**Оценка схем ядерных возбужденных состояний**

**на основе ритцевских комбинаций**

***Л. П. Кабина, С. С. Лисин, И. А. Митропольский***

**Аннотация**

Комбинационное правило Ритца применяется для проверки согласованности наборов энергий ядерных переходов, представленных в Evaluated Nuclear Structure Data File. Выполнение данного правила может служить критерием правильности построения схем ядерных уровней и распадов. Преимуществом такого подхода к оценке ядерных данных, по сравнению с критерием c2, является его независимость от значений энергий уровней, между которыми размещены переходы.

Работа выполнена в Отделении нейтронных исследований (ЛЯС).

**Evaluation of Schemes of the Nuclear Excited States Based**

**on Ritz Combinations**

***L.P. Kabina, S.S. Lisin, I.A. Mitropolsky***

**Abstract**

The Ritz combinational rule is used to check the consistency of the nuclear transition energy sets presented in the Evaluated Nuclear Structure Data File. The implementation of this rule can be a criterion for the accuracy of the construction of schemes of nuclear levels and decays. The advantage of this approach to the evaluation of nuclear data in comparison with the criterion c2is its independence from energies of the nuclear levels between which the transitions are placed.

The work has been performed at the Neutron Research Department (LNP).

Препринт № 3044, 24.01.2020 г.

E-mail: [lpkab@pnpi.spb.ru](mailto:lpkab@pnpi.spb.ru)

**Статус медицинского протонного комплекса  
 НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ**

***Д. С. Брожик, О. М. Жидкова, Е. М. Иванов, Д. Л. Карлин, Н. А. Кузора,***

***В. И. Лазарев, В. И. Максимов, Н. И. Мамедова, Ф. А. Пак,   
Г. А. Рябов, А. И. Халиков***

**Аннотация**

В работе рассмотрена история развития протонной лучевой терапии на базе синхроциклотрона СЦ-1000 НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ. Описан медицинский протонный комплекс, созданный совместными усилиями Института и Центрального научно-исследовательского рентгенорадиологического института (РНЦРХТ), а также методика проведения протонной терапии с энергией пучка 1 000 МэВ. Лучевая терапия с применением пучка протонов, получаемого на СЦ-1000, проводилась с 1975 по 2013 г. и подтвердила свою состоятельность и эффективность, заслужив признание в научном сообществе. Для возобновления протонной терапии запущена программа модернизации, включающая в себя обновление материально-технической базы и создание системы дозно-анатомического планирования облучения. Проводимые работы будут завершены к концу 2021 г. и приведут к возобновлению лечения пациентов методом протонной терапии в НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ на новом уровне.

Работа выполнена в Отделении перспективных разработок (ЛМФ, УО).

**Status of the Medical Proton Complex   
of the NRC “Kurchatov Institute” – PNPI**

***D.S. Brozhik, O.M. Zhidkova, E.M. Ivanov, D.L. Karlin, N.A. Kuzora,  
 V.I. Lazarev, V.I. Maksimov, N.I. Mamedova,  
 F.A. Pak, G.A. Ryabov, A.I. Khalikov***

**Abstract**

The paper considers the history of the development of proton therapy based on the synchrotron SC-1000 NRC “Kurchatov Institute” – PNPI. The medical proton complex, created by the joint efforts of Institute and Central Research Institute of Roentgenology and Radiology (RRCRST), as well as the technique of conducting radiation therapy with a beam energy of 1 000 MeV, is described. Radiation therapy using a proton beam obtained at the SC-1000 was carried out from 1975 to 2013, confirmed its viability and effectiveness, and was recognized in the scientific community. To resume proton therapy, the modernization program was launched, which includes updating the material and technical base and designing a treatment planning system. The ongoing work will be completed by the end of   
2021 and will lead to the resumption of treatment with proton therapy at the NRC “Kurchatov Institute” – PNPI at a new level.

The work has been performed at the Knowledge Transfer Division (LMP, AD).

Препринт № 3045, 02.06.2020 г.

E-mail: [mamedova\_ni@pnpi.nrcki.ru](mailto:mamedova_ni@pnpi.nrcki.ru)

**Билинейное разложение полного сечения**

**реакций** ***d d*** ® ***n* 3Не и *d d*** ® ***p* 3Н по парциальным амплитудам**

***Е. Н. Комаров, С. Г. Шерман***

**Аннотация**

Полное сечение s*in* реакций *d d* ® *n* 3Не и *d d* ® *p* 3Нвычислено для случая, когда и пучок и мишень не поляризованы. Используя разложение амплитуды реакции по парциальным волнам, получено выражение полного сечения s*in* в виде разложения по полному моменту *J*, которое содержит только квадраты модулей парциальных амплитуд с весами 2*J* + 1.

Работа выполнена в Отделении физики высоких энергий (ЛМФ; ЛКСТ).

**The Bilinear Expansion of the Total Cross Section**

**of the *d d*** ® ***n* 3Не and *d d*** ® ***p* 3Н Reactions on the Partial Amplitudes**

***E.N. Komarov, S.G. Sherman***

**Abstract**

The total cross section s*in* of the reactions *d d* ® *n* 3Не и *d d* ® *p* 3Нhas been obtained when as the beam as the target are unpolarized. Making use of the partial wave expansion of the amplitude of reaction the expression of the value s*in* has been represented as the total angular momentum expansion which contains only the squared modules of the partial amplitudes with the weights 2*J* + 1.

The work has been performed at the High Energy Physics Division (MPL; CSTL).

Препринт № 3046, 11.08.2020 г.

E-mail: [komarov\_en@pnpi.nrcki.ru](mailto:komarov_en@pnpi.nrcki.ru)

**Критические температура и тепловая нагрузка**

**при первом кризисе кипения на реакторе ПИК**

|  |
| --- |
| ***В. В. Гостев*** |

**Аннотация**

Для безопасной эксплуатации ядерных реакторов с большими удельными мощностями до сих пор остается важной проблема кризиса теплосъема при кипении. Для этого необходим достоверный расчет критической тепловой нагрузки *q*кр при первом кризисе теплоотдачи. Большинством авторов для расчета *q*кр предложены полу- или полностью эмпирические формулы. Перенос их результатов на другие устройства с кипением вызывает трудности и даже противоречия. В данной работе для расчета критической тепловой нагрузки использовались обобщенная теорема вириала классической механики с учетом термодинамических сил и работы лауреата Филдсовской премии С. Смирнова, доказавшего, что в любых двумерных термодинамических средах существует такое общее свойство фазовых переходов, как связность, порождающее конформную инвариантность двумерных сред регулярной двумерной решетки Изинга. Показано, что теория модели Изинга применима к анализу кризиса при поверхностном кипении.

Работа выполнена в Отделе физики и техники реакторов (ГКЭ).

**The Critical Temperature and Heat Power Loading**

**of First Crisis by Boiling at the Reactor PIK**

|  |
| --- |
| ***V.V. Gostev*** |

**Abstract**

For safe operation of nuclear reactors with large specific power the problem of first crisis of heat output by boiling of coolant still remain very important. For this the trustworthy calculations of “critical heat load *q*cr” are necessary. However majority of authors only the half – or total empirical expressions by formula for *q*cr are proposed. The application of their results to any different equipment with boiling give rise to doubt or even perplexity. In this work for calculations of critical heat load the path of using first physical principles and bases of thermodynamics is proposed. Namely, we sufficient full form of classic mechanical virial theoremwith due regard for thermodynamic forces are used. The our second ground the prizewinner of Filds medal S. Smirnov works were used. He conform representation of any two-dimensional thermodynamic medium to Ising regular lattice proved. This as allow the Ising theory to boiling processes on surfaces to employ.

The work has been performed at the Department of Reactor Physics and Technology (CEG).

Препринт № 3047, 02.11.2020 г.

**Спонтанное нарушение принципа *Т*-инвариантности**

**при магнитных фазовых переходах**

***А. В. Ковалев***

**Аннотация**

При изучении магнитных явлений в кристаллах, как правило, не говорится о следующей проблеме. Появление спонтанной намагниченности связано с изменением симметрии кристалла при магнитном фазовом переходе. В кристаллофизике для определения допустимой симметрии конкретного кристалла с известными физическими свойствами используется принцип Неймана, который оказывается частным случаем принципа диссимметрии, предложенного П. Кюри. Однако для магнитных кристаллов выполнение принципа Неймана означает нарушение *Т*-четности. Более того, для объяснения устойчивости намагниченного состояния приходится предположить, что при магнитном фазовом переходе происходит сильное нарушение принципа *Т*-инвариантности. Приводится история создания указанной проблемы и предлагается ее решение.

Работа выполнена в Отделении нейтронных исследований (ОИКС).

**Spontaneous Breaking of Time-Reversal Invariance**

**at Magnetic Phase Transitions**

***A.V. Kovalev***

**Abstract**

When studying magnetic phenomena in crystals, as a rule, there is no mention of the need to fulfillment of the Curie principles, the main reason for which is the following problem. The appearance of spontaneous magnetization is associated with a change in the crystal symmetry upon a magnetic phase transition. In crystal physics, to determine the admissible symmetry of a particular crystal with known physical properties, the Neumann principle is used, which turns out to be a special case of Curie's principles. But for magnetic crystals, the fulfillment of the Neumann principle means violation of *T*-parity. Moreover, to explain the stability of the magnetized state, one has to assume a strong violation of the *T-*invariance principle. The article describes the history of the creation of this problem and proposes its solution, which makes it possible to understand the mechanism of obtaining permanent magnets.

The work has been performed at the Neutron Research Division (CMD).

Препринт № 3048, 13.10.2020 г.

E-mail: [kovalev\_av@pnpi.nrcki.ru](mailto:kovalev_av@pnpi.nrcki.ru)