 ($\Delta = -159$)	1 <input type="checkbox"/>
		18800 ($\Delta = -69$) 4/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		19200 ($\Delta = 331$) 2/2	1 <input type="checkbox"/>
		19400 ($\Delta = 531$) 4/2	1 <input type="checkbox"/>
		19200 ($\Delta = -211$) 2/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
9	4460 (19570) 4/2	19400 ($\Delta = -11$) 4/2	1 <input type="checkbox"/>
		19550 ($\Delta = 139$) 8/2	1 <input type="checkbox"/>
		19690 ($\Delta = 279$) 2/2	<input type="checkbox"/>
		19200 ($\Delta = -370$) 2/2	1 <input type="checkbox"/>
		19400 ($\Delta = -170$) 4/2	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		19550 ($\Delta = -20$) 8/2	1 <input type="checkbox"/>
		19690 ($\Delta = 120$) 2/2	<input type="checkbox"/>
		20000 ($\Delta = 430$) 4/2	<input type="checkbox"/>



04.07.2007

«ЯДРО 2007», 25 - 29 июня 2007 г.

C - B

7

НИИ Ядерной Физики МГУ



$$E(N,Z) = 12796 \text{ кэВ}$$



$$\Delta E(J^\pi = 2, T = 1, E = 12969) = 173 \text{ кэВ (1.3 \%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 0, T = 1, E = 12796) = -120 \text{ кэВ (0.9 \%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 3, T = 1, E = 13259) = 165 \text{ кэВ (1.2\%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 2, T = 1, E = 13090) = -103 \text{ кэВ (0.8\%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 1, T = 1, E = 16209) = 60 \text{ кэВ (0.4\%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 2, T = 1, E = 16442) = 123 \text{ кэВ (0.7\%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 3, T = 1, E = 16817) = 58 \text{ кэВ (0.3\%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 1, T = 1, E = 17090) = -211 \text{ кэВ (1.2\%)}$$

$$\Delta E(J^\pi = 1, T = 1, E = 17140) = -170 \text{ кэВ (1.0\%)}$$



$$12796 \quad 0 \text{ кэВ}$$

$$12969 \quad -52 \text{ кэВ}$$

$$^{26}_{13}\text{Al} (^{26}_{12}\text{Mg}) - 6 - 229 \text{ кэВ,}$$

$$^{59}_{29}\text{Cu} (^{59}_{28}\text{Ni}) - 21 - 124 \text{ кэВ,}$$

$$^{90}_{40}\text{Zr} (^{90}_{39}\text{Y}) - 1 - 210 \text{ кэВ}$$



04.07.2007

«ЯДРО 2007», 25 - 29 июня 2007 г.

НИИ Ядерной Физики МГУ

O - N

8

