

Using of Unitarity Equations for the Calculation of Fermion Interaction Amplitudes in the Superstring Theory

G. S. Danilov

Аннотация

Условия унитарности суперструнных амплитуд взаимодействия бозонов используются для вычисления амплитуд взаимодействия рамоновских состояний, то есть 10-спинорных состояний и рамоновских бозонов. Показано, что из условий унитарности следуют, кроме того, некоторые интегральные соотношения для локальных величин, определяющих искомые амплитуды. В произвольном порядке по константе взаимодействия получена амплитуда перехода двух безмассовых бозонов Невэ-Шварца в два безмассовые рамоновские состояния. В древесном приближении для указанной амплитуды проверены упомянутые выше интегральные соотношения.

Abstract

The unitarity equations for the boson interaction amplitudes in the superstring theory are used to calculate the interaction amplitudes including the Ramond states, which are 10-spinors and Ramond bosons. It is shown that, in addition, the unitarity equations require some integral conditions for local functions determining the amplitudes in question. The n-loop, 4-point amplitude with two massless Neveu-Schwarz bosons and two massless Ramond states is given explicitly. For the tree amplitude the above integral relations are verified.

Препринт №2454, 18.12.2001 г., англ. текст.

E-mail: danilov@thd.pnpi.spb.ru

Heterogeneous Calculations of FRM-II

Yu. V. Petrov, M. S. Onegin, K. Böning, M. Nuding

Аннотация

Активная зона современных Исследовательских Реакторов (ИР) имеет малый объём и относительно большую утечку нейтронов в отражатель, где расположены экспериментальные устройства. Многие ИР содержат алюминиевые твэлы, охлаждаемые лёгкой водой. Благодаря большой разнице в длине свободного пробега нейтрона в H_2O и в Al, в таких зонах возникает заметный т.н. «Гетерогенный эффект» (ГЭ). По определению, ГЭ есть разница между реактивностью, вычисленной для зоны с реальными «гетерогенными» твэлами, и реактивностью, вычисленной для упрощённой «гомогенизированной» зоны, в которой все химические элементы гомогенно перемешаны: $\Delta\rho_{HE} = \rho^{het} - \rho^{hom}$. Впервые отрицательный ГЭ был обнаружен для твэлов ПИК. Для алюминиевых твэлов отрицательный ГЭ был найден для зоны реактора ВВР-М.

В этом препринте ГЭ вычислен для реактора FRM-II. Гетерогенные расчёты выполнены с помощью двух различных программ Монте-Карло: MCU RFFI и MCNP-4B с библиотекой ядерных констант ENDF/BVI. Топливная сборка реактора FRM-II была воспроизведена во всех деталях: 113 топливных пластин, изогнутых по эвольвенте, их оболочки, охлаждающий легководный зазор и т.п. Компьютерная модель топливной пластины толщиной 1.36 мм воспроизводила форму эвольвенты со среднеквадратичным отклонением 1.36 мм. Важным было адекватное воспроизводство энергетической структуры сечения Al. Вычисления с помощью программы MCNP дали для ГЭ значение $\Delta\rho_{HE} = -0.5(1)\% \div 0.7(1)\%$ в зависимости от положения центрального регулятора. Такой ГЭ сокращает время жизни ТВС примерно на 3 суток.

Abstract

The cores of modern Research Reactors (RR) are characterized by a relatively small volume and a high neutron leakage in order to yield an efficient production of thermal neutrons in the outside moderator. Many RR have fuel elements with aluminum-clad fuel plates cooled by light water. Due to a large difference of the mean free paths of the neutrons in H_2O and Al a relatively large so called «Heterogeneous Effect» (HE) arises in such cores. By definition the HE is the difference between the results for the reactivity obtained from a detailed calculation considering the realistic «heterogeneous» geometry of the core and from a simplified calculation using a «homogeneous» core model in which the fuel plate lattice is homogenized: $\Delta\rho_{HE} = \rho^{het} - \rho^{hom}$. For the first time this negative HE has been found for the PIK FE. For an aluminum core the negative HE was established in the course of calculations performed for the research reactor WWR-M at Gatchina.

In the work as described in this preprint the HE was calculated for the FRM-II. The «heterogeneous» calculation has been performed using two different Monte Carlo codes: MCU-RFFI and MCNP-4B with the ENDF/B-VI library. The fuel element of the FRM-II was modeled in detail: the involute shape of all 113 fuel plates, the cladding, the coolant channels etc. were exactly reproduced. The involute shape of each 1.36 mm thick fuel plate was modeled with an accuracy better than 3 μm . Very important is the adequate reproduction of the energy dependence of the Al cross section. The «homogeneous» calculations used for reference were older Monte Carlo code calculations in which the core structure was homogenized from the beginning (i.e. without a special cell calculation). In the calculations performed with the code MCNP the HE is equal to $\Delta\rho_{HE} = -0.5(1)\% \div 0.7(1)\%$ depending on the position of the central control rod. Such HE leads to a loss about 3 days of the total core life time.

Препринт №2455, 25.12.2001 г., англ. текст.

E-mail: yupetrov@thd.pnpi.spb.ru

Измерение содержания протия в высококонцентрированной тяжелой воде методом ИК-спектрофотометрии

*И. А. Алексеев, Т. В. Воронина, А. И. Грушко,
О. А. Федорченко, Л. Г. Харитонова, А. С. Чижов*

Аннотация

Описан новый подход к изотопному анализу тяжелой воды. Содержание протия a_H в тяжелой воде определяется не при помощи стандартных образцов тяжелой воды (эталонов), концентрация которых определена другим методом, а по методике измерения абсолютного содержания протия в тяжелой воде. На базе инфракрасного спектрофотометра Specord M80 разработана методика абсолютного измерения содержания протия в высококонцентрированной тяжелой воде ($a_H < 0,6$) с точностью $\pm 0,001\%$.

Abstract

The new method of heavy water isotopic analysis by infrared spectrophotometer is proposed. Accuracy of the method can reach $\pm 0.001\%$ for high concentration heavy water (protium concentration $a_H < 0,6$).

Препринт №2456, 19.12.2001 г.

E-mail: fedor@npfi.spb.ru

Nuclear Matter Distributions of Neutron-Rich Li-Isotopes from Proton Elastic Scattering in Inverse Kinematics

A. V. Dobrovolsky, G. D. Alkhazov, M. N. Andronenko, A. Bauchet, P. Egelhof, S. Fritz, H. Geissel, C. Gross, A. V. Khanzadeev, G. A. Korolev, G. Kraus, A. A. Lobodenko, G. Münzenberg, M. Mutterer, S. R. Neumaier, T. Schäfer, C. Scheidenberger, D. M. Seliverstov, T. Suzuki, N. A. Timofeev, A. A. Vorobyov, V. I. Yatsoura

Аннотация

Метод упругого рассеяния протонов на ядрах в инверсной кинематике при промежуточных энергиях, ранее успешно применявшийся для исследования нейтронно-избыточных изотопов гелия, был использован для исследования изотопов лития на вторичных пучках Центра исследования тяжелых ионов (GSI, Дармштадт) при энергии 700 МэВ/нуклон. Дифференциальные сечения измерены для радиоактивных изотопов $^8, 9, 11\text{Li}$, а также для стабильного ядра ^6Li с целью сравнить распределение материи для ядер ^6Li и ^6He . Экспериментальная установка состоит из ионизационной камеры ИКАР, служившей одновременно водородной мишенью и детектором протонов отдачи, и системы сцинтилляционных счетчиков и пропорциональных камер для идентификации и измерения угла рассеяния налетающей частицы. Для получения распределения ядерной материи измеренные дифференциальные сечения сравнивались с сечениями, рассчитанными в рамках теории многократного рассеяния Глаубера с использованием различных параметризаций ядерной плотности с варьируемыми параметрами. Представлены результаты, полученные для распределений ядерной плотности и среднеквадратичных радиусов. Распределение ядерной материи в ядре ^{11}Li имеет ярко выраженное протяженное нейтронное гало. Измеренные дифференциальные сечения могут также быть использованы для проверки различных теоретических моделей распределения материи в ядрах. Приведено несколько примеров.

Abstract

The method of proton elastic scattering at intermediate energies, which was already proven for neutron-rich helium isotopes to be well suited for obtaining accurate and detailed information on nuclear matter distributions of halo nuclei, was recently applied for investigation of neutron-rich Li-isotopes using secondary beams from the Fragment Separator at GSI at an energy near 700 MeV/u. Along with the radioactive $^8, 9, 11\text{Li}$ isotopes, the stable ^6Li nucleus was investigated to allow for a comparison of the matter distributions between the $A=6$ nuclei ^6Li and ^6He . The experimental setup consisted of the ionization chamber IKAR which served simultaneously as a high-pressure hydrogen target and as recoil proton detector, and a forward spectrometer for tracking and identifying the projectile nuclei.

For determining the nuclear matter distributions the measured differential cross-sections have been compared to those calculated in the frame of the Glauber multiple scattering theory using various parametrizations for the nucleon density distributions as input. The results on the nuclear matter radii and the matter distributions are presented. The nuclear matter distribution deduced for the ^{11}Li nucleus exhibits a very pronounced halo structure. The present data allow also for a sensitive test of theoretical model calculations on the structure of the neutron-rich nuclei. A few examples are given.

Препринт №2457, 21.12.2001 г., англ. текст.

E-mail: dobrov@rec03.pnpi.spb.ru

Equilibrium, Isoscaling and Nuclear Isotope Thermometry Related to 1 GeV Proton Induced Reactions

M. N. Andronenko, L. N. Andronenko, W. Neubert, D. M. Seliverstov

Аннотация

В работе кратко представлены результаты анализа изотопных выходов продуктов реакций фрагментации и глубоко неупругих расщеплений, вызванных протонами с энергией 1 ГэВ. Приведены свидетельства равновесного характера рассматриваемых процессов. Для обоих типов реакций наблюдается изоскейлинг, т.е. факторизация отношений изотопных выходов из двух реакций. Установлена зависимость изоскейлинговых параметров от нуклонного состава распадающихся систем. Демонстрируется обобщенный изоскейлинг для отношений изотопных выходов из произвольных комбинаций испускающих систем. Для реакции фрагментации получена средняя изотопная температура порядка 4 МэВ.

Abstract

Yields of isotopically separated light fragments and residual nuclei produced in $p(1\text{GeV})+A$ collisions have been analyzed. An evidence for equilibrium nature of processes under consideration was presented. For both fragmentation and spallation reactions isotopic scaling, i.e. factorization of the isotope ratios, was observed. The scaling parameters were found to be dependent on the nucleonic composition of the emitting sources. A generalized isoscaling for arbitrary combinations of two systems has been demonstrated. The average isotopic temperature about 4 MeV for fragmentation process was found.

Препринт №2458, 28.12.2001 г., англ. текст.

E-mail: andron@rec03.pnpi.spb.ru

Empirical Hierarchy of the Higgs Vacuum Expectation Values

V. L. Alexeev

Аннотация

Показано, что усредненные массы верхних и нижних кварков трех поколений, $M_i = (u_i \cdot d_i)^{1/2}$, в логарифмическом масштабе эквидистантны и, следовательно, $M_2 \approx (M_1 \cdot M_3)^{1/2}$. В предположении, что $M_i \approx (f_q \cdot \eta_i)$ ($f_q \approx 1$ – на это указывает масса t -кварка), получены величины вакуумного конденсата поля Хиггса η_i . Установлено, что эмпирическая иерархия вакуумных средних поколений элементарных частиц имеет регулярную структуру

$$\eta_3 \approx \eta \cdot e^{-\frac{1}{2}\Delta} = 27.0_{-2.0}^{+2.1} \text{ ГэВ},$$

$$\eta_2 \approx \eta \cdot e^{-\frac{3}{2}\Delta} = 0.35_{-0.05}^{+0.06} \text{ ГэВ},$$

$$\eta_1 \approx \eta \cdot e^{-\frac{5}{2}\Delta} = 4.5_{-0.9}^{+1.2} \text{ МэВ},$$

где $\eta = 246$ ГэВ – стандартная величина вакуумного конденсата, $\Delta = 4.35 \pm 0.15$ – параметр эквидистантности величин M_i . Наблюдаемая регулярная структура не предсказывается в теории.

Abstract

It is shown that the averaged masses of up and down quarks of three generations, $M_i = (u_i \cdot d_i)^{1/2}$, are *equidistant* in logarithmic scale, hence $M_2 \approx (M_1 \cdot M_3)^{1/2}$. Assuming $M_i \approx (f_q \cdot \eta_i)$ (the mass of t -quark implies that coupling constant to the Higgs field $f_q \approx 1$), the empirical Higgs vacuum expectation values (VEV) η_i are obtained:

$$\eta_3 \approx \eta \cdot e^{-\frac{1}{2}\Delta} = 27.0_{-2.0}^{+2.1} \text{ GeV},$$

$$\eta_2 \approx \eta \cdot e^{-\frac{3}{2}\Delta} = 0.35_{-0.05}^{+0.06} \text{ GeV},$$

$$\eta_1 \approx \eta \cdot e^{-\frac{5}{2}\Delta} = 4.5_{-0.9}^{+1.2} \text{ MeV},$$

where $\eta = 246$ GeV is the standart VEV; $\Delta = 4.35 \pm 0.15$ is the distance between the neighbouring M_i in logarithmic scale. The observed regular VEV structure is not predicted by theory.

Препринт №2459, 29.12.2001 г., англ. текст.

E-mail: vla@npni.spb.ru