

вблизи полюсов и использованием постоянной Эйлера – Маскерони; данная процедура достаточно громоздка, поэтому в данной работе проводится не будет.

Заключение. В работе была продемонстрирована процедура расчета петлевых интегралов методом размерной регуляризации, которая, по сути, является простым сведением интегралов к табличным.

Анализ полученных выражений показывает, что расходимость в таком подходе обусловлена наличием полюсов у гамма-функции Эйлера.

Литература

1. Пескин, М.Е., Шрёдер, Д.В. Введение в квантовую теорию поля / М.Е. Пескин, Д. В. Шрёдер. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2001. – 784 с.

2. Smirnov, A. V., Petukhov, A. V. The number of master integrals is finite / A.V. Smirnov, A. V. Petukhov. – Lett. Math. Phys. – Vol. № 97, 2011. – p. 37–44.

3. Казаков, Д.И. Радиационные поправки, расходимости, регуляризация / Д.И. Казаков. – ОИЯИ – Дубна, 2008. – 93 с.

4. Jorge C. Romao. Modern techniques for one-loop calculation / Romao, J.C. – Departamento de Fisica, Instituto Superior Tecnico, Portugal, 2004. – 81 p.

М.А. Ревенок (ГГУ имени Ф.Скорины, Гомель)

Науч. рук. **О.М. Дерюжкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ВЕБ-РЕСУРС «МОДЕЛИ АТОМНЫХ ЯДЕР»

Веб-ресурс (веб-сайт) «Модели атомных ядер» – это набор страниц, которые планируется разместить на сайте факультета физики и информационных технологий (<http://gsu.by/physfac>). Веб-ресурс включает в себя как текстовую, так и графическую информацию. Страницы веб-сайта являются статическими. Для написания сайта использовалась среда HTML. Возможности редактирования в HTML позволяют быстро и легко создавать страницы сайта. HTML сама по себе очень удобная и доступная среда для написания сайтов, в ней достаточно просто самостоятельно разобраться и работать. В нашем случае, за основу сайта взят самый простой код для создания нескольких страниц, на которых и будет размещаться вся необходимая информация по моделям атомных ядер. На рисунке 1 представлен HTML-код главной страницы сайта «Модели атомных ядер».

<pre> <!DOCTYPE html> <head> <style> p { text-indent: 25px; } </style> <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" /> <title>Модели атомных ядер</title> <meta name="keywords" content="" /> <meta name="description" content="" /> <link href="css/tooplate_style.css" rel="stylesheet" type="text/css" /> </head> <body> <div id="tooplate_body_wrapper"> <div id="tooplate_header"> <div id="site_title"> <h1>Модели атомных ядер</h1> </div> <div id="tooplate_menu"> </div> </div> <div id="tooplate_main"> <div id="home" class="content_top"></div> <div class="content_box"> <div class="content_title content_ct"><h2>Модели атомных ядер</h2></div> <div class="content"> <div class="image_wrapper image_fl"></div> </div> <p align="justify">Одной из нерешенных проблем ядерной физики является создание теории атомного ядра. Существует две основных трудности:</p> </pre>	<pre> <p align="center"> Чрезвычайная громоздкость квантовой задачи многих тел; Недостаточность знаний о ядерном взаимодействии. </p> <p align="justify">Необходимо создавать модели, позволяющие с помощью сравнительно простых математических средств описать определенную совокупность свойств ядра. При создании моделей за основу берется определенная совокупность свойств, которые считаются главными. Другими свойствами при этом пренебрегают. Такой подход определяет ограниченность области применения тех или иных моделей. Однако в пределах этой области каждая модель позволяет получить ряд интересных результатов.</p> <p align="justify">Для описания структуры ядер используют различные модели. В этих моделях ядро заменяют модельной физической системой достаточно хорошо описывающей определенную совокупность свойств ядра и имеющей простую математическую трактовку. <div class="cleaner" h30"></div> <div class="col_w340 float_r"> <h3>Хорошая модель должна:</h3> <ul class="tooplate_list"> Объяснять свойства основных состояний ядер; Объяснять спектр возбуждения ядра; Описывать динамические свойства ядра. </div> <div class="col_w340 float_r"> <h3>Все модели можно условно разделить на типы:</h3> <blockquote> Одночастичные модели (независимых частиц): </pre>
<pre> Одночастичные модели (независимых частиц): Модель ферми-газа; Модель оболочек (оболочечная). Коллективные модели (с сильным взаимодействием частиц): Капельная модель; Модель пятимерного гармонического осциллятора; Модель аксиально-симметричного ротатора; Двухкомпонентная модель ядерной жидкости. Обобщенная модель ядра. </div> </div> <div class="cleaner"></div> <h3 align="justify">Литература:</h3> Широков, В.М. Ядерная физика: Учебное пособие / В.М. Широков, Н.П. Юдин. - М.: Наука, 1988. - 727 с. Ихсанов, Б.С. Модели атомных ядер: Учебное пособие / Б.С. Ихсанов, И.М. Капитонов, В.Н. Орлин. - М.: Изд-во Московского университета, 1997. - 81 с. Наумов, А. И. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов физ.-мат. спец. / А.И. Наумов. - М.: Просвещение, 1984. - 384 с. Данкан, Р. Введение в НТМ / Р. Данкан. - Изд-во Питер, 2005. - 25 с. Ихсанов, Б. С. Ядерные реакции: Учебное пособие / Б.С. Ихсанов, Э.И. Кэбин, А.П. Черняев. - М.: Наука, 1997. - 370 с. </div> </body> </html> </pre>	

Рисунок 1 – HTML-код главной страницы сайта «Модели атомных ядер»

Весь теоретический материал удобным образом скомпонован на сайте. Для сайта разработан определенный дизайн, вся информация изложена в наиболее доступной форме, разделы сайта включают в себя подразделы. Теоретический материал дополняется различными рисунками и ссылками для визуального представления информации, наилучшего усвоения материала, удобства изучения и простоты работы. Структура сайта является простой и доступной для любого пользователя (рисунок 2).

На главной странице содержатся описания всех доступных разделов с ссылками на них. На рисунке 3 выборочно представлены страницы сайта.

Данная тема для разработки веб-ресурса была выбрана не случайно, так как в настоящее время не существует теории, которая смогла бы объяснить все свойства ядер, поэтому их удобно рассматривать с помощью моделей, каждая из которых описывает определенные свойства. На сегодняшний день существуют следующие основные модели: модель ферми-газа, капельная модель ядра, модель оболочек, модель пятимерного гармонического осциллятора, модель аксиально-симметричного

ротатора, двухкомпонентная модель ядерной жидкости и обобщенная модель ядра.



Рисунок 2 – Структура сайта «Модели атомных ядер»

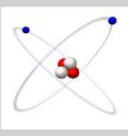
Атомные ядра являются связанной системой взаимодействующих протонов и нейтронов. В атомном ядре проявляются три типа взаимодействий.

- Сильные взаимодействия между нуклонами приводят к образованию связанного состояния A нуклонов.
- Электромагнитные взаимодействия приводят с одной стороны к расталкиванию между протонами, что ослабляет связь в атомном ядре, с другой стороны взаимодействие магнитных моментов нуклонов приводит к большому разнообразию ядерных состояний.
- Слабое взаимодействие между нуклонами приводит к взаимным превращениям нейтронов и протонов в атомном ядре – явлению β -распада атомных ядер.

Атомные ядра – это сложные и своеобразные физические объекты, обладающие многими интересными свойствами.

В основу каждой модели кладется допущение о приближенной независимости какого-либо набора степеней свободы ядра. Учитываемые степени свободы слабо взаимодействуют друг с другом и с остальными степенями свободы. Это допущение выполняется только приближенно и только для ограниченного круга явлений. Степени свободы ядра можно разделить на одночастичные, описывающие движение индивидуальных частиц, и коллективные, соответствующие коррелированному движению большого числа частиц. Согласно этому используемые в физике ядра модели можно разделить на коллективные, одночастичные и обобщенные, в которых используются как коллективные, так и одночастичные степени свободы. Модели, основанные на коллективных степенях свободы ядра, принято называть моделями с сильными взаимодействиями между частицами, а модели, основанные на учете одночастичных степеней свободы, часто называют моделями независимых частиц.

Модели атомных ядер



Одной из неразрешенных проблем ядерной физики является создание теории атомного ядра. Существует две основные трудности:

- Чрезвычайно гравитационно ядрами много лет;
- Неадекватность знаний о ядерном взаимодействии.

Необходимо создавать модели, позволяющие с помощью сравнительно простых математических средств объяснить определенную совокупность свойств ядра. При создании моделей за основу берутся определенные совокупности свойств, которые считаются главными. Другими свойствами при этом пренебрегают. Такой подход оправдан ограниченностью области применения той или иной модели. Однако в пределах этой области каждая модель позволяет получить ряд интересных результатов.

Для описания структуры ядер используют различные модели. В этих моделях ядро замещают модельной физической системой, достаточно хорошо описывающей определенную совокупность свойств ядра и являющейся практически математическим графитом.

Хорошая модель должна:

- Объяснить свойства основных состояний ядра;
- Объяснить спектр возбуждения ядра;
- Объяснить динамические свойства ядра.

Все модели можно условно разделить на типы:

1. **Одночастичные модели (независимых частиц):**
 - Модель Штерна-Гейзенберга
 - Модель Штерна-Гейзенберга
2. **Коллективные модели (с сильными взаимодействиями):**
 - Модель Штерна-Гейзенберга
 - Модель Штерна-Гейзенберга
 - Модель Штерна-Гейзенберга
 - Модель Штерна-Гейзенберга
3. **Обобщенные модели ядра.**

Литература:

1. Штерн, С.М. Ядерная физика: Учебное пособие / С.М. Штерн, Н.П. Юдин. – М.: Наука, 2002. – 227 с.
2. Ишханов, Б.С. Модели атомных ядер: Учебное пособие / Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин. – М.: Издательство МГУ, 1997. – 81 с.
3. Ишханов, Б.С. Модели атомных ядер и элементарных частиц: Учеб. пособие для студентов физ.-мат. факультета. – М.: Издательство МГУ, 1994. – 384 с.
4. Давидсон, Р. Введение в НТЯ / Р. Давидсон. – Изд-во Питер, 2005. – 25 с.
5. Ишханов, Б.С. Ядерные реакции: Учебное пособие / Б.С. Ишханов, З.И. Юбин, А.П. Черныш. – М.: Наука, 1997. – 370 с.

Модель ферми-газа

В этой модели рассматривается движение независимых друг с другом нуклонов в области объема V , в пределах которой полагается считать постоянными. Одночастичные состояния нейтрона и протона описываются функцией $\Psi_{\alpha} = V^{-1/2} \exp(i\vec{r} \cdot \vec{k} / \hbar) \chi_{\alpha}$, где χ_{α} – спинорная функция нуклона, характеризующая величину проекции спина ($\sigma = \pm 1/2$) на ось квантования Z , \vec{r} – импульс нуклона, \vec{k} – его радиус-вектор и $\hbar = 6.582 \cdot 10^{-16}$ эВ·сек – постоянная Планка. Строго говоря, предположение, что одночастичные волновые функции имеют вид плоской волны, оправдано только для ядра, радиус которого $R \rightarrow \infty$. Однако, если мы не рассматриваем явления ядерной поверхности, оно может быть использовано и для конечного ядра. При этом необходимо учитывать, что в ограниченном объеме V возможны только дискретный набор значений вектора импульса $\vec{k} = (k_x, k_y, k_z)$. Матричные собственные значения импульса \vec{k} и кинетической энергии нуклона $E = \hbar^2 k^2 / 2m$ (m – масса нуклона) можно найти, вводя периодические граничные условия:

$$\Psi_{\alpha}(\vec{r}, t+L) = \Psi_{\alpha}(\vec{r}, t) \quad \Psi_{\alpha}(\vec{r}, t+L) = \Psi_{\alpha}(\vec{r}, t+L)$$

Модель аксиально-симметричного ротатора

Сферически-симметричное ядро не может иметь вращательной энергии, так как оно состоит из независимых частиц и при повороте переходит само в себя, т.е. с точки зрения квантовой механики не имеет пространственной полярности. Но, если равносильно ядро не сферично (деформировано), то появляется пространственная анизотропия, а вместе с ней и вращательные степени свободы.

Деформация поверхности ядра происходит под влиянием нулевой, направленной вне замкнутой оболочки: они притягивают к себе нуклоны ядра, растаскивают оболочку и порождают что-то вроде гравитационной волны, возмущающей ее поверхность. Вслед за действием притяжения Луны, когда частицы вне замкнутой оболочки достаточно много, ядро становится энергетически выгодно иметь деформированную равновесную форму. Обычно, оно приобретает форму вытянутого эллипсоида вращения. Такое ядро обязательно имеет внутренний вращательный момент Q_0 , вытекающий во вращающейся ядерной системе координат (не путать с квадратным моментом Q , наблюдаемым во внешней системе координат). Для равномерно-закрепленного эллипсоида вращательный момент может быть вычислен по формуле

$$Q_0 = \frac{4}{3} \pi R_0^2 \rho \quad (2.12)$$

где Z – заряд ядра (число протонов), R_0 – радиус равноудаленной сферы, $\delta = \alpha(x - b)/(x + b)$ – деформация ядра, α – длина

Рисунок 3 – Страницы сайта «Модели атомных ядер»

Область применимости той или иной модели определяется совокупностью фактов, которые эта модель способна объяснить. В каждой модели имеются произвольные параметры, которые приходится подбирать, т.е. «подгонять» под экспериментальные данные [1].

Таким образом, данный веб-ресурс включает в себя теоретический материал по моделям атомных ядер. Это не только подробное описание каждой из используемых в ядерной физике моделей атомного ядра, но и информация об ученых, внесших существенный вклад в развитие данного направления. На сайте также размещен список используемых источников, студентам предложены вопросы для закрепления изученного материала и тест для контроля знаний, совершенствования умений и навыков. Сайт даст студентам и преподавателям быстрый и удобный доступ к материалам по теме «Модели атомных ядер», исчезает необходимость искать и отбирать их самому в интернете или в книгах, что позволяет сосредоточиться на углубленном изучении интересующей темы.

Литература

1. Ишханов, Б.С. Частицы и атомные ядра: учебник. Изд. 2-е, испр. и доп. / Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, Н.П. Юдин. – М.: Издательство ЛКИ, 2007. – 584 с.