

Theoretically Predicted and Empirically Observed Dependences of the Terrestrial Greenhouse Effect on Temperature: Implications for Climate Stability

V. G. Gorshkov, A. M. Makarieva

Аннотация

Получено приближенное уравнение распространения теплового излучения в атмосфере, решение которого совпадает с точным решением известного уравнения радиационного переноса в условиях радиационного равновесия с относительной точностью порядка 20 % при любых значениях оптической глубины атмосферы. Найденное уравнение позволяет просто учесть нерадиационные потоки тепла (скрытой теплоты и конвекции). Решение полученного уравнения дает аналитическую зависимость парникового эффекта от концентраций произвольного набора парниковых веществ. С помощью найденной зависимости парникового эффекта от концентрации парниковых веществ и температуры поверхности проанализирована устойчивость существующего климата Земли. Показано, что существующий климат Земли с жидкой гидросферой физически неустойчив. Количественно оценены наблюдаемые отклонения в поведении парникового эффекта от теоретических физических закономерностей. Высказаны количественные аргументы в пользу утверждения о том, что устойчивость существующего климата может поддерживаться управляющим действием естественной биоты Земли.

Abstract

We derive an approximate equation for radiative transfer in an atmosphere containing greenhouse substances. Its solution coincides with the exact solution of the conventional radiative transfer equation to the accuracy of 20 % for all values of atmospheric optical depth. The derived equation makes it possible to easily take into account the non-radiative thermal fluxes (convection and latent heat) and obtain an analytical dependence of the greenhouse effect on atmospheric concentrations of greenhouse substances, to be used in the analysis of modern climate stability. It is shown that the modern value of global mean surface temperature, which corresponds to the liquid state of the terrestrial hydrosphere, is physically unstable. The observed stability of modern climate over geological timescales is due to dynamic singularities in the temperature-dependent behaviour of the greenhouse effect, which we here quantify. We hypothesise that such singularities appear due to controlling functioning of the natural global biota and discuss major quantitative arguments in support of this conclusion.

Препринт №2460, 18.01.2002 г., англ. текст.

E-mail: elba@infopro.spb.su

Возможные проявления однонаправленной текстуры магнитных пленок

А. В. Ковалев

Аннотация

Методом векторного анализа поляризованных нейтронов получена гистерезисная кривая поликристаллической железокобальтовой пленки толщиной 3 мкм. Величины поворотов векторов поляризации для противоположно намагниченных состояний отличаются на (40.5 ± 2) %. Предполагается, что этот эффект связан с однонаправленной кристаллической текстурой образца. Рассматриваются некоторые варианты контрольных опытов.

Abstract

A hysteresis loop for 3 μ polycrystalline Co-Fe film has been obtained using 3-D neutron polarization analysis. The rotations of polarization vectors for the opposite magnetization directions differ by $40.5(2.0)$ %. It is suggested that effect be connected with a unidirectional crystalline texture of the sample. The certain variants of control experiments are considered.

Препринт №2461, 24.01.2002 г.

E-mail: kovalev@pnpi.spb.ru

Search for Spontaneous Collinear Tripartition of ^{252}Cf Nuclei

A. V. Kravtsov, G. E. Solyakin

Аннотация

Результаты изучения процесса коллинеарного трехтельного расщепления тяжелых ядер обсуждаются в связи с 30-й годовщиной ПИЯФ им. Б. П. Константинова.

Abstract

In connection with the 30-th anniversary of the PNPI a summary on the study of collinear tripartition of heavy nuclei is presented. It continues the previous commemorative publications.

Препринт №2462, 7.02.2002 г., англ. текст.

E-mail: gsol@mail.pnpi.spb.ru

New Facility for Fundamental Research in Nuclear Physics with Polarized Cold Neutrons at PSI

*A. Schebetov, A. Serebrov, V. Pusenkov, M. Lasakov,
P. Böni, M. Lüthy, J. Sromicki*

Аннотация

Пучок поляризованных нейтронов рекордно высокой интенсивности и сечением 40x150 мм² был сформирован при помощи уникальной оптической системы длиной 7 м для проведения фундаментальных исследований на Швейцарском Источнике Нейтронов (SINQ) в институте Пауля Шеррера (PSI). Измеренная плотность потока холодных нейтронов на выходе нейтронной системы составила $2 \cdot 10^8$ (см²·с·мА)⁻¹. Номинальный ток протонного пучка равен 1.2 мА. Средняя поляризация нейтронного пучка оказалась равной $\langle P \rangle = 0.97$. Численный метод использовался для оптимизации геометрии нейтронной системы. Рассчитанная плотность нейтронного потока и средняя поляризация пучка равны, соответственно, $1.6-1.8 \cdot 10^8$ (см²·с·мА)⁻¹ и 0.975-0.98, что довольно хорошо совпадает с измеренными величинами. Немагнитное суперзеркало NiMo/Ti впервые было использовано в фокусирующем нейтронноводе.

Abstract

A polarized neutron beam of 40x150 mm² cross-section and record intensity was formed by a unique optical system of 7 m length for fundamental physics research at the Swiss Spallation Neutron Source (SINQ) at the Paul Scherrer Institute (PSI). The measured cold neutron flux density at the exit of the guide system was found to be $2 \cdot 10^8$ (cm²·s·mA)⁻¹. The routinely used proton current is 1.2 mA. The mean polarization was found to be $\langle P \rangle = 0.97$. A numerical method was used for optimization of the neutron guide geometry. Calculated flux neutron density and mean beam polarization, correspondingly, $1.6-1.8 \cdot 10^8$ (cm²·s·mA)⁻¹ and 0.975-0.98, are close to the measured values. Non-magnetic NiMo/Ti supermirrors were used in the beam condenser for the first time.

Препринт №2463, 5.02.2002 г., англ. текст.

E-mail: pusenkov@pnpi.spb.ru

Numerical Calculation of Neutron Fluxes at the Exit of a Complex Neutron-Guide System at IRI, Delft

V. Pusenkov, A. Schebetov, H. P. M. Gibcus, R. M. Gommers, F. Labohm, V. O. de Haan, A. A. van Well

Аннотация

Описывается численный метод расчёта нейтронных потоков для сложных нейтронных систем. Отличительной особенностью данного метода является аппроксимация геометрии системы с помощью коротких прямых секций. Этот метод использовался для расчётов нейтронных потоков на выходе новой нейтронной системы, установленной в Межфакультетском Реакторном Институте (IRI). Вычисления показали, что для того, чтобы ограничить нейтронные потери на уровне 50 %, необходимо, чтобы коэффициент отражения суперзеркала NiMo/Ti ($m=2$) на двойном критическом угле отражения природного никеля был не ниже 90 %. Средняя величина ступенек в местах соединения оптических секций не должна превышать 0.02 мм, а волнистость стенок оптических секций должна быть не выше 0.5 мрад. Измеренные нейтронные потоки на выходе нейтронной системы хорошо совпали с рассчитанными значениями.

Abstract

A numerical method of calculation of the neutron flux for the complex guide systems is described. A feature of the given method is the «short section approximation» based on the dividing the guide into many short straight sections. This method was used for the calculation of the neutron flux at the exit of new neutron guide system at the Interfaculty Reactor Institute (IRI). Calculations showed that to minimize flux losses to 50 % it is necessary that reflectivity of NiMo/Ti supermirror ($m=2$) at twice the critical angle of nickel should not be lower than 90 %. The mean step between channels of the neighbouring optical sections should not exceed 0.02 mm and the waviness of the optical section walls should not exceed 0.5 mrad. The measured flux intensities at the exit of the neutron guide system showed quite a good correspondence to the calculated values.

Препринт №2464, 5.02.2002 г., англ. текст.

E-mail: pusenkov@pnpi.spb.ru

Метод прецизионной обработки катодных плат крупногабаритных пропорциональных камер

*А. З. Андреев, В. В. Добырин, В. А. Евсеев, Д. Г. Маркушин,
В. В. Поляков, Е. В. Роцин, В. И. Рязанов, Г. В. Рыбаков,
В. М. Самсонов, Г. П. Солодов, О. П. Тарасенкова, В. Г. Толчин*

Аннотация

Предложен и внедрен метод прецизионной обработки катодных плоскостей крупногабаритных пропорциональных камер. Для реализации этого метода разработано, изготовлено и испытано полуавтоматическое устройство (станок) для обрезки краев печатных плат, образующих катодные плоскости. Станок позволяет без переустановки печатной платы перфорировать в плате посадочные отверстия. Достигнута точность при обрезке краев не хуже 15 мкм и 25 мкм при перфорации отверстий. Станок позволяет производить позиционирование и обрезку со скоростью не менее трех печатных плат в час.

Abstract

There was proposed a new method for the printed circuit board machining. This method was implemented by semiautomatic **Cutting Machine**, that was developed, produced, and tested. The *CM* is intended for the precise edge trimming of the **Printed Circuit Boards** for the cathode pad planes of the large size proportional chambers. The *CM* allows punching the positioning holes without reinstallation the *PCB*. The achieved accuracy of edges is 15 μm and 25 μm of the hole position. The production performance is better than three pieces per hour.

Препринт №2465, 11.02.2002 г.

E-mail: polikov@mail.pnpi.spb.ru

Резонансная фаза и знаки P -нечетных и P -четных эффектов, наблюдаемые в реакциях с нейтронами

Л. М. Смотрицкий

Аннотация

В работе показано, что введение резонансной фазы для двух квазистационарных состояний с одинаковым спином и противоположной четностью позволяет согласовать с теорией экспериментально наблюдаемую знаковую зависимость как P -нечетных, так и P -четных эффектов в реакциях с нейтронами. Совместное описание таких эффектов позволяет определить из эксперимента неизвестные (свободные) параметры теории.

Abstract

It is shown that, by introducing a resonance phase for two opposite-parity quasistationary states of the same spin, the observed sign dependence of P -odd and P -even observables in neutron-induced reactions can be matched with theoretical predictions.

Препринт №2466, 18.02.2002 г.

E-mail: smotrits@mail.pnpi.spb.ru

Non-Abelian Confinement via Abelian Flux Tubes in Softly Broken $N=2$ QSD

A. Marshakov and A. Yung

Аннотация

Изучается конфайнмент в мягко нарушенной $N=2$ КХД с калибровочной группой $SU(N_c)$ и N_f гипермультиплетами фундаментальной материи (кварками). Вырождение на кулоновской ветви снимается малой массой присоединенной материи. Обсуждаются $N=1$ вакуумы в теории с калибровочной группой $SU(3)$, которые возникают в режиме слабой связи при больших значениях масс кварков, и изучаются трубки потока и монополярный конфайнмент в этих вакуумах. В частности, обнаружены BPS-струны в калибровочной теории с группой $SU(3)$, образованные двумя $U(1)$ -калибровочными полями, взаимодействующими с двумя скалярами. Эти струны являются обобщением обычных вихрей Абрикосова-Нильсена-Олесена. Затем изучаются $SU(3)$ -теории с $N_f=4$ и $N_f=5$ ароматами кварков с одинаковыми массами. В этих теориях в некоторых $N=1$ вакуумах восстанавливается $SU(2)$ -калибровочная группа на квантовом уровне, т.к. $SU(2)$ -секторы теории не являются асимптотически свободными.

Abstract

We study confinement in softly broken $N=2$ SUSY QCD with gauge group $SU(N_c)$ and N_f hypermultiplets of fundamental matter (quarks) when the Coulomb branch is lifted by small mass of adjoint matter. Concentrating mostly on the theory with $SU(3)$ gauge group we discuss the $N=1$ vacua which arise in the weak coupling at large values of quark masses and study flux tubes and monopole confinement in these vacua. In particular we find the BPS strings in $SU(3)$ gauge theory formed by two interacting $U(1)$ gauge fields and two scalar fields generalizing ordinary Abrikosov-Nielsen-Olesen vortices. Then we focus on the $SU(3)$ gauge theories with $N_f=4$ and $N_f=5$ flavors with equal masses. In these theories there are $N=1$ vacua with restored $SU(2)$ gauge subgroup in quantum theory since $SU(2)$ subsectors are not asymptotically free. We show that although the confinement in these theories is due to Abelian flux tubes the multiplicity of meson spectrum is the same as expected in a theory with non-Abelian confinement.

Препринт №2467, 30.03.2002 г., англ. текст.
E-mail: yung@thd.pnpi.spb.ru

Small-Angle Proton Elastic Scattering from the Neutron-Rich Isotopes ${}^6\text{He}$ and ${}^8\text{He}$, and from ${}^4\text{He}$, at 0.7 GeV in Inverse Kinematics

*G. D. Alkhazov, M. N. Andronenko, A. V. Dobrovolsky, G. E. Gavrilov,
A. V. Khanzadeev, G. A. Korolev, A. A. Lobodenko, D. M. Seliverstov,
N. A. Timofeev, A. A. Vorobyov, V. I. Yatsoura, S. R. Neumaier,
P. Egelhof, H. Geissel, H. Irnich, G. Münzenberg,
W. Schwab, T. Suzuki, M. Mutterer*

Аннотация

Абсолютные дифференциальные сечения упругого $p^4\text{He}$, $p^6\text{He}$ и $p^8\text{He}$ рассеяния на малые углы измерены в инверсной кинематике на вторичных пучках ${}^{4,6,8}\text{He}$ при энергии около 0,7 ГэВ/нуклон. Эксперимент выполнен на ускорителе Центра тяжелых ионов (GSI, Дармштадт). Наполненная водородом ионизационная камера ИКАР являлась одновременно газовой мишенью и детектором протонов отдачи. Угол рассеяния налетающих частиц измерялся с помощью системы пропорциональных камер. В случае рассеяния протонов на нейтронно-избыточных изотопах ${}^6\text{He}$ и ${}^8\text{He}$ дифференциальные сечения упругого рассеяния $d\sigma/dt$ были измерены в интервале $0,002 \leq |t| \leq 0,05$ (ГэВ/с)², где t – квадрат переданного 4-импульса. Дифференциальное сечение упругого $p^4\text{He}$ рассеяния, измеренное в интервале $0,002 \leq |t| \leq 0,02$ (ГэВ/с)², дополняет результаты ранее выполненного эксперимента в прямой кинематике. Из дифференциальных сечений $d\sigma/dt$ получены интегральные сечения упругого рассеяния σ_{el} , полные сечения рассеяния σ_{tot} и полные сечения реакций σ_r протон-ядерного взаимодействия. Полученные данные по $d\sigma/dt$ позволяют определить радиальные распределения материи ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^8\text{He}$ и соответствующие им среднеквадратичные радиусы.

Abstract

Absolute differential cross sections for elastic $p^4\text{He}$, $p^6\text{He}$ and $p^8\text{He}$ small-angle scattering were measured in inverse kinematics with secondary ${}^{4,6,8}\text{He}$ -beams at an energy near 0.7 GeV/u. The experiment was performed using beams from the heavy-ion synchrotron SIS and the fragment separator FRS of GSI Darmstadt. The hydrogen-filled ionization chamber IKAR served simultaneously as a gas target and a detector for the recoil protons. Projectile scattering angles were measured with multi-wire tracking detectors. For proton scattering from the neutron-rich isotopes ${}^6\text{He}$ and ${}^8\text{He}$, differential elastic-scattering cross sections $d\sigma/dt$ were deduced in the range $0,002 \leq |t| \leq 0,05$ (GeV/c)² of the four-momentum transfer squared t . For elastic $p^4\text{He}$ scattering, the data obtained in the t -range $0,002 \leq |t| \leq 0,02$ (GeV/c)² supplement the results from an earlier experiment performed in direct kinematics. From the differential cross sections, the integral elastic-scattering cross sections σ_{el} , the total cross sections σ_{tot} , and the total reaction cross sections σ_r for the proton-nucleus strong interaction were evaluated. The data obtained on $d\sigma/dt$ allow the radial matter distributions in the ${}^6\text{He}$ and ${}^8\text{He}$ nuclei to be determined and the corresponding root-mean-square matter radii to be deduced.

Препринт №2468, 22.03.2002 г., англ. текст
E-mail: alk@pnpi.spb.ru

Nuclear Matter Distributions in the ${}^6\text{He}$ and ${}^8\text{He}$ Nuclei from Differential Cross Sections for Small-Angle Proton Elastic Scattering at Intermediate Energy

*G. D. Alkhazov, A. V. Dobrovolsky, P. Egelhof,
A. V. Khanzadeev, G. A. Korolev, A. A. Lobodenko,
M. Mutterer, S. R. Neumaier, D. M. Seliverstov, A. A. Vorobyov*

Аннотация

Выполнен анализ экспериментальных данных по сечениям малоуглового упругого рассеяния протонов промежуточной энергии на ядрах ${}^6\text{He}$ и ${}^8\text{He}$ с целью определения размеров и формы этих ядер. Для расчета сечений использовалась теория Глаубера и двухпараметрические распределения ядерной плотности. Полученная информация о форме радиального распределения ядерной материи ${}^6\text{He}$ и ${}^8\text{He}$ согласуется с представлением о том, что эти ядра состоят из α -частичного кора и значительного нейтронного гало. Среднеквадратичные радиусы распределений ядерной материи, найденные при использовавшихся параметризациях распределений плотности, равны $R_m=2,30(7)$ фм для ${}^6\text{He}$ и $R_m=2,45(7)$ фм для ${}^8\text{He}$. Эти значения радиусов не учитывают возможный вклад хвостов гало на дальней ядерной периферии ($r > \sim 6$ фм), содержащей всего лишь около 1 % от общего количества ядерной материи. Если информацию о хвостах гало взять из теории и учесть в анализе данных, то это может привести к увеличению извлекаемых радиусов R_m на 0,1-0,2 фм. Экспериментальные данные по сечениям $p^{6,8}\text{He}$ упругого рассеяния были также использованы для проверки предсказаний различных теоретических моделей о нуклонных распределениях. Кроме того, рассмотрена чувствительность полных сечений реакций $p^6\text{He}$ и $p^8\text{He}$ к размеру ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^8\text{He}$.

Abstract

A Glauber based analysis of experimental data on the cross sections for small-angle intermediate-energy proton elastic scattering from ${}^6\text{He}$ and ${}^8\text{He}$ has been performed for determining the radii and radial shape of these nuclei using phenomenological nuclear density distributions with two free parameters. The shapes of the ${}^6\text{He}$ and ${}^8\text{He}$ nuclear matter radial distributions deduced in the present work conform with the concept that both nuclei consist of an α -particle core and a significant neutron halo. Different types of parametrizations for the phenomenological density distributions have resulted in consistent values of the root-mean-square matter radii: $R_m=2,30(7)$ fm for ${}^6\text{He}$ and $R_m=2,45(7)$ fm for ${}^8\text{He}$. These matter radii do not include possible contributions from density tails at the nuclear far periphery ($r > \sim 6$ fm), which may contain only about 1 % of the total nuclear matter. Taking into account such density tails from theory may increase the deduced R_m -values by 0,1-0,2 fm. The experimental $p^{6,8}\text{He}$ elastic-scattering cross sections have also been utilized for probing the matter density distributions resulting from various nuclear microscopic models. Besides, the sensitivity of the total $p^{6,8}\text{He}$ reaction cross sections to the size of the ${}^6\text{He}$ and ${}^8\text{He}$ nuclei has been considered.

Препринт №2469, 11.04.2002 г., англ. текст.

E-mail: alk@npfi.spb.ru

Внутренняя конверсия в водородоподобных ионах

Ф. Ф. Карпешин, Ю. Н. Новиков, М. Б. Тржасковская

Аннотация

Проведено теоретическое исследование вероятности внутренней конверсии гамма-лучей для водородоподобных ионов в сравнении с соответствующими нейтральными атомами. Расчеты выполнены релятивистским методом Дирака-Фока. Полученные результаты показали, что влияние многократной ионизации на коэффициенты внутренней конверсии на K -оболочке максимально вблизи порога ионизации и для переходов высокой мультипольности, где эффект достигает порядка величины. Разница уменьшается с возрастанием энергии перехода, однако остаётся заметной для практически важных переходов. Получено, что ионизация атома до водородоподобного иона, учитывая конверсию на внешних атомных оболочках, может существенно, до 8 порядков величины, изменить время жизни ядра. Предсказанные эффекты могут наблюдаться в экспериментах на пучках релятивистских тяжёлых ионов.

Abstract

Theoretical study of the internal conversion probability for H -like ions is carried out, and compared with that for the neutral atoms. Calculations has been performed within the framework of the relativistic Dirac-Fock method. The results obtained reveal that the influence of the multiple ionization on the internal conversion coefficients in the K -shell is maximal near the ionization threshold and for transitions of high multipolarities. In this situation the effect achieves an order of magnitude. The difference decreases with increasing energy. However, the difference remains noticeable for nuclear transitions which are of practical significance. The total effect of the ionization on the lifetime of the nucleus having regard to conversion in outer shells, can be as great as 8 orders of magnitude. The effects predicted are important for experiments with the relativistic heavy ion beams.

Препринт №2470, 11.03.2002 г.

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

Физические свойства изотопов водорода и их соединений на линии равновесия жидкость-пар

С. Д. Бондаренко

Аннотация

Проанализированы экспериментальные данные по давлению паров, плотности жидкой и газовой фаз H_2 , D_2 , T_2 и HD на линии насыщения. На основе классического и квантово-механического законов соответственных состояний получены уравнения для зависимостей данных свойств от температуры. Зависимости с высокой точностью описывают экспериментальные данные для ряда криогенных газов (N_2 , Ne, T_2 , D_2 , HD, H_2 , He) и позволяют рассчитать свойства экспериментально не изученных соединений HT и DT. На основе полученных уравнений рассчитана теплота парообразования всех изотопов водорода и их соединений. Проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными и данными расчета других авторов.

Abstract

Experimental data along saturated line (saturated vapor pressure, liquid and gas density) have been analyzed for H_2 , D_2 , T_2 and HD. Temperature functions of these properties have been calculated on base classical and quantum-mechanical laws corresponding state. The functions describe the experimental data for cryogenic gases (N_2 , Ne, T_2 , D_2 , HD, H_2 , He) with high precision and allow the properties of unexplored experimentally compound HT and DT to be calculated. Heat of vaporization all hydrogen isotopes and their compounds have been calculated on basis of these functions. The results of calculate are compared with the experimental data and with calculation data of others authors.

Препринт №2471, 27.03.2002 г.

E-mail: alexin@pnpi.spb.ru

Differential Cross Sections for the Charge Exchange Reaction $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$ in the Momentum Range from 147 to 322 MeV/c

*M. E. Sadler, A. A. Koulbardis, B. Draper, S. Hayden, J. Huddleston,
L. D. Isenhower, C. Robinson, C. Allgower, R. Cadman, H. Spinka, J. R. Comfort,
K. Craig, A. F. Ramirez, T. Kycia, R. M. Clajus, A. Marusic,
S. C. McDonald, B. M. K. Nefkens, N. Phaisangittisakul, S. Prakhov, J. W. Price,
W. B. Tippens, J. Peterson, W. J. Briscoe, A. Shafi, I. I. Strakovsky,
H. M. Staudenmaier, D. M. Manley, J. Olmsted, D. C. Peaslee, V. V. Abaev,
V. S. Bekrenev, N. G. Kozlenko, S. P. Kruglov, I. V. Lopatin,
A. B. Starostin, N. Knecht, G. J. Lolos, Z. Papandreou, I. Supek,
A. Gibson, D. Grosnick, D. D. Koetke, R. W. Manweiler, T. D. S. Stanislaus
(Crystal Ball Collaboration)*

Аннотация

Представлены измеренные значения дифференциальных сечений реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$ при импульсах 147, 175, 187, 211, 237, 268, 297, 322 МэВ/с. Статистические ошибки дифференциальных сечений составляют 3–5 %. Систематические ошибки оценены в 5–10 %. Эксперимент выполнен на ускорителе AGS Брукхэйвенской национальной лаборатории (США) с использованием детектора Crystal Ball.

Abstract

Measured values of differential cross sections for the reaction $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$ are presented. Statistical uncertainties for the differential cross sections are typically at a level of 3–5 %. Systematic uncertainties are estimated to be 5–10 %. The experiment was carried out using the Crystal Ball detector at the Alternating Gradient Synchrotron at Brookhaven National Laboratory, USA.

Препринт №2473, 10.04.2002 г., англ. текст.
E-mail: lopatin@pnpi.spb.ru