

Обзор измерений упругого когерентного рассеяния нейтрино на ядрах атомов #3

Author:

Alexey Kononov

Доклад посвящён существующим измерениям упругого когерентного рассеяния нейтрино на ядрах атомов. В нём рассматривается мотивация исследований этого процесса, приводится статус лидирующих экспериментов, и обсуждаются результаты, полученные на ускорителях, реакторах и в подземных лабораториях.

Flyby-induced displacement: analytic solution #4

Authors:

Zurab Silagadze, Peter Horvathy, Pengming Zhang

The motion of particles hit by a burst of gravitational waves generated by flyby admits, for the derivative-of-the-Gaussian profile, only a numerical description. The profile can however be approximated by the hyperbolic Scarf potential which admits an exact analytic solution via the Nikiforov-Uvarov method. Our toy model is consistent with the prediction of Zel'dovich and Polnarev provided the wave amplitude takes certain "magical" values.

Стерильные нейтрино как темная материя #5

Author:

Дмитрий Калашиников

Co-authors:

Dmitry Gorbunov, Георгий Круган

В работе исследуется рождение стерильных нейтрино в ранней Вселенной с учётом больших начальных лептонных асимметрий. Показано, что при определённых конфигурациях начальных асимметрий осцилляции активных нейтрино эффективно уменьшают лептонную асимметрию, что приводит к ослаблению ограничений на минимальный угол смешивания. В области больших асимметрий существенную роль в процессе генерации стерильных нейтрино начинают играть эффекты пионной конденсации, которые включены в расчёт свойств среды. При этом температура резонансного рождения стерильных нейтрино может попадать в область эффективных осцилляций активных нейтрино, что приводит к подавлению резонансного рождения. В результате осцилляции активных нейтрино могут задавать нижнюю границу на угол смешивания, необходимый для объяснения тёмной материи стерильными нейтрино в рамках рассматриваемого сценария.

Общий подход к уравнениям ренормгруппы в локальной квантовой теории поля #6

Author:

Dmitry Kazakov

УФ-расходимости в перенормируемых теориях являются локальными и могут быть устранены с помощью локальных

контрчленов, как в перенормируемом случае.

Основываясь на локальности контрчленов, обусловленной теоремой Боголюбова-Парасюка, можно

построить рекуррентные соотношения

для лидирующих, подлидирующих и т.д. расходимостей во всех петлях, начиная с одно-, двух-, трех- и т.д. петлевых диаграмм

Рекуррентные соотношения могут быть преобразованы в обобщенные уравнения РГ точно так же, как в перенормируемых теориях

Уравнения РГ позволяют суммировать лидирующие (подлидирующие) расходимости во всех петлях и находить поведение при высокой энергии

Уравнения РГ для подлидирующих полюсов и т.д. всегда являются линейными дифференциальными уравнениями возрастающего порядка

Уравнения РГ для логарифмов всегда являются дифференциальными уравнениями первого порядка с известными значениями в правой части

Speaker:

Измерение массы нейтрального каона #7

Author:

Evgeny Solodov

На коллайдер ВЭПП-2000 с детектором КМД-3 проведено измерение массы нейтрального каона. Энергия коллайдера контролировалась измеренными спектра фотонов лазера после обратного рассеяния на

электронном пучке. На основе 2 миллионов событий процесса $e^+e^- \rightarrow \Phi(1020) \rightarrow KSKL$ методом измерения предельного угла в распадах $KS \rightarrow \pi^+\pi^-$ получена масса K_0 с лучшей в мире точностью.

Study of the process $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\eta$ with the CMD-3 detector on VEPP-2000 #3

Authors:

Polina Basova, Evgeny Solodov

Experiments on e^+e^- annihilation into hadrons are being conducted at the Budker Institute of Nuclear Physics (BINP SB RAS, Novosibirsk) with the Cryogenic Magnetic Detector (CMD-3) at the electron-positron collider VEPP-2000. The main goal of these experiments is to measure the cross section of annihilation of an electron-positron pair into hadrons, which is necessary to calculate the contribution of the strong interaction to the vacuum polarization when measuring the anomalous magnetic moment of the muon.

The process $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\eta$ studied in this work is important because the cross section of this process contributes to the total cross section $e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$.

The analysis uses data collected by the CMD-3 detector during the 2019-2023 years, corresponding to an integrated luminosity of 481.7 pb^{-1} in the center-of-mass energy range of 1440 - 2007 MeV.

We describe the event selection criteria and the procedure for kinematic reconstruction. The detection efficiency was determined through a Monte Carlo simulation, which models the response of the detector and the passage of particles through its systems.

As a result, we report the measured cross section for the process $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\eta$. We also present the contributions from intermediate resonant states $\omega(782)\eta$, $\phi(1020)\eta$, dominated in lower energy range, and $a_0(980)\rho(770)$, dominated intermediate state at higher energies.

Bootstrap approach for bispectrum in Bounce Universe model #9

Authors:

Maxim Stepanov, Yulia Ageeva

The study of n -point correlators of primordial perturbations usually reveals new features of the inflationary or alternative to inflation epochs of the early Universe and offers a promising window into the perturbative regime of quantum gravity. It is therefore important to develop new methods for computing correlation functions. In this work, we apply the cosmological bootstrap approach to compute the bispectrum of scalar perturbations in a model of a Bounce Universe built within the framework of Horndeski gravity. The important property of the latter is that this model is conformally related to an inflation model. We show that bootstrap rules remain valid for this particular Bounce Universe scenario. We compare our results for three scalar bispectrum with those obtained previously using conventional in-in technique. Then we evaluate the bispectrum for the mixed sector (two gravitons and one scalar, one graviton and two scalars) and for three gravitons in this scenario for the first time.

Understanding the BFKL equation solutions with running coupling #10

Author:

Alexey Chernyshev

The Balitsky-Fadin-Kuraev-Lipatov (BFKL) equation [75-78; 98], describing the rapidity evolution of the pomeron in linear regime, is the cornerstone for entire field of small- x physics. Knowing the kernel at next N -to-leading order (NNLO, $O(\alpha_{N+1}^s)$), one access the next N -to-leading-logarithmic resummation (NNLL $\propto \alpha_{N+1}^s Y$) by solving this equation. At LO, the equation is solved by conformal eigenfunctions, diagonalizing the kernel, which is not true beyond the LO due to running coupling (RC) effects. A great progress has been made towards understanding the properties of the solutions with the RC at NLO [E. Levin '98; Y. Kovchegov, A. Mueller '98; S. Forte *et al.* '07; A. Chirilli, Y. Kovchegov '13; A. Grabovsky '13], but still the overall picture seem to be not transparent. The goal of this talk is to demonstrate the consistency of these solutions and construct an ansatz for solving the BFKL equation at any order, preserving hermicity and renormalization group invariance at a fixed order.

Амплитудный анализ процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ с детектором КМД-3 #11

Author:

Сергей Грибанов

В докладе представлены предварительные результаты изучения процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ в диапазоне энергий $1.2 < s < 2.0$ ГэВ с детектором КМД-3. В анализе использована статистика электрон-позитронных соударений, накопленная с 2011 по 2023 год и соответствующая интегральной светимости 684.5 pb^{-1} .

Основное внимание в докладе уделяется амплитудному анализу процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$. Показано, что динамика этого процесса при $s\sqrt{<2}$ ГэВ в основном определяется промежуточными состояниями $\rho(770)\eta$ и $a_2(1320)\pi$. Амплитудный анализ был выполнен как в отдельных точках по $s\sqrt{<2}$ независимо, так и совместно во всех энергетических точках в рамках модели векторной доминантности. Это позволило получить модельные зависимости от энергии для полного и парциальных ($\rho(770)\eta$, $a_2(1320)\pi$) сечений.

Наряду с амплитудным анализом представлен предварительный результат измерения полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$, основанный на подсчёте событий в спектрах инвариантных масс двух фотонов от распада $\eta \rightarrow \gamma\gamma$. Модельная кривая сечения, полученная из амплитудного анализа, находится в согласии с этим измерением.

Для корректного выделения сигнальных событий необходимо аккуратное описание фоновых процессов, среди которых доминирует процесс $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$. Поскольку динамика этого фонового процесса изучена недостаточно полно, для него также был выполнен амплитудный анализ, краткие результаты которого будут представлены.

Spin effects in neutrino scattering by astrophysical black holes. #12

Author:

Mridupawan Deka

Co-author:

Maxim Dvornikov

We have carried out studies regarding the spin oscillations of gravitationally scattered neutrinos off a black hole (BH). We employ the quasi-classical approach for the motion of the spinning particles in the curved spacetime of a rotating (Kerr) black hole. The BH surrounded by a realistic magnetized accretion disk. We consider the incoming neutrino beams traversing at a random angle with respect to the equatorial plane of the BH. We have considered the cases where the accretion disk is both co-rotating and counter-rotating with respect to the spin of the BH. A clear difference between the observed fluxes of scattered neutrinos for both types of the disks has been observed while the other conditions such as BH spin and incident angle remaining same. All our computations are performed at the Govorun supercomputer.

Чувствительность ближнего детектора ND280 эксперимента T2K к тяжёлым нейтрино в распадах заряженных каонов и пионов #13

Author:

Константин Горшанов

Co-author:

Александр Измайлов

В анализе изучаются тяжёлые нейтрино (N) в массовом диапазоне $m_N < 493 \text{ МэВ}/c^2$ [1,2]. Данные частицы могут рождаться в распадах заряженных каонов и пионов в нейтринном пучке эксперимента T2K и распадаться в ближнем детекторе ND280. В работе рассматриваются следующие моды рождения $M_{\pm} \rightarrow l_{\pm} N$ и распада тяжёлых нейтрино: $N \rightarrow l_{\pm} \alpha \pi^{\mp}$, $N \rightarrow l_{\pm} \alpha l^{-} \beta \nu(\bar{\nu})$, где $(M=K,\pi), (l,\alpha,\beta=e,\mu)$.

Распады тяжёлых нейтрино рассматриваются во времяпроекционных камерах (TPC) ближнего детектора ND280, чтобы уменьшить число фоновых событий от взаимодействий активных нейтрино. В текущем анализе используется новая статистика и применяется обновлённый метод реконструкции событий в TPC. За счёт распадов пионов в работе рассматривается более широкий по сравнению с [3] массовый диапазон, покрывая область $m_N < 140 \text{ МэВ}/c^2$.

В докладе приведены оценки эффективности отбора сигнальных событий, систематических и статистических погрешностей, числа фоновых событий, а также чувствительности эксперимента к элементам смешивания тяжёлых и активных нейтрино.

1. Asaka T. and Shaposhnikov M. "The MSM, dark matter and baryon asymmetry of the universe". *Physics Letters B*, 620, pp.17-26 (2005)
2. Antel C., et. al. "Feebly Interacting Particles: FIPs 2022 workshop report". arXiv.2305.01715, pp. 278-281
3. Abe K., et al. "Search for heavy neutrinos with the T2K near detector ND280". *Physical Review D*, 100.5 (2019): 052006

Реакции перезарядки в эксперименте BES на U-70 #14

Author:

Юрий Хохлов

Представлены результаты по изучению в эксперименте BES системы $\eta\pi^+\pi^-$ и других в зарядовообменных реакциях взаимодействия пионного пучка 29 ГэВ с ядерной мишенью.

Gluon nature of multiparticle production #15

Authors:

Elena Kokoulina, Andrei Kutov, Roman Shulyakovsky, Vasilij Riadovikov

Gluon dominance model is developed for description of multiparticle production in lepton, hadron and nucleon interactions at high energy. It is based on two stages. The first stage, quark-gluon cascade, is described in PT QCD as stochastic branching processes. For the second stage or hadronization is used phenomenological scheme. It is chosen from experimental data. The convolution of both stages allows us describing of multiplicity behavior in electron-positron annihilation, proton-proton interactions, proton-antiproton pure annihilation, the hadronic decay of heavy quarkoniums and values of parameters at both stages. The experimental results of Thermalization project are consistent with this model. The main conclusion received from these study it is an active role of gluons in multiparticle production.

Изучение процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ в диапазоне энергий 1.2--2.0 ГэВ с детектором КМД-3 #16

Author:

Варвара Романенко

Co-author:

Сергей Грибанов

В работе представлены предварительные результаты изучения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ с детектором КМД-3 в диапазоне энергий 1.2–2.0 ГэВ. Было выполнено измерение сечения процесса в механизме $\rho(770)\pi$, а также амплитудный анализ для нескольких энергетических точек. Работа представляет интерес в качестве изучения динамика процесса в модели векторной доминантности, уточнение ширины и масс векторных мезонов и получения парциальных сечений. В ходе работы сформулированы критерии отбора и проведена кинематическая реконструкция. В указанном диапазоне энергий, после наложения критериев отбора сигнальных событий, остается существенный вклад от фоновых процессов. В анализе учитывался вклад фонового процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$.

Процессы с рождением гравитино как частицы тёмной материи в стелс-суперсимметрии #17

Author:

Алина Нурышева

Работа посвящена исследованию стелс-суперсимметрии — сценария, в котором нарушение суперсимметрии происходит в скрытом секторе, а гравитино является легчайшей суперсимметричной частицей. Это приводит к характерному сигналу с малой MET, что позволяет модели избежать текущих ограничений LHC. В работе выполнен аналитический расчёт амплитуды распада синглета $S \rightarrow gg$ через фермионный портал, который является частью каскадного процесса с рождением гравитино.

Счетчик АШИФ с Кремниевыми ФЭУ для детектора СНД #18

Authors:

Ivan Ovtin, Robert Efremov

В текущий момент ведутся работы по модернизации пороговых аэрогелевых черенковских счетчиков, сделанных по методу АШИФ, для детектора СНД (ВЭПП-2000, ИЯФ СО РАН), с целью повышения качества идентификации частиц. Основная идея модернизации заключается в замене ФЭУ с МКП на более эффективные Кремниевые ФЭУ (КФЭУ или SiPM). Будут представлены результаты испытания прототипов счетчиков АШИФ с КФЭУ с показателями преломления $n=1.05$ и $n=1.12$ на тестовом пучке электронов в ИЯФ СО РАН. А также будут продемонстрированы результаты испытания тестового канала с электроникой КФЭУ и термостабилизацией внутри детектора СНД.

Исследование редкого распада $K^+ \rightarrow \pi^i \pi^i \pi^i g$ в экспериментах ОКА и NA62 #19

Author:

Артём Охотников

В данной работе представлено исследование редкого распада $K^+ \rightarrow \pi^i \pi^i \pi^i g$ в экспериментах ОКА (У-70, Протвино) и NA62 (SPS ЦЕРН).

Распад представляет определенный интерес для теории, в частности, для Киральной Пертурбативной теории (СНРТ). В наименьшем порядке СНРТ $O(p^2)$ этот распад полностью определяется безрадиационным распадом $K^+ \rightarrow \pi^i \pi^i$. Однако в следующем порядке требуется полный расчет нелептонных слабых амплитуд в

порядке $O(p^4)$. Такие расчеты были выполнены и интересно сравнить их с экспериментальными данными. До работ ОКА и NA62 экспериментальные данные были очень ограничены (одна работа со статистикой 7 (!) событий и энергией фотонов в с.ц.м каона ~ 5 МэВ). В представляемых данных статистика увеличена на порядки. Показан алгоритм отбора событий распада и подавления фоновых процессов. Проведен сравнительный анализ экспериментальных данных и результатов компьютерного моделирования распада методом Монте-Карло.

Получено значение относительной вероятности распада $K^+ \rightarrow \pi\pi\pi\gamma$, составившее $(6,30 \pm 0,06) \cdot 10^{-5}$ для NA62 и $(6,01 \pm 0,05) \cdot 10^{-5}$ для ОКА.

Кроме этого, впервые были измерены значения дифференциального брэнчинга процесса в диапазоне энергии гамма-кванта в системе покоя каона: $10 \text{ МэВ} < E_{*\gamma} < 70 \text{ МэВ}$.

Полученные значения находятся в хорошем согласии с теоретическими предсказаниями.

Монте-Карло исследование конверсии тепловых нейтронов и гамма-излучения в композитном сцинтилляторе #20

Author:

Илья Зимин

Co-authors:

Евгений Кузьмин, Владимир Малышев

В докладе представлены результаты исследования методом Монте-Карло предельных характеристик композитного сцинтиллятора для регистрации тепловых нейтронов. Целью исследований было определение этих характеристик композита при вариации параметров его структуры: размера зерен, концентрации стекла и полной толщины. В результате моделирования были определены: максимальная эффективность конверсии нейтронов, предельная толщина композита и минимальная достижимая γ -чувствительность. При фиксированной эффективности конверсии нейтронов равной 0,7 для композита толщиной 15 мм можно получить γ -чувствительность на уровне $\sim 7 \times 10^{-8}$, что на три порядка ниже, чем у гомогенного NE 912 толщиной 1 мм.

Вклад боксовских амплитуд взаимодействия с Z, W бозонами в сверхтонкую структуру мюония #21

Author:

Ksenia Seredina

Co-authors:

Fedor Martynenko, Alexei Martynenko

Исследуется вклад слабого взаимодействия в сверхтонкое расщепление основного состояния мюония. Построены амплитуды взаимодействия электрона и мюона двухквантового обмена типа бокс, которые определяются Z- и W-бозонами. Выполнен аналитический расчет этих однопетлевых амплитуд и получен вклад в сверхтонкую структуру.

Новый метод улучшения характеристик электромагнитного калориметра эксперимента SPD на NICA #22

Author:

Илья Зимин

Co-authors:

Юрий Кульчицкий, Эдуард Гиня, Владимир Баранов, Олег Гаврищук, Андрей Мальцев, Назим Гусейнов

Рассмотрен электромагнитный калориметр типа “шашлык”, создаваемый для эксперимента SPD на коллайдере NICA, со спектросмещающими волокнами имеющими небольшую длину затухания, приводящую к ухудшению энергетического разрешения и линейности отклика электромагнитного калориметра. Для улучшения энергетического разрешения и линейности электромагнитного калориметра был разработан новый метод, состоящий в упорядочении по убыванию световых сцинтилляционных пластин. Монте-Карло моделирование показало, что данный метод позволяет существенно улучшить характеристики калориметра: постоянный член энергетического разрешения снижается на 45%, а отклик становится линейным в диапазоне от 0,1 до 8 ГэВ. Предложенный метод является полезным при оптимизации конструкции электромагнитного калориметра с низкой стоимостью производства сцинтилляционных пластин.

Уровни энергии тетралептонов в квантовой электродинамике #23

Author:

Darya Pometko

Co-authors:

Alexei Martynenko, Fedor Martynenko, Alexey Eskin

Вычислены уровни энергии основных трехчастичных и четырехчастичных связанных состояний лептонов в квантовой электродинамике. Для расчета использован вариационный метод с гауссовскими базисными функциями. Учтена сверхтонкая структура спектра за счет парного спин-спинового взаимодействия лептонов.

Электромагнитный калориметр детектора КЕДР на основе жидкого криптона. #25

Author:

Сергей Пелеганчук

Представлены опыт эксплуатации и результаты работы 27-тонного жидкокриптонового электромагнитного калориметра эксперимента КЕДР на e^+e^- коллайдере VEPP-4M в 2004–2024 годах. Дано краткое описание конструкции, криогенной системы, считывающей электроники и триггера калориметра. Обсуждаются стабильность и другие аспекты работы калориметра. Подробно представлены физические характеристики калориметра (энергетическое и пространственное разрешение и т. д.), полученные в ходе экспериментов.

Многоцелевой детектор мюонов для исследования мюонной компоненты широких атмосферных ливней. #26

Author:

Ivan Troshin

Co-authors:

Egor Zadeba, Vladislav Vorobev, Roman NIKOLAENKO, Uruj ABROO, Diana GAZIZOVA

В НИЯУ МИФИ создан многоцелевой детектор мюонов (МДМ) с эффективной площадью 13.7 м².

Установка представляет собой слоистую структуру из горизонтальных плоскостей многопроволочных дрейфовых камер, сгруппированных в два модуля по две перпендикулярные плоскости дрейфовых камер. Слой поглотителя толщиной 210 мм расположен над верхним модулем камер и слой толщиной 105 мм расположен между модулями. Суммарная толщина поглотителя для вертикального направления составляет 315 мм. Такая конфигурация обеспечивает регистрацию и анализ как одиночных, так и многочастичных событий в диапазоне зенитных углов от 0° до 60°.

Детектор предназначен для исследования потока мюонов как автономно, так и совместно с другими установками экспериментального комплекса НЕВОД. Кроме того, МДМ может применяться как прецизионный прибор для оценки пространственной неоднородности отклика других детекторов заряженных частиц.

Проведено моделирование установки в программном пакете Geant4 версии 11.1.2. На модель запускались ШАЛ от первичного протона с энергией 10^{13} до 10^{18} эВ, сгенерированные программой CORSIKA версии 77410. Анализ показал, что параллельные треки, регистрируемые установкой, формируются преимущественно мюонами. Доля мюонов в выделенных группах составляет 98%. Полученные оценки указывают на возможность использовать МДМ для исследования локальной плотности мюонов в диапазоне углов от 0° до 60°.

PDF при малых x в непертурбативной области #27

Author:

Максим Некрасов

Функция распределения партонов-глюонов (PDF) при малых x в быстро движущемся протоне исследуется в усовершенствованной партонной модели, предусматривающей расщепление и слияние партонов. В области умеренно малых x получено степенное поведение партонной плотности $x f(x)$ с показателем степени пропорциональным логарифму вероятности расщепления партонов. Учет слияния партонов приводит к нелинейному уравнению для PDF. В области очень малых x обнаружено явление насыщения плотности партонов и получена модельная оценка ее значения в этом режиме. Результаты сравниваются с полученными ранее на основе анализа уравнений в логарифмических аппроксимациях пертурбативной КХД.

Барионная и лептонная асимметрия Вселенной в лево-правой модели слабого взаимодействия #28

Author:

Анатолий Серебров

Барионная и лептонная асимметрия Вселенной в лево-правой модели слабого взаимодействия

А.П. Серебров

Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия

serebrov_ap@npi_nrci.ru

1. В результате анализа последних наиболее точных экспериментальных данных распада нейтрона обнаружено, что имеется указание на существование примеси правого векторного бозона WR с углом смешивания с WL: $\zeta = -0.039 \pm 0.014$ и с отношением квадратов масс состояний W1 и W2: $\delta = 0.070 \pm 0.010$, т.е. $M(WR) = 304 \pm 24$ ГэВ.
2. Показано, что этот результат не противоречит экспериментам на коллайдерах по поиску гипотетического векторного бозона.
3. Показано, что возможно описание эффектов CP-нарушения в распадах нейтральных мезонов, используя параметры расширенной лево-правой модели: ζ и δ .
4. Рассмотрено формирование барионной и лептонной асимметрии Вселенной в рамках лево-правой модели слабого взаимодействия с CP-нарушением с параметрами ζ и δ .
5. Как показывают расчёты, при температуре космической плазмы выше 100 МэВ процесс осцилляций нейтральных мезонов подавляется разностью потенциалов слабого взаимодействия для частиц и античастиц, которая определяется асимметрией: $A = -2\zeta\delta$.
6. При этом подавляется процесс их взаимной аннигиляции мезонов, именно на этом этапе возникает лептонная асимметрия, т.к. из-за процесса CP-нарушения происходит преимущественный распад антимезонов.
7. На следующем этапе при температуре ниже 50 МэВ происходит аннигиляция оставшихся мезонов и антимезонов, увеличивая степень лептонной асимметрии.

Поиски Новой физики в эксперименте DANSS #29

Author:

Nataliya Skrobova

Детектор DANSS расположен вблизи энергетического реактора на Калининской АЭС (на расстояниях 10.9 – 12.9 м) и детектирует до 5000 антинейтринных событий в день.

В докладе будут приведены результаты на статистике почти 10 млн нейтринных событий.

Одна из главных задач эксперимента состоит в проверке гипотезы о существовании стерильного нейтрино.

DANSS исключает значительную часть области разрешённых параметров стерильного нейтрино: для некоторых значений Δm^2 исключение достигает значений $\sin^2 2\theta < 0.004$, что является лучшим в мире результатом. В докладе будут также обсуждаться результаты проверки теории Больших Дополнительных Измерений (Large Extra Dimensions, LED) в простейшем случае когда одно из них доминирует. В эксперименте DANSS исключается значительная часть пространства параметров LED (масса легчайшего нейтрино и размер дополнительного измерения), на которую имеются указания из анализа реакторной и галлиевой аномалии. Будут представлены новые результаты по поиску LED с учётом абсолютной скорости счёта антинейтринных событий.

Измерение отношения $|GE|/|GM|$ электрического и магнитного времениподобных формфакторов нейтрона на e+e- коллайдере ВЭПП-2000. #30

Author:

Sergey Serebnyakov

В эксперименте по изучению рождения нейтрон-антинейтронных пар на e+e- коллайдере ВЭПП-2000 измерялось отношение $|GE|/|GM|$ времениподобных электрического и магнитного формфакторов нейтрона.

Эксперимент проводился с детектором СНД в диапазоне энергии с.ц.м. 1890 – 2000 МэВ в 8 точках по энергии с интегральной светимостью 83 1/pb. Отношение $|GE|/|GM|$ определялось по анализу углового распределения рожденных антинейтронов по полярному углу. Измеренная величина $|GE|/|GM|$ в изучаемом интервале энергии находится между 1.0 и 1.5, среднее значение составляет 1.21 ± 0.13 .

Физика на LHC. Обзор результатов с ATLAS, CMS и LHCb #31

Author:

Александр Николаевич Никитенко

Будет сделан обзор недавних результатов, полученных в экспериментах ATLAS, CMS и LHCb на Большом Адронном Коллайдере. Будут представлены результаты полученные в Хиггсовском секторе, в поисках суперсимметрии, в В физике и в проверке QCD. Особое внимание будет уделено поискам Новой Физики в Хиггсовском секторе.

Использование эффекта Примакова при измерении различных характеристик лёгких мезонов в экспериментах Jlab #32

Authors:

Victor Tarasov, Владимир Матвеев

В настоящее время физика частиц переживает определённый ренессанс и эру прецизионных измерений. Этому способствуют новые комплексные установки, детекторы и современные методики, позволяющие измерять характеристики частиц с высокой точностью, а в следствии чего, подтверждать или опровергать существующие теории.

Эффект Примакова представляет из себя фоторождение мезонов в кулоновском поле ядра. Используя данный эффект и зная с высокой точностью энергию налетающего фотонного пучка экспериментатор имеет возможность прецизионно измерить сечения рождения легчайших из сильно взаимодействующих частиц, наблюдаемых в природе, пи-мезонов.

В докладе будет рассказано об экспериментах основанных на эффекте Примакова в лаборатории им. Т. Джефферсона осуществляемых на прецизионном фотонном пучке — PrimEx, PrimEx-eta, CPP/NPP.

Эксперименты PrimEx и PrimEx-eta состоят в измерении ширин распада пи0- и эта-мезона соответственно. Основная цель экспериментов CPP/NPP состоит в измерении поляризуемости заряженных и нейтральных пионов.

Результаты и статус эксперимента vGeN #33

Author:

Georgii Ignatov

Эксперимент vGeN нацелен на измерение упругого когерентного рассеяния нейтрино (УКРН) на ядре и поиск электромагнитных свойств нейтрино. Экспериментальная установка расположена в здании третьего энергоблока Калининской атомной электростанции на расстоянии 11 метров от центра активной зоны реактора. В качестве детектора используется кристалл из сверхчистого германия массой 1.41 кг с энергетическим порогом 0.29 кэВ. В докладе будут представлены результаты поиска УКРН, а также чувствительности и предварительные ограничения на магнитный момент и миллиард нейтрино. Кроме этого, будет представлен статус работ по модернизации установки и системы сбора данных, а также исследованию фона.

Измерение сечения процесса $e+e- \rightarrow \rho^0 \gamma$ в области энергий 1.08 - 2 ГэВ на детекторе СНД #34

Author:

Айдаш Ооржак

В эксперименте с детектором СНД на $e+e-$ коллайдере ВЭПП-2000 измерено сечение процесса $e+e- \rightarrow \rho^0 \gamma$ в области энергий в системе центра масс от 1080 до 2000 МэВ. Использовалась статистика, набранная в 2017-2024 годах, с интегральной светимостью 909 пбн⁻¹. Чтобы учесть вклады резонансов $\omega(1420), \rho(1450), \omega(1650), \rho(1700)$, сечение в модели векторной доминантности описывалось суммой двух эффективных резонансов с массами 1450 и 1700 МэВ. Результаты согласуются с предыдущими экспериментами, но имеют лучшую точность. На сегодняшний день это самое точное измерение сечения процесса $e+e- \rightarrow \rho^0 \gamma$ в области энергий от 1.08 до 2 ГэВ.

Релятивистские эффекты в тяжелых мезонах #35

Authors:

Иван Образцов, Александр Бондарь, Александр Мильштейн

В нашей работе мы применяем релятивистскую потенциальную модель для описания спектра и парциальных ширин радиационных переходов в мезонах, содержащих по крайней мере один тяжелый кварк (b или c). Хотя модель имеет небольшое количество параметров, достигнуто качественное согласие со всеми имеющимися экспериментальными данными, включая те, которые не могли быть объяснены в рамках предыдущих моделей. Это демонстрирует важность учета релятивистских эффектов. Замечательным свойством релятивистской потенциальной модели является то, что предсказания для масс мезонов и парциальных ширин радиационных переходов остаются конечными в пределе нулевой массы легкого кварка.

Измерение параметров осцилляций трех типов нейтрино в эксперименте NOvA #36

Author:

Людмила Колупаева

NOvA - эксперимент по изучению осцилляций трех типов нейтрино на длинной базе. В нем используется пучок NuMI мощностью в один мегаватт из Лаборатории им. Ферми (Fermilab, США), а также два идентичных за исключением размера жидкосцинтилляционных детектора-калориметра. Ближний детектор размещен непосредственно в Fermilab, тогда как дальний детектор массой 14 кт находится на расстоянии 810 км (Эш-Ривер, Миннесота). Оба детектора имеют высокую сегментацию, которая обеспечивает хорошее разрешение при идентификации событий. Главные физические задачи эксперимента достигаются путем измерения исчезновения мюонных (анти-)нейтрино и появления электронных (анти-)нейтрино как функции энергии. С их помощью NOvA измеряет разности квадратов масс нейтрино и параметры смешивания из матрицы PMNS.

В этом докладе будут представлены актуальные результаты эксперимента NOvA. Они получены на основе набора данных за 10 лет и включают обновленные измерения каналов осцилляций нейтрино и антинейтрино

The Cosmological Axion Sarov Haloscope (CASH) project: search for dark-matter axions, dark photons and high-frequency gravitational waves beyond the quantum limit. #37

Author:

Petr Satunin

Firmly established in astrophysical observations, dark matter evades direct detection in experiments. Axions and axion-like particles as well as dark photons are among the leading dark-matter candidates, and numerous attempts to detect them in laboratories have been performed. In Cosmological Axion Sarov Haloscope (CASH) project we propose to advance these efforts substantially, extending the sensitivity for dark-matter axions in the mass range (38–54) μeV down to the axion-photon couplings motivated by generic models of quantum chromodynamics axion. Single-photon detectors based on Josephson Junctions operating at ultra-low temperatures 20 mK which overcome the standard quantum limit are the key elements of the experiment. The projected sensitivity will be reached in one year of data taken with a magnetic field of (1–10) T, making CASH the most sensitive haloscope in this mass range. Additionally, CASH setup will be sensitive to high-frequency gravitational waves which can transfer to photons in a strong magnetic field.

Полная реконструкция V^* мезонов и измерение их масс #38

Author:

Sergey Polikarpov

С использованием данных, полученных в pp столкновениях в эксперименте CMS, впервые полностью реконструированы векторные состояния V мезонов в их распадах на основное состояние и фотон. Измеренные значения масс имеют точность на порядок превосходящую среднемировые значения.

Изоскалярное дибарионное состояние $d^*(2380)$: вчера, сегодня, завтра #39

Author:

Eugene Doroshkevich

Представлены экспериментальные результаты исследований дибариона $d^*(2380)$, в которых были определены квантовые числа и измерены сечения различных мод распада. Также в докладе обсуждается структура дибариона. В заключении отмечены перспективные направления исследований.

Торцевой калориметр детектора КМД-3 #41

Authors:

Ravel Akhmetshin, Ivan Dubrovin, Dmitry Grigoriev, Vassili Kazanin, Yury Yudin

Торцевой калориметр детектора КМД-3 состоит из 680 кристаллов BGO общим весом около 450 кг, собранных в две плотно упакованные матрицы, и располагается в торцах детектора внутри сверхпроводящего соленоида с полем 1,3 Т дополняя телесный угол калориметра детектора до 94% от 4π стерадиан. Длина кристаллов 150 мм соответствует 13,4 X_0 , а поперечный размер 25 мм близок к радиусу Мольтера 22 мм. В качестве фотоприемников используются кремниевые PIN фотодиоды с чувствительной областью 10x10 мм. Для минимизации шумов зарядочувствительные преусилители расположены внутри детектора непосредственно на кристаллах, а остальная электроника находится снаружи детектора. Для оперативной калибровки торцевого калориметра используются события прохождения космических частиц. Абсолютная калибровка калориметра проводится по событиям двухквантовой аннигиляции. В докладе приведены общее описание калориметра, его основные параметры и измеренные по событиям двухквантовой аннигиляции энергетическое и пространственное разрешения.

О возможности образования гигантских черных дыр в очень ранней вселенной #42

Author:

Виктор Березин

Co-author:

Вячеслав Докучаев

Предлагается модель рождения вселенной из ``ничего'', основанной на идее индуцированной гравитации А.Д.Сахарова. Рассматривается вариант рождения частиц скалярным полем.

Действие для материи в форме идеальной жидкости оказывается автоматически инвариантным относительно конформного преобразования Г.Вейля. Это, в частности, приводит к тому, что массы пылевидных частиц (с равным нулю давлением) линейно растут с ростом скалярного поля.

Если при рождении вселенной рождаются (помимо всего прочего) частицы пыли, то рост скалярного поля должен привести к появлению черных дыр (по аналогии с максимонами М.А.Маркова и планкеонами К.П.Станоюковича). Эти черные дыры, несомненно, также должны описываться гидродинамически как частицы пыли, поскольку взаимодействие между ними исключительно гравитационное. Следовательно, их массы также будут увеличиваться с ростом скалярного поля. Энергия для этого черпается из энергии скалярного поля, которое по самому своему построению скорее напоминает знаменитое С-поле (с "неправильным" знаком кинетического члена).

Одинокое и парное рождение возбужденного топ-кварка в адронных столкновениях #43

Authors:

Eduard Boos, Viacheslav Bunichev, Sergei Trykov

В работе исследуется феноменология возбужденного топ-кварка t^* со спином $1/2$ в рамках эффективного описания композитности фермионов. Взаимодействие со стандартным топ-кварком t и глюонным полем задается $SU(3)$ -инвариантным магнитным оператором размерности пять. Рассматриваются процессы одинокое и парное рождение возбужденного топ-кварка в протон-протонных столкновениях.

Показано, что парное рождение t^* в основном определяется минимальными калибровочными взаимодействиями и слабо зависит от масштаба композитности Λ , тогда как одинокое рождение существенно чувствительно к параметру масштаба и становится ведущим вкладом в естественном сценарии $\Lambda = m_{t^*}$.

Представлены вычисления полных сечений одинокое и парное рождение возбужденного топ-кварка с последующим распадом $t^* \rightarrow t g$ при энергиях протон-протонных коллайдеров $\sqrt{s} = 13, 14, 28$ и 100 TeV .

Обсуждаются области параметров, в которых одинокое рождение t^* представляет наибольший интерес для экспериментальных поисков проявлений композитной структуры фермионов третьего поколения.

Исследование процессов распадов J/ψ мезона в конечные состояния $\rho\eta$ и $\phi\eta$ #45

Author:

Dmitriy Kyshtymov

В работе представлены результаты измерения вероятностей распадов J/ψ мезона в конечные состояния $\rho\eta$ и $\phi\eta$. Измерения выполнены на основе данных, накопленных на детекторе КЕДР электрон-позитронного коллайдера ВЭПП-4М. Проанализированный объем данных соответствует интегральной светимости, в которой было произведено 4.93 миллиона событий J/ψ .

В рамках исследования канала $\rho\eta$ был проведён анализ динамики распада $J/\psi \rightarrow \pi^+\pi^-\eta$, где были обнаружены указания на вклад промежуточных состояний $\rho(1450)\eta$ и $a_2^\pm(1320)\pi^\mp$.

Полученные значения вероятностей распадов:

$$B(J/\psi \rightarrow \rho\eta) = (2.04 \pm 0.58 \pm 0.39) \times 10^{-4},$$

$$B(J/\psi \rightarrow \phi\eta) = (7.82 \pm 1.17 \pm 0.58) \times 10^{-4},$$

$$B(J/\psi \rightarrow \pi^+\pi^-\eta) = (4.73 \pm 0.49 \pm 1.17) \times 10^{-4},$$

$$B(J/\psi \rightarrow \rho(1450)\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\eta) < 1.32 \times 10^{-4} \text{ (на уровне достоверности 90\%)},$$

$$B(J/\psi \rightarrow a_2^\pm(1320)\pi^\mp) < 1.69 \times 10^{-3} \text{ (на уровне достоверности 90\%)},$$

где первая погрешность — статистическая, вторая — систематическая.

Все представленные результаты согласуются с данными предыдущих экспериментов.

Разработка системы сбора данных эксперимента SPD #46

Author:

Александр Бойков

Эксперимент Spin Physics Detector (SPD), создаваемый на коллайдере NICA в ОИЯИ (Дубна), направлен на исследование спиновой структуры нуклонов и спин-зависимых процессов в столкновениях протонов и дейтронов при энергиях до 27 ГэВ. Высокая интенсивность фона, большие скорости регистрации событий и сложные условия их отбора делают применение классической аппаратной триггерной системы неэффективным, что обусловило разработку системы сбора данных без аппаратного триггера (triggerless DAQ).

Система DAQ предназначена для считывания, передачи, синхронизации и управления данными всех подсистем детектора и обеспечивает потоковую предобработку информации для последующей работы онлайн-фильтра. Архитектура системы реализована как набор независимых цепочек считывания, синхронизируемых с помощью системы на основе White Rabbit. Такой подход обеспечивает простую масштабируемость системы от примерно 180 000 каналов на начальном этапе эксперимента до более чем 600 000 каналов в полной конфигурации, а также поддерживает проектируемую скорость передачи данных 20 Гбайт/с и выше.

В докладе представлены основные технические характеристики системы DAQ, включая цепочку считывания данных, систему сборки временных фрагментов (slice) от элементов детектора, а также систему точной временной синхронизации подсистем на основе технологии White Rabbit. Описаны процедуры обработки событий, подходы к управлению и мониторингу подсистем SPD.

Прецизионные исследования распада нейтрона, необходимость расширения Стандартной Модели и асимметрия Вселенной #47

Author:

Анатолий Серебров

Прецизионные исследования распада нейтрона,
необходимость расширения Стандартной Модели и асимметрия Вселенной
А.П. Серебров,

НИЦ КИ - Петербургский институт ядерной физики, 188300, Гатчина, Россия

1. В результате анализа последних наиболее точных экспериментальных данных распада нейтрона обнаружено, что имеется указание на необходимость расширения СМ введением примеси правого векторного бозона $W(R)$ с углом смешивания с $W(L)$: $\zeta = -0.039 \pm 0.014$ и с отношением квадратов масс состояний W_1 и W_2 : $\delta = 0.070 \pm 0.010$ т.е. $M(WR) = 304 \pm 24$ ГэВ.

2. Показано, что этот результат не противоречит экспериментам на коллайдерах по поиску гипотетического векторного бозона.

3. Показано, что возможно описание эффектов CP-нарушения в распадах нейтральных мезонов, используя параметры расширенной лево-правой модели: ζ и δ .

4. Рассмотрено формирование барионной и лептонной асимметрии Вселенной в рамках лево-правой модели слабого взаимодействия с CP-нарушением с параметрами ζ и δ .

5. Как показывают расчёты, при температуре космической плазмы выше 100 МэВ процесс осцилляций нейтральных мезонов подавляется разностью потенциалов слабого взаимодействия для частиц и античастиц, которая пропорциональна асимметрии $A = -2\zeta\delta$.

6. При этом подавляется процесс их взаимной аннигиляции мезонов, именно на этом этапе возникает лептонная асимметрия, т.к. из-за процесса CP-нарушения происходит преимущественный распад антимезонов.

7. На следующем этапе при температуре ниже 50 МэВ происходит аннигиляция оставшихся мезонов и антимезонов, увеличивая степень лептонной асимметрии.

Phys. Rev. D 112, 115012 (2025); arXiv: 2404.03440

Разработка метода получения ультрахолодных нейтронов на основе сверхтекучего гелия #48

Authors:

Анатолий Серебров, Виталий Лямкин, Алексей Фомин, Артем Коптюхов, Дмитрий Прудников, Григорий Бородинов, Павел Хазов, Алексей Сиротин, Сергей Иванов

Разработка метода получения ультрахолодных нейтронов на основе сверхтекучего гелия

А.П. Серебров, В.А. Лямкин, А.К. Фомин, А.О. Коптюхов, Д.В. Прудников, Г.О. Бородинов, П.А. Хазов, А.В. Сиротин, С.Н. Иванов

E-mail: [lyamkin_va@pnpi_nrcki.ru](mailto:lyamkin_va@pnpi.nrcki.ru)

Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия

Доклад посвящен созданию нового источника ультрахолодных нейтронов на основе сверхтекучего гелия для исследований в области физики фундаментальных взаимодействий на реакторе ПИК. Использование сверхтекучего гелия позволит достичь плотности УХН в камере источника 3400 см^{-3} , что на порядок превышает текущий уровень плотности УХН в источниках в мире.

Для источника разработан и внедрён весь комплекс технологий, позволяющих создавать источники УХН на основе сверхтекучего гелия: получение и поддержание сверхтекучего гелия при низкой температуре в условиях теплопритоков от реактора, разработка технологического комплекса для поддержания его рабочих параметров, изготовление нейтронопроводов УХН с высоким коэффициентом отражения нейтронов, разработка теплообменников для сверхнизких температур и получение изотопно-чистого гелия-4. Нейтроноводная система источник УХН рассчитана на установку до четырёх научных станций. На первом этапе эксплуатации источника планируется установка ЭДМ спектрометра с чувствительностью измерений $10^{(-27)}$ е·см/год и два эксперимента по измерению времени жизни нейтрона с точностью 0,1 сек - с гравитационной и магнитной ловушками

Мобильный мюонный годоскоп для мюонографии крупномасштабных объектов #49

Author:

Максим Целиненко

Co-authors:

Константин Компаниец, Никита Пасюк, Anatoly Petrukhin, Леонид Снытко, Виктор Шутенко, Igor Yashin
Мобильный мюонный годоскоп для мюонографии крупномасштабных объектов

Авторы: М. Ю. Целиненко, К. Г. Компаниец, Н. А. Пасюк, А. А. Петрухин, Л. М. Снытко, В. В. Шутенко, И. И. Яшин

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

Секция - Детекторы, методика эксперимента.

Тип доклада - Устный.

В докладе представлен разработанный и созданный в НОЦ НЕВОД (НИЯУ МИФИ) мобильный мюонный годоскоп (ММГ), предназначенный для исследования различных объектов природного и искусственного происхождения. Возможности мюонографии крупномасштабных объектов и особенности регистрирующих систем мюонных годоскопов, созданных в НИЯУ МИФИ для этих целей, были продемонстрированы во время экспериментов по дистанционному изучению структуры энергоблока Калининской АЭС [1, 2]. Для мюонографии скрытых объектов, расположенных в труднодоступных местах, был разработан и создан ММГ, состоящий из шести однопроекционных регистрирующих плоскостей на основе сцинтилляционных стрипов ($100 \times 1 \times 0.7$ см³) с оптоволоконным съёмом информации на кремниевые фотоумножители. В докладе обсуждаются конструкция годоскопа, особенности многоканальной системы регистрации, сбора и обработки данных, а также результаты тестирования детектирующих элементов на специализированных стендах, однопроекционных координатных плоскостей в потоке мюонов с известными параметрами треков, выделяемых прецизионным мюонным годоскопом УРАГАН.

Список литературы

[1] Yashin I.I., Davidenko N.N., Dovgopoly A.O. et al. Muon Tomography of Large-Scale Objects. Phys. Atom. Nuclei 84, 1171–1181 (2021). <https://doi.org/10.1134/S1063778821130421>

[2] Pasyuk N.A., Alyev R.R., Davidenko N.N. et al. Diagnostics of the Structure of a Nuclear Power Plant Unit Using Muonography. Phys. Atom. Nuclei 88, 179–193 (2025). <https://doi.org/10.1134/S1063778825700243>

Статус эксперимента Baikal-GVD #50

Author:

Zhan-Arys Dzhilkibaev

В настоящее время Baikal-GVD является одним из двух наиболее крупных нейтринных телескопов в мире. Модульная (кластерная) структура телескопа позволили вести исследования природных потоков нейтрино уже на ранней стадии его развертывания. Первый кластер телескопа был запущен в эксплуатацию в 2016 году. В настоящее время телескоп включает в себя 14 кластеров содержащих более чем 4000 оптических модулей. В данной работе представлен статус телескопа, приводятся наиболее важные результаты полученные за период с 2016 по 2024 годы и обсуждаются перспективы дальнейшего развития Байкальского нейтринного проекта.

Калибровка спектрометра Колец Черенковского излучения по физическим событиям на установке ФОДС ускорительного комплекса У-70 #52

Author:

М.Ю. Боголюбский

Co-authors:

В.В. Скворцов, Д.И. Паталаха, А.А. Минаенко, Н.В. Кулагин, А.Н. Криницын, А.А. Иванилов, Д.К. Елумахов, А.А. Волков

Проведена 4-х этапная калибровка Спектрометра Колец Черенковского излучения (СКОЧ) по физическим событиям. Использовались данные рА-взаимодействий при импульсе пучка 50 ГэВ/с. При последовательном улучшении на каждом этапе разрешения по массе достигается чистое разделение в отбираемых калибровочной процедурой событиях заряженных π^- , K^- мезонов и протонов в выбранном интервале их импульсов (6-15) ГэВ/с. Реализованный метод построен на анализе больших данных с помощью квадратичного функционала, зависящего от множества переменных, в число которых входят набор временных сигналов СКОЧ, геометрические параметры траектории частицы и ее импульс, координаты ее попадания на основание конического отражателя света, ориентация сработавших каналов СКОЧ относительно друг друга и относительно трека частицы.

Измерение сечения $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ вблизи $\phi(1020)$ резонанса на детекторе СНД #53

Author:

Kirill Sungurov

В данной работе представлены результаты измерения сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ в диапазоне энергий в системе центра масс от 980 МэВ до 1060 МэВ на детекторе СНД. Измерение проводилось в режиме распада $\eta \rightarrow 2\gamma$. В работе использовались данные набранные в 2018 и 2024 годах с суммарной интегральной светимостью 73 пб⁻¹, что превосходит используемую в предыдущих измерениях статистику более чем в 7 раз. Измеренное сечение имеет наилучшую точность на данный момент. Из аппроксимации сечения получено значение произведения вероятностей распада $B(\phi \rightarrow e^+e^-)B(\phi \rightarrow \eta\gamma)$.

Изучение распада B^+ в протон-антипротонную пару и K^+ (π^+) на детекторах Belle и Belle II #54

Author:

Кристина Гудкова

Целью данной работы является изучение трехчастичных распадов $B^+ \rightarrow p\bar{p}K^+$ и $B^+ \rightarrow p\bar{p}\pi^+$. Особенностью спектра инвариантной массы пары $p\bar{p}$ этих процессов является усиление вблизи порога рождения. Для исследования распадов планируется использовать данные, полученные в экспериментах Belle и Belle II (общая интегральная светимость ~ 1 аб⁻¹). Для определения критериев отбора и эффективностей регистрации использовалось сигнальное моделирование Монте-Карло с применением процедуры оптимизации. Планируется измерение относительных вероятностей распадов в зависимости от инвариантной массы пары протон-антипротон. Была проведена проверка возможности данного измерения на инклюзивном Монте-Карло моделировании. Полученные результаты могут быть полезны для проверки гипотез о природе предпорогового усиления.

Разработка детектора прямого счета фотонов SciCODE с энергетическим разрешением #55

Author:

Vsevolod Burdin

Co-authors:

Vladimir Aulchenko, Anastasia Glushak, Vladimir Zhulanov, Svetlana Ivanenko, Vasily Kudryavtsev, Vitaly Titov, Lev Shekhtman, Maria Yartseva

В ИЯФ СО РАН ведется разработка детектора прямого счета фотонов SciCODE с энергетическим разрешением. Детектор предназначен для исследований на станции 1-3 “Быстропротекающие процессы”, секции “Плазма”, “ЦКП СКИФ”.

Детектор регистрирует синхротронное излучение с помощью кремниевого сенсора. Каждый канал сенсора соединен с интегральной микросхемой SciCODE64C, разработанной в ИЯФ СО РАН. Микросхема имеет 64 входных канала, каждый из которых включает зарядо-чувствительный предусилитель (ЗЧУ), формирующий усилитель, четыре компаратора с настраиваемыми порогами, четыре 8-битных счетчика, и элементы управляющей логики. Реализация четырех компараторов обеспечивает возможность отдельной регистрации фотонов в четырех диапазонах по энергии.

В настоящее время собрана первая версия детектора. Она имеет 512 каналов с шагом 100 мкм. В финальной версии будет 1024 канала с шагом 50 мкм.

Для микросхем SciCODE64C измерены характеристики аналоговой части канала регистрации, а также счетные характеристики канала в целом.

Результаты измерений параметров канала регистрации: длительность импульса на полувысоте составляет 110 ± 5 нс; коэффициент преобразования в режиме максимального усиления равен 290 ± 10 мВ/фКл, в режиме минимального усиления — 91 ± 3 мВ/фКл, эквивалентный шумовой заряд составил 263 ± 6 е⁻ для неподключенных каналов и 410 ± 8 е⁻ для каналов, подключенных к кремниевому сенсору.

Выполнены первые испытания детектора на пучке синхротронного излучения. Получена зависимость

эффективности регистрации фотонов от установленного порога дискриминации. Проведена предварительная оценка пространственного разрешения системы.

Наблюдательные проявления аккреционных дисков в гибридной метрической-Палатини гравитации #56

Authors:

Полина Дядина, Никита Авдеев

В данной работе обсуждаются изображения аккреционных дисков вокруг статических сферически-симметричных черных дыр в гибридной метрической-Палатини гравитации. В работе рассмотрены различные конфигурации скалярного поля, как с потенциалом типа Хиггса, так и случаи без потенциала. Для построения изображений используются полуаналитические методы трассировки лучей в искривленном пространстве-времени. Полученные изображения, включая карты красного смещения и интенсивности, анализируются. Результаты показывают, что параметры скалярного поля играют значительную роль в формировании как прямых, так и вторичных изображений диска, в то время как угол наклона в первую очередь влияет на асимметрию и распределение яркости. В частности, конфигурации с экстремальными значениями скалярного поля приводят к более холодному и тусклому диску по сравнению с общей теорией относительности. Кроме того, структура и угловой размер вторичного кольца демонстрируют заметные отклонения от ОТО, что может служить потенциальным наблюдательным признаком. Сопоставляя результаты для гибридной метрической-Палатини гравитации и ОТО, мы заключаем, что будущие наблюдения теней чёрных дыр с высоким разрешением могут позволить различать эти модели и накладывать ограничения на параметры соответствующего скалярного поля.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕИЗЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК СМЕСТИТЕЛЯ СПЕКТРА ТЕТРАФЕНИЛБУТАДИЕНА. #57

Author:

Тимофей Михеев

Михеев Тимофей Сергеевич, НГТУ, ФТФ, магистратура, 2 курс, группа ФТ-41М, miheev.tim@mail.ru . Краткая аннотация к работе:

В Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера ведется разработка прототипа детектора темной материи на основе жидкого аргона. Для регистрации сцинтилляций жидкого аргона, которые в основном происходят в области вакуумного ультрафиолета (128 нм), требуется эффективно конвертировать излучение в видимый диапазон, где фотодетекторы имеют высокую чувствительность. Для этих целей используют органические сместители спектра. По совокупности характеристик наиболее подходящим является органическое соединение 1,1,4,4- тетрафенил -1,3-бутадиен (ТФБ). Однако несколько научных групп указывают на наличие эффектов старения ТФБ, т.е. снижения эффективности переизлучения со временем. В данной работе были напылены пленки ТФБ методом вакуумного осаждения, измерена эффективность переизлучения пленок, рассмотрены эффекты старения пленок, а также исследована структура поверхности ТФБ при помощи оптического и электронного микроскопа.

Научный руководитель: Олейников Владислав Петрович – научный сотрудник, кандидат физико-математических наук.

Вклад слабого взаимодействия в сверхтонкую структуру мюония #58

Author:

Fedor Martynenko

Co-authors:

Ksenia Seredina, Alexei Martynenko

Исследуется вклад слабого взаимодействия в сверхтонкое расщепление основного состояния мюония. Выполнен расчет амплитуд одноквантового и двухквантового обмена Z - и W -бозонами. Вычислены однопетлевые поправки в пропагаторах фотона и Z -бозона и их вклад в сверхтонкую структуру спектра.

Глубокая модернизация детектора ДАНСС для улучшения энергетического разрешения #59

Author:

Дмитрий Свирида

Почти за десять лет непрерывной работы детектор ДАНСС зарегистрировал более 10 млн реакторных антинейтрино и завершает набор статистики в феврале 2026 года для проведения существенной модернизации. Тогда как набранный материал превосходит по объему любой из остальных нейтринных

экспериментов в мире, и отличается исключительно низким вкладом космического фона менее 2%, умеренное энергетическое разрешение ограничивает чувствительность эксперимента в поисках Новой физики, либо в установлении границ ее исключения. Модернизация нацелена на существенное, более чем в два раза, улучшение энергетического разрешения при одновременном увеличении чувствительного объема приблизительно на 70%. Доклад затронет подробности изготовления и тестирования новых сцинтилляционных детекторов чувствительного объема, планируемые изменения в системе сбора данных, проектируемые энергетическое и пространственное разрешение по результатам моделирования, а также статус и предполагаемые сроки выполнения работ по модернизации.

Детектор Спиновой Физики (SPD) на Коллайдере NICA: Статус и Перспективы #60

Author:

Виктор / Victor Кум / Kim

Детектор спиновой физики (Spin Physics Detector - SPD) — это универсальный детектор на коллайдере NICA, вводимый в эксплуатацию в ОИЯИ, Дубна. SPD предназначен для изучения спиновой структуры протона и дейтрона, а также других явлений, связанных со спином, используя уникальную возможность работы с поляризованными пучками протонов и дейтронов при энергии столкновения до 27 ГэВ и светимости до $10^{32} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Основная цель эксперимента - изучение функций распределения с поперечным импульсом глюонов (TMD PDF) в протоне и дейтроне, функции распределения поперечности глюонов, а также тензорные функции распределения глюонов в дейтроне, посредством измерений одинарных и двойных спиновых асимметрий с использованием различных дополняющих способов исследований, таких как образование чармония и открытого очарования, процессы рождения прямых фотонов. Будут изучаться и другие поляризованные и неполяризованные физические явления, особенно на первом этапе работы NICA с пониженной светимостью и энергией столкновений протонных и ионных пучков. Будет представлена физическая программа и дизайн установки SPD.

Событие сверхвысокой энергии KM3-230213A как космогенное нейтрино #61

Author:

Mikhail Kuznetsov

В феврале 2025 года нейтринная обсерватория KM3NeT объявила о наблюдении сверхмощного события KM3-230213A, которое соответствует регистрации космического нейтрино с энергией 220 ПэВ. Однако, проблемой является то, что подобные нейтрино не были зарегистрированы экспериментами IceCube, Baikal-GVD и Auger, имеющими намного большую экспозицию чем KM3NeT. Космические лучи ультравысоких энергий (КЛУВЭ) при взаимодействии с космическими фоновыми излучениями могут производить подобные нейтрино, называемые космогенными. В докладе я рассмотрю различные модели потока КЛУВЭ и следующие из них предсказания потока космогенных нейтрино и обсужу какие из этих моделей выглядят более правдоподобными в свете наблюдения события KM3-230213A и отсутствия аналогичных наблюдений в других нейтринных экспериментах.

Call for Abstracts

Dilepton production at CMS LHC: inverse gluon and photon emission vs the Drell-Yan process and photon fusion #62

Author:

Vladimir Zykunov

Inverse gluon and photon emission in the dilepton production process in hadron collisions for Large Hadron Collider (LHC) experimental program are estimated in details. Numerical analysis of inverse emission effects to observable quantities (cross sections and forward-backward asymmetry) is performed in a wide kinematical region including the CMS LHC experiment in Run3/HL regime which corresponds to ultra-high energies and dilepton invariant masses. Effective technics for analysis of different radiative contributions influence on forward-backward asymmetry using additive relative corrections is suggested.

Разработка кремниевого микрополоскового детектора DIMEX-Si для изучения быстропротекающих процессов на пучке СИ. #63

Authors:

Lev Shekhtman, Владимир Аульченко, Всеволод Бурдин, Анастасия Глушак, Артем Жариков, Владимир Жуланов, Василий Кудрявцев, Виталий Титов, Мария Ярцева

В Институте ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН разрабатывается уникальный детектор DIMEX-Si для динамической радиографии быстропротекающих процессов на пучке синхротронного излучения (СИ). Детектор предполагается установить на станции 1-3 «Быстропротекающие процессы» ЦКП СКИФ. Детектор DIMEX-Si регистрирует сигнал от потока фотонов от каждой вспышки СИ, генерируемой сгустками электронов в вигглере станции. При этом сигналы от последующих сгустков не смешиваются. Поглощение фотонов СИ происходит в кремниевом микрополосковом сенсоре толщиной 320 мкм, расположенном под углом 4 градуса к плоскости пучка СИ для увеличения квантовой эффективности. Средняя энергия фотонов СИ в прямом пучке из вигглера равна примерно 30 кэВ. Сгустки электронов в кольце СКИФ будут следовать через ~50 нс (спецрежим для станции 1-3). Модуль регистрации детектора содержит 1024 канала, расположенных с шагом 50 мкм. Рабочая апертура модуля равна 51 мм. В финальном варианте детектора будет два модуля регистрации, расположенных рядом в едином корпусе. Каждая полоска кремниевого микрополоскового сенсора присоединена ко входу канала регистрации реализованного на базе двух безкорпусных специализированных интегральных микросхем (СИМС), СИМС резистивных делителей RES64 и СИМС регистрации DMXS64. СИМС RES64 имеет 64 канала, каждый из которых содержит резистивный делитель, делящий входной ток в 200 раз. Это необходимо, поскольку импульс тока от вспышки СИ может достигать в пике сотен миллиампер, и такой ток нельзя допускать на вход СИМС регистрации. Каналы СИМС RES64 расположены с шагом 70 мкм. Выход каждого канала присоединен ко входу СИМС регистрации DMXS64. СИМС DMXS64 интегрирует входной ток за время вспышки (~10 нс) и записывает выходной сигнал интегратора в емкость ячейки аналоговой памяти. Всего в каждом канале регистрации имеется 100 ячеек памяти. После окончания записи в 100 ячеек, цикл работы останавливается и данные из всех ячеек памяти всех каналов регистрации последовательно вычитываются, оцифровываются и посылаются в управляющий компьютер. Для управления работой детектора и проведения эксперимента был разработан специализированный блок синхронизации, который принимает сигналы от управляющей системы кольца СКИФ (однооборотный синхроимпульс и частота ВЧ), сигнал от быстрого затвора, открывающего пучок СИ на ~100 мкс, а также сигнал о прохождении фронта детонации по заряду в экспериментальной сборке. Согласно загруженной программе блок синхронизации формирует сигнал инициации детонационного процесса в экспериментальной сборке и сигнал запуска детектора в нужный момент относительно всех вышеперечисленных событий. В докладе будут приведены предварительные результаты испытаний первого полноформатного модуля регистрации на пучке СИ на канале 0 Вэпп-3.

Измерение сечения $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ с детектором СНД на ускорительном комплексе ВЭПП-2000 #64

Author:

Andrey Kupich

Одним из самых перспективных направлений поиска новой физики является сравнение значения аномального магнитного момента мюона, предсказанного в рамках Стандартной Модели ($a_{SM\mu}$), с полученным экспериментально ($a_{ex\mu}$). В настоящий момент неопределенность $a_{SM\mu}$ многократно превышает ошибку измерения $a_{ex\mu}$. Данное обстоятельство в первую очередь связано с относительно большой ($\approx 0.5\%$) неопределённостью вклада адронов в поляризацию вакуума ($a_{had\mu}$).

Измерение сечений процессов e^+e^- -аннигиляции и вероятностей распада τ в адроны, а также решёточные вычисления в рамках КХД являются единственными доступными на данный момент методами оценки полного вклада кварковых петель в пропагатор фотона. При этом значение $a_{had\mu}$, полученное из сечений адронных процессов, в настоящий момент не используется при определении итогового $a_{SM\mu}$, по причине противоречий между результатами различных измерений сечений процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ (чей вклад в $a_{had\mu}$ является решающим). Сечение данного процесса измерялось с точностью лучше 1% в экспериментах на KLOE и BABAR методом ISR, а также методом прямого сканирования на детекторах СНД, КМД-2 и КМД-3 на ускорительных комплексах ВЭПП-2М и ВЭПП-2000. Разнообразие опубликованных результатов не уступает разнообразию самих работ по анализу $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$: данные КМД-2 и СНД (опубликованные в 2021 г.) не противоречат данным BABAR, в то время как значения сечений $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ у KLOE существенно меньше чем у BABAR, а данные КМД-3 наоборот дают $a_{had\mu}$ превышающее значения BABAR и КМД-2 (в тоже время очень близкое к результатам вычислений на решётках).

Результат нового измерения сечения $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ СНД основан на существенно большей статистике (по сравнению с последней публикацией). Также были существенно улучшены алгоритмы реконструкции и моделирования, в последнем теперь используется более точный генератор первичных частиц: BABAYAGA-NLO. Увеличение используемой в анализе статистики позволило более детально изучить систематические ошибки и точнее определить поправки к эффективности (в особенности поправки от условия на полное энерговыделение частиц и эффектов потери пионов в веществе перед трековой системой). Новый результат не противоречит данным КМД-3 и в среднем на 3% выше ранее опубликованных значений. Переобработка

старых данных дала значения сечений близкие к результатам нового анализа. Вследствие чего, противоречие между новым и старым измерениями разрешается в пользу первого.

Экспериментальные поиски солнечных аксионов #65

Author:

Alexander Derbin

Аксионы решают проблему отсутствия CP-нарушения в сильных взаимодействиях и являются хорошо мотивированными кандидатами на роль частиц темной материи. Звезды должны быть мощными источниками аксионов. Интенсивные потоки аксионов могут рождаться в Солнце в целом ряде процессов. Ожидаемый энергетический спектр солнечных аксионов, подобно спектру солнечных нейтрино, содержит как непрерывную часть, так и монохроматические линии. Непрерывный спектр имеют аксионы, которые возникают при конверсии фотонов в электромагнитном поле плазмы, а также аксионы, рождающиеся как тормозное излучение, в комптоновских и атомных процессах. Монохроматические аксионы испускаются в ядерных реакциях pp-цепочки и CNO-цикла, а также в магнитных переходах в ядрах, низколежащие уровни которых возбуждаются за счет высокой температуры в центре Солнца.

Регистрация аксионов основана на эффективных константах связи аксионов с фотонами, электронами и нуклонами. В докладе приводятся ожидаемые потоки и спектры солнечных аксионов, базисные реакции рождения и регистрации аксионов, представлены основные результаты поиска аксионов и аксионоподобных частиц. Более подробно обсуждаются эксперименты по поиску конверсии аксионов в фотоны в лабораторном магнитном поле, по обнаружению резонансного поглощения солнечных аксионов атомными ядрами и аксиоэлектрического эффекта в атомах, выполненные в ПИЯФ, в Гран-Сассо, БНО ИЯИ и других лабораториях.

Применение методов обучения глубоких нейронных сетей для выделения процесса образования бозона Хиггса совместно с одиночным топ-кварком в протон-протонных столкновениях при $s\sqrt{=13.6}$ ТэВ #66

Author:

Рустам Азимзаде

Co-authors:

Назим Гусейнов, Игорь Бойко, Владимир Любушкин

Процесс рождения бозона Хиггса совместно с одиночным топ-кварком (tH) представляет значительный интерес для изучения юкавского взаимодействия топ-кварка с полем Хиггса. Данный канал обладает прямой чувствительностью к относительной фазе вкладов в амплитуду от вершин tH и WWH, что открывает возможности для исследования эффектов CP-нарушения в секторе Хиггса. Однако экспериментальное обнаружение этого канала существенно затруднено чрезвычайно малым сечением процесса и наличием ряда преобладающих фоновых процессов со схожей топологией конечных состояний.

В данной работе представлен метод повышения чувствительности к рассматриваемому процессу (tH) (далее - сигнальный процесс), основанный на применении методов глубокого обучения. Анализ выполнен с использованием событий протон-протонных столкновений, смоделированных методом Монте-Карло при энергии в системе центра масс 13.6 ТэВ. Выборка включает сигнальный процесс (tH), смоделированный в приближении следующего за ведущим порядка (NLO) теории возмущений. В этом же порядке смоделированы два основных фоновых процесса: $t\bar{t}$ и $t\bar{t}H$. При этом оставшиеся фоновые вклады - $t\bar{t}b\bar{b}$, $tZbq$, $t\bar{t}Z$ и $t\bar{t}W$ - были получены в ведущем порядке (LO). Итоговая обучающая выборка формировалась с учётом характерной кинематики конечных состояний, содержащих заряженный лептон, три или четыре b-струи и переднюю струю.

Путём оптимизации гиперпараметров была определена оптимальная архитектура нейронной сети, которая применялась к набору слабо коррелированных кинематических переменных. При обучении модели учитывались различия в ожидаемой статистике событий сигнальных и фоновых процессов посредством введения весов событий. Дополнительное повышение точности классификации достигается за счёт предварительной обработки переменных, подаваемых в нейронную сеть.

Для выбора архитектуры нейронной сети, обладающей наиболее надёжной обобщающей способностью, была проведена оценка устойчивости обучения для нескольких архитектур с наилучшей точностью. Полученные результаты демонстрируют заметное улучшение разделения сигнала и фона по сравнению с традиционным методом наложения предельных условий и указывают на возможность достижения более высокой ожидаемой статистической значимости сигнального процесса. Текущее значение точности классификации составляет ROC-AUC=0.87.

Первый анализ взаимодействий мюонных нейтрино в модернизированном ближнем детекторе ND280 эксперимента T2K #67

Authors:

Дарья Федорова, Александр Измайлов

Токай-то-Камиока (T2K) - это ускорительный эксперимент с длинной базой по изучению осцилляций нейтрино. Задачами эксперимента являются высокоточное измерение параметров осцилляций и поиск нарушения CP-симметрии в лептонном секторе с использованием интенсивного пучка мюонных нейтрино и антинейтрино. В состав T2K входят ускорительный комплекс J-PARC, ближний нейтринный детектор ND280 и дальний водный черенковский детектор Super-Kamiokande. Использование данных ND280 необходимо для определения параметров сечений нейтринных взаимодействий и исходного потока нейтрино. Использование этих данных позволяют значительно снизить систематические неопределенности и, тем самым, повысить точность осцилляционного анализа. В 2024 году была завершена модернизация ближнего детектора ND280Upgrade. Основой обновления является SuperFGD — высокосегментированный детектор, окружённый время-проекционными камерами и детекторами времени пролёта. Цель: расширение исследуемого фазового пространства продуктов реакций, снижения порога регистрации, увеличение точности временных измерений. В данной работе представлен первый анализ взаимодействий мюонных нейтрино в детекторе SuperFGD. Полученные результаты формируют фундамент для будущего использования ND280Upgrade в осцилляционном анализе T2K. Это позволит не только повысить общую точность эксперимента T2K, но и заложить основу для эксперимента следующего поколения на пучке J-PARC — Hyper-Kamiokande.

Перспективы поиска новых легких частиц на проекте TiMoFeu. #68

Author:

Сергей Демидов

Co-authors:

Екатерина Крюкова, Dmitry Kalashnikov, Dmitry Gorbunov, Yury Kudenko, Alexander Feschenko, Леонид Владимирович Кравчук, Александр Измайлов, Yury Senichev, Никита Машин

В докладе будет представлена физическая программа поиска новой физики в эксперименте недавно предложенного проекта TiMoFeu на базе Московской мезонной фабрики (ИЯИ РАН). Проект предполагает использование высокоинтенсивного протонного пучка с энергией 423 (1300) МэВ на своем первом (втором) этапе. Будут обсуждаться возможности проекта к детектированию сигнала от новых легких долгоживущих частиц, образующихся в результате столкновений протонного пучка с мишенью.

GEANT4-моделирование экспериментальной установки "Монумент". Подготовка к измерениям 2026 года.. #69

Authors:

Артём Быстряков, Сергей Васильев, Дания Зинатулина

Эксперимент «Монумент» — это проект, который направлен на проведение экспериментальных измерений мюонного захвата на дочерних по отношению к кандидатам на 2β -распад ядер. Данные измерения важны для проверки точности теоретических расчетов ядерных матричных элементов.

В настоящее время существует ряд фундаментальных задач в физике, одной из которых является определение природы нейтрино. Наиболее эффективным для этого считается процесс безнейтринного двойного бета-распада ядер, так как он возможен только в том случае, если нейтрино имеет ненулевую массу и, если оно идентично своей античастице. Известно, что на скорость протекания реакции $0\nu 2\beta$ распада влияет не только масса нейтрино, но и величина ядерного матричного элемента. Для исследования этих важных процессов двойного бета-распада подходит обычный мюонный захват.

Важным в таких экспериментах, как «Монумент», является выбор соответствующих мишеней, а также их моделирование при помощи GEANT4. Исследование прохождения мюонов через вещество, а также процессов, протекающих в результате мюонного захвата. В связи с высокой стоимостью обогащенных стабильных изотопов подбор оптимальной толщины мишени в таких экспериментах имеет большое значение, а также понимание оптимальной геометрии для повышения эффективности измерительной установки.

Нелинейные эффекты при комптоновском рассеянии электрона в когерентном поле лазерной волны и её второй гармоники. #70

Author:

Дмитрий Иванов

Обратное комптоновское рассеяние электронного пучка в лазерном поле широко используется для получения фотонов высоких энергий. С увеличением интенсивности лазерного поля (в нелинейном режиме) в спектрах конечных фотонов проявляются высшие гармоники, связанные с когерентным поглощением более чем одного кванта лазерного поля.

В данной работе получены спектры фотонов для рассеяния электрона в произвольном сильном, двухмодовом поле $A=A_{\omega}+A_{2\omega}$. A – когерентная суперпозиция однонаправленного циркулярно поляризованного излучения мод с частотами ω и 2ω . Такая конфигурация лазерного поля допускает интерференцию комптоновских амплитуд связанных с подпроцессами поглощения различного числа квантов для мод A_{ω} и $A_{2\omega}$.

Новым нелинейным эффектом для комптоновского рассеяния на циркулярно поляризованном двухмодовом поле $A=A_{\omega}+A_{2\omega}$ по сравнению с классическим случаем одной моды $A=A_{\omega}$ является возникающая зависимость выхода комптоновских фотонов от азимутального угла.

Интересный результат для спектра фотонов возникает в области параметров, когда важна интерференция процессов с поглощением одного кванта моды $A_{2\omega}$ и двух квантов моды A_{ω} .

При определенном соотношении между амплитудами мод A_{ω} и $A_{2\omega}$ и при определенном азимутальном угле вылета фотона, деструктивная интерференция подпроцессов с поглощением одного кванта моды $A_{2\omega}$ и двух квантов моды A_{ω} приводит к почти полному сокращению выхода второй гармоники. Исключение составляет узкая кинематическая область вблизи порога второй гармоники, где это сокращение невозможно, поскольку амплитуда подпроцесса с поглощением двух квантов моды A_{ω} на пороге обращается в ноль вследствие закона сохранения момента импульса. В результате в комптоновском спектре фотонов возникает изолированный, узкий пик вблизи порога второй гармоники.

Эффективная кварковая модель с конфайнментом. #72

Author:

Andrei Radzhabov

В рамках нелокальной киральной кварковой модели рассмотрена схема эффективного учёта конфайнмента. Для этого предложено модифицировать интегральное представление пропагатора в параметрическом виде, полученное после обратного преобразования Лапласа. В простейшей форме это сводится к введению обрезания на верхнем пределе интегрирования по параметру, что в импульсном представлении реализуется как вычитание полюсов. Для моделирования фазового перехода конфайнмент-деконфайнмент при конечной температуре предлагается двухфазовая структура. В фазе конфайнмента пропагатор кварка не имеет полюсных сингулярностей, тогда как в фазе деконфайнмента присутствует один кварковый полюс. На основе построенной модели проведена оценка масс пиона и скалярного мезона при конечной температуре.

Кулоновское взаимодействие в импульсном пространстве для ядерных реакций с кластерным представлением #73

Author:

Mikhail Egorov

Оценка вкладов кулоновского взаимодействия в низкоэнергетических ядерных реакциях, структуре экзотических мезон-ядерных систем представляет известную проблему, которая решается, как правило, экранированием кулоновского взаимодействия в координатном пространстве. В докладе представлен двухпотенциальный метод учёта кулоновского взаимодействия в импульсном пространстве для t -матрицы рассеяния, который [1] не содержит зависимость от радиуса экранирования и позволяет получать немассовую кулоновскую матрицу рассеяния. Продемонстрированы отличия между Фурье-образами экранированных кулоновских потенциалов и потенциалов, генерируемых матрицей рассеяния на основе корректного решения интегральных уравнений Липпмана-Швингера. На примере DT реакции синтеза представлены оценки кулоновского вклада как в виде взаимодействия в начальном состоянии, так и в виде возмущения в короткодействующей динамике. На основе решения кулоновской задачи о взаимодействии трёх точечных частиц (ядро-лептон-ядро) с опорой на трёхмерные интегральные уравнения Фаддеева получены эффективные потенциалы ядро-атомных взаимодействий. С кластерным представлением ядер-мишеней выписаны и решены трёхмерные трёхчастичные уравнения Фаддеева [2], описывающие реакции синтеза лёгких ядер с короткодействующими и кулоновскими вкладами. Результаты сравниваются с экспериментальными полными сечениями рассмотренных реакций.

[1] Shinsho Oryu, Two-and three-charged-particle nuclear scattering in momentum space: A two-potential theory and a boundary condition model // Phys. Rev. C 73 (2006) 054001;

[2] Egorov Mikhail, Three-dimensional integral Faddeev equations without a certain symmetry // Few-body Syst. 66 (2025) 24;

Ускорение электронов в плазме: перспективы возможных применений #74

Author:

Konstantin Lotov

Ускорение электронов в плазме, и конкретно кильватерное ускорение, постепенно приближается к тому, чтобы перейти из категории объектов исследования в инструменты исследования. В докладе будет сделан краткий обзор последних достижений в этой области с фокусом на методики, потенциально способные стать ускорительными технологиями в ближайшем будущем. Это высокостабильное лазер-плазменное ускорение, которое в комбинации с традиционными методами уменьшения энергетического разброса приближается к требованиям, предъявляемым к инжекторам для синхротронов. Это лазерное кильватерное ускорение в плазменных каналах, которое постепенно осваивает масштаб энергий 10 ГэВ. Это лазерное ускорение в плотной плазме, которое позволяет получать электронные сгустки с энергией несколько МэВ, но с килогерцовой частотой и на очень компактном устройстве. Это кильватерное ускорение с протонным драйвером, потенциально способное достичь энергий электронов более 200 ГэВ с имеющимися протонными пучками в рамках имеющейся инфраструктуры.

ДИНАМИКА ПОЗИТРОНОВ В КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОМ СПЕКТРОМЕТРЕ #75

Authors:

Maria Arsenyeva, Igor Meshkov, Zhanna Maltseva, Oleg Meshkov

В Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП) им. В.П. Дзелепова ОИЯИ создан и используется в экспериментах спектрометр, основанный на методе позитронной аннигиляционной спектроскопии (ПАС). Данный метод высокочувствителен к точечным дефектам в твердотельных материалах и известен применением нескольких вариантов, отличающимися возможностями исследования в области физики твердого тела. С 2015 г. установка ПАС служит для исследования структуры различных материалов методом Доплеровского Уширения Аннигиляционной Линии (ДУАЛ - Doppler Broadening Annihilation Line - DBAL). Спектрометр ДУАЛ выполнен состоит из трёх частей:

- высоковольтный источник позитронов с радиоактивной таблеткой ^{22}Na и крио-системой для её охлаждения жидким гелием до температуры 7 К,
- вакуумный транспортировочный канал,
- камера с оборудованием для размещения образцов исследуемых материалов и аппаратуры детектора для регистрации аннигиляционных фотонов.

Спектрометр погружен в однородное магнитное поле соленоида, соосного с потоком позитронов.

Напряжённость магнитного поля – до 1 кГс.

Установка ПАС в ЛЯП ОИЯИ обладает двумя уникальными особенностями:

- высокая монохроматичность потока позитронов – ширина спектра (Full Width on Half Magnitude - FWHM) на выходе источника позитронов составляет 1.5 – 2 эВ при их характерной энергии от десятков эВ до десятков кэВ;
- энергия позитронов на мишени (исследуемой образец) варьируется в интервале 0.5 – 30 кэВ, что позволяет менять глубину проникновения «исследуемого» позитрона и проводить исследования материалов без нарушения их кристаллической структуры; этот диапазон энергии монохроматических позитронов планируется увеличить до 100 кэВ.

Возможности метода ДУАЛ ограничены: метод позволяет определить количество дефектов на единицу размера мишени, но не может различить типы дефектов. Более точную и широкую информацию даёт метод измерения аннигиляционного времени жизни позитрона в твёрдом теле – Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy (PALS). Стоит отметить, что для этого сегодня приходится использовать «послойное» применение позитронов – срезать поверхностный слой, чтобы исследовать образец на глубину, превышающую пробег позитрона. Метод PALS чувствителен к точечным дефектам в твердом теле. Пара гамма-квантов, рожденных в результате процесса позитрон-электронной аннигиляции, несет информацию о виде концентрации дефектов размерами менее 10 нм на глубине от поверхности материала, которая определяется энергией позитронов. Это классический вариант: момент испускания позитрона радиоактивным ядром сопровождается гамма-фотоном сопровождающего распад радиоактивного ядра (например, ^{22}Na), и затем производится регистрация момента времени аннигиляции пары позитрона и атомарного электрона в два гамма-фотона. Точность измерений существенно затруднена неопределённостью взаимодействия позитрона с атомарными электронами материала источника (^{22}Na) и исследуемого материала.

Задача данного проекта состоит в том, чтобы с использованием монохроматичности потока позитронов и вариабельности их энергии на мишени построить прибор высокого разрешения для измерения времени жизни позитронов в твердотельном материале. Для этого нужно разработать схему инъекции и транспортировки группы позитронов с приходом их на мишень в один и тот же момент времени независимо

от значения момента времени их выхода из источника.

Динамика позитронов в спектрометре описывается двумя нелинейными дифференциальными уравнениями второго порядка и связывающего их алгебраического уравнения движения позитронов в пространстве, свободном от электрических полей, но погружённом в соленоидальное магнитное поле.

Электрическое поле источника позитронов со статической и высокочастотной компонентой формируется в зазоре между катодом (радиоактивной таблеткой) и анодом, распространяясь за анод. За счет подобранной формы высокочастотной компоненты электрического поля позитронам обеспечивается близкое значение времени прихода на мишень. В докладе представлены численные расчеты динамики позитронного пучка от источника до мишени спектрометра и соответствующее моделирование в программном коде.

Крупномасштабный трековый детектор ТРЕК #76

Author:

Владислав Воробьев

Co-authors:

Вячеслав Овчинников, Ivan Shulzhenko, Igor Yashin, Anatoly Petrukhin, Roman NIKOLAENKO, Константин Компаниец, Diana GAZIZOVA, Egor Zadeba, Ivan Troshin, Евгений Хомчук

В НИЯУ МИФИ разработан крупномасштабный детектор ТРЕК на основе многопроводных дрейфовых камер для регистрации околоразностных групп мюонов космических лучей. Задача детектора заключается в решении проблемы наблюдаемого избытка числа мюонов в широких атмосферных ливнях, генерируемых космическими лучами сверхвысоких энергий.

ТРЕК состоит из двух вертикально ориентированных плоскостей по 132 камеры в каждой. Камеры в плоскостях ориентированы ортогонально для реконструкции треков частиц по двум проекциям. Каждая камера имеет габариты 4000×508×112 мм. В пределах своих плоскостей камеры расположены внахлест для перекрытия мертвых зон друг друга, что обеспечивает непрерывную эффективную площадь детектора 250 м².

Регистрирующая система детектора основана на применении распределенной сети из 36 разработанных в НИЯУ МИФИ время-цифровых преобразователей на основе FPGA Altera Cyclone V. Каждый преобразователь способен оцифровывать сигналы с восьми камер. Система управления и сбора данных параллельно работает со всеми преобразователями и позволяет независимо проводить мониторинговые и экспозиционные измерения

Для реконструкции и анализа данных разработан алгоритм на основе методов глубокого обучения, работающий в режиме онлайн. Все результаты записываются в базу данных, которая обеспечивает удобный доступ к измерениям.

В докладе представлены описание конструкции и технологических систем детектора ТРЕК, его характеристики, а также первые результаты тестовых измерений, проводимых с июня 2025 по январь 2026 г.

Проект САТУРН: исследование когерентного упругого рассеяния тритиевых антинейтрино и ограничение на магнитный момент нейтрино #77

Author:

Александр Студеникин

«Проект САТУРН: исследование когерентного упругого рассеяния тритиевых антинейтрино и ограничение на магнитный момент нейтрино»

После краткого введения в теорию электромагнитных свойств нейтрино [1,2,3] и обсуждения существующих экспериментальных ограничений на магнитные моменты $\mu\nu$ и другие электромагнитные характеристики нейтрино, полученные в наземных экспериментах (включая последние оценки от XENONnT [4] и LUX-ZEPHELIN [5]) и результаты из астрофизических наблюдений [6,7], в докладе представлен новый эксперимент САТУРН, который реализуется в рамках программы Национального центра физики и математики в Сарове [8,9,10]. Целью проекта САТУРН является проведение впервые измерения когерентного упругого рассеяния тритиевых антинейтрино на атомах жидкого гелиевой мишени в сверхтекучем состоянии, что позволит получить новые рекордные ограничения (или провести измерение) величины магнитного момента нейтрино на масштабах. На первом этапе реализации проекта САТУРН планируется также использовать низкотемпературный сцинтилляционный и криогенный кремниевый детекторы антинейтрино.

[1] C.Giunti, A.Studenikin, Neutrino electromagnetic interactions: A window to new physics, Rev. Mod. Phys. 87 (2015) 531.

[2] C.Giunti, A.Kouzakov, Y.F.Li, A.Studenikin, Neutrino electromagnetic properties, Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. 2025, 75: 1–29.

[3] A.Studenikin, Electromagnetic neutrinos: The basic interaction processes and constraints from laboratory experiments and astrophysics, Int. J. of Mod. Phys. E 33 (2024) 2441033.

[4] A.Khan, Light new physics and neutrino electromagnetic interactions in XENONnT, Phys. Lett. B 837 (2023)

137650.

[5] M. Atzori Corona et al., New constraint on neutrino magnetic moment from LZ dark matter search results, *Phys. Rev. D* 107 (2023) 053001.

[6] S. Jana and Y. Porto, Resonances of supernova neutrinos in twisting magnetic fields, *Phys. Rev. Lett.* 132 (2024) 101005.

[7] V. Brdar, A. de Gouvêa., Y.-Y. Li, P. Machado, Neutrino magnetic moment portal and supernovae: New constraints and multimessenger opportunities, *Phys. Rev. D* 107 (2023) 073005.

[8] M. Cadeddu, F. Dordei, C. Giunti, K. Kouzakov, E. Picciau, A. Studenikin, Potentialities of a low-energy detector based on 4He evaporation to observe atomic effects in coherent neutrino scattering and physics perspectives, *Phys. Rev. D* 100 (2019) 073014.

[9] G. Donchenko, K. Kouzakov, A. Studenikin, Elastic neutrino–atom scattering as a probe of neutrino millicharge and magnetic moment, *JETP Lett.* 117 (2023) 879.

[10] M. Cadeddu, F. Dordei, C. Giunti, A. Ivashkin, K. Kouzakov, F. Lazarev, O. Moskalev, I. Stepantsov, A. Studenikin, I. Tkachev, V. Trofimov, M. Verkhovtsev, M. Vyalkov, A. Yukhimchuk, E. Zagirdinova, SATURNE: The Sarov Tritium Neutrino Experiment for probing coherent elastic neutrino-atom scattering and neutrino electromagnetic interactions, *Springer Proc. Phys.* 425 (2025) 99.

Фотоядерные реакции высоких энергий и мюоны в широких атмосферных ливнях #78

Author:

Nikolay Martynenko

Космические лучи (КЛ) с энергией свыше 10^{15} эВ, как правило, наблюдаются косвенно через так называемые широкие атмосферные ливни (ШАЛ). Одной из ключевых наблюдаемых в экспериментах по наблюдению ШАЛ является число мюонов в ливне, N_μ . Согласно Монте-Карло (МК)

симуляциям, N_μ чувствительно к составу КЛ, который, в свою очередь, несёт информацию об источниках КЛ. Вместе с тем, широко известна проблема «мюонного избытка»: экспериментальные значения N_μ при фиксированной реконструированной энергии ШАЛ оказываются значительно больше ожидаемых из МК симуляций при той же энергии. Как правило, основное внимание в исследованиях на тему мюонного избытка посвящено адронным реакциям в ШАЛ, как доминантному механизму производства мюонов. Однако известно, что гарантированный вклад в N_μ вносят также и фотоядерные реакции (ФЯР), причём сечение ФЯР на типичных мишенях земной атмосферы (^{14}N , ^{16}O) слабо ограничено лабораторными экспериментами в релевантной области высоких энергий.

В этой работе приводится анализ систематической неопределённости N_μ , порождаемой недостатком информации о величине сечения ФЯР при высоких энергиях. На основе МК симуляций строится линейный функционал, который позволяет аналитически вычислять средний вклад высокоэнергичных ФЯР в число N_μ в ШАЛ универсальным образом для широкого класса моделей сечения ФЯР. На основе построенного функционала делается вывод о вкладе неопределённости сечения ФЯР в неопределённость N_μ . Обсуждается влияние этих неопределённостей на проблему мюонного избытка и на возможность обнаружения фотонных ШАЛ высоких энергий на современных экспериментах.

СТАТУС У-70 #79

Author:

Vladimir Kalinin

В работе представлено текущее состояние Ускорительного комплекса У-70 НИЦ «Курчатовский Институт» – ИФВЭ. Акцент сделан на недавние работы и усовершенствования, осуществлённые со времени предыдущей сессии – конференции СЯФ ОФН РАН 2025 года в хронологическом порядке сеансов и ближайшие планы работ.

Двойные продольные спиновые асимметрии в рождении чармониев на коллайдере NICA #80

Authors:

Антон Витальевич Карпишков, Владимир Анатольевич Салеев

В работе изучены двойные спиновые продольные асимметрии ALL в рождении основного и возбуждённых состояний чармониев. Вычисления проводились в лидирующем порядке (ЛП) коллинеарной партонной модели (КПМ). В качестве модели адронизации использовалась нерелятивистская квантовая хромодинамика (НРКХД). Расчёты были выполнены при энергиях $s\sqrt{=510}$ ГэВ коллайдера RHIC при быстротах $1.2 \leq |y| \leq 2.4$ для сравнения с данными коллаборации PHENIX. Также получены предсказания для планирующегося эксперимента коллаборации SPD коллайдера NICA при энергиях $s\sqrt{=24}$ и $s\sqrt{=27}$ ГэВ в

центральной области быстроты $|y| \leq 2$. Асимметрии ALL были рассчитаны, как функции поперечного импульса pt и переменной Фейнмана x_F чармониев.

Измерение динамических и статических параметров АЦП MDRA1A16FI #81

Author:

Денис Иванов

Co-authors:

Alexey Talyshev, Dmitry Grigoriev

Измерение динамических и статических параметров АЦП MDRA1A16FI

Аннотация

В ИЯФ СО РАН разрабатываются и используются различные детекторы для проведения экспериментов по физике высоких энергий. В этих установках применяются высокоскоростные АЦП (частота дискретизации которых больше 50 Мвыб/с). Для таких применений важными характеристиками АЦП являются дифференциальная и интегральная нелинейности (отклонение характеристики преобразования АЦП от прямой), а также эффективное количество бит (характеристика влияния шумов и искажений сигнала на выходные данные).

Целью работы является измерение параметров АЦП MDRA1A16FI, который является самым перспективным вариантом из отечественных АЦП для применения в детекторах для экспериментов по физике высоких энергий.

Для исследования АЦП были изучены и применены на практике методики измерения нелинейностей АЦП и количества эффективных бит. Была смонтирована плата с АЦП и плата усилителя. Проведены измерения характеристик платы с АЦП.

Сделан вывод о возможности использования АЦП MDRA1A16FI в электронике регистрации разрабатываемых детекторов.

Исследование формы величин сигналов от сцинтилляционных кристаллов и PIN фотодиодов #82

Author:

Ксения Власова

Co-authors:

Дмитрий Григорьев, Александр Тимофеев

В Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера и мире широко используются и разрабатываются сцинтилляционные детекторы гамма-квантов и элементарных частиц. Одним из основных компонентов таких детекторов часто являются PIN-фотодиоды, используемые в качестве фотоприёмников [1,2,3,4]. Важным параметром сцинтилляционных детекторов является форма измеряемой величины сигнала, которая зависит от быстродействия сцинтиллятора и фотоприемника и может значительно влиять на временные характеристики детектора.

Целью работы является разработка методики исследования формы величин сигналов от сцинтилляционных кристаллов и PIN фотодиодов. По результатам работы создан стенд на основе импульсного УФ лазера, который позволяет измерять быстродействие PIN фотодиодов с временным откликом от 10 нс и более (с частотой среза до 40 МГц), а также время затухания сцинтилляторов от десятков наносекунд.

В докладе описана методика измерения формы величин сигналов и созданный стенд для их проведения, представлены результаты измерения зависимости от напряжения быстродействия PIN фотодиодов НАМАМАТСУ и их отечественных аналогов, а также времени высвечивания сцинтилляторов BGO, LYSO(Ce) и других.

1. Performance of the BGO endcap calorimeter of the CMD-3 detector / R. R. Akhmetshin, D. N. Grigoriev, V. F. Kazanin [et al.] // Journal of Instrumentation. – 2014. – Vol. 9, No. 10. – P. C10002. – DOI 10.1088/1748-0221/9/10/C10002.
2. CsI calorimeter of the CMD-3 detector / V. M. Aulchenko, A. E. Bondar, A. L. Erofeev [et al.] // Journal of Instrumentation. – 2015. – Vol. 10, No. 10. – P. P10006. – DOI 10.1088/1748-0221/10/10/P10006.
3. The L3 BGO electromagnetic calorimeter / R. Sumner, The L3 Collaboration // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A. – 1988. – Vol. 265, nr 1–2. – P. 252–257. – URL: [https://doi.org/10.1016/0168-9002\(88\)91078-9](https://doi.org/10.1016/0168-9002(88)91078-9).
4. Electromagnetic calorimeter of Belle II / A. Kuzmin, Belle II calorimeter team // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A. – 2020. – Vol. 958. – P. 162235. – DOI 10.1016/j.nima.2019.05.07.

Анализ возможности изучения конверсионных распадов ω и ρ мезонов в ηe^+e^- в канале распада $\eta \rightarrow 3\pi^0 \rightarrow 6\gamma$ с детектором КМД-3 на накопителе ВЭПП-2000 #83

Authors:

Alina Sagaydak, Dmitry Grigoriev, Vassili Kazanin

На детекторе КМД-3, работающем на коллайдере ВЭПП-2000, в области энергий резонансов ω и ρ набрана статистика с интегральной светимостью более 60 пб⁻¹. Конверсионные распады $\omega/\rho \rightarrow \eta e^+e^-$, чувствительные к свойствам переходных формфакторов мезонов, до сих пор не наблюдались экспериментально, а поставленные пределы далеки от теоретических предсказаний. Анализ накопленной статистики позволяет достичь чувствительности, сопоставимой с теоретическими предсказаниями для вероятностей этих распадов ($\sim(2-5) \times 10^{-6}$). В то время как поиск в канале $\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ уже ведётся, канал $\eta \rightarrow 3\pi^0 \rightarrow 6\gamma$ оставался неисследованным. Настоящая работа посвящена поиску распадов $\omega/\rho \rightarrow \eta e^+e^-$ именно в этом канале. Его ключевая особенность — наличие в конечном состоянии электрон-позитронной пары и шести фотонов, что практически исключает фон от единичных физических процессов. Основные экспериментальные задачи связаны с подавлением фона от наложений нескольких событий и от космических частиц, а также с точной реконструкцией с большим количеством фотонов. Для эффективного разделения фотонных кластеров, близко вошедших в жидкосенонный (LXe) калориметр, применяется новый алгоритм, основанный на анализе сигналов в его полосчатой структуре. На основе моделирования с учётом фоновых условий разработаны критерии отбора событий и исследован экспериментальный фон в области сигнала. В работе представлено текущее состояние анализа, выполненного на половине доступной статистики, набранной с детектором КМД-3.

Измерение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ в диапазоне энергий 0.56--1.1 ГэВ с детектором СНД #84

Author:

Vladimir Druzhinin

В эксперименте с детектором СНД на коллайдере ВЭПП-2000 проведено прецизионное измерение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ в диапазоне энергий 0.56--1.1 ГэВ. Систематическая погрешность измерения сечения составляет 0.9% в максимуме резонанса $\omega(782)$ и 1.2% в максимуме резонанса $\phi(1020)$. При аппроксимации сечения в модели векторной доминантности получены параметры резонансов $\rho(770)$, $\omega(782)$ и $\phi(1020)$. Проведено сравнение полученных данных с результатами предыдущих измерений.

Исследование чувствительности экспериментов на БАК к ассоциативному рождению бозона Хиггса с одиночным топ-кварком в рамках СМ и за её пределами для Run3 и предстоящего High-Luminosity Run. #85

Authors:

Алина Дадашова, Назим Гусейнов, Игорь Бойко, Рустам Азимзаде

Современные эксперименты в физике элементарных частиц ориентированы на высокоточные измерения параметров Стандартной модели (СМ) и поиск явлений за её пределами. Особый интерес представляет изучение взаимодействия между двумя наиболее массивными частицами СМ - бозоном Хиггса и топ-кварком, описываемого константой взаимодействия Юкавы y_t . В то время как абсолютная величина константы y_t была измерена в процессе $pp \rightarrow t\bar{t}H$, её комплексная фаза α в СМ остаётся неопределённой. Непосредственным методом исследования комплексной фазы α является процесс ассоциативного рождения топ-кварка и бозона Хиггса ($pp \rightarrow t\bar{t}H$), который до сих пор не наблюдался на Большом адронном коллайдере (БАК). В модели с инвертированным взаимодействием топ-кварка (ИВТ) комплексная фаза константы Юкавы сдвинута на 180° относительно предсказания СМ, что приводит к значительному увеличению ожидаемого сечения процесса $t\bar{t}H$.

В представленной работе с помощью методов Монте-Карло проведено моделирование для разработки и оптимизации алгоритма машинного обучения, предназначенного для отделения сигнального процесса $pp \rightarrow t\bar{t}H$ от основных фоновых процессов в рамках моделей СМ и ИВТ. В проведённом исследовании получена оценка ожидаемой чувствительности экспериментов на БАК к наблюдению процесса $t\bar{t}H$ в сеансах Run3 и предстоящей в сеансах работы ускорителя в режиме высокой светимости (HL-LHC).

Измерение вероятности смешивания квартово-коррелированных B_{0d} мезонов в эксперименте Belle #86

Author:

Anna Narvatkina

В данной работе изучаются вероятности осцилляций B_0 мезонов в разных C -состояниях, проинтегрированные по времени. Используя Монте-Карло симуляцию, была определена методика измерения, стратегия отбора событий и проведена оптимизация критериев отбора для $Y(5S)$ данных. Была получена оценка точности измерений вероятностей осцилляций на $121,4 \text{ fb}^{-1}$, набранных в эксперименте Belle.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

РАСПАДА $D_{*s0}(2317) \rightarrow D_s \pi_0$ #87

Authors:

Н. Н. Ачасов, Г. Н. Шестаков

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАСПАДА $D_{*s0}(2317) \rightarrow D_s \pi_0$

Н. Н. Ачасов, Г. Н. Шестаков

Лаборатория теоретической физики, Институт математики им. С. Л.

Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Для связанных каналов $D_0 K^+$, $D^+ K_0$,

$D^+ \eta$ и $D^+ \pi_0$ построены S -волновые амплитуды

рассеяния, учитывающие смешивание изоскалярного резонанса

$D_{*s0}(2317)^+$ с нерезонансными амплитудами с изоспином $I=1$.

Используемый нами феноменологический подход позволяет достаточно

просто выяснить общую структуру амплитуды нарушающего изоспин

распада $D_{*s0}(2317)^+ \rightarrow D^+ \pi_0$. Мы показываем, что фаза

этой амплитуды совпадает с фазой нерезонансной амплитуды

$D^+ \pi_0$ -рассеяния в согласии с теоремой Ватсона. Её квадрат

модуля, как и должно быть, определяет ширину резонансного пика в

$D^+ \pi_0$ -канале. Учёт π_0 - η -смешивания во внутренних

линиях до второго порядка включительно обеспечивает выполнение

условия унитарности. Представленный анализ дополняет описание

$D_{*s0}(2317)^+ \rightarrow D^+ \pi_0$ -распада, основанное на

многоканальной унитаризованной киральной теории возмущений.

Полученные нами численные оценки для ширины $D_{*s0}(2317)^+ \rightarrow D^+ \pi_0$ -распада не противоречат имеющимся в литературе.

Отмечается, что эффект нарушения изотопической инвариантности для

$D_{*s0}(2317)^+$ -феномена во многом похож на хорошо известное

поговое явление смешивания $a_0(980)_0$ - и $f_0(980)$ -резонансов.

Первичный генератор событий рождения адронов на основе генераторов эксклюзивных процессов #88

Author:

Aleksandr Korol

Co-author:

Aleksey Berdyugin

Для обнаружения физических фонов, расчета их

вкладов в эксклюзивные процессы рождения адронов

в e^+e^- аннигиляции, а также изучения инклюзивных

процессов разработан первичный генератор событий

использующий существующий набор генераторов для

эксклюзивных процессов реализованных в рамках

пакета Geant4, таблиц сечений и структуры ПО

моделирования эксперимента СМД.

В докладе описана мотивация разработки,

архитектура ПО, результаты тестирования

и начального применения.

Исследование радиационной стойкости катодно-стриповых камер детектора CMS на установке GIF++ #89

Authors:

Д. Н. Козлов, В. Ю. Каржавин, В. В. Пальчик, В. В. Перельгин, Е. В. Кузнецова, А. Ю. Каменев

Исследования радиационной стойкости катодно-стриповых камер детектора CMS проводятся на установке гамма-облучения GIF++ в ЦЕРНе с 2016 года. В ходе исследований камеры ME1/1 и ME2/1, конструктивно отличающиеся друг от друга и работающие в CMS в условиях высокой фоновой нагрузки, подвергались интенсивному облучению. В конце 2025 года накопленный заряд на единицу длины анодной проволоки достиг 1020 мК/см (ME2/1) и 1150 мК/см (ME1/1), что более чем в три раза превышает интегральную дозу, ожидаемую за весь период работы Большого адронного коллайдера высокой светимости (HL-LHC). Характеристики камер изучались периодически в тестах на мюонных пучках ускорителя SPS (ЦЕРН). Признаков радиационно-индуцированной деградации камер не наблюдается. Полученные данные подтверждают высокую радиационную стойкость катодно-стриповых камер для работы в экстремальных условиях HL-LHC

Расчет транспортной матрицы в электронной пушке Новосибирского лазера на свободных электронах #90

Authors:

Олег Шевченко, Николай Винокуров

Один из способов определения поперечных параметров электронного пучка основан на измерении зависимости его размера от элементов транспортной матрицы, которые при данном измерении меняются контролируемым образом путем изменения токов в элементах магнитной системы [1]. В простейших случаях, например, для идеального квадрупольного поля с градиентом, независимым от продольной координаты, можно легко получить аналитическую зависимость элементов транспортной матрицы от тока. В реальности поля элементов ускорителя зависят от продольной координаты, причем поля отдельных элементов могут перекрываться друг с другом. В этом случае для расчета матрицы можно использовать численные методы. Такая ситуация, например, возникает при определении параметров пучка, вылетающего с катода электронной пушки.

В данной работе на примере электронной пушки Новосибирского лазера на свободных электронах описан численный расчет транспортной матрицы в аксиально симметричных электрических и магнитных полях. Список литературы

1. Minty M.G., Zimmermann F. Measurement and Control of Charged Particle Beams. Berlin: Springer, 2003.

Применение ондуляторов на постоянных магнитах с переменным периодом для рентгеновских лазеров на свободных электронах #91

Authors:

Олег Шевченко, Николай Винокуров

В ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН была разработана оригинальная конструкция ондуляторов с переменным периодом на постоянных магнитах [1, 2]. Такой ондулятор был создан и успешно используется на уникальной научной установке «Новосибирский лазер на свободных электронах» [3]. Позднее мы разработали конструкцию ондуляторов с переменным периодом на постоянных магнитах с большим отношением рабочей апертуры к периоду [4]. В них используются С-образные блоки постоянных магнитов, охватывающие цилиндрическую вакуумную камеру.

В данной работе приведены оценки параметров рентгеновских лазеров на свободных электронах с использованием таких ондуляторов. Из-за относительно малого периода предлагаемые ондуляторы могут существенно упростить и удешевить лазеры на свободных электронах, особенно в длинноволновой части рентгеновского диапазона.

Список литературы

1. Vinokurov N.A., Shevchenko O.A., Tcheskidov V.G. Variable-period permanent magnet undulators. Physical Review Special Topics - Accelerators and Beams. - 2011. - Vol. 14, Is. 4. - Art.nr 040701. - DOI 10.1103/PhysRevSTAB.14.040701.

2. Винокуров Н.А., Шевченко О.А. Лазеры на свободных электронах и их разработка в Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН. Успехи физических наук. - 2018. - Т. 188, № 5. - С. 493–507. DOI 10.3367/UFNr.2018.02.038311.

3. Shevchenko O., Vinokurov N., Getmanov Ya.V. et al. Commissioning the First Free Electron Laser Based on a Variable-Period Undulator. Physics of Particles and Nuclei Letters. - 2023. - Vol. 20, Is. 4. - P. 897-900. DOI 10.1134/S1547477123040611.

4. Davidyuk I., Shevchenko O.A., Tcheskidov V.G., Vinokurov N.A. Magnetic and mechanical design of large-

Физические возможности для увеличения декремента электронного охлаждения #92

Author:

Vladimir Reva

Принцип действия установок электронного охлаждения основан на передаче тепловой энергии от пучка горячих тяжелых заряженных частиц пучку холодных электронов, двигающихся совместно на выделенном участке накопительного кольца. В сопутствующей системе отсчета это выглядит как погружение газа горячих ионов в холодный газ электронов. Наиболее важной характеристикой системы электронного охлаждения является максимально достижимое значение силы трения. Один из подходов в описании кулоновской силы, действующей на ион, связан с возбуждением ленгмюровских волн при его движении в электронном газе. В данном докладе рассматриваются некоторые физические возможности для увеличения силы трения как за счет получения дополнительной информации об отклонения иона в пучке от своего равновесного значения, так и за счет усиления ленгмюровских флуктуаций в электроном пучке с помощью неустойчивости.

Магнитно-индуцированная сверхпроводимость вакуума в электрослабой теории. #93

Authors:

Vladimir GOY, M.N. Chernodub, A.V. Molochkov

Электрослабая теория в сильном магнитном поле проявляет свойства нового экзотического сверхпроводящего состояния. Это удивительное явление, в котором магнитное поле индуцирует, а не разрушает, появление W -конденсата. Величина критического магнитного поля определяется массой W -бозона. Таким образом, в магнитном поле реализуется 3 фазы в электрослабом секторе Стандартной модели: фаза с нарушенной электрослабой симметрией, гетерогенная фаза с W -конденсатом и фаза с восстановленной электрослабой симметрией. Мы продемонстрируем свойства каждой фазы, а также покажем спектр масс бозонов в магнитном поле.

Emergent Transport and Dissipation from Horizonless LLM Microstates #94

Author:

Александр Игоревич Белоконь

We study the emergence of hydrodynamic response and effective transport in horizonless microstate geometries given by the 1/2-BPS Lin–Lunin–Maldacena (LLM) solutions of type IIB supergravity. These smooth, top-down backgrounds exhibit strong redshift and long-lived trapping despite having no macroscopic event horizon, making them a controlled setting to ask whether dissipative behavior can arise from coarse-graining over individual microstates. We probe the dynamics in the eikonal regime by analyzing chaotic scattering of null geodesics across ensembles of LLM microstates and extract their statistical diagnostics such as effective diffusion coefficient and viscosity. We then compare these results to the corresponding variables from the membrane paradigm of black holes, where transport coefficients are controlled by horizon data. The goal is to delineate which aspects of hydrodynamic universality can emerge without a true horizon and which require genuinely black-hole-like boundary conditions.

Электроника регистрации и запуска калориметрических систем для модернизированного детектора КМД-3 #95

Authors:

Всеволод Петроченко, Антон Горковенко, Дмитрий Григорьев, Алексей Козырев, Александр Рубан, Леонид Эпштейн, Юрий Юдин

В Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера ведутся работы по модернизации детектора КМД-3 для экспериментов на встречных электрон-позитронных пучках в диапазоне энергий $\sqrt{s}=0.3-2$ ГэВ. Главной целью готовящихся экспериментов является многократное улучшение систематической точности измерения сечения процесса рождения пары заряженных пионов (до значений $\lesssim 0.2\%$), что является необходимым условием для обеспечения требуемой в настоящее время точности при расчётах адронного вклада в аномальный магнитный момент мюона. Для достижения такой беспрецедентной точности требуется существенная модернизация системы регистрации и запуска детектора. Данная работа посвящена разработке аппаратуры для калориметрических систем модернизированного детектора: блока регистрирующей электроники и интерфейсного блока Триггера. В

настоящее время изготовлены прототипы вышеупомянутых блоков. Для измерения технических характеристик прототипов создан лабораторный стенд. В докладе представлены описания основных технических решений, использованных в разработанных прототипах, описание лабораторного стенда и результаты тестирования прототипов.

Предложение эксперимента по поиску аксионов с помощью болометров из тулиевого гранта #96

Author:

Альберт Ганганшиев

Предложен эксперимент по поиску солнечных адронных аксионов с помощью криогенного болометра на основе тилиевого граната. Даны характеристики подземной лаборатории, в которой предлагается собрать экспериментальную установку. Дана оценка возможных результатов предлагаемого эксперимента в БНО ИЯИ РАН на основе данных полученных в других экспериментах. Ожидаемый результат позволит улучшить полученные по данным других экспериментов существующие ограничения на константы связи аксионов для диапазона масс аксионов $\sim 1 \div 10^4$ эВ.

Электростатические ускорители для систем электронного охлаждения с замагниченным движением электронного пучка #97

Author:

Maxim Bryzgunov

Co-authors:

Vladimir Reva, Andrey Denisov, Nikolay Kremnev, Aleksandr Putmakov, Mikhail Kondaurov, Anton Pavlenko, Genadiy Karpov, Evgeniy Bekhtenev, Dmitriy Pureskin, Dmitriy Senkov, Igor Gusev, Vladimir Chekavinskiy, Dmitry Skorobogatov, Anatoliy Goncharov, Eldar Urazov, Vasily Parkhomchuk

Одной из важнейших задач решаемых при разработке систем электронного охлаждения (СЭО) является обеспечение ускорения электронного пучка до рабочей энергии при соблюдении требуемых условий, таких как высокая стабильность напряжения, минимизация тока потерь и обеспечение требуемого уровня рекуперации энергии электронного пучка. В СЭО с замагниченным движением на высокую энергию (порядка 1 МэВ), непосредственно на ускоритель дополнительно накладывается необходимость обеспечить продольное магнитное поле в ускорительной трубке. В данной статье описаны способы реализации электростатических ускорителей в СЭО на различные энергии и подробно описаны ускорители на высокую энергию в уже функционирующей СЭО COSY и в разрабатываемой в настоящее время СЭО NICA.

Темная материя в расширенном двухдублетном хиггсовском сценарии #98

Author:

Zaurbek Khabaev

Представлена интерпретация результатов по поиску частиц-кандидатов на тёмную материю в рамках расширенной двухдублетной хиггсовской модели с одним дополнительным псевдоскалярным синглетом 2HDM+a. Проанализирован процесс образования бозона Хиггса Стандартной модели с его последующим распадом на пару b-кварк-антикварк при значительном недостающем поперечном импульсе. Используются данные, набранные экспериментом CMS в протон-протонных столкновениях при $s\sqrt{=13}$ ТэВ и соответствующей интегральной светимости 138 фб⁻¹. Для повышения эффективности идентификации “слитых” распадов бозона Хиггса применялась глубокая нейронную сеть. Значимого превышения числа событий над предсказаниями Стандартной модели не обнаружено. В результате установлены верхние пределы на сечение рождения, которые исключают массы тяжёлого псевдоскаляра A в интервале от 850 до 1300 ГэВ для базового сценария с массой лёгкого псевдоскаляра a, равной 350 ГэВ. Эти результаты устанавливают новые строгие ограничения на пространство параметров модели 2HDM+a.

Измерение вероятности распада $J/\psi \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ и резонансного вклада $J/\psi \rightarrow f_2(1270)\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ #99

Author:

Olga Rezanova

Используя статистику 4.3 миллиона распадов J/ψ , набранную детектором КЕДР на ВЭПП-4М, мы определили полную вероятность распада $J/\psi \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$, публикации по которой отсутствуют. Также измерено произведение вероятностей распадов $J/\psi \rightarrow f_2(1270)\gamma$ и $f_2(1270) \rightarrow \pi^+\pi^-$. Точность измерения сравнима с точностью, полученной по данным CLEO-c и BES-II.

Квантовополевой подход в исследовании нелинейного канала связи с малой второй дисперсией #100

Author:

Alexey Reznichenko

Co-author:

Vyacheslav Guba

В настоящей работе рассматривается оптоволоконный канал связи, описываемый нелинейным уравнением Шредингера с аддитивным гауссовским шумом в правой части. В подходе с использованием интегралов по траекториям и теории возмущений по малому безразмерному параметру второй дисперсии мы вычисляем функционал плотности условной вероятности с учетом главного порядка и первой поправки по безразмерному параметру второй дисперсии, связанному со спектральной шириной начального сигнала. Учитывая влияние приемника сигнала на выходе из канала, мы вычисляем взаимную информацию в главном порядке по параметрам малой дисперсии и большого отношения сигнал/шум (SNR), а также первую поправку по параметру малой дисперсии. Затем мы находим аналитическое выражение для взаимной информации в случае модифицированного гауссовского распределения начального сигнала, которое учитывает ограниченную спектральную ширину начального сигнала. Мы объясняем поведение взаимной информации как функции средней мощности начального сигнала и его спектральной ширины в связи с уширением спектра начального сигнала в присутствии малой дисперсии.

Исследование отклика оптических модулей Baikal-GVD на черенковское излучение от околоразоразительных мюонов внутри детектора НЕВОД #101

Author:

Semyon Khokhlov

Основными детектирующими элементами глубоководных нейтринных телескопов являются оптические модули, состоящие из одного или нескольких ФЭУ, помещенных в защитную стеклянную сферу. Для реконструкции событий важнейшей характеристикой оптического модуля является зависимость отклика от угла прихода черенковского излучения.

Как правило, оценки такой зависимости получают на основе стендовых измерений с использованием точечного источника на основе лазера или светодиода. Однако подобные измерения могут иметь систематические неопределенности из-за отличий спектров используемых источников и черенковского излучения.

В НИЯУ МИФИ имеется инфраструктура, позволяющая проводить измерение угловой зависимости отклика оптических модулей с использованием черенковского излучения от околоразоразительных мюонов (патент на изобретение RU 2726265 от 10.07.2020 «Комплекс для измерения угловой зависимости отклика оптического модуля нейтринного черенковского водного телескопа»).

Предложенный метод был реализован при исследовании характеристик оптических модулей нейтринного телескопа Baikal-GVD. Тестируемые оптические модули закреплялись на специальном поворотном устройстве внутри бассейна черенковского водного детектора НЕВОД. Для регистрации околоразоразительных мюонов использовался координатно-трековый детектор ДЕКОР, размещенный в боковых галереях вокруг водного бассейна, который позволяет проводить реконструкцию треков мюонов с точностью порядка нескольких сантиметров. На основе измеренных координат треков рассчитывалась точка генерации черенковского излучения и углы падения фронта на тестируемые оптические модули. В 2025 году были проведены длительные измерительные серии, в которых зарегистрировано более 300 тысяч мюонов со средней энергией ~100 ГэВ.

В докладе обсуждаются результаты проведенных измерений угловой зависимости отклика оптических модулей Baikal-GVD на черенковское излучение внутри детектора НЕВОД, сопоставление полученных характеристик с данными моделирования и с результатами стендовых измерений, проведенных ранее в ИЯИ РАН.

Парциально-волновой анализ системы $\eta\pi-\rho^0$, образовавшейся при взаимодействии пучка пи-мезонов с импульсом 29 ГэВ/с с бериллиевой мишенью #102

Author:

Anton Shumakov

Представлены предварительные результаты парциально-волнового анализа (ПВА) системы $\eta\pi-\rho^0$, образовавшейся при взаимодействии π -мезонов с импульсом 29 ГэВ/с с бериллиевой мишенью в эксперименте ВЕС. Отдельное внимание уделено автоматизированной процедуре выбора набора волн для ПВА, основанной на использовании дополнительных регуляризирующих членов в функции правдоподобия.

Развитие метода получения приближенных решений эволюционных уравнений с применением к вычислению ядра уравнения теплопроводности #103

Authors:

Vyacheslav Guba, Alexey Reznichenko

Мы предлагаем новый метод вычисления приближенных решений линейных эволюционных уравнений с медленно меняющимися коэффициентами. С помощью этого метода мы получаем в евклидовом пространстве разложение ядра уравнения теплопроводности (heat kernel). Это разложение можно назвать разложением по производным, потому что в каждом следующем члене разложения содержатся более высокие порядки производных медленно меняющихся коэффициентов уравнения, чем в предыдущем. Мы также рассматриваем другой метод, позволяющий получать асимптотику ядра уравнения теплопроводности при малых временах с помощью «операторного» подхода. Используя второй метод, можно вычислить разложение с точностью до произвольной степени малого времени.

Машинное обучение и интерпретируемость нейросетевых моделей для идентификации частиц в детекторе SuperFGD #104

Authors:

Виктория Кисеева, Saul Alonso Monsalve, Игорь Бойко, Назим Гусейнов

В данной работе исследуются методы машинного обучения для решения задачи идентификации частиц в детекторе SuperFGD эксперимента T2K на основе реконструированных методом Монте-Карло треков. Представлен сравнительный анализ базовых моделей машинного обучения и нейросетевых подходов, а также предложена оригинальная гибридная нейросетевая архитектура.

Данная архитектура объединяет два взаимодополняющих компонента: блок на основе Transformer для обработки последовательности упорядоченных узлов трека и параллельный блок, анализирующий глобальные скалярные характеристики события, связанные с общей геометрией и энергетикой трека. Для инициализации Transformer-энкодера применялась методика предварительного обучения в самоконтролируемом режиме на задаче восстановления маскированных узлов трека без привлечения размеченных данных о типе частицы.

Второй ключевой аспект исследования посвящён проблеме интерпретируемости решений нейросетевой модели. В работе реализуется и применяется perturbation-based подход к

интерпретации нейросетевых моделей, направленный на количественный анализ вклада физических признаков трека в отклик модели и процесс идентификации частиц.

Модуль детектора для регистрации реакторных антинейтрино по реакции обратного бета-распада #105

Authors:

Dmitry Gromushkin, Semyon Khokhlov, Egor Morgunov, Ivan Shulzhenko, Anna Dmitrieva, Alena Konovalova, Evgeniy Khomchuk, Nadezhda Boyko, Anton Rastimeshin, Daniel Popov, Dmitry Chmykhalo, Grigory Dolganov, Aldiyar Oralbaev, Mikhail Skorokhatov

Для регистрации реакторных антинейтрино обычно используются реакции их взаимодействия с протоном (обратный бета-распад). В результате этой реакции образуются нейтрон и позитрон. В НИЯУ МИФИ ведется разработка нейтринного детектора для регистрации реакторных антинейтрино по реакции обратного бета-распада. Позитрон регистрируется пластиковым сцинтиллятором, а нейтрон сцинтиллятором на основе ZnS(Ag) с добавлением захватчика нейтронов ^6Li или ^{10}B . В докладе описывается создаваемый детектор и приводятся результаты тестирования опытного образца базового модуля детектора.

Разработка отечественных фотоэлектронных умножителей для сцинтилляционных и черенковских детекторов #106

Author:

Artem Sokolov

Co-authors:

Aleksandra Volkova, Aleksandr Dolotov, Ruslan Nurtdinov, Evgeniy Volkov, Victor Kindin, Semyon Khokhlov, Konovalov Pavel

Одной из приоритетных задач, стоящих перед российской промышленностью, является импортозамещение высокотехнологичной продукции. На ФГУП «ВНИИА» ведутся разработки фотоэлектронных умножителей, необходимых для создания ядерно-физической аппаратуры. После стендовых испытаний на ФГУП «ВНИИА» созданные для задач регистрации черенковского излучения прототипы ФЭУ проходят экспериментальную верификацию в НИЯУ МИФИ на базе НОЦ НЕВОД.

Для регистрации сцинтилляционного излучения разработан ФЭУ с входным окном диаметром 30 мм и коробчатой динодной системой.

Для регистрации черенковского излучения в воде разработан ФЭУ с бищелочным плоским фотокатодом диаметром 150 мм и жалюзийной динодной системой.

Особенностью данного ФЭУ является малый уровень темновых шумов, увеличивающий эффективность регистрации слабых потоков черенковского излучения. Планируется, что данный ФЭУ будет использован в квазисферических модулях черенковского водного детектора НЕВОД.

В докладе обсуждаются особенности конструкции разрабатываемых ФЭУ и результаты тестирований, проведенных на ФГУП «ВНИИА» и НИЯУ МИФИ.

Моделирование характеристик сцинтилляционного детектора для спектрометрии нейтронов на борту орбитальной станции #107

Author:

Владимир Кугавда

Co-authors:

Елена Рябева, Ренат Ибрагимов, Анастасия Денисенко, Илья Урупа, Вячеслав Шуршаков
При взаимодействии протонов радиационных поясов Земли (РПЗ) галактических и солнечных космических лучей (ГКЛ и СКЛ) с конструкционными материалами орбитальной станции и телом космонавта генерируются вторичные нейтроны с

непрерывным спектром до сотен МэВ.

Измерения полей вторичных быстрых нейтронов (<20 МэВ) внутри орбитальной станции проводятся с использованием пассивных дозиметров на основе кремниевых, трековых, термолюминесцентных, тканеэквивалентных, пузырьковых, гелиевых, делящихся и активационных детекторов. По данным экспериментальных исследований доля нейтронов с энергией в диапазоне $20 \div 50$ МэВ на борту орбитальных станций с углом наклона орбиты не более 52 градусов составляет 40% во всем спектре нейтронов. [1]. С увеличением угла наклона полета орбитальной станции более жесткое первичное поле протонов ГКЛ и СКЛ приводит к увеличению вклада сверхбыстрых нейтронов (20-100 МэВ) в спектр нейтронов. Вследствие сложной природы взаимодействия нейтронов с веществом именно нейтроны высоких энергий вносят большой вклад в дозу, чем тепловые и промежуточные нейтроны. Для измерения быстрых и сверхбыстрых нейтронов может использоваться пластиковый сцинтиллятор EJ-276 [2]: негигроскопичный, твердый, со стабильными сцинтилляционными и оптическими характеристиками [3]. Особенностью EJ-276 является возможность разделения сигнала от нейтронов и γ -квантов по форме импульса – Pulse Shape Discrimination- PSD). Для пластикового сцинтиллятора сигнал от нейтронов и протонов принципиально не различим, поэтому нейтронный детектор на EJ-276 окружается отдельно разрабатываемой антисовпадатальной защитой от протонов. Для того, чтобы использовать EJ-276 для спектрометрии сверхбыстрых нейтронов сцинтилляционным детектором, необходимо чтобы формы откликов сцинтиллятора на моноэнергетические нейтроны с энергией до 100 МэВ были различимы и эффективность регистрации нейтронов планируемого к регистрации спектра с энергией до 100 МэВ была бы не хуже, чем 10%.

В данной работе с помощью Geant4 разработана модель сцинтилляционного детектора на основе EJ-276. Особенностью данной модели является учет энергетической зависимости светового выхода для электронов, протонов, α -частиц и ионов углерода, лития и бериллия в широком энергетическом диапазоне $0,1 \div 120$ МэВ, в том числе на основе литературных данных. [4]. Верификация разработанной модели проведена на экспериментальных данных отклика на нейтроны с энергией 14 МэВ сцинтиллятора EJ-276 размерами $\varnothing 2'' \times 2''$ [5]. Для регистрации нейтронов с энергией больше, чем 20 МэВ, необходимо увеличение размера сцинтиллятора. На основании результатов моделирования сцинтиллятора размером $\varnothing 3'' \times 3''$ показано, что эффективность регистрации нейтронов с энергиями до 100 МэВ не менее 15%, аппаратные отклики на нейтроны с энергиями 80 и 90 МэВ значимо различимы. Детектор размером $\varnothing 3'' \times 3''$ можно использовать в качестве спектрометра и дозиметра вторичных нейтронов на борту орбитальной станции.

Для верификации математической модели взаимодействия сцинтиллятора EJ-276 с нейтронами сверхбыстрых энергий планируется проведение наземных экспериментов по измерениям вторичных нейтронов, сгенерированных протонами высоких энергий в толстой алюминиевой мишени.

Список литературы:

1. S. V. Khulapko, V. I. Liagushin, V. V. Arkhangel'skiĭ, V. A. Shurshakov, M. Smith, H. Ing, R. Machrafi, I. V. Nikolaev Results of measuring neutrons doses and energy spectra inside Russian segment of the International Space Station in experiment «Matryoshka-R» using bubble detectors during the ISS-24-34 Missions // Aerospace and Environmental Medicine. - 2014. - №48. - С. 52-56.
2. A compact scintillator-based detector for high energy neutron spectrometry Andy Buffler, Tanya Hutton, Erin Jarvie, Richard Babut // Radiation Physics and Chemistry Volume 220, July 2024, 111698
3. Pulse shape discrimination EJ-276D & EJ-276G // Eljen technology URL: eljentechnology.com/products/plastic-scintillators/ej-276 (дата обращения: 30.01.2026).
4. S. Nyibule, J. Töke, E. Henry, et al Birks' scaling of the particle light output functions for the EJ 299-33 plastic scintillator // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section

А.: - 2014. - №768. - С. 141-145

5. Calibration of EJ-276 plastic scintillator for neutron–gamma pulse shape discrimination experiments E.V. Ryabeva, I.V. Urupa *, E.E. Lupar, et al. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Volume 1010, 2021

Моделирование электронных лавин в диодных системах ФЭУ #108

Author:

Semyon Khokhlov

Co-authors:

Artem Sokolov, Tatyana Karetnikova, Victor Kindin, Anna Dmitriyeva, Igor Yashin, Yaroslav Rybalchenko, Victor Shutenko

Важнейшей характеристикой фотоэлектронных умножителей для задач спектрометрии является амплитудное разрешение, которое зависит от конфигурации диодной системы, используемых материалов и распределения потенциалов.

Многообразие вероятностных процессов, влияющих на развитие электронной лавины, значительно усложняет описание происходящих внутри диодной системы флуктуаций.

Поэтому большинство научных групп при создании математических моделей своих установок для учета флуктуаций откликов ФЭУ используют амплитудные и зарядовые спектры, измеренные в режимах одноэлектронной и многоэлектронной подсветок фотокаатода.

В докладе обсуждается общий подход для статистического моделирования развития лавины в диодной системе, при котором учет геометрии конструкции и электрических полей заменяется вероятностями потерь, пролетов и взаимодействия электронов с диодами. Предлагаемый подход был применен для создания математических моделей диодных систем жалюзийного (ФЭУ-125, ФЭУ-200) и коробчатого (Hamamatsu R877) типов. Данные моделирования сопоставляются с результатами измерений, проведенных на стендах Экспериментального комплекса НЕВОД (НИЯУ МИФИ) и ФГУП ВНИИА.

Сцинтилляционные детекторы тепловых нейтронов Экспериментального комплекса НЕВОД #109

Authors:

Dmitry Gromushkin, Semyon Khokhlov, Ivan Shulzhenko, Anna Dmitrieva, Evgeniy Khomchuk, Evgeniy Volkov, Alena Konovalova, Anatoly Petrukhin

Регистрация нейтронов важна для многих экспериментов. В последнее время получил распространение тип детекторов на основе твердых сцинтилляторов ZnS(Ag) с добавлением захватчика нейтронов ^6Li или ^{10}B . Подобные детекторы могут использоваться для регистрации низких потоков нейтронов, начиная с естественного фона $10^{-3} - 10^0 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ за счет высокой чувствительности и отбора нейтронов по форме сигналов, что позволяет регистрировать единичные нейтроны.

В работе описываются детекторы нейтронов, созданные на основе подобных сцинтилляторов, которые применяются в Экспериментальном комплексе НЕВОД (НИЯУ МИФИ) для решения как фундаментальных (исследование широких атмосферных ливней и вариаций космических лучей), так и прикладных (контроль радиационного фона и регистрация антинейтрино от реактора) задач.

Оценка влияния калия 40 на конвекцию мантии Земли с учетом анализа данных Borexino #110

Author:

Ivan Karpikov

В данной работе рассматривается независимый анализ данных эксперимента Borexino, указывающий на высокий поток гео-антинейтрино 40K и гео-нейтрино $40\text{K-geo-}(\bar{\nu} + \nu)$, а также на высокое содержание калия в Земле. Значительное количество 40K создаёт

тепловой поток, который влияет на внутренние процессы Земли. Мы представляем результаты моделирования конвекции мантии с учетом избыточного тепла от 40К.

Перспективы измерения короткоживущих мезонных резонансов в $\text{Xe}+\text{W}$ столкновениях при энергии 2,5 А*ГэВ в эксперименте MPD на ускорителе NICA #111

Authors:

Дмитрий Александрович Иванищев, Ярослав Александрович Бердников, Дмитрий Олегович Котов, Михаил Владимирович Малаев

Особую роль в исследовании ядерного вещества, образующегося в столкновениях тяжелых релятивистских ионов, играют резонансы. На рождение резонансов влияет ряд эффектов, проявляющихся на различных этапах столкновений тяжелых ионов. Изучение рождения резонансов позволяет исследовать такие эффекты как перерассеяние и регенерацию в фазе адронного газа; избыточный выход барионов при промежуточных поперечных импульсах; зависимость потерь энергии партонов от аромата при высоком импульсе и другие эффекты.

В работе представлены результаты исследования возможности измерять спектры рождения короткоживущих мезонных резонансов в эксперименте MPD на ускорителе NICA в столкновениях ядер ксенона Xe с неподвижной мишенью из вольфрама W при кинетической энергии налетающего пучка $E_{\text{kin}} = 2,5\text{A}$ ГэВ в широкой области поперечных импульсов в зависимости от центральности ядро-ядерных столкновений. Результаты получены на основе Монте-Карло моделирования столкновений ядер ксенона с ядрами вольфрама, взаимодействия продуктов реакции с веществом экспериментальной установки MPD и откликов детекторных систем. Выполнена оценка доступного для изучения фазового пространства значений поперечного импульса и быстроты в рамках конфигурации столкновений ядер $\text{Xe}+\text{W}$.

Работа выполнена в рамках Государственного задания на проведение фундаментальных исследований (код темы FSEG-2025-0009).

Влияние слабого ускорения на свойства глюонной плазмы при температурах выше фазового перехода: предварительные результаты решеточного моделирования #112

Authors:

Даниил Степанов, Максим Чернодуб, Владимир Гой, Александр Молочков

Мы исследуем ускоренную горячую глюонную материю при температурах выше критической точки фазового перехода конфайнмент/деконфайнмент, используя решёточный подход в квантовой теории поля. Ускорение вводится в формализм решёточной КТП через соотношение Толмана–Эренфеста, связывающее градиент температуры с гравитационным полем. В качестве индикатора влияния ускорения мы изучаем поведение относительной петли Полякова, определённой как нормированная разность её значений в ускоренной и статической системах при одинаковой локальной температуре. Предварительные результаты для ускорений до 16 МэВ показывают систематическое отклонение этой величины от нуля, что указывает на чувствительность свойств глюонной плазмы к ускорению даже в области глубокого деконфайнмента. Это свидетельствует о нетривиальном влиянии ускорения на термодинамику глюонной материи, что может иметь значение для моделирования процессов в релятивистских столкновениях тяжёлых ионов и в ранней Вселенной.

Амплитудный анализ распадов $B \rightarrow \psi(2S) \pi K$ в эксперименте Belle II #113

Author:

Kirill Chilikin

Проводится амплитудный анализ распадов $B \rightarrow \psi(2S)\pi K$ с одновременной подгонкой всех четырёх сопряжённых по изоспину каналов: $B_0 \rightarrow \psi(2S)\pi^- K^+$, $B^+ \rightarrow \psi(2S)\pi^+ K^0$, $B^+ \rightarrow \psi(2S)\pi^0 K^+$ и $B_0 \rightarrow \psi(2S)\pi^0 K^0$ с целью поиска состояния $T_{cc}^{-1}(4430)_0$ в канале $\psi(2S)\pi^0$ и новых заряженных чармониеподобных состояний в канале $\psi(2S)\pi^+$. Анализ основан на образцах данных размером 711 и 365 фб⁻¹, набранных в экспериментах Belle и Belle II соответственно.

Измерение R с детектором КЕДР на коллайдере ВЭПП-4М #114

Author:

Tatyana Kharlamova

Работа посвящена прецизионному измерению полного сечения электрон-позитронной аннигиляции в адронные конечные состояния в эксперименте КЕДР на коллайдере ВЭПП-4М (ИЯФ СО РАН). Представлены результаты анализа статистики, набранной в 17 точках в диапазоне энергий от 4,6 до 7 ГэВ с интегральной светимостью 13,7 пб⁻¹.

Эллиптические потоки нейтральных пионов в столкновениях He+Au при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ #115

Authors:

Снежана Дилсузовна Комарова, Дмитрий Олегович Котов, Ярослав Александрович Бердников, Егор Викторович Банников

Эксперименты на коллайдерах LHC и RHIC продемонстрировали, что во взаимодействиях $p+p$, $p+Pb$ и $d+Au$ может возникать состояние горячей и плотной ядерной материи — кварк-глюонная плазма (КГП), — которое испытывает коллективное гидродинамическое расширение, характеризуемое эллиптическим потоком (v_2), аналогичное обнаруженному ранее в столкновениях $Au+Au$ и $Pb+Pb$.

В данном докладе впервые представлены результаты и их анализ по измерению v_2 для π^0 -мезонов в диапазоне поперечных импульсов $1 \leq p_T \leq 5$ ГэВ/с в различных классах событий по центральности в столкновениях $^3\text{He}+Au$ при энергии 200 ГэВ.

Атмосферные мюоны и "мюонная загадка" #116

Authors:

Grigory Rubtsov, Sergey Troitsky

Многие эксперименты, изучающие широкие атмосферные ливни (ШАЛ), вызванные космическими частицами высоких энергий, указывают на превышение числа мюонов в ливнях по сравнению с моделированием - так называемый "мюонный избыток" или "мюонную загадку". Поскольку при формировании ливня играют роль адронные взаимодействия при энергиях и в кинематических областях, не изученных на ускорителях, понимание причин мюонного избытка должно уточнить модели взаимодействия, а может быть, и найти указания на "новую физику". Однако на основе изучения ШАЛ и вариации моделей пока не удалось найти непротиворечивого объяснения наблюдательных данных. В данной работе мы используем другой подход и представляем результаты метаанализа данных расположенных на разных глубинах подземных экспериментов, регистрирующих интегральный поток атмосферных мюонов без привязки к конкретному ливню. Это позволяет изучать мюоны высоких энергий, рождающиеся в первых взаимодействиях космических частиц в атмосфере, и определить параметры тех взаимодействий, которые ответственны за мюонный избыток.

Suppression of noise hits and EAS background with neural networks and domain adaptation #117

Author:

Albert Matseiko

A machine learning approach for background suppression and noise hit identification in the Baikal-GVD neutrino telescope is presented, addressing signal-to-background ratios of approximately 10^{-6} and noise contamination of 85-90% of hits from water luminescence. Two complementary Transformer-based neural network models are developed: a fast background filter that retains 99% of neutrino events while suppressing atmospheric muon background by a factor of 20, and a noise hit classifier achieving $\sim 90\%$ precision and recall on Monte Carlo simulations. To address discrepancies between simulations and experimental data, domain adaptation (DA) using gradient reversal layers is applied. It is shown that DA reduces the Kullback-Leibler divergence between models outputs from 0.267 to 0.049 for background suppression and from 0.014 to 0.008 for noise classification.

Поиск нейтринного излучения от взрывов Сверхновых в Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН #118

Author:

Valeriy Petkov

В докладе приводятся результаты поиска нейтринного сигнала от взрывов сверхновых с коллапсом ядра в Галактике на Баксанском подземном сцинтилляционном телескопе (БПСТ) Баксанской нейтринной обсерватории (БНО) ИЯИ РАН. БПСТ работает по программе поиска нейтринных вспышек от коллапсирующих звезд с середины 1980 года и имеет самое длительное время наблюдения за Галактикой. Обсуждается современное состояние и перспективы эксперимента на модернизированной установке БПСТ.

Представлен новый предел на частоту коллапсов в Галактике.

Обсуждается эксперимент по поиску и изучению характеристик нейтринного излучения от взрывов сверхновых на сцинтилляционном детекторе большого объема в БНО.

Crises, Tensions and Mysteries in Modern Cosmology #119

Author:

Dmitry Gorbunov

Hubble crisis, σ_8 tension, early mature galaxies, superheavy black holes, inverse phantom crossing in the past and all that

Разработка оптических модулей внешнего детектора Гипер-Камиоканде. #120

Authors:

Никита Шварёв, Глеб Ерофеев, Александр Измайлов, Юрий Куденко, Олег Минеев, Ян Строке, Сергей Федотов, Алексей Хотянцев

Эксперимент Гипер-Камиоканде представляет собой ускорительный нейтринный эксперимент с длинной базой, основными задачами которого являются поиск CP-нарушения в нейтринных осцилляциях, измерение параметров смешивания нейтрино, поиск распада протона, регистрация потока диффузных нейтрино от взрывов сверхновой и др. Эксперимент будет состоять из источника нейтринного пучка в J-PARC, ближнего детектора ND280 [2], промежуточного детектора IWCD, дальнего детектора Hyper-Kamiokande [3].

Дальний детектор представляет собой подземный водный черенковский детектор с размерами 73 (высота) x 68 (диаметр) метров, поделённый на два объёма: внутренний и внешний. Внешний объём выполняет роль вето-системы, необходимой для регистрации и подавления фоновых событий, в основном космических мюонов.

Для выполнения данной роли, внешний детектор будет оснащен оптическими модулями, состоящими из ФЭУ и спектросмещающих пластин. Данные пластины используются для увеличения площади сбора сигнала и для увеличения эффективности регистрации заряженных частиц внешним детектором.

В докладе будут представлены результаты разработки и тестирования спектросмещающих пластин, полученные оптические параметры. Будут представлены результаты измерений параметров оптических модулей с помощью UV светодиодов и при регистрации космических мюонов в прототипе водного черенковского детектора.

1. K. Abe, H. Aihara (The Hyper-Kamiokande Working Group) A Long Baseline Neutrino Oscillation Experiment Using J-PARC Neutrino Beam and Hyper-Kamiokande 2015 <https://doi.org/10.48550/arXiv.1412.4673>
2. K. Abe T2K ND280 Upgrade - Technical Design Report e-Print: 1901.03750 <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.03750>
3. Hyper-Kamiokande Proto-Collaboration, K. Abe, Ke. Abe, HyperKamiokande Design Report 28 November 2018 <https://doi.org/10.48550/arXiv.1805.04163>

Энергетический и массовый спектры космических лучей по данным Наземного Детектора Telescope Array #121

Author:

Ivan Kharuk

В докладе будет представлен массовый и энергетические спектры космических лучей сверхвысоких энергий по данным Наземного Детектора Telescope Array с применением машинного обучения. Будет показано, что расхождение между спектрами, полученными Telescope Array и обсерваторией Pierre Auger, согласуются с предположением о наличии локально источника с промежуточным массовым составом. При анализе данных особое внимание было уделено устранению систематической ошибки, связанной с несовершенством Монте-Карло симуляции данных, на которых производилось обучение нейронных сетей.

Тормозное излучение пиона в формализме функции расщепления #122

Author:

Екатерина Крюкова

В докладе рассматривается рождение тёмных фотонов массой 0.4-3.5 ГэВ в процессе тормозного излучения пиона.

Ранее для оценки данного сечения в Curtin, Kahn, Nguyen Phys.Rev.D 108 (2023) 9, 095039 использовался ведущий порядок киральной теории возмущений. Будет продемонстрирована его неприменимость для пионных пучков, соответствующих реальным экспериментам, например, NA64h с импульсом пионов 50 ГэВ.

В квазиреальном приближении (см. Baier, Fadin, Khoze Sov.Phys.JETP 24 (1966) 760-765) будет получена альтернативная оценка для сечения неупругого тормозного излучения пиона. С помощью поправки Доусона будет найдена функция расщепления пиона для случая массивного тёмного фотона, а также её поперечный безмассовый предел.

Кроме того, будет рассмотрен конкурирующий процесс -- рождение тёмных фотонов в аналоге процесса Дрелла--Яна. Будут представлены численные оценки для спектра тёмных фотонов, потенциально рождаемых в эксперименте NA64h с пучком π^- и в экспериментах T2K, DUNE и SHiP, в которых вторичные пионы рождаются на мишени. Доклад основан на препринте 2510.00213.

Доменная адаптация для поиска фотоподобных ШАЛ в эксперименте Ковер-3 #123

Author:

Nikita Pozdnukhov

В докладе будет описан метод выделения ШАЛ, вызванных первичными фотонами, с помощью сверточных нейронных сетей и метода доменной адаптации. Сравняются нейросетевые классификаторы с использованием и без использования доменной адаптации, изучается её эффект на поведение классификатора на Монте-Карло

симуляциях и экспериментальных данных. Будут рассматриваться некоторые результаты анализа экспериментальных данных по поиску фотонных событий, полученные с помощью описанного классификатора.

Нейтринная физика: последние результаты и перспективы #124

Author:

Yury Kudenko

Будет представлен обзор наиболее важных результатов, полученные в нейтринной физике за последнее время. Обсуждаются результаты по изучению трех активных нейтрино: поиску CP нарушения в лептонном секторе Стандартной Модели, определению иерархии масс нейтрино, прецизионному измерению осцилляционных параметров в различных экспериментах. Рассмотрены ограничения на массу нейтрино, полученные в лабораторных экспериментах и из космологических данных. Также проанализированы ограничения на стерильные нейтрино, полученные в экспериментах KATRIN и MicroBooNE. Обрисованы ближайшие перспективы и ожидаемые результаты в текущих и готовящихся экспериментах.

Асферический канал термального распада ложного вакуума вблизи чёрной дыры #125

Author:

Василий Маслов

Известно, что в окрестности чёрной дыры вероятность распада ложного вакуума возрастает. Если чёрная дыра находится в тепловом равновесии со своим окружением, то такой распад в квазиклассическом подходе описывается периодическим в евклидовом времени классическим решением – "термальным отскоком". При этом обычно из соображений симметрии термальный отскок предполагается сферически симметричным в пространстве и центрированным на чёрной дыре. В данном докладе будет исследован вопрос существования и физичности пространственно асферических термальных отскоков. На примере скалярного поля будет проанализировано, может ли описываемый такими термальными отскоками асферический канал распада ложного вакуума являться доминирующим.

Оценка неопределенностей, связанных с идентификацией частиц во время-проекционных камерах ближнего детектора ND280 эксперимента T2K #126

Authors:

Анна Дергачева, Александр Измайлов

T2K (Токай-то-Камиока) — ускорительный эксперимент с длинной базой, нацеленный на измерение параметров смешивания нейтрино и поиск CP-нарушения в лептонном секторе. Ключевую роль в увеличении чувствительности эксперимента играет использование данных ближнего детектора ND280. В ближнем детекторе основой для идентификации частиц и восстановления кинематических параметров треков являются время-проекционные камеры TPC: две горизонтальные и три вертикальные. Работа посвящена изучению определения типов частиц в TPC и оценке соответствующих систематических неопределенностей. Анализ выполнен для трех контрольных образцов частиц, рожденных во взаимодействиях нейтрино: мюонов, протонов и электронов.

Появление Λ -гиперонов в материи нейтронных звёзд в моделях среднего поля #127

Authors:

Семён Михеев, Дмитрий Ланской, Артур Насакин, Татьяна Третьякова

Исследование свойств гиперонных взаимодействий остается актуальной задачей для физики ядра и частиц. Поскольку материя нейтронных звёзд имеет плотность в несколько раз больше ядерной, но при этом может быть описана методами ядерной физики, эти объекты хорошо подходят для теоретического исследования свойств барионных взаимодействий. Важной характеристикой материи нейтронных звёзд является плотность, при которой становится энергетически выгодным образование гиперонов. Ранее было показано [1,2], что эта величина тесно связана с максимальной массой нейтронной звезды и потому является значимой для описания нейтронных звёзд.

В данной работе в рамках двух теоретических подходов, нерелятивистской модели Скирмы и релятивистской теории среднего поля, исследуется зависимость плотности, при которой в материи нейтронных звёзд появляются Λ -гипероны, от характеристик гиперон-нуклонного взаимодействия. Показано, что в обеих моделях эта плотность сильно коррелирует со сжимающей способностью гиперон-нуклонного взаимодействия [3] — величиной, характеризующей способность гиперона поляризовать (сжимать или расширять) нуклонный остов гиперядра.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-22-00077.

1. S. Mikheev, D. Lanskoj, A. Nasakin, T. Tretyakova. Hyperonic interactions in neutron stars // *Particles*. 2023. V. 6, p. 847–863.
2. A. I. Nasakin, D. E. Lanskoj, S. A. Mikheev, T. Y. Tretyakova. Conditions of hyperon appearance in neutron star // *Physics of Particles and Nuclei*. 2025. V. 56, no. 3, p. 943–949.
3. Ланской Д. Е., Третьякова Т.Ю. Поляризация остова гиперядра: модельное описание // *ЯФ*. 1989. Т. 49, с. 401–407

Масса π -мезона и ρ -мезона вблизи Казимировской поверхности #128

Authors:

Konstantin Pak, Vladimir Goy

Масса π -мезона и ρ -мезона вблизи казимировской поверхности.

В последние годы наблюдается рост исследовательского интереса к методам решёточной Квантовой Хромодинамики (КХД) с применением дополнительных граничных условий. В частности, изучение систем в присутствии топологических дефектов моделируемых посредством введения казимировских поверхностей. Это открывает новые возможности для анализа конфайнмента и спектра адронов в условиях конечного объема.

Настоящая работа посвящена исследованию поведения двухточечных корреляционных функций для псевдоскалярных (π -мезоны) и векторных (ρ -мезоны) мезонов вблизи границ. Расчёты проводились в рамках решёточной формулировки КХД с использованием "quenched" фермионов. Массовый спектр указанных мезонов был вычислен в зависимости от величины константы связи β , что позволило проследить её влияние на динамику кварков и глюонов вблизи границы. Обнаружена модификация кваркового конденсата и частичное восстановление киральной симметрии вблизи границы.

Neutrino oscillations in plasma #129

Authors:

Dmitry Gorbunov, Dmitry Kalashnikov, George Krugan

In this paper, we investigated the influence of the CP-disrupting phase in the mixing matrix, the hierarchy of neutrino masses, and the initial lepton asymmetry in the neutrino sector on the evolution of the neutrino density matrix. The calculations were performed using the modified program code FortEPiNO. The results obtained allow us to say with confidence that the CP phase has little effect on the evolution of the chemical potentials of active neutrinos, and the inverse neutrino hierarchy neutralizes asymmetry more efficiently and faster.

Возможные подходы к созданию ВТСП магнитов Нового Нуклотрона #130

Author:

Михаил Станиславович Новиков

Базовая установка Нуклотрон работает в ЛФВЭ ОИЯИ с 1992 г. В свое время это был первый сверхпроводящий ионный синхротрон в Европе. За более чем 30 лет работы Нуклотрон обеспечил широкий спектр успешных экспериментов в релятивистской ядерной физике. Согласно программе развития ОИЯИ, в рамках продолжения сооружения комплекса NICA, необходима коренная модернизация инжекционного комплекса коллайдера, в том числе создание нового синхротрона-инжектора взамен Нуклотрона. В качестве основного варианта при создании Нового Нуклотрона рассматриваются дипольные и квадрупольные магниты из высокотемпературного сверхпроводящего (ВТСП) кабеля с рабочей температурой от 30 до 50 К. ВТСП магниты в системе Нуклотрона нужны как для снижения эксплуатационных расходов, так и для разработки и внедрения перспективных технологий. Возможны различные виды проточного охлаждения магнитов – жидкий неон, газообразный гелий, отдельное охлаждение яра азотом, целесообразно отдельное охлаждение жидким гелием высоковакуумной камеры пучка. Рассматривается также вариант охлаждения переохлажденным азотом при температуре 65 К – это работа на перспективу. В ОИЯИ разработана конструкция и технология ВТСП трубчатого кабеля (типа «Нуклотрон») и его соединений, технология радиационного пиннинга ионами, модифицируется технология изготовления обмоток и сборки магнитов из ВТСП кабеля. Созданы кабельные машины, станция облучения на циклотронах с перемоткой в вакууме через пучок, модернизирован криогенный токовый испытательный стенд. Изготавливаются ВТСП кабели, в том числе с пропиткой компаундом, и с изоляцией. Получены первые 800 метров ВТСП ленты с увеличенным в два раза критическим током при 1.8 Тл 40 К за счет облучения ионами криптона. Разрабатывается и изготавливается серия экспериментальных магнитов, несколько из них испытаны и показали расчетные параметры. Разрабатываются проекты магнитов Нового Нуклотрона с различными видами охлаждения и конструкциями. Проводится предварительный анализ всех типов магнитных систем, с учетом жизненного цикла Нового Нуклотрона.

Quantum mechanical analogy for unstable particle collisions description #131

Author:

Alexey Kiselev

Quantum mechanical analogy of approaches based on Quantum Field Theory, especially Chiral Perturbation Theory, is suggested. Exactly solvable situations are considered, special attention is paid to the case of one unstable particle in initial state. Results could be useful as a guide and a prototype for testing ideas concerning unstable particle collisions.

Анзац Кассини в модели Скирма: разрыв сферического скирмиона #132

Authors:

Nikolai Gerasimeniuk, Anatolii Korneev, Oleg Tkachev, Alexander Molochkov

В данной работе исследуется модель Скирма с использованием анзаца Кассини. В работе рассматривается трехмерное обобщение овалов Кассини для анализа статической энергии скирмионной конфигурации в зависимости от параметра деформации. Показано, что на определенном масштабе зависимость энергии имеет линейный характер.

Классическая динамика связанного состояния спиновых дионов #133

Authors:

Михаил Малев, Дмитрий Капарулин

Дион — частица с электрическим и магнитным зарядом. В 1968 году Цванцигер показал, что система двух дионов сохраняет симметрии и законы сохранения кулоновской задачи.

В докладе рассмотрена классическая динамика системы из двух дионов со спином. Найдены уравнения и интегралы движения системы, а также построены интегральные траектории в зависимости от параметров системы.

Суммирование логарифмических поправок основанное на локальности КТП #134

Author:

Denis Tolkachev

В докладе будет рассмотрен формализм суммирования логарифмических квантовых поправок, который является следствием теоремы Боголюбова-Парасюка. Данный формализм позволяет суммировать логарифмические вклады независимо от того, перенормируема теория или нет. Кроме того, этот метод будет применен к перенормируемой модели для сравнения его с суммированием логарифмов, основанном на мультипликативности перенормировки.

Яркий источник космических лучей как решение противоречий между Auger и TA #135

Author:

Александр Корочкин

Несмотря на большую статистику, собранную обсерваториями Telescope Array (TA) и Pierre Auger, источники космических лучей сверхвысоких энергий (КЛУВЭ) остаются неизвестными. Данные Auger и TA согласуются ниже $10^{19.5}$ эВ, но существенно расходятся при более высоких энергиях. Используя наиболее современную модель галактического магнитного поля, будет показано, что эти расхождения в спектре и крупномасштабной анизотропии могут быть последовательно устранены при включении в модель одного яркого, близкого источника, положение которого совпадает с ярчайшей галактикой со вспышкой звездообразования M82. Это дает первое самосогласованное объяснение различиям между данными Auger и TA, а также указывает на кандидата в локальные ускорители КЛУВЭ.

Переход Березинского-Костерлица-Таулеса в двумерной сверхтекучей жидкости #136

Authors:

Aleksandr Begun, A.V. Molochkov, Konstantin Zarembo

В данной работе исследуется фазовый переход Березинского–Костерлица–Таулеса (БКТ-переход) в двумерной сверхтекучей жидкости, описываемой комплексной ϕ^4 -теорией. С использованием методов Монте-Карло было выполнено решёточное моделирование, которое наглядно демонстрирует характерные признаки БКТ-перехода, включая экспоненциальный рост корреляционной длины вблизи критической точки. Наряду с численным анализом предложен аналитический подход, основанный на эффективной теории голдстоуновской моды, учитывающей поправки к фазовой жёсткости. Полученные результаты позволяют уточнить критическую линию перехода и показывают, как можно построить эффективную теорию в рамках теории систематических возмущений. При этом характерные критические свойства перехода отчётливо проявляются даже на решётках сравнительно небольшого размера.

Применение методов машинного обучения для голографических моделей КХД #137

Author:

Pavel Slepov

Co-authors:

Irina Arefeva, Mikhail Khramtsov , Alexander Nikolaev

С помощью голографического принципа изучается структура фазовой диаграммы КХД. В связи с ростом сложности моделей обсуждается применение методов машинного обучения, что является существенно новым направлением в голографическом подходе. Это позволит выявить параметры голографических моделей, которые находятся в согласии с данными, полученными на экспериментах LHC, RHIC и NICA, и с решёточными вычислениями.

Особенности смешивания нейтрино и сценарий темной материи в моделях обратного seesaw #138

Author:

Дмитрий Казаркин

Co-authors:

Михаил Николаевич Дубинин, Елена Юрьевна Федотова

Одной из ключевых проблем Стандартной модели является сложность описания крайне малых (но ненулевых) масс нейтрино в рамках подхода, успешно применяемого для кварков и заряженных лептонов. Традиционные качельные механизмы (*seesaw*) I и II типа частично решают эту проблему, однако требуют введения неестественно больших масштабов либо малых констант взаимодействия Юкавы. В этом свете более привлекательными представляются модели с обратным качельным механизмом (*inverse seesaw*), использующие два типа дополнительных стерильных нейтринных полей. Класс таких моделей с произвольными числами новых полей p и q мы обозначаем как ISS(p, q). В данной работе для моделей ISS(p, q) получен эффективный массовый оператор нейтрино и выведен аналитический вид полной матрицы смешивания. Отдельно рассмотрен специальный подкласс моделей ISS($p, p+1$), спектр которых содержит исключительно легкое стерильное состояние, являющееся кандидатом на роль частицы темной материи. Полученные формулы демонстрируют наличие иерархии между компонентами смешивания. Малость эффективного массового оператора активных нейтрино обеспечивается за счет меньших компонент, в то время как примесь стерильных состояний к флейворным нейтрино определяется большими компонентами. В сценарии с темной материей это приводит к важному следствию: для легкого стерильного состояния зависимость между его массой M_{DM} и смешиванием U_{2DM} исчезает. Величина смешивания подавляется масштабом масс тяжелых стерильных псевдодираковских нейтрино. Это фундаментальное отличие данной модели от других качельных механизмов, включающих стерильное нейтрино темной материи.

Аномальные корреляции космических лучей сверхвысоких энергий и лацетрид с использованием данных Telescope Array #139

Author:

Mariia Kudenko

Анализ космических лучей, зарегистрированных обсерваторией High Resolution Fly's Eye в стерео режиме, выявил наличие корреляций между направлениями прихода космических лучей сверхвысоких энергий и положениями далеких объектов типа BL Lac (Gorbunov et al. 2004, Abbasi et al. 2005). Этот результат подразумевает существование частиц, преодолевающих большие расстояния без отклонения, что трудно объяснить в рамках стандартной физики и астрофизики. В данном докладе будут представлены предварительные результаты проверки корреляций с помощью двух методов: метода максимального правдоподобия и метода подсчета пар с использованием данных наземных детекторов обсерватории Telescope Array.

Универсальность теории случайных матриц на уровне наблюдаемых в скалярной теории поля #140

Author:

Василий Пушкарев

Универсальность теории случайных матриц широко используется для диагностики хаотического поведения в квантовых системах. В частности, статистические свойства спектральных флуктуаций, такие как распределение расстояний между ближайшими уровнями и спектральный форм-фактор, сравниваются с предсказаниями для ансамблей случайных матриц. Однако в квантовой теории поля прямой доступ к спектру часто оказывается невозможен, что мотивирует поиск признаков хаоса, основанных на наблюдаемых величинах. Мы рассматриваем массивную скалярную теорию поля в конечном объеме, выведенную из равновесия локальным возбуждением. Эволюция корреляционных функций в этой системе демонстрирует нерегулярные структуры, характеризующиеся большим числом экстремумов. В данной модели стандартный спектральный форм-фактор, определенный через аналитически продолженную статистическую сумму, имеет структуру, характерную для интегрируемых систем. В то же время, признаки, основанные на статистике экстремумов, оказываются согласованными со статистикой гауссового ортогонального ансамбля. Эти результаты показывают, что универсальность теории случайных матриц может возникать на уровне наблюдаемых даже в тех случаях, когда спектральные диагностики указывают на интегрируемость системы. Такое уточнение взаимосвязи между универсальностью теории случайных матриц и диагностикой квантового хаоса имеет прямое отношение к высокоэнергетическим процессам, в которых доступны наблюдаемые, но не спектральные данные, в частности к рассеянию сильновозбужденных струнных состояний и пробной динамике на фоне черных дыр.

Когерентное упругое рассеяние низкоэнергетических фотонов нейтронами #141

Author:

Алексей Соколов

Co-author:

Петр Казинский

E-mail: asokolov@tpu.ru

Томский государственный университет, Томск 634050, Россия

В квантовой электродинамике существует класс когерентных процессов, в которых при рассеянии волновых пакетов частиц амплитуды рассеяния от каждой точки волнового пакета складываются конструктивно. Такие когерентные процессы и возникающие в результате эффекты имеют важное значение при рассеянии на малые углы, где свободно прошедшая часть волнового пакета частицы интерферирует с ее рассеянной частью. Подробно когерентные эффекты были исследованы в следующих процессах: упругое рассеяние электронов на адроне [1], рассеяние фотона на фотоне [2], комптоновское рассеяние на электроне [3,4].

В настоящей работе [5] исследуется комптоновское рассеяние низкоэнергетических фотонов на нейтронах, начальное состояние которых описывается матрицей плотности общего вида. Подробно исследуется когерентный вклад в инклюзивную вероятность регистрации фотона. Этот вклад определяет голограмму одночастичной матрицы плотности нейтрона. Описывается эволюция параметров Стокса рассеянных фотонов. Получен тензор диэлектрической восприимчивости нейтронного газа и волнового пакета одиночного нейтрона. Получено явное выражение для оператора поляризации фотона в присутствии свободных нейтронов. Оказывается, что этот оператор поляризации обладает полюсными сингулярностями в случае, когда длина волны фотона много меньше характерной длины изменения одночастичной матрицы плотности нейтрона или газа

нейтронов. Эти сингулярности, отвечающие дополнительным степеням свободы, отождествляются с квазичастицами – плазмонами. Решение уравнения Максвелла с соответствующим поляризационным оператором описывает плазмон-поляритоны. Показано, что в нейтронном газе и в волновом пакете одиночного нейтрона существует восемь независимых плазмон-поляритонных мод. Некоторые плазмон-поляритонные моды оказываются тахионными и нестабильными. Нестабильные моды описывают спонтанную генерацию магнитного поля. В инфракрасном пределе волновой пакет нейтрона при когерентном комптоновском рассеянии ведет себя как точечная частица с динамическим магнитным моментом, причем дополнительные степени свободы сводятся к динамической части магнитного момента.

1. Kazinski P.O., Rubtsova D.I., Sokolov A.A. Inclusive probability to record an electron in elastic electromagnetic scattering by a spin one-half hadron wave packet // Phys. Rev. D. 2023. V. 108, No. 9., p. 096011.
2. Kazinski P.O., Solovyev T.V., Susceptibility of a single photon wave packet // Phys. Rev. D. 2023. V. 108, No. 1., p. 016004.
3. Kazinski P.O., Solovyev T.V., Coherent radiation of photons by particle wave packets // EPJC. 2022. V. 82, No. 9., p. 790.
4. Akimov I.M., Kazinski P.O., Sokolov A. A. Plasmon-polariton modes on a single electron wave packet // Phys. Rev. D. 2025. V. 111, No. 3., p. 036028.
5. Kazinski P.O., Sokolov A.A., Coherent elastic scattering of low energy photons by neutrons, (2025), arXiv:2510.21645 [hep-ph]

Разработка метода извлечения V_{cb} из инклюзивных полулептонных распадов B -мезонов в эксперименте Belle #142

Authors:

Николай Петерс, Павел Пахлов, Мурад Ясавеев

Извлечение элемента матрицы Кабиббо-Кобаяши-Маскавы (ККМ) $|V_{cb}|$ из инклюзивных полулептонных распадов $b \rightarrow c \ell \nu$ основано на применении теории Heavy Quark Expansion (HQE) для разложения ширины распада, включающего коэффициенты и связанные с ними непертурбативные матричные элементы, которые не могут быть вычислены из первых принципов квантовой хромодинамики. Моменты таких кинематических распределений, как квадрат переданного 4-импульса q_2^2 или масса адронной части распада M_{hc} , могут быть вычислены при помощи такого же подхода с коэффициентами, выражающимися через те же матричные элементы. Таким образом, измерение моментов $\langle q_2^2 \rangle$ и $\langle M_{hc} \rangle$ является мощным методом по исследованию ограничений применимости HQE и измерению элементов матрицы ККМ.

В работе рассматривается измерение кинематических моментов B -мезонов в эксперименте Belle. Кроме того, предлагается метод измерения моментов для B_s -мезонов при помощи адронного тагирования. Исследование включает оптимизацию методологии и критериев отбора с учётом кинематики, новый метод улучшения разрешения за счёт поправки энергии фотонов в распаде и оценку точности измеряемых величин.

Методы определения центральности в эксперименте BM@N #143

Authors:

Dim Idrisov, Fedor Guber

Определение центральности в ядро-ядерных столкновениях представляет собой фундаментальную задачу, поскольку позволяет установить соответствие между экспериментально наблюдаемыми величинами и прицельным параметром, который является основной характеристикой начальной геометрии столкновения. Корректное определение центральности обеспечивает возможность сравнивать результаты различных экспериментов, а также проводить верификацию теоретических моделей.

В данной работе выполнен сравнительный анализ двух подходов к определению

центральности по множественности рожденных частиц: на основе модели Глаубера и метода прямой реконструкции, использующего теорему Байеса. Для практического применения байесовского метода предложена процедура учета эффективности триггерной системы, что позволяет использовать данный подход для обработки реальных экспериментальных данных. Разработанная методика также дает возможность восстановить зависимость эффективности триггера от прицельного параметра, что повышает точность сравнения экспериментальных данных с теоретическими расчетами. Представлено обобщение метода на двумерный случай, в котором в качестве наблюдаемых используются как множественность рожденных частиц, так и сигнал переднего адронного калориметра. Эффективность предложенных подходов была проверена на смоделированных данных в рамках эксперимента $BM@N$ с использованием моделей DCM-QGSM-SMM и UrQMD-AMC для столкновений ядер $Xe+Cs(I)$ при энергии 3.8 А ГэВ. Моделирование отклика детекторной системы выполнено с помощью программного пакета GEANT4.

Neutrino oscillations and decoherence in astrophysical environments #144

Authors:

Artem Popov, Alexander Studenikin

A number of current and future neutrino experiments are devoted to the detection of astrophysical neutrinos. Neutrino interactions with dense matter and strong magnetic fields peculiar to astrophysical environments, such as supernova explosions, are expected to cause considerable effects in the neutrino flavour evolution. One of the interesting effects is damping of the neutrino oscillations due to the neutrino wave packets separation. We develop the wave packet description of neutrino oscillations in astrophysical environments. It is shown that the damping of neutrino helicity transitions caused by their interactions with a magnetic field can occur during supernova explosions. We emphasize the difference between Dirac and Majorana neutrinos. CP-violating effects are also considered.

Dimension 8 SMEFT operators following from KK type gravity #145

Authors:

Алексей Алешко, Eduard Boos

Extra-dimensional extensions of the Standard Model generate a specific set of higher-dimensional interactions once the heavy Kaluza–Klein (KK) excitations of the gravitational sector are integrated out. In this work, we match a generic gravity-induced effective Lagrangian of KK type onto the Standard Model Effective Field Theory (SMEFT) and provide a systematic classification of the resulting effective operators of mass dimension eight. We also derive constraints on a relevant subset of Wilson coefficients, which are then projected on physical parameters of a few chosen phenomenological scenarios.

Развитие физической программы NiptaN по исследованию редких процессов с большими p_T и предложения предварительных экспериментов. #146

Authors:

Георгий Шарков, Alexei Stavinsky

В докладе обсуждается дальнейшее развитие предложенной программы по исследованию редких процессов с выходом частиц с большими поперечными импульсами при NN, NA и AA столкновениях на выведенных пучках Нуклотрона. В частности, предложения по измерению Σ_0 , Σ^+ , Σ^- , в том числе в поляризованных NN столкновениях. Приводятся результаты моделирования нейтронного детектора с целью определения возможностей идентификации нескольких нейтронов в одном модуле. Также обсуждаются предварительные оценки таких важных составляющих планируемой установки как тороидальный сверхпроводящий магнит, трековый детектор на базе straw-трубок,

аэрогелевые детекторы. Приводятся предложения по предварительным экспериментам на выведенных пучках Нуклотрона, а так же по фазированию создания экспериментальной установки NiptaN и возможным экспериментам на первых фазах.

Решёточные модели теории поля на сфере Фибоначчи #147

Author:

Arina Pochinok

Co-authors:

Alexander Molochkov, Vladimir Goy, Maxim Chernodub

В работе исследуются решеточные подходы к моделированию квантовых и статистических систем в искривленных геометриях с применением распределения Фибоначчи. Решетка Фибоначчи рассматривается как дискретная модель искривленного пространства с практически равномерным распределением узлов и ненулевой кривизной. Триангуляция Делоне на такой решетке обеспечивает локально изотропную связность, сохраняя при этом топологические дефекты (узлы с 5 и 7 соседями), доля которых уменьшается с ростом числа узлов. Для проверки термодинамической согласованности и скейлинговых свойств на сфере, торе и кольце с разрезом Фибоначчи была использована модель Изинга.

Монте-Карло симуляции показывают, что критическая температура $T_c \approx 3.33(3)$ на сфере Фибоначчи находится между значениями для плоской квадратной и треугольной решеток. Это указывает на принадлежность к универсальному классу треугольной решетки с поправками, вызванными дефектами спиральной связности. Полученные результаты демонстрируют потенциал решеток Фибоначчи для моделирования теории поля в искривленном пространстве.

Мюонные нейтрино на БПСТ от гравитационно-волновых событий LIGO/Virgo/KAGRA #148

Authors:

Ислам Унатлоков, Valeriy Petkov, Irina Dzaparova, Makhti Kochkarov, Aleksandr Kurennya, Aleksey Yanin, Petr Striganov

В Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерных исследований Российской академии наук (БНО ИЯИ РАН) продолжается поиск нейтринных событий от различных астрофизических транзиентов в совпадении с другими детекторами. На текущий момент коллаборации LIGO/Virgo/KAGRA завершили свой четвертый наблюдательный период. Кандидаты в гравитационные волны этого периода находятся в открытом доступе. Проведен анализ зарегистрированных на Баксанском подземном скинтилляционном телескопе мюонных нейтрино для поиска совпадений с гравитационными волнами. Рассчитаны ограничения на потоки мюонных нейтрино и антинейтрино от предполагаемых источников гравитационных волн. Результаты представлены в работе.

Алгоритм реконструкции спектров нейтронов детектором HGND эксперимента BM@N #149

Authors:

Arseniy Shabanov, Фёдор Губер, Сергей Морозов, Марина Голубева, Александр Зубанков, Константин Бочарников, Николай Карпушкин

Эксперимент BM@N (Дубна) изучает столкновения тяжёлых ионов при энергиях до 6 ГэВ на нуклон. Для расширения возможностей комплекса создаётся высокогранулярный времяпролётный детектор нейтронов (HGND), который впервые позволит измерить спектры нейтронов в диапазоне 0.3-6 ГэВ.

Конструкция HGND [1] включает два плеча по 7 слоёв (медный конвертор + пластиковый скинтиллятор). Перед детектором установлен скинтилляционный veto-слой для подавления заряженных частиц. Каждый скинтилляционный слой представляет собой матрицу 11×11 ячеек с индивидуальным считыванием.

Времяпролётная база — 7 м, временное разрешение — 100 пс.

Регистрация нейтронов осложнена значительным фоном от заряженных частиц и гамма-квантов.

Разработанный алгоритм идентификации кластеров подавляет фон в десятки раз, однако отношение сигнала к фону $S/(S+B)$ остаётся на уровне ~ 0.6 . Для построения спектров нейтронов необходимо независимое измерение фона с его последующим вычитанием из общего спектра, а также коррекция на нелинейную функцию отклика детектора, связанную с зависимостью времени пролёта от энергии.

В докладе представлен алгоритм реконструкции спектров нейтронов с учётом поправки на функцию отклика HGND, его эффективность и вклад фоновых частиц.

Литература:

I. S. Morozov et al., Nucl.Instrum.Meth.A 1072, 170152 (2025)

Поиск площадки для развертывания астрофизического комплекса TAIGA-100 #150

Authors:

Anna Ivanova, TAIGA Collaboration

В рамках Перспективной Федеральной Программы по Физике Фундаментальных свойств материи планируется создание комплекса TAIGA-100 с гибридной системой детекторов на площади порядка 100 кв.км для решения фундаментальных проблем астрофизики высоких энергий. Успех проекта TAIGA-100 во многом зависит от правильного выбора места для его реализации. При этом должны учитываться астроклиматические условия, топографические, инфраструктурные и другие параметры. В докладе представлены результаты предварительного анализа возможных площадок на территории России. Наиболее перспективным подходом к анализу астроклимата потенциальных локаций является совместное использование данных спутниковых систем, моделей ретроспективного анализа климата и натуральных наблюдений. В докладе подчеркивается важность организации автоматического мониторинга астроклимата на выбранных потенциальных площадках. Приводится описание астроклиматических станций, развернутых на территории действующего комплекса TAIGA-1 и в Боргойской степи (республика Бурятия). Представлены первые результаты их работы.

Распад ложного вакуума вокруг чёрной дыры #151

Author:

Ratmir Gazizov

Согласно экспериментальным данным и расчетам в рамках Стандартной Модели, вакуум Хиггса является метастабильным и может распадаться через квантовое туннелирование. Существует стандартный квазиклассический метод для вычисления вероятности распада ложного вакуума, который основывается на классических решениях в евклидовом времени – инстантонах. Если вероятность распада экспоненциально подавлена, то она может быть оценена как $P \sim e^{-S}$, где S – действие инстантона. Рассчитанное время распада вакуума Хиггса оказывается намного больше времени жизни Вселенной.

Было выдвинуто предположение, что малые черные дыры могут сильно увеличивать вероятность распада вакуума в их окрестности [1]. Этот результат не был подтвержден вычислениями из первых принципов на примере двухмерной игрушечной модели в неравновесном случае [2].

В данной работе были проведены численные расчеты из первых принципов с учетом начального состояния, содержащего черную дыру и излучение Хокинга. Рассматривалась четырехмерная модель скалярного поля с потенциалом $V(\phi) = 12m^2\phi^2 - g_2\phi^3$. Было получено, что вероятность распада остается экспоненциально подавленной в пределе малых радиусов черных дыр.

[1] Philipp Burda, Ruth Gregory, and Ian G. Moss. “The fate of the Higgs vacuum”. *Journal of High Energy Physics* 2016.6 (June 2016).

[2] Andrey Shkerin and Sergey Sibiryakov. “Black hole induced false vacuum decay from first principles”. *Journal of High Energy Physics* 2021.11 (Nov. 2021).

От гамма-обсерватории TAIGA-1 к астрофизическому комплексу TAIGA-100: статус, результаты и планы #152

Author:

Roman Monkhoev

В первой части доклада представлены текущий статус и ключевые научные результаты гамма-обсерватории TAIGA-1, расположенной в Тункинской долине (республика Бурятия, Россия), в 50 км от озера Байкал.

Гибридная система детекторов развернута на площади 1 кв.км и в настоящее время включает в себя широкоугольные черенковские станции TAIGA-HiSCORE, атмосферные черенковские телескопы TAIGA-IACT и массив сцинтилляционных счетчиков Tunka-Grande и TAIGA-Muon. Установка нацелена на исследования в области физики космических лучей и гамма-астрономии в диапазонах энергий от 200 ТэВ до 1000 ПэВ и свыше 3 ТэВ соответственно.

Во второй части доклада обсуждается мотивация создания и концепция проекта TAIGA-100 - крупномасштабного астрофизического комплекса площадью порядка 100 кв.км. Основная задача будущей установки состоит в проведении прецизионных исследований в области гамма-астрономии ПэВного диапазона и изучении первичных космических лучей с энергией вплоть до 10 ЭэВ. Базовыми элементами проекта являются широкоугольные черенковские станции с углом обзора ~ 1 ср и мюонные детекторы площадью около 40 кв.м, дополненные сцинтилляционными счетчиками и радиоантеннами. В центральной

части комплекса также планируется разместить атмосферные черенковские телескопы, а на его периферии - флуоресцентные детекторы.

Ключевым этапом на пути к TAIGA-100 станет создание в ближайшие годы прототипа площадью 0.5 кв.км. Этот прототип, основанный на инфраструктуре и опыте эксплуатации TAIGA-1, необходим для проверки эффективности разрабатываемых детекторных систем и технологий, а также методов обработки и анализа экспериментальных данных.

Описание кулоновских барьеров в реакциях слияния на примере изотопов кальция #153

Author:

Mikhail Kosarev

Co-authors:

Nikolay Arsenyev, Alexey Severyukhin, Nikolai Antonenko

В рамках теории функционала плотности энергии (ФПЭ) анализируется роль скоростных слагаемых в ФПЭ типа Скирма для определения высоты и положения кулоновского барьера в процессах слияния $40\text{Ca} + 36\text{--}62\text{Ca}$. Ядро-ядерный потенциал рассчитывался с использованием метода двойной свертки.

Демонстрируется, что увеличение вклада скоростных слагаемых существенно улучшает описание кулоновского барьера в рассматриваемых реакциях. Изучена линейная корреляция между высотой и положением барьера. Выявлено влияние оболочечных эффектов на характеристики кулоновского барьера в реакциях $40\text{Ca} + 36\text{--}62\text{Ca}$.

Источник обратного комптоновского излучения на основе накопителя электронов #154

Authors:

Yaroslav Getmanov, Nicolay Vinokurov, Danila Nikiforov

Накопители электронов получили широкое распространение в качестве источников синхротронного излучения рентгеновского диапазона благодаря возможности работать с высоким средним током электронного пучка. Дальнейшее уменьшение длины волны излучения ограничено повышением энергии электронов и достижимыми параметрами генераторов излучения (виглеров и ондуляторов). Генерация излучения гамма-диапазона может осуществляться с помощью эффекта обратного комптоновского рассеяния лазерного излучения на электронах, циркулирующих в накопителе. В рассматриваемой конфигурации можно достигать высоких характеристик излучения, таких как энергия и поток фотонов. Требуемая для экспериментов монохроматичность излучения может быть получена с использованием коллиматоров, благодаря зависимости энергии фотонов от угла рассеяния. В работе обсуждается проект источника гамма-излучения на основе накопителя электронов с диапазоном энергий 0.5-2 ГэВ.

Dynamical flattening of halo density cusps by Q-ball dark matter #155

Authors:

Alexander Libanov, Sergey Troitsky

Cold, collisionless dark matter successfully explains a wide range of observations, including the formation of large-scale structure. Nevertheless, tensions remain on small (galaxy) scales. Reported discrepancies include the cusp-core (inner-mass-deficit) problem; the “diversity” of inner rotation-curve shapes and central densities at fixed halo mass; possible mismatches in the abundance and structure of subhaloes inferred from strong lensing in galaxies and clusters; and hints of unexpectedly strong spatial clustering for some populations of diffuse, low-mass galaxies. No single, generally accepted explanation resolves all of these phenomena simultaneously.

Here, making use of a toy yet representative model, we demonstrate that the unique properties of interacting dark-matter nontopological solitons (Q-balls) naturally explain these small-scale halo observations. Produced during the first-order phase transition in the dark sector, these Q-balls grow in the denser regions of halos, while their cross section decreases as the soliton mass increases. Both of these processes produce diffuse gravitational waves, providing a testable signature for future observations.

Поиск гамма-излучения от транзиентных источников на установке «Ковер-3» #156

Author:

Viktor Romanenko

Установка «Ковер-3» Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерных исследований РАН расположена в Баксанском ущелье на высоте 1700 метров над уровнем моря. Она предназначена для регистрации широких атмосферных ливней (ШАЛ) с энергиями свыше 100 ТэВ, а подземный мюонный детектор общей площадью 410 м² с порогом 1 ГэВ для вертикальных мюонов позволяет эффективно

осуществлять фотон-адронное разделение ливней. В настоящей работе представлены результаты поиска совпадений фотоподобных событий с областями локализации транзитных астрофизических источников, включая области, соответствующие регистрации нейтрино высоких энергий.

Разработка алгоритмов отбора для регистрации атмосферных нейтрино в эксперименте NOvA #157

Author:

Aleksandra Ivanova

Co-author:

Andrey Sheshukov

Эксперимент NOvA нацелен на изучение осцилляций ускорительных нейтрино. Благодаря уникальной конструкции детекторов (большие размеры, высокая сегментация) и возможности гибкой настройки системы сбора данных, NOvA также открывает перспективы исследования атмосферных нейтрино. Однако на данный момент в эксперименте отсутствует специализированный триггер для селекции таких событий. Основной набор данных эксперимента NOvA планируется завершить в 2027 году. Это создает ограниченное временное окно для реализации и внедрения новых методов отбора событий.

В данной работе представлен разработанный алгоритм триггера, способный идентифицировать как трековые, так и каскадные (безтрековые) события, характерные для взаимодействий атмосферных нейтрино. Приведены оценки эффективности работы алгоритма на основе моделирования Монте-Карло, а также результаты его тестирования на ранее набранных экспериментальных данных NOvA.

Twin Superconducting Energy Recovery Linear Collider (ERLC): An Ultra-High Luminosity e+e- and e-e-Higgs Factory #158

Author:

Valery Telnov

The primary disadvantage of linear e+e- colliders is their inherent energy inefficiency: after a single collision, the bunches are directed into a beam dump. Although the use of superconducting energy recovery linacs (ERL) was proposed half a century ago to address this issue, by 1980 it was realized that this concept could not be implemented because of parasitic collisions between accelerating and decelerating beams within the linac. The resulting requirement of having only one bunch in a long linac leads to a low collision frequency, yielding a luminosity significantly lower than that of single-pass colliders (such as ILC or CLIC).

In 2021, the author proposed a twin superconducting collider concept, where accelerating and decelerating beams travel in parallel linacs coupled via RF fields. This configuration enables full energy exchange while avoiding beam-beam interactions within the accelerating structures. Consequently, the advantages of superconducting ERLs are fully realized. The luminosity is primarily limited by the power required for heat removal due to RF cavity losses (quality factor) and higher-order mode (HOM) losses in the accelerating structures, as well as by beam-beam effects.

Two schemes are considered:

1. An e+e- (or e-e-) collider with continuous or pulsed (duty cycle) bunch operation. In this scheme, bunches are accelerated, collided, decelerated to ~5 GeV, and then recirculated through turnaround arcs, compressors, decompressors, and damping wigglers for reinjection.

2. An e-e- collider with single-pass use of low-emittance electrons, which offers a simplified technical design and allows for higher luminosity per collision.

At a total power consumption of 150–300 MW and center-of-mass energies of $2E_0=250\text{--}500$ GeV, the attainable luminosity reaches $(1\text{--}2)10^{36}$ cm⁻²s⁻¹ for the first scheme and $(3\text{--}7)10^{36}$ cm⁻²s⁻¹ for the second. These values are two orders of magnitude higher than those of the ILC and an order of magnitude higher than FCC-ee (at $2E_0=250$ GeV, where 500 GeV operation is unfeasible for ring colliders). Given its capability for operation at 500 GeV, which is essential for Higgs self-coupling measurements, and its ultra-high luminosity, the ERLC is undoubtedly the superior candidate for a Higgs factory.

CP нарушение в коллективных осцилляциях майорановских нейтрино с ненулевым магнитным моментом #159

Authors:

Grachik Simonyan, Artem Popov

Исследование посвящено коллективным осцилляциям майорановских нейтрино в астрофизических условиях с учётом переходного магнитного момента и нестандартных самовзаимодействий нейтрино (NSSI).

Численно решено эффективное уравнение фон Неймана для матрицы плотности в энергетическом представлении: $i\partial_{\rho E}(\mathbf{r})\partial_{\mathbf{r}}=[\mathbf{H}_{\text{total}},\rho E(\mathbf{r})]$, где \mathbf{r} это расстояние от центра сферы излучения нейтрино. Полный гамильтониан включает вклады от вакуумных осцилляций, взаимодействия с веществом (электронами и нейтрино) в среде, взаимодействия с внешним магнитным полем через магнитный момент, а также

нелинейного члена, описывающего прямые нейтрино-нейтринные рассеяния. Особое внимание уделено роли CP-нарушающих фаз в формировании динамики осцилляций и наблюдаемых нейтринных спектров.

Улучшение модуля ядерной релаксации в Geant4 #160

Author:

Никита Чалый

В данной работе представлены последние разработки в модуле ядерной релаксации, используемом в пакете программ Geant4, с учетом будущих экспериментов на большом адронном коллайдере (БАК) высоких энергий и на ионном коллайдере на основе нуклотрона (НИКА) в области средних энергий. Эти процессы оказывают существенное влияние на спектры низкоэнергетических нейтронов, протонов и ионов в ядерных взаимодействиях, что затрагивает различные области применения. В работе представлена обновленная структура модуля ядерной релаксации, модификации моделей испарения (evaporation), мультифрагментации (SMM) и пред равновесия (pre-compound), а также результаты их валидации. Обновленные модели включены в публичный релиз Geant4 11.4.

CP-асимметрия в распадах $Y(4S) \rightarrow BB^{\pm}$ в C-чётном состоянии #161

Authors:

Sergey Godunov, Natalya Panchenko

Пары BB из распадов $Y(4S) \rightarrow BB$ находятся в C-нечётном состоянии. Однако существует малая примесь C-чётного состояния, которая модифицирует зависящую от времени CP-асимметрию. C-чётная компонента возникает из-за испускания мягкого фотона, нарушающего чистую C-нечётную природу начального состояния. Используя формализм двухчастичной волновой функции, мы выводим аналитические выражения для CP-асимметрии в случаях, когда начальные состояния имеют как определённую, так и смешанную C-чётность. Мы подчёркиваем сильную зависимость величины примеси от энергии. На основе работы Письма в ЖЭТФ, том 123, вып. 2, с. 77 – 81.

Скачки многочастичных амплитуд и соотношения Штейнманна #162

Author:

Виктор Сергеевич Фадин

Анализируются утверждение об отсутствии одновременных скачков по энергетическим инвариантам перекрывающихся каналов многочастичных амплитуд. Запрет на их существование широко используется в настоящее время. В качестве его обоснования приводятся соотношения Штейнманна. Показана ошибочность этого утверждения и неправомерность использования соотношений Штейнманна для его доказательства. Существование одновременных скачков означает ошибочность принятой в настоящее время формы мультиреджевских амплитуд и должно учитываться при выводе уравнения БФКЛ в высших приближениях.

Современный статус и перспективы эксперимента SND@LHC #163

Author:

Дарья Морозова

SND@LHC - компактный автономный эксперимент, предназначенный для проведения измерений с нейтрино, рождающимися на LHC, в ранее не исследованной области псевдобыстроты $7.2 < \eta < 8.6$, дополняющей измерения всех остальных экспериментов на LHC. Детектор расположен на расстоянии 480 м ниже по пучку от точки взаимодействия IP1 установки ATLAS, в ранее неиспользуемом туннеле T118. Детектор представляет собой гибридную систему, включающую мишень массой 800 кг из вольфрамовых пластин, между которыми размещены эмульсионные и электронные трековые детекторы; далее по ходу пучка расположены калориметр и мюонная система. Такая конфигурация позволяет эффективно различать все три аромата нейтрино, открывая уникальные возможности для исследования физики рождения тяжёлых ароматов на LHC в области, недоступной экспериментам ATLAS, CMS и LHCb. Эта область также представляет особый интерес для будущих кольцевых коллайдеров и для прогнозов потоков атмосферных нейтрино сверхвысоких энергий. Концепция детектора хорошо подходит и для поиска слабо взаимодействующих частиц по признакам рассеяния в мишени детектора. Первая фаза эксперимента нацелена на работу детектора в течение всего сеанса LHC Run 3 с набором интегральной светимости 290 fb^{-1} . Эксперимент успешно работает с 2022 года, получены важные

результаты. В данном докладе внимание будет уделено текущему состоянию исследовательской программы эксперимента, основным результатам и перспективам на ближайшие годы.

Фотоядерные процессы на тензорно поляризованном дейтроне как эффективный инструмент исследования ядерных сил #164

Author:

Александр Иванович Фикс

В докладе рассматриваются ключевые задачи ядерной физики, решение которых становится возможным благодаря использованию интенсивных фотонных пучков и тензорно-поляризованной дейтронной мишени. Такой подход позволяет детально исследовать структуру ядерных сил на малых расстояниях (< 0.8 фм), где начинают проявляться кварк-глюонные степени свободы. Ожидается, что полученные экспериментальные данные не только существенно дополняют имеющиеся представления о механизмах, определяющих короткодействующую часть нуклон-нуклонного взаимодействия, но и помогут установить связь между эффективными ядерными моделями и фундаментальной теорией сильных взаимодействий.

Online мониторинг светимости коллайдера SuperKEKB в эксперименте Belle-II #165

Author:

Василий Шебалин

Основной системой, производящей измерения абсолютной величины мгновенной светимости коллайдера SuperKEKB в online-режиме, является монитор светимости. Монитор светимости представляет собой электронный модуль, обрабатывающий сигналы с торцевых частей электромагнитного калориметра детектора Belle-II. Измерение светимости коллайдера основано на счете частоты событий упругого электрон-позитронного рассеяния и e^+e^- аннигиляции в два фотона. Данные события обладают легко выделяемой топологией в виде двух коллинеарных кластеров большого энерговыделения в противоположных торцах калориметра. В докладе рассматривается электроника монитора светимости и микропрограммное обеспечение модуля.

Синхротрон с энергией протонов 1.5 ГэВ, следующая ступень ускорительного комплекса ИЯИ РАН #166

Author:

А.А. Мельников

В соответствии с планами по сооружению Мезонной фабрики предполагалось одновременно с линейным ускорителем создать кольцо-группирователь в здании 25 в оконечной части комплекса. В настоящее время здание используется для нейтронных экспериментов с большой незанятой площадью, ранее отведенной для накопительного кольца-группирователя. Данное обстоятельство позволит использовать здание 25 для размещения в нем синхротрона на энергию 1.5 ГэВ с целью придания комплексу новых функций. Одной из этих функций может быть «нейтринная фабрика», в которой рассматриваемое кольцо будет бустером для следующей ступени синхротрона на 30-40 ГэВ. Для придания многофункциональности на начальной стадии работы комплекса синхротрон может быть одновременно адаптирован для тестовых экспериментов по поиску электрического дипольного момента (ЭДМ) легких ядер, планируемых на коллайдере НИКА. В докладе рассматривается магнитооптическая структура синхротрона-бустера на энергию 1.5-2.0 ГэВ. В свою очередь линейный ускоритель будет выполнять функции инжектора в синхротрон, а нейтринные станции на Байкале (или Баксане) удачно дополняют нейтринный комплекс. Дополнительным аргументом может быть модернизация начальной части линейного ускорителя для повышения надежности линейного ускорителя. Энергия инжекции может быть в диапазоне 250-350 МэВ. В данном докладе представлен обзор конструкции ускорителя. Хотя некоторые аспекты этой схемы были оптимизированы для существующей площадки.

Предполагаемые эксперименты по поиску ЭДМ легких ядер на установках комплекса НИКА #167

Authors:

С.Д. Колокольчиков, Коллаборация SPRINT

В докладе будут представлены три возможные версии магнитооптической структуры для специализированного кольца, использующего поляризованные пучки протонов и дейтронов в режимах «замороженного» и «квази-замороженного» спина, предназначенных для поиска электрического дипольного момента легких ядер. Варианты включают три опции: две из них в режиме «квази-замороженного» спина на основе bypass в коллайдере NICA и модернизированной версии Nuclotron и одна на основе специализированной версии кольца в режиме «замороженного спина». Из-за различия по величине и знаку аномального магнитного момента протона и дейтрона, кольцевые структуры обладают уникальными

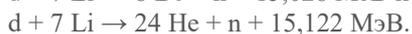
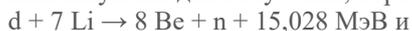
конструктивными особенностями, различающимися друг от друга. В частности, в структурах с «квази-замороженным» спином для дейтронов предлагается использовать Вин-фильтры, которые обеспечивают постоянное накопление сигнала электрического дипольного момента. Для протонов должны быть использованы электростатические дефлекторы. Работа поддержана грантом РФФ №. 25-72-30005

Исследование радиационного старения SiPMs в ИЯФ СО РАН #168

Author:

Viktor Bobrovnikov

Возможность генерации быстрых нейтронов с энергиями до 20 МэВ на установке БНЗТ открывает широкие возможности для проведения исследования радиационного старения материалов в ИЯФ СО РАН. Нейтроны, используемые для облучения, образуются в ядерных реакциях пучка дейтронов с тонким слоем лития:



Достижимая доза составляет $10 \cdot 14 \text{ нсд/см}^2$ (в случае непрерывной генерации это занимает около 110 часов облучения). Уникальность этих радиационных испытаний в отличие от облучения в реакторе заключается в точном контроле дозы с непрерывным измерением деградации параметров.

В 2022 году было проведено исследование радиационной стойкости оптического волокна, используемых в системе лазерного контроля электромагнитного калориметра детектора CMS (CERN). В 2024 году были проведены испытания прототипа стенда для исследования радиационного старения SiPMs. Первый вариант стенда был разработан и изготовлен в течении 2025 года. В декабря 2025 на быстрых нейтронах был проведен первый эксперимент по исследованию радиационной стойкости SiPMs. Полученные результаты представлены в докладе.

Разработка стенда лазерно-электронного взаимодействия в интересах создания источника комптоновских гамма-квантов рекордной интенсивности #169

Author:

В.В. Каминский

Co-authors:

В.Н. Жилич, С.А. Никитин, И.Б. Николаев, И.Б. Мухин, И.А. Самсонов

В настоящее время в России разрабатывается источник комптоновского излучения рекордной интенсивности ИКИ (ИНОК) НЦФМ. Для успешной реализации проекта необходимо отработать технологии взаимодействия импульсного лазерного излучения и пучков электронов в накопителе. В докладе изложен эскизный проект стенда для отработки таких технологий с использованием инфраструктуры коллайдера ВЭПП-4М (ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск). Предполагается сохранить функциональность существующей комптоновской установки, а также предложен новый уникальный эксперимент.

Получение гамма-квантов высоких энергий на накопителе ИКИ НЦФМ с помощью обратно отражённого синхротронного излучения. Перспективы адронной фотоники. #170

Author:

В.В. Каминский

Co-author:

Д.А. Никифоров

В докладе предложен способ получения комптоновских фотонов с энергиями выше тех, что могут быть получены при взаимодействии электронов с лазерным излучением на накопителе ИКИ НЦФМ вплоть до 1.5 ГэВ. Способ основан на отражении назад синхротронного излучения из магнита накопителя зеркалом с падением по нормали на длине волны около 11 нм и взаимодействии этих импульсов излучения с последующими электронными сгустками накопителя. В результате максимальная энергия комптоновских фотонов находится в диапазоне от 200 МэВ до 1541 МэВ при энергиях электронов от 400 МэВ до 2000 МэВ. Поток комптоновских фотонов при оптимизации схемы может составить десятки килогерц. Для качественной монохроматизации фотонов принципиально невозможно использовать коллиматоры, поэтому предлагается система мечения.

Изучение процесса $e^+ e^- \rightarrow KS KL \pi^0$ до 2 ГэВ с детектором КМД-3 на коллайдере ВЭПП-2000 #171

Author:

А.В. Семенов

Физическая программа симметричного электрон-позитронного коллайдера ВЭПП-2000, расположенного в Институте Ядерной Физике, включает сверхпрецизионное измерение сечений $e^+e^- \rightarrow hadrons$ в диапазоне энергий от 180 МэВ до 2 ГэВ. Точные измерения сечений важны для вычисления адронного вклада в аномальный магнитный момент мюона ($g - 2$) μ в рамках Стандартной Модели, а также для проверки различных теоретических моделей взаимодействия легких кварков. Детектор КМД-3, действующий на коллайдере ВЭПП-200, совмещает свойства магнитного спектрометра, а также сверхточного электромагнитного калориметра. Финальные состояния с двумя K -мезонами и одним π -мезоном имеют 12% вклад в инклюзивное адронное сечение при энергии 1.7 ГэВ. В этом докладе мы представляем предварительные результаты изучения процесса $e^+ e^- \rightarrow KS KL \pi^0$. Данный анализ основан на интегральной светимости 629.6 пб⁻¹, полученной в области энергий от порога рождения процесса до 2 ГэВ.

Использование пучка бустерного синхротрона комплекса ИКИ для экспериментов по нелинейному комптоновскому рассеянию #172

Author:

А.В. Петренко

Представлен обзор параметров бустерного синхротрона комплекса ИКИ (Источник комптоновского излучения), значимых для генерации гамма-излучения на выведенном электронном пучке посредством обратного комптоновского рассеяния. Для достижения параметров электронного пучка и лазера, при которых проявляются эффекты нелинейного комптоновского рассеяния, необходимо максимально сжать электронный и лазерный пучки в поперечном и продольном направлениях. С этой целью предлагается использовать специализированный транспортный канал после вывода пучка из бустерного синхротрона.

Комплекс импульсной томографии на основе линейного индукционного ускорителя #173

Author:

А.В. Петренко

Представлен обзор работ по созданию рентгенографического комплекса импульсной томографии на базе линейного индукционного ускорителя (ЛИУ) и разветвленной системы разводки сильноточного электронного пучка по девяти ракурсам: одному центральному и восьми боковым. Длинный пучок ЛИУ разделяется на более короткие сгустки с помощью системы из четырех импульсных ударных магнитов-кикеров. Фокусировка и повороты пучка осуществляются в сильнофокусирующей электронно-оптической системе, состоящей из квадрупольных и дипольных магнитов, с финальной фокусировкой на мишенях посредством импульсных соленоидальных линз.

Исследование температурной зависимости параметров матриц SiPM для детектора FARICH #174

Author:

Тимофей Углов

В работе исследованы характеристики матриц кремниевых фотоумножителей (SiPM) КЕТЕК PA3325-WB-0808 в температурном диапазоне от -20 до $+20$ °С.

Проведены измерения разброса напряжений пробоя и коэффициентов усиления SiPM в пределах одной матрицы. Получены оценки вероятности оптической связи и частоты темнового счета в зависимости от температуры и перенапряжения. Также представлена консервативная оценка диапазона регулировки напряжения, необходимого для выравнивания коэффициентов усиления каналов. Разработанная методика позволяет проводить измерения в автоматическом режиме и может быть использована как для выборочного контроля характеристик при сборке детекторов, так и для исследования отдельных образцов при разработке электроники.

Текущий статус ускорительного масс-спектрометра MICADAS-28 в радиоуглеродной лаборатории «УМС НГУ-ННЦ» #175

Author:

А.В. Петрожицкий

Радиоуглеродная лаборатория «УМС НГУ-ННЦ» была создана в 2020 году в Новосибирске, Россия. В настоящее время лаборатория проводит рутинный ^{14}C -анализ различных образцов: коллагена, целлюлозы, гуминовых кислот, карбонатов из отложений, пищевой сажки, метана из источников, CO_2 , растворенного в воде, и др. Основное направление работы лаборатории – определение возраста археологических артефактов методом радиоуглеродного датирования; часть работы проводится с использованием ^{14}C -меток в области

биомедицинского применения AMS. Лаборатория оснащена двумя ускорительными масс-спектрометрами: MICADAS-28 и УМС ИЯФ (Институт ядерной физики им. Будкера). В 2022 году лаборатория «УМС НГУ-ННЦ» прошла международное радиоуглеродное кросс-тестирование G1R1. В докладе будет представлено текущее состояние лаборатории. MICADAS-28 выполняет плановые измерения образцов, предоставленных пользователями, а УМС ИЯФ проходит модернизацию для повышения надежности и производительности.

Разработка ВПК низкого давления с ГЭУ для идентификации ионов и разделения изобар в ускорительной масс-спектрометрии #176

Author:

Tamara Shakirova

Разработана новая методика идентификации ионов на основе время-проекционной камеры (ВПК) низкого давления с газовым электронным множителем (ГЭУ), предназначенная для экспериментов с пучками ионов низкой энергии. Предлагаемая детекторная система ориентирована на решение задач ускорительной масс-спектрометрии (УМС), в частности на проблему разделения изобарических ионов, таких как ^{10}B и ^{10}Be . Изотоп ^{10}Be является редким космогенным радионуклидом, широко применяемым в геохронологии и исследованиях в области наук о Земле и окружающей среде.

ВПК низкого давления оснащена тонким входным окном из нитрида кремния, оптимизированным для эффективной регистрации ионов низкой энергии и α -частиц от радиоактивных источников. Детальная экспериментальная характеристика детектора проверена с использованием α -источников в среде изобутана при давлении 50 Торр. На следующем этапе система была интегрирована в УМС-комплекс Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, где выполнены измерения пробегов и энергий ионов в образцах, содержащих ^{14}C . Сопоставление экспериментальных данных с результатами моделирования в программном пакете SRIM и калибровочными зависимостями продемонстрировало возможность эффективного разделения ионов ^{10}B и ^{10}Be . После модернизации УМС-комплекса ИЯФ СО РАН планируется проведение мультиизотопных исследований с использованием разработанной ВПК.

Дополнительно ВПК низкого давления была испытана на УМС-системе Micadas производства компании Ionplus, предназначенной для радиоуглеродного анализа. Полученные результаты подтвердили совместимость детектора с компактными УМС-системами и продемонстрировали перспективность его практического применения. Разработанная технология рассматривается в качестве детекторного решения для создаваемой в ИЯФ СО РАН компактной отечественной УМС-системы.

Статус комплекса ИКИ #177

Author:

Н.В. Завьялов

С целью обеспечения научного и технологического суверенитета России принято решение о создании современного научного комплекса с источником обратного комптоновского рассеяния на основе отечественных технологий (комплекс ИКИ). Научно обоснованы характеристики комплекса и его реализация. Определен облик комплекса ИКИ. На комплексе будет получено комптоновское излучение с диапазоном от 25 кэВ до 250 МэВ, с монохроматичностью не хуже 0,5% и максимальной интенсивностью $\sim 10^{11}$ кв/с. Комплекс ИКИ по совокупности параметров не уступает, а по отдельным параметрам превосходит существующие и проектируемые установки в мире. Разработана научная программа исследований на комплексе ИКИ, в которой запланированы фундаментальные и прикладные исследования в области ядерной физики и ядерной фотоники, материаловедения, биологии и медицины.

НИКА: статус ускорительного комплекса и экспериментов #178

Authors:

Г.В. Трубников, Е.М. Сыресин

В докладе представлены результаты успешного первого пучкового сеанса с тяжелыми ионами Ксенона на Комплексе НИКА, проведенного в 2025-2026 годах. Проект Комплекс НИКА сооружен в ОИЯИ (Дубна), его главная цель – обеспечение ионными пучками экспериментальных исследований горячей и плотной сильно взаимодействующей барионной материи и спиновой физики. Физическая программа сосредоточена на поиске возможных проявлений фазовых переходов и критических явлений в энергетической области, где образуется возбужденная барионная материя с максимально достижимой плотностью. Коллайдер НИКА будет обеспечивать столкновения тяжелых ионов в энергетическом диапазоне $\sqrt{s_{NN}}=4\div 11$ ГэВ со средней светимостью $L=1\cdot 10^{27}$ см $^{-2}$ с $^{-1}$ для ядер $^{197}\text{Au}^{79+}$ и столкновения поляризованных протонов в энергетическом диапазоне $\sqrt{s_{NN}}=12\div 27$ ГэВ со светимостью $L \geq 10^{32}$ см $^{-2}$ с $^{-1}$.

В докладе обсуждаются технические детали первого пучкового сеанса, включая технологический пуск масштабной системы криогенного обеспечения комплекса, настройка и оптимизация параметров циркулирующих пучков тяжелых ионов, достигнутые интенсивности и другие измеренные характеристики

пучков и оптической структуры в коллайдере.

В этом же сеансе в 2026 году на Комплексе NICA обеспечено проведение физической программы для международной коллаборации BM@N. Обсуждаются первые предварительные результаты и планы продолжающегося набора статистики экспериментальных данных с выведенным на фиксированную мишень пусками тяжелыми ионами на установке BM@N

Швингеровские процессы: новые подходы и результаты #179

Author:

А.С. Горский

Будет сделан обзор новых результатов и подходов к непертурбативным процессам во внешних электрических полях. Будут рассмотрены инстантонные методы вычисления вероятностей рождения пар и непертурбативных распадов частиц, включая распад протона в электрическом поле, энтропия запутанности рожденных частиц и голографические подходы. Я расскажу про недавнее экспериментальное наблюдение швингеровского процесса в графене.

Коррелятор тяжело-лёгких кварковых токов в HQET в пределе большого β_0 #180

Author:

Андрей Грозин

Пертурбативный вклад в коррелятор двух тяжело-лёгких кварковых токов в HQET, разложенный по массам лёгких кварков до квадратичных членов, вычислен в ведущем порядке по $1/\beta_0$, так что члены с наибольшими степенями n_f получены во всех порядках по α_s . Борелевские образы Вильсоновских коэффициентов содержат ультрафиолетовые и инфракрасные ренормальные полюса. Наивная неабелианизация работает для этих коэффициентных функций на удивление плохо.

Решеточное моделирование КХД: обзор и статус #181

Author:

В.В. Брагуца

Настоящий доклад посвящен методу решеточного моделирования квантовой хромодинамики (КХД). В работе будет кратко изложена суть данного метода и представлен обзор некоторых интересных результатов, полученных за последние несколько лет. Особое внимание планируется уделить следующим направлениям исследований: вычислению аномального магнитного момента мюона, спектроскопии адронов, поиску критической точки (СЕР) фазовой диаграммы, уравнению состояния и транспортным свойствам КХД, диссоциации тяжелых кваркониев в кварк-глюонной плазме, а также влиянию эффектов вращения и ускорения на фазовый переход конфайнмент/деконфайнмент.