

А. С. Парахневич

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь, г. Гомель
Научный руководитель: О. М. Дерюжкова

Расчет энергетических характеристик ядер с помощью реляционных баз данных

Современная ядерная физика – это две взаимосвязанные ветви: теоретическая и экспериментальная. Теоретическая физика работает с моделями атомных ядер и ядерных реакций. Экспериментальная ядерная физика использует арсенал современных исследовательских средств, включая ядерные реакторы (как источники мощных пучков нейтронов), ускорители заряженных частиц (как источник ускоренных электронов, протонов, ионов, мезонов и т.д.), разнообразные детекторы частиц. Богатый материал, полученный экспериментальным путем, позволяет расширить возможности имеющихся теорий, а также, повысить точность и простоту расчетов. В этом существенную роль играют современные базы и банки ядерных данных (БД).

Базы ядерных данных, описывающие как свойства самих атомных ядер, так и характеристики ядерных процессов – ядерных реакций и радиоактивных распадов – в которых ядра превращаются друг в друга, имеют значительный объем и сложное строение. В силу ряда исторических причин создание актуальных и полных баз и банков данных в области ядерной физики началось очень давно под эгидой Международного Агентства по Атомной Энергии (МАГАТЭ). Это было связано с установлением в мире режима нераспространения ядерного оружия и возникшей вследствие этого необходимостью обеспечения прямого доступа к научной информации по ядерной физике «неядерным» государствам. В результате, в 60-е годы, когда во всем мире начался информационный бум, начало резко нарастать общее количество информации и стали развиваться новые информационные технологии, ядерная физика оказалась едва ли не самой передовой и подготовленной в этом отношении областью знаний. В настоящее время большое число центров и групп из разных стран – Австрии, Китая, Кореи, России, Словакии, США, Украины, Франции, Швеции, Японии и др. – сотрудничают под руководством МАГАТЭ в деятельности по созданию, поддержанию и постоянному пополнению самых разных электронных библиотек, баз и банков ядерных данных. В последнее время свободный доступ к ним обеспечивается для пользователей с помощью Интернет [Варламов, Гончарова, Ишханов, с. 154].

Рассмотрим работу одного из калькуляторов системы реляционных баз данных. Он дает возможность рассчитать энергию связи всех известных ядер и построить график зависимости энергии связи от полного числа нуклонов A . Для этого необходимо задать числа протонов Z , нейтронов N и нуклонов A на оси абсцисс и выбрать необходимые варианты расчета. При этом поля N и A можно не задавать, тогда они заполнятся автоматически.

| 1. Энергии связи ядер | |
|--|--|
| Каждое поле формы может быть пустым. [Помощь...] | |
| Входные параметры | |
| Z: | <input type="text" value="42"/> Пример: 20, 40-60 |
| N: | <input type="text"/> Пример: 20, 40-60 |
| A: | <input type="text" value="90"/> Пример: 20, 40-60 |
| Варианты расчета: | <input checked="" type="checkbox"/> Энергия связи <input checked="" type="checkbox"/> Удельная энергия связи <input checked="" type="checkbox"/> Разность энергий связи (Эксперимент - Вайтзеккер) |
| На оси абсцисс: | <input type="radio"/> Z <input type="radio"/> N <input checked="" type="radio"/> A |
| <input type="button" value="Вычислить"/> <input type="button" value="Построить график"/> <input type="button" value="Очистить"/> | |

Result - $E_{св}(A,Z)$, $\varepsilon(A,Z) = E_{св}(A,Z)/A$, $\delta(A,Z) = E_{св}(A,Z)_{exp} - E_{св}(A,Z)_{theor}$:

| Elem | Z | N | A | $E_{св}$ | ε | δ |
|------|----|----|----|----------|---------------|----------|
| Mo | 42 | 48 | 90 | 773.7389 | 8.5971 | 1.5074 |

Рисунок 1 – Входная и выходная форма запроса по определению энергии связи ядер для молибдена ${}_{42}\text{Mo}^{90}$

На рисунке 1 приведена поисковая форма БД «Калькулятор энергии связи ядер» для определения энергии связи выбранного ядра, а также выходная форма запроса. Энергетические характеристики (энергия связи, удельная энергия связи и разность энергий связи (Эксперимент-Вайцзеккер) определены для молибдена ${}_{42}\text{Mo}^{90}$, где $Z = 42$, $A = 90$.

На основе полученных численных данных можно построить график зависимости трех видов энергии связи от полного числа нуклонов A , например, также для молибдена ${}_{42}\text{Mo}$ (смотри рисунок 2).

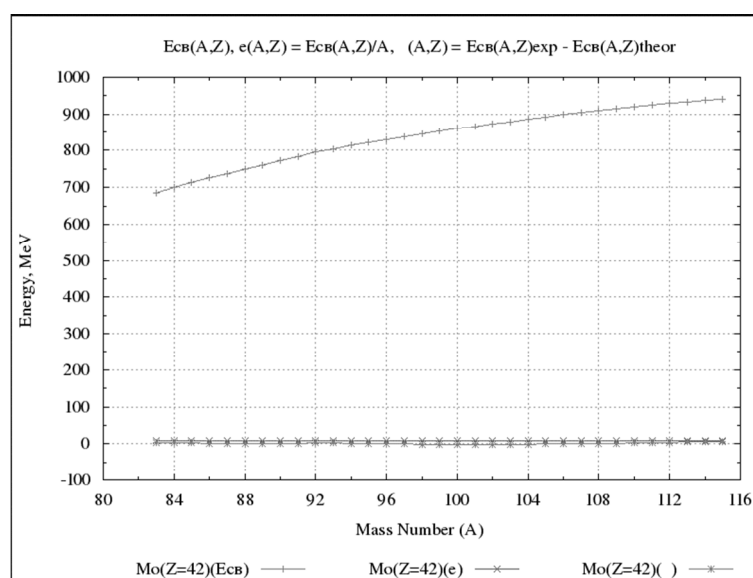


Рисунок 2 – График зависимости энергии связи от полного числа нуклонов A для молибдена ${}_{42}\text{Mo}$

Использование данного калькулятора позволяет точно рассчитать энергетические характеристики ядер. При этом точность решения гораздо выше, а погрешности сведены к минимуму. Применение БД при изучении энергетических характеристик ядер дает возможность выявить систематические закономерности на основе совместного анализа результатов многих экспериментов.

В настоящее время не существует универсальных аналитических формул для точного описания всех свойств атомного ядра, рассматриваемого как квантовая система. Поэтому адекватной формой знания о ядре можно считать именно базы и банки ядерных данных, наполняемость которых с течением времени только возрастает благодаря новой информации, получаемой и применяемой в современных ядерно-физических экспериментах и востребованных современными технологиями.

Список литературы

1. Варламов В. В., Гончарова Н. Г., Ишханов Б. С. Физика ядра и банки ядерных данных: учебное пособие. М.: Университетская книга, 2010. 246 с.