

специального образования СССР, членом Совета по координации научной деятельности Академий наук союзных республик при АН СССР [3].

Заслуги С.У. Умарова высоко оценены Советским правительством. Его активная работа по развитию науки в Таджикистане отмечена присвоением почетного звания заслуженного деятеля науки Таджикской ССР. Его научная и общественная деятельность высоко оценена Родиной: он был награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, медалями «За трудовую доблесть», «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» и почетными грамотами Президиума Верховного Совета Таджикской и Узбекской ССР [2].

Сейчас Физико-технический институт Академии наук Республики Таджикистан носит имя своего основателя С. У. Умарова. В лабораториях этого института успешно ведутся исследования в различных областях физико-математических наук.

Список литературы:

1. Умаров С. У. Расцвет науки в Таджикистане. – Сталинабад: Изд. АН Тадж. ССР, 1960.
2. Илхомов М., Муминов Х.Х., Кариева Р.А. К 100-летию со дня рождения (1908-2008) // Изв.АН. РТ. Отдел физ-мат., хим., геолог и тех наук. - 2008 - №4 (133). С. 91-94.
3. Наврузов Г. Формирование научного центра в Таджикистане (1924 – 1950 гг.). – Душанбе: Дониш, 1991

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЯДЕР С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРАКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Дерюжкова О.М.

Доцент кафедры теоретической физики, к.ф.-м..н., доцент УО «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины», Республика Беларусь, г. Гомель

Андреев В.В.

Зав. кафедрой теоретической физики, д.ф.-м..н., доцент УО «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины», Республика Беларусь, г. Гомель

Максименко Н.О.

Профессор кафедры теоретической физики, д.ф.-м..н., профессор УО «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины», Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В работе продемонстрированы возможности Wolfram Mathematica как современной интерактивной информационно-аналитической системы, позволяющей получить численную информацию, провести графический анализ и интерпретацию данных по характеристикам атомных ядер.

Ключевые слова: IsotopeData, электрический квадрупольный момент, форма ядер.

Главной задачей ядерной физики является исследование структуры и свойств атомного ядра, а также действующих в этой области фундаментальных сил. Изучение объектов и явлений микроуровня дает дополнительную информацию для объяснения многообразия и сложности мира природы, позволяет установить простые и общие законы ее описания. Многие важные проблемы ядерной физики невозможно решить без предварительного компьютерного моделирования. Это касается не только научных теоретических и экспериментальных работ, например, запуск ускорителя, но и решения учебно-исследовательских задач в рамках дисциплины «Физика ядра и элементарных частиц», читаемого на факультете физики и информационных технологий ГГУ им. Ф.Скорины. Специфика масштабов ядерной физики (радиус ядра имеет порядок 10^{-13} см), квантово-механический характер всех наблюдаемых явлений не дают возможности увидеть и оценить воочию происходящие события. Незаменимым средством в руках физиков-исследователей становятся системы компьютерной математики, представляющие среду для проведения аналитических и численных расчётов, позволяющие смоделировать любой физический процесс, имеющие широкие ресурсы визуализации для наглядной интерпретации и анализа полученных результатов.

Использование на учебном занятии интерактивных информационно-аналитических систем (*Wolfram Mathematica*, *Mathcad*, *MathLab* и др.) позволяет сделать его более мобильным, динамичным, насыщенным, продуктивным и интересным. При этом выполняется основная цель занятия – активное вовлечение каждого студента в образовательный и исследовательский процессы. Рассмотрим *Wolfram Mathematica* (*WM*) как современную интерактивную информационно-аналитическую систему, которая нашла свое применение для различных отраслей знаний, включая физику ядра и элементарных частиц. Продемонстрируем возможности системы *WM* для решения задач ядерной физики.

Для работы с экспериментальными данными по статическим свойствам и характеристикам каналов распадов ядерных изотопов в *WM* необходимо обратиться к оператору *IsotopeData*. Использование этого оператора позволяет получить информацию об основных характеристиках атомных ядер: атомный номер или число протонов Z , массовое число A , удельная энергия связи $\mathcal{E}_{Z,A}$, квантовая статистика, масса изотопов в атомных единицах и др. Также может быть получена информация по квантовым числам и структурным свойствам ядер: спин и четность ядра, магнитный дипольный и электрический квадрупольный моменты ядер. Имеющиеся данные, связанные с распадами ядер, содержат сведения о периоде полураспада радиоактивного ядра, времени жизни, возможных каналах распада и др. Отметим, что для работы с данными необходима связь с *Internet*.

Для изучения и анализа формы атомного ядра удобно использовать численную информацию об электрических квадрупольных моментах ядер Q , которые являются мерой отклонения распределения электрического заряда в ядре от сферически-симметричного. Воспользуемся примером из справочной системы, чтобы создать программный код, который «выводит» на экран информацию о численных значениях квадрупольных моментов ядер Q . На рисунке 1 представлен такой программный модуль.

```
vals1 = Cases[Table[IsotopeData[#, prop], {prop, {"Symbol", "AtomicNumber", "MassNumber", "QuadrupoleMoment"}}] & /@
[случ. табл. данные об изотопах
IsotopeData[#, Except[{{_, _}, _Missing}]]];
[данные об изотопах за исключением
Text[Grid[Prepend[vals1 /. {Quantity[x_, "Barn"] -> x}, {"Символ", "Z", "A", "Q, барн"}], Frame -> All]]
[текст табл. добавить в начало [размерная величина] [рамка] [до]
```

Рис. 1. Программный модуль, позволяющий создать информационную таблицу значений Q (в барнах) для различных изотопов атомных ядер

Результатом работы данного программного модуля является таблица заданных для исследования изотопов, включающая символ изотопа, его порядковый номер, массовое число и значение электрического квадрупольного момента, полученное в эксперименте (рис. 2).

Символ	Z	A	Q, барн
^2H	1	2	0.002860
^6Li	3	6	-0.00083
^7Li	3	7	-0.0406
^8Li	3	8	0.0317
^9Li	3	9	0.0278
^9Be	4	9	0.053
^{10}B	5	10	0.08472
^{11}B	5	11	0.04065
^{12}B	5	12	0.0134
^{13}B	5	13	0.037
^{11}C	6	11	0.03426
^{12}N	7	12	0.026
^{14}N	7	14	0.0193

Рис. 2. Фрагмент работы программного модуля рисунка 1

Следующий блок, представленный на рисунке 3, позволяет не только построить график зависимости электрического квадрупольного момента ядра Q от его атомного номера Z (рис. 4), но и найти процент ядер с положительным моментом.

```
f[{x_, y_, z_, w_}] := {y, w};

g4 = Sort[Sort[Map[f, vals1], #1[[1]] < #2[[1]] &]];
ListLinePlot[g4, AxesLabel -> {Style["Z", Bold, 16], Style["Q, барн", Bold, 16]}, PlotRange -> All]
Length[Select[g4, QuantityMagnitude[Last[#]] > 0 &]] / Length[g4] * 100 // N
```

Рис. 3. Программный модуль, позволяющий построить график зависимости Q (в барнах) от Z

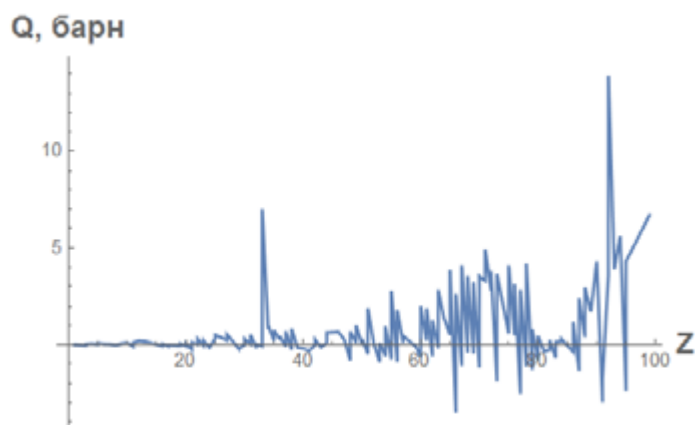


Рис. 4. График зависимости Q от $Z < 100$

Из рисунка 4 следует, что для большинства ядер экспериментально измеренное значение электрического квадрупольного момента Q больше нуля. Это подтверждается

и численными расчетами, свидетельствующими о том, что примерно 73,5% ядер имеют $Q > 0$.

С помощью *WM* можно исследовать форму атомного ядра. Как известно, предполагают, что ядра с отличными от нуля квадрупольными моментами Q имеют форму эллипсоидов вращения, которые характеризуются величиной параметра деформации:

$$\beta = \frac{\Delta R}{R},$$

где $2R$ – длина оси симметрии, $2(R - \Delta R)$ – длина перпендикулярной ей оси. Если заряд ядра Ze равномерно распределен по объему и $\Delta R \ll R$, то формула для расчета значений квадрупольного момента Q имеет вид [2,3]:

$$Q = \frac{4}{5} Z R^2 \beta.$$

Используя выражение для определения радиуса ядра $R = r_0 A^{1/3}$, находим параметр деформации

$$\beta = \frac{5}{4} \frac{Q}{r_0^2 A^{2/3} Z}, \quad r_0 = 1,1 \text{ Фм}.$$

Считая, что ядра, имеющие почти сферически-симметричную форму, обладают параметром деформации в пределах $|\beta| < 0,04$, а также используя экспериментальные значения квадрупольных моментов не сложно найти процент ядер с сферически-симметричной формой.

```
R[A_] := A^(1/3);
B[{x_, y_, z_, w_}] := {x, y, z, w, w / (z^(2/3) Quantity[1.1^2 * 10^(-2), "Barn"]) 1 / y^(5/4)};
B4 = Map[B, vals1];
B5 = Select[B4, Abs[Last[#]] <= 0.04 &];
Print[Style["Процент ядер с почти сферически-симметричной формой ядра = ", Bold, Black, 18],
Style[Length[B5] / Length[B4] * 100 // N, Bold, 18], Style[" %", Bold, Black, 19]]
Процент ядер с почти сферически-симметричной формой ядра = 47.0443 %
```

Рис. 5. Программный модуль вычисления процента сферических ядер

Простейший программный модуль, представленный на рисунке 5, позволяет определить, что к таким ядрам можно отнести 47% от общего числа ядер с экспериментально известными значениями Q .

Таким образом, использование системы *Wolfram Mathematica* в интерактивном режиме позволяет не только решать задачи ядерной физики, проводя графический анализ и визуальную интерпретацию результатов, но и дает возможность студентам и преподавателям постоянно совершенствовать компьютерные навыки. Владение современными компьютерными системами на высоком уровне – это залог успешной профессиональной деятельности в будущем, так как ни одна область знаний, ни одна отрасль промышленности не обходится без компьютерной поддержки.

Список литературы:

1. Wolfram S. The Mathematica book. Addison-Wesley, 1999. - 359 p.
2. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Просвещение, 1984. - 384 с.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. М.: Наука, 1980. - 729 с.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ О ЯДРАХ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ «КАРТА ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ЯДЕР»

Дерюжкова О.М.

Доцент кафедры теоретической физики, к.ф.-м.н., доцент УО «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины», Республика Беларусь, г. Гомель

Парахневич А.С.

Магистрант кафедры теоретической физики, УО «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины», Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В работе рассмотрен метод извлечения численной информации о характеристиках атомных ядер с помощью реляционных баз данных Web-сайта Центра данных фотоядерных экспериментов НИИЯФ МГУ.

Ключевые слова: базы данных, квадрупольный момент, квадрупольная деформация, размер и форма ядер.

Важной задачей научных исследований является разработка методов комбинированного анализа различных экспериментов. Для этого необходим одновременный свободный доступ к результатам этих экспериментов, т.е. к базам экспериментальных данных. В последнее время такие базы данных, содержащие практически всю информацию о ядрах и ядерных реакциях, созданы в Центре данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ). Эти базы данных являются основой для детального и системного анализа накопленной информации [1].

Рассмотрим методы извлечения численной информации о ядрах через реляционную базу данных (БД) «Карта параметров формы и размеров ядер» (рис. 1), которая является ресурсом Web-сайта ЦДФЭ НИИЯФ МГУ [2]. Она содержит данные из авторитетных международных источников о квадрупольном моменте Q , параметре квадрупольной деформации β_2 и зарядовых характеристиках атомных ядер. Подученную информацию используем для исследования характеристик изотопов атомного ядра молибдена $_{42}\text{Mo}$.

Для работы с БД разработана удобная графическая форма – расположение наборов данных в координатах $Z-N$. С целью облегчения поиска и идентификации данных для ядра (или группы ядер), имеющих определенную деформацию (и соответствующую ей форму), применена специальная расцветка элементов системы, аналогичная расцветке географических карт. На сайте ЦДФЭ «Карта параметров формы и размеров ядер» представлена в ярком сине-зелено-коричневом цвете. В данном случае, на рисунке 1 темно-серым цветом («горы») обозначены ядра с положительной деформацией, то есть вытянутые; серым («моря») – ядра с