

взаимодействия тел. Если бы группа людей, не выходя за пределы своих лабораторий, открыла бы принцип минимума потенциальной энергии, то, не имея сведений о законах динамики, она, несомненно, пришла бы к ложному заключению о единственной возможности течения механических изменений в сторону установления неизбежного механического равновесия.

Второе начало термодинамики не является абсолютным законом природы, каким, например, выступает закон сохранения энергии. Существует нижняя граница применимости второго начала: оно неприменимо к микросистемам, например, к описанию поведения броуновских частиц. Существует также и верхняя граница применимости этого закона – возрастание энтропии нельзя считать единственной тенденцией развития явлений астрономических масштабов. Необоснованность гипотезы о «тепловой смерти Вселенной» заключается в незаконном экстраполировании второго начала на астрофизические тела.

В природе в космических масштабах нет и не может быть какого-либо термодинамического равновесия. Сущность вещей гораздо сложнее, чем та картина, которая представляется на основе антинаучного абсолютизации идеи неизбежного замирания процессов передачи и превращения энергии.

**А.С. Парахневич** (ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)  
Науч. рук. **О.М. Дерюжкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ С ПОМОЩЬЮ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ЯДЕРНЫХ ДАННЫХ**

Учебное пособие – это книга по какой-либо дисциплине, в которой изложены и систематизированы базовые знания в соответствии с учебной программой. В то же время учебное пособие является дополнением к учебнику и может охватывать как всю дисциплину, так и один или несколько разделов учебной программы. Учебное пособие дополняет, расширяет и углубляет информацию, изложенную в учебнике, помогает студентам лучше ее усвоить.

Общий порядок разработки учебного издания [1]:

- определить роль и место учебной дисциплины в подготовке специалиста с учетом учебной программы;
- определить характер и объем знаний, которые должны быть усвоены студентом при изучении всего курса;

– выработка умений и навыков, воспроизведение и использование предшествующих знаний при изучении каждого вопроса темы, каждой темы и всего курса;

– разработка структуры учебного пособия, разделение излагаемого программного материала на разделы и параграфы.

Самым главным элементом любого учебного пособия, является основной текст. Он должен быть сконструирован так, чтобы привить учащемуся умения:

– проводить научный анализ;

– пользоваться современной научной информацией, перерабатывать и использовать ее при решении практических задач.

Ключевые требования к тексту учебного пособия:

– текст обеспечивает полное раскрытие вопросов программы учебной дисциплины;

– текст доступен для успешного усвоения студентами, способствует мотивации учения, формированию умений и навыков, а также творческих способностей будущих специалистов;

– обеспечивает преемственность знаний, полученных при изучении предшествующих дисциплин;

– создает необходимые условия для использования вспомогательного материала и вычислительной техники;

– использует возможности поясняющих и дополнительных текстов.

В данном учебном пособии представлены задачи по курсу «Физика ядра и элементарных частиц», которые можно решить благодаря поисковой форме реляционных баз данных (БД) Центра данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) НИИЯФ МГУ [2]. Структура учебного пособия соответствует темам, предложенным в учебной программе данного курса, а также возможностям ЦДФЭ. Так задачи по теме «Энергия связи атомного ядра» можно решать и анализировать с помощью калькулятора «Энергии связи ядер», для изучения темы «Дефект масс» удобно воспользоваться калькулятором «Энергии отделения нуклонов и ядер», явления, которым посвящена тема «Порог ядерной реакции» наглядно демонстрирует работа калькулятора «Пороги и энергии реакций» и т.д. Целью разработки данного пособия является не только помощь в успешном усвоении студентами курса «Физика ядра и элементарных частиц», но и освоение методов извлечения информации о ядрах и ядерных реакциях через банк ядерных данных ЦДФЭ НИИЯФ МГУ.

Рассмотрим в качестве примера одну из задач темы «Энергия связи атомного ядра», при этом решим ее двумя способами: вручную и с помощью одного из калькуляторов БД. Найдем энергии отделения  $p$  и  $n$  от ядра  ${}^{16}_8\text{O}$ .

Решая эту задачу вручную, нам необходимо воспользоваться табличными значениями дефекта масс протона  $\Delta(p) = 7,289 \text{ МэВ}$ , нейтрона  $\Delta(n) = 8,071 \text{ МэВ}$  и кислорода  $\Delta({}_{8}^{16}\text{O}) = -4,737 \text{ МэВ}$ .

Энергия отделения протона находится по формуле:

$$E_{om}(p) = M_p + M_{яд}(Z-1, A-1) - M_{яд}(Z, A).$$

Энергия отделения нейтрона находится по формуле:

$$E_{om}(n) = M_n + M_{яд}(Z-1, A-1) - M_{яд}(Z, A).$$

Подставляя все данные в формулы получим, что

$$E_{om}(p) = 12,127 \text{ МэВ}, \quad E_{om}(n) = 15,663 \text{ МэВ}.$$

Теперь рассмотрим решение этой задачи через поисковую форму базы данных «Энергии отделения нуклонов и ядер». Ниже приведена поисковая или входная форма БД для определения энергии отделения нуклонов и ядер. В меню указывается ядро с  $Z = 8$ ,  $N = 8$  и  $A = 16$  ( ${}_{8}^{16}\text{O}$ ). Поле  $N$  можно не задавать, тогда оно заполнится автоматически. На форме расположены кнопки, которые позволяют вычислить энергию отделения по заданным входным параметрам, а также построить график и очистить форму для введения новых параметров (рисунок 1).

**2. Энергии отделения нуклонов и ядер**

Каждое поле формы может быть пустым. [ Помощь... ]

Входные параметры	
Z:	<input type="text" value="8"/> Пример: 20, 40-60
N:	<input type="text" value="8"/> Пример: 20, 40-60
A:	<input type="text" value="16"/> Пример: 20, 40-60
Варианты отделения:	<input type="text" value="p,n"/> Примеры: n, 2n, 2d, 16O+2t+n, n+p, 13C+a, 62Ni, 13C+1H
Тип атомных ядер:	<input type="radio"/> Все ядра <input checked="" type="radio"/> Только четные <input type="radio"/> Только нечетные
На оси абсцисс:	<input type="radio"/> Z <input type="radio"/> N <input checked="" type="radio"/> A

Рисунок 1 – Калькулятор «Энергии отделения нуклонов и ядер» для определения энергии отделения  $p$  и  $n$  от ядра  ${}_{8}^{16}\text{O}$

Представлена также и выходная форма запроса, которая несет информацию о необходимых при вычислении характеристиках ядер, а также выдает численный ответ с заданной точностью (рисунок 2).

Result - Energy of separation 1 proton (Bp), Energy of separation 1 neutron (Bn):

Elem	Z	N	A	Bp	Bn
O	8	8	16	12.1270	15.6635

Рисунок 2 – Выходная форма запроса по определению энергии отделения p и n от ядра  $^{16}_8\text{O}$

На основе полученных численных данных можно построить график зависимости энергии отделения протона ( $B_p$ ) и нейтрона ( $B_n$ ) от полного числа нуклонов  $A$  для различных изотопов кислорода  ${}_8\text{O}$  (смотри рисунок 3).

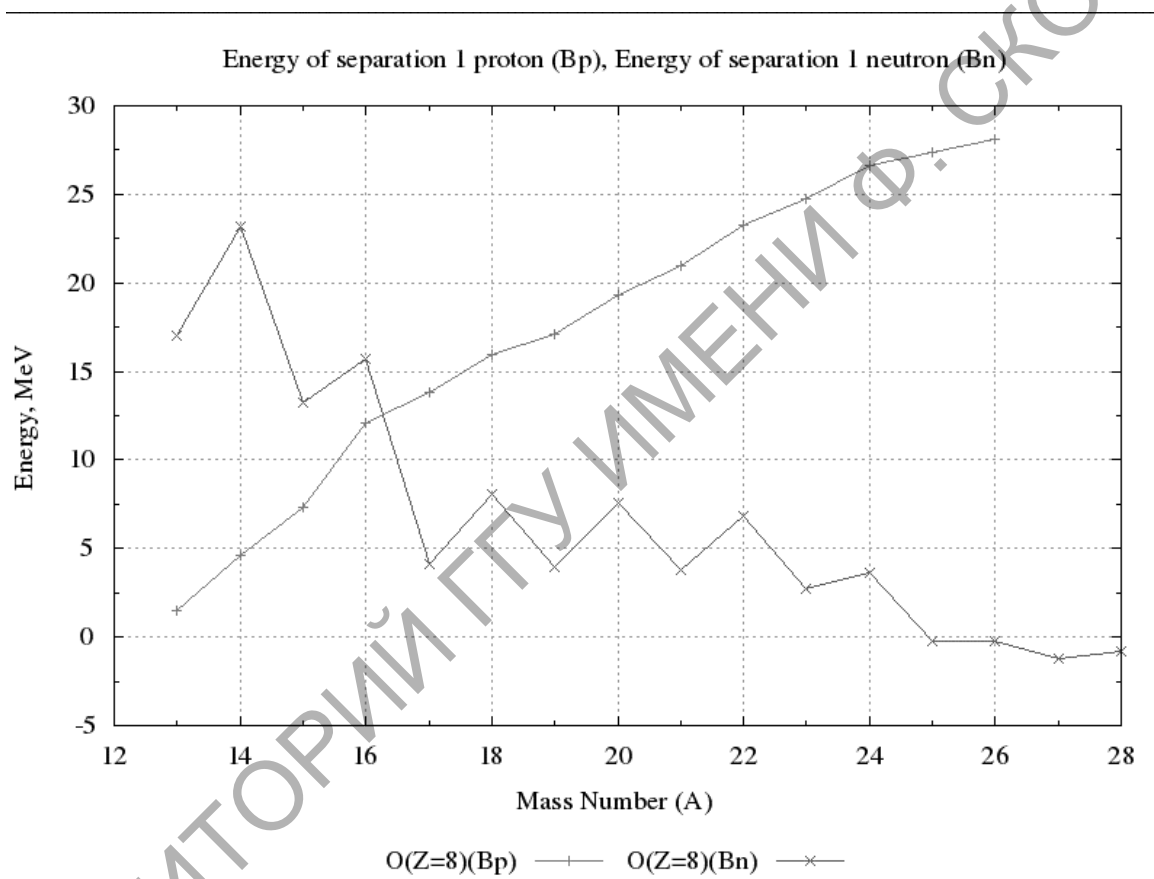


Рисунок 3 – Зависимости энергии отделения нейтрона  $B_n(A,Z)$  и протона  $B_p(A,Z)$  от массового числа ядра  $A$  для различных изотопов кислорода  ${}_8\text{O}$

Из графика видно, что энергия отделения  $B_p$  увеличивается и лежит в интервале 13-26 МэВ. При этом энергия отделения  $B_n$  уменьшается с ростом числа  $A$  и находится в пределах 13-28 МэВ.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование данного калькулятора позволяет более точно рассчитать энергию отделения нуклонов и ядер и значительно уменьшить затраты времени на получение данных для любой частицы, нежели при решении задачи по ядерной

физике вручную. При этом точность решения гораздо выше, а погрешности сведены к минимуму. Значит, учебное пособие позволяет студентам не только сэкономить время на решение конкретной задачи, повысить точность численных расчетов, но и дает возможность провести качественную наглядную интерпретацию полученных результатов. При этом увеличивается число решенных задач, что, в конечном счете, ведет к совершенствованию умений и навыков.

### Литература

1. Молодой ученый [Электронный ресурс] / Молодой ученый – 2008. – URL: <https://moluch.ru/information/kak-napisat-uchebnoe-posobie/> – Дата доступа: 23.02.2018.

2. Центр данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) [Электронный ресурс] / Центр данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) – ЦДФЭ, 2003. – URL: <http://cdfc.sinp.msu.ru/index.ru.html> – Дата доступа: 18.02.2018.

**В.В. Пытель** (ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)  
Науч. рук. **Т.П. Желонкина**, ст. преподаватель

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

К специальным методам измерения температуры относят методы, основанные на использовании термочувствительных красок, карандашей, бумага, жидких кристаллов, а также чувствительности к температуре других свойств материалов (формы, диэлектрической проводимости, индуктивности и др.). Они находят применение там, где использование термометров затруднительно (например, распределение температур на малых поверхностях в авиационной и космической технике, на быстро движущихся объектах и др.). Точность измерения  $\pm(2+5)^\circ\text{C}$ .

При измерении температуры с помощью чувствительных красок используют их свойство изменять цвет при изменении температуры. У некоторых красок изменение цвета происходит непрерывно с изменением температуры.

Предпочтение, однако, отдают краскам, которые резко изменяют цвет при одной или нескольких температурах и затем сохраняют его при обратном переходе температуры через точку цветоизменения. Изменение цвета является, таким образом, признаком достижения или превышения определённой температуры. Известны термочувствительные окраски как однократного, так и многократного использования