

2023 年高能所博士后学术交流 会

2023 年 9 月 24 日星期日 - 2023 年 9 月 27 日星期三
东莞园区

摘要集

Contents

Progress Report: First-Year Postdoctoral Research Update	1
POLAR-2 能谱探测器性能模拟研究	1
BESIII 实验上四体含粲介子对末态中（类）粲偶素的实验研究	1
基于闪烁光纤探测器的宇宙线缪子散射成像系统	1
Cir X-1 的近星点附近 X 射线能谱研究	2
X 射线高通量纳米分辨快速成像方法研究	2
Prediction of pressure-induced superconductivity in ternary systems YScH _{2n} (n=3-6)	2
用于正电子束团湮没时间测量的读出电子学系统研究	3
一种优化基于通量生成权窗的全局减方差方法	3
The R&D of the FPMTs for High Energy Physics Detectors	4
Simulation progress of the GSHCAL for the CEPC	4
Temporal Structures in Electron and Positron Spectra and Charge Sign Effects in Galactic Cosmic Rays	5
Serpentine 型超导四极磁体研究	5
面向新一代同步辐射光源的数据后处理和图像降噪方法研究	5
未来先进光源的中坚力量——超导波荡器的研制进展	6
Measurement of the cosmic ray proton spectrum around the knee region with LHAASO	6
Cox/Pd (x=1, 2) 原子合金的精准构筑及其驱动的电催化 CO ₂ 转化高选择性响应机制研究	7
Measurement of the Proton and Helium spectrum with KM2A and WFCTA of the LHAASO experiment	7
BESIII 上奇特强子态的寻找和研究	7
基于同步辐射 X 射线衍射的增材制造与动态服役过程原位研究	8
BES III 实验在 J/ψ 辐射衰变到 $\eta\eta\eta'$ 和 $\eta'\eta'$ 的过程中对胶球的寻找	8

CSNS 加速器束流周期同步数据获取系统设计及实现	9
BESIII 上轻奇特强子态的研究	9
Study on the upgrade of the LHCb Upstream Tracker with HVCMOS technology	10
显微组织结构调控优化 NiFeGa 形状记忆合金弹热效应的研究	10
CEPC 顶点探测器原型样机研发进展	11
先进电子源驱动激光系统研制	11
在星系尺度探测暗能量产生的排斥力	12
NNLO QCD corrections to J/ψ plus η_c production at the B factories	12
The spatial resolution of AC-coupled LGAD developed by IHEP	12
面向先进光源的 IO 优化方法	13
Inclusive J/ψ pair cross section measurement in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the CMS experiment	13
quGAN for fast calorimeter simulation	13
Searching for Muonium-Antimuonium Conversion on MELODY: The Physical Design . .	14
Differential Interferometric Signatures of Close Binaries of Supermassive Black Holes in Active Galactic Nuclei	14
Performance study of SCECAL and 6 inch silicon sensors	14
利用机器学习方法对 CSNS/RCS 主铁电源参数进行分析	15
基于语义上下文聚合的中子/X 射线 CT 图像去噪方法研究	15
Predictions for the feed-down peaks at the $\bar{u}u$ and $\bar{u}u^*$ threshold in $\bar{u}u \rightarrow \bar{u}u\gamma(\gamma)$ 16	
缺陷工程调控热电材料的输运性能	16
拓扑临界半金属 AuTe2Br 在高压下的相变	16
光热发电用耐高温熔盐特种合金的成分设计	17
利用 LHAASO 实验的宇宙线日影研究日地间行星际磁场	17
二维 Al2O3 材料的电子性质及其应用研究	17
CSNS Back-n 的轻带电粒子探测器阵列	18
台中微子实验介绍	18
Achieving a linear magnetostrictive effect in textured MnCoSiGe alloys	18
近阈奇特强子态的产生机制和衰变过程	19
X 射线聚焦镜自动装调系统研究	19

MAXI J1816-195 X 射线脉冲辐射的蒙特卡罗模拟研究	19
高性能碲锌镉材料生长与探测器制备	20
Double Higgs searches and exploration of fast simulation	20
BESIII 实验上 $\pi^0\pi^0\rightarrow\pi^+\pi^-\pi^0$ 的分波分析	21
高度有序层状钙钛矿 YBaCuFe _{0.95} Mn _{0.05} O ₅ 单晶的磁学性质	21
Pole-skipping 和 Stueckelberg 形式	21
基于 CSNS 白光中子源的 $^{239}\text{Pu}(n, f)$ 截面测量	22
基于 Transformer 的精准自适应 KB 镜调光算法研究	22
电化学中子研究平台建设及其示范实验 Construction of the Platform for Electrochem- istry & Neutron studies (PENs) at CSNS and its demonstration experiment	23
基于共轭梯度及 AI 算法的 ptycho 重建在 GPU 上的实现	23
The First LHAASO Catalog of Gamma-ray Sources	23
江门中微子实验中的 SPMT 安装细节与进展	24
面向先进光源的高通量分布式并行计算框架的探索与设计	24
AMS ladder assembly using Gantry	24
钒基中子透明合金的开发	24
Measurement of the cosmic ray proton spectrum around the knee region with LHAASO	25

粒子物理 1 组 / 1

Progress Report: First-Year Postdoctoral Research Update作者: Junle Pei^{None}

相应作者: peijunle@ihep.ac.cn

This report presents an overview of the progress achieved during the initial year of postdoctoral research. It encompasses studies focused on investigating the collinear splitting effects of boosted dark matter at neutrino detectors, enhancing the indirect detection methods for a secluded dark matter sector, and exploring the radiative leptonic decay of heavy quarkonia.

粒子物理 2 组 / 2

POLAR-2 能谱探测器性能模拟研究作者: 江河¹¹ 高能所

相应作者: hejiang@ihep.ac.cn

为了实现对空间伽马射线暴瞬时辐射的高精度偏振测量, 基于我国“天宫二号”搭载的 POLAR 实验项目, 由中欧科学家共同提出了增强型的伽马暴偏振探测仪 POLAR-2 项目。POLAR-2 将主要包括三种有效载荷, 分别是: 高能偏振探测器 (HPD), 低能偏振探测器 (LPD) 和能谱探测器 (BSD)。其中, 能谱探测器主要采用编码板成像探测技术, 实现对伽马暴瞬时辐射的高精度定位以及在 $\sim 10\text{-}2000\text{ keV}$ 范围内的能谱测量, 从而为伽马暴偏振分析提供必要的输入参数。本报告介绍了 BSD 载荷设计, 以及使用 Geant4 软件包对载荷开展的性能模拟研究工作, 主要包括 BSD 的在轨本底、有效面积、定位能力等, 最后是对载荷的展望。

粒子物理 1 组 / 3

BESIII 实验上四体含粲介子对末态中 (类) 粲偶素的实验研究作者: Maoqiang JING¹¹ IHEP

相应作者: jingmq@ihep.ac.cn

BESIII 实验上四体含粲介子对末态中 (类) 粲偶素的实验研究

多学科组 / 4

基于闪烁光纤探测器的宇宙线缪子散射成像系统作者: 佳佳翟¹¹ 高能所

相应作者: zhajjj@ihep.ac.cn

福岛核事故影响深远,核反应堆的运行状态监测问题引起了全球的关注。但是传统的射线成像技术很难穿透核反应堆厚重的混凝土外壳,无法对反应堆内部结构和运行状态进行监测。宇宙线缪子具有能谱分布宽、角度分布连续,穿透性强等特点。既具备对高密度封装材料的穿透能力,又不会对周围环境和工作人员带来额外的辐射剂量。缪子主要与待测物体发生电离和库伦散射相互作用,混凝土或者其他阻挡物也会对缪子的角度和能量造成改变,干扰缪子散射成像的质量和速度。

本论文预计从宇宙线缪子散射成像的原理展开,首先完成高位置分辨的探测器的设计,之后介绍原型机的实现工作,最终进行算法的实现及校正工作。

粒子物理 1 组 / 5

Cir X-1 的近星点附近 X 射线能谱研究

作者: 卓立于 N^{one}

合作者: 澍张; 玉鹏陈; 令达孔; 鹏举王; 擎苍税; 景强彭; 哲颜; 向东李; 双南张

相应作者: yuzl@ihep.ac.cn

Cir X-1 是一个特殊的 X 射线双星系统。观测上, Cir X-1 曾经具有非常高的 X 射线光度,但是在 2007 年后,它的光度变得很低,仅在近星点附近偶尔存在爆发现象。大约在 2019 年 8 月, Cir X-1 再次恢复了爆发。我们的工作对恢复爆发后的 Cir X-1 近星点 X 射线能谱进行分析。发现其能谱特征可以分为两类: 第一类存在电离吸收和中性吸收,但是第二类仅存在中性吸收。我们认为电离吸收可能来自吸积盘风对 X 射线辐射区产生的遮挡,而中性吸收可能来源于伴星星风的遮挡。此外,我们发现第二类的内禀 X 射线光度较高,这个现象不能用吸积盘风的热驱动机制解释,因此我们认为磁驱动可能是产生 Cir X-1 中吸积盘风的原因。

多学科组 / 6

X 射线高通量纳米分辨快速成像方法研究

作者: Jie Dong N^{one}

相应作者: jiedong@ihep.ac.cn

叠层方法可实现分辨率 <10nm 的 X 射线高通量扫描相干衍射成像。随着第四代同步辐射光源超百倍的亮度增加,间断式扫描已成为限制该方法成像效率的关键技术瓶颈之一。飞行扫描可有效提高叠层成像效率,然而该方法目前仍面临诸多挑战,如: 扫描轨迹间断、探针减速频繁以及存在网格“伪影”等。本课题针对现有方法弊端,基于高能同步辐射光源 (HEPS) 硬 X 射线相干散射线站,发展下一代 X 射线高通量纳米分辨快速成像方法。研究致力于充分挖掘新光源性能潜力,大幅度提升 X 射线扫描成像性能,满足国家在相关研究领域对高通量纳米分辨快速成像技术的重大需求。

多学科组 / 7

Prediction of pressure-induced superconductivity in ternary systems YScH_{2n}(n=3-6)

作者: UNKNOWN 师兰婷¹

¹ 高能所

相应作者: shilt@ihep.ac.cn

Hydrogen-rich ternary compounds are promising candidates for realizing of room-temperature superconductivity due to the synergistic effects of crystal structure and electronic properties under high-pressure conditions. Here, the high-pressure structures, electronic properties, and superconductivity of the ternary YScH_{2n} ($n=3-6$) system are investigated by using the prediction method of particle swarm optimization structure combined with first-principles calculations. We find four stable structures, each with different hydrogen sublattices: YScH_6 , YScH_8 , YScH_{10} , and YScH_{12} , all of them are potential high-temperature superconductors. The electron local function (ELF) results indicate a lack of interaction between hydrogen atoms in YScH_6 , while the weak H-H covalent interactions are observed in the other stoichiometric ratios. Strikingly, YScH_6 maintains dynamic stability down to ambient pressure and keeps a high superconducting critical temperature (T_c) of 66 K. At 140 GPa, the pressure-stabilized YScH_8 and YScH_{10} structures exhibit high T_c of 110 and 116 K, respectively. Upon further increasing the content of hydrogen, the lowest dynamically stable pressure of YScH_{12} is increased to 200 GPa, and the calculated T_c is up to 179 K. In all YScH_{2n} structures, YScH_6 (stabled at 1 atm to 100 GPa), YScH_8 and YScH_{10} (stabled at 140 to 250 GPa), YScH_{12} (stabled at 200 to 300 GPa), strong electron-phonon coupling and large electronic density of states of hydrogen at the Fermi level play important roles in their high-temperature superconductivity. It is discussed that that phonon softening in the mid-frequency region induced mainly by Fermi surface nesting effectively enhances the electron-phonon coupling. Our work prospectively discovered high-temperature superconducting hydrides that can be stable at atmospheric pressure, taking an important step towards understanding the superconductivity and structural stability of ternary hydrides.

多学科组 / 8

用于正电子束团湮没时间测量的读出电子学系统研究

作者: 冕王¹

¹ 高能所

相应作者: wangmian@ihep.ac.cn

本研究采用基于开关电容技术 (SCA) 的 DRS4 芯片研制了一套具有 (2048+256) 通道, 采样速率高达 5.12GSPS 的电子学系统用于正电子束团湮没寿命的测量, 其具有良好的时间分辨率和灵活的数据处理能力。该电子学系统采用模块化设计, 包括前端波形采样模块与后端数据处理模块。集成在数据处理模块的扇出电路将束团产生时刻 T_0 信号多级扇出, 为波形采样模块中每块 DRS4 芯片提供共同的起始时刻与触发信号。在该电子学系统中, 通过在 FPGA 内对有效波形的在线筛选, 大大降低了传输的数据量。在直流偏置和时间间隔不均匀校正的基础上, 我们提出了一种适用于不同 DRS4 芯片不同通道的时间差校正方法, 解决了因 T_0 信号多级扇出而导致走线长度不同以及因芯片制作工艺不同带来通道间时间差的问题。经过对系统性能的实验验证, 测得 T_0 经过三级扇出后自身抖动为 18ps, 与其他电子学通道的符合时间分辨约为 50ps(FWHM)。在 ^{22}Na 放射源符合实验中, 利用该电子学系统对一块 64 像素探测器模块进行评估, 测得该探测模块单通道时间分辨率约 100ps 左右 (FWHM)。实验结果表明, 该电子学系统满足正电子束团湮没寿命测量的实际要求, 它同样可以推广至其他高时间分辨率、高通道密度、低成本和低功耗的应用。

粒子物理 1 组 / 9

一种优化基于通量生成权窗的全局减方差方法

作者: 良胜黄¹

¹ 高能所

相应作者: lshuang@ihep.ac.cn

减方差方法是伴随蒙特卡罗基本原理而存在的难点问题，通过增加对给定计数的成功粒子贡献的数量来减少计数的方差，从而提高给定模拟的计算效率。全局减方差（Global Variance Reduction, GVR）寻求模型中任何区域计数的方差都能减少，以使得结果满足计算精度要求，基本思想是要所有区域的计数都有足够多的采样，粒子数分布是均匀的。基于通量的 GVR 基本理论是根据计算的通量信息进行处理来获得优化的权窗，这种方法在许多装置上得到了广泛的应用，但随之暴露出一个问题，在有厚屏蔽层的区域，通量会急剧下降，因而权窗值也会急剧下降，甚至相邻网格的权窗值相差几个数量级，这将导致粒子被过度分裂产生大量新的低权重粒子，系统记录这些新粒子会耗费大量计算资源，计算效率反而会下降。在几何结构简单的厚屏蔽计算中，几何分裂的计算方法比基于通量的 GVR 计算时间更短，具有明显优势，但在未来高保真精细化计算中 GVR 具有不可替代的作用。通过深入分析这两种方法的特点，提出一种优化基于通量生成权窗的全局减方差方法，并应用 CSNS 中子谱仪的屏蔽计算，分析结果得出新方法可获得几倍的加速效果，提高了计算效率，这将为 CSNS 二期中子谱仪的屏蔽计算提供方法学参考。

粒子物理 2 组 / 10

The R&D of the FPMTs for High Energy Physics Detectors

作者：Lishuang MA¹

¹ 高能所

相应作者：mals@ihep.ac.cn

The Fast PhotoMultiplier Tube (FPMT) is a weak light detection device with a Micro-Channel Plate (MCP) as its multiplication structure. Its ultra-fast time resolution, high detection efficiency, and excellent magnetic field resistance make it widely used in high-energy physics and nuclear medicine detection. Through optimized structural design, fabrication processes, and testing methods, the consortium has successfully developed high-performance FPMT devices. Currently, the successful development of single anode to 8x8 anode FPMTs has been achieved. This report will introduce the R&D process of domestically produced FPMTs, as well as the latest research achievements

粒子物理 2 组 / 11

Simulation progress of the GSHCAL for the CEPC

作者：Peng Hu¹; Sen Qian²

¹ IHEP

² 高能所

相应作者：hupeng@ihep.ac.cn, qians@ihep.ac.cn

The precise measurement of the mass and properties of the Higgs and W/Z bosons is the key scientific goal for the future e+e- Higgs factory. A big challenge for this goal is to fulfill an unprecedented jet energy resolution, and the scheme selection of the hadronic calorimeter (HCAL) is one of the most important factors. Due to the low cost, the HCAL based on the plastic scintillator (AHCAL) and gas (DHCAL) have been adopted for the CEPC baseline design and a Boson Mass Resolution (BMR) ~3.8% was achieved, which still leaves room for improvement. The low density of sensitive material in the baseline design leads to the low energy sampling fraction, limiting the improvement of energy resolution. Though the crystal possesses the advantage of high density and can significantly improve energy resolution, its fancy price reduces dramatically the cost performance and becomes the main problem for its application in HCAL. Given the deficiency of the crystal and the plastic scintillator, a new concept, Glass Scintillator Hadronic Calorimeter (GSHCAL), was proposed to replace the baseline HCAL design. The glass scintillator balances the advantages of the crystal and the plastic scintillator at same time, i.e., high density and low price, which provides a highly cost-effective design option to improve significantly the jet energy resolution. Based on current simulation, a

BMR around 3.4% can be achieved by using the GSHCAL, which shows ~10% improvement with respect to the baseline design. In this contribution, the simulation progress of intrinsic performance and particle flow algorithm (PFA) performance of the GSHCAL will be introduced.

粒子物理 1 组 / 12

Temporal Structures in Electron and Positron Spectra and Charge Sign Effects in Galactic Cosmic Rays

作者: Zetong Sun¹

¹ 高能所

相应作者: sunzetong@ihep.ac.cn

We present the precision measurements of eleven years of daily cosmic electron and positron fluxes in the rigidity range from 1.00 to 41.9 GV based on 2.0×10^8 electrons and 3.4×10^6 positrons collected with the Alpha Magnetic Spectrometer (AMS) aboard the International Space Station.

The electron fluxes exhibit variations on multiple timescales. Recurrent electron flux variations with periods of 27 days, 13.5 days, and 9 days are observed. We find that the electron fluxes show distinctly different time variations from the proton fluxes. Remarkably, a hysteresis between the electron flux and the proton flux is observed with a significance of greater than 6σ at rigidities below 8.5 GV. Furthermore, significant structures in the electron-proton hysteresis are observed corresponding to sharp structures in both fluxes. This continuous daily electron data provide unique input to the understanding of the charge sign dependence of cosmic rays over an 11-year solar cycle.

The positron fluxes show distinctly different time variations from the electron fluxes at short and long time scales. A hysteresis between the electron fluxes and the positron fluxes is observed with a significance greater than 5σ at rigidities below 8.5 GV. On the contrary, the positron fluxes and the proton fluxes show similar time variation. Remarkably, we found that positron fluxes are modulated more than proton fluxes with a significance greater than 5σ for rigidities below 7 GV. These continuous daily positron fluxes, together with AMS daily electron, proton, and helium fluxes over an eleven-year solar cycle, provide unique input to the understanding of both the charge sign and mass dependencies of cosmic rays in the heliosphere.

加速器组 / 13

Serpentine 型超导四极磁体研究

作者: 创沈¹

合作者: 洁茹耿²; 向臣杨²; 应顺朱²; 福三陈²

¹ 中国科学院高能物理研究所

² Institute of high energy physics, CAS

相应作者: yangxiangchen@ihep.ac.cn, chenfs@ihep.ac.cn, gengjieru@ihep.ac.cn, yszhu@ihep.ac.cn, shenchuang@ihep.ac.cn

粒子加速器中常使用的超导四极磁体结构有 Cos2 θ 、CCT 和 Serpentine 三种, Cos2 θ 超导四极线圈在纵向上呈马鞍形分布, 在束流横截面上呈扇形分布。CCT 超导四极线圈中每匝导线的位置由参数方程确定, 严格地分布在圆柱表面的槽中。Serpentine 超导四极线圈由多轴运动的绕线机结合超声波加热技术, 直接将超导导线焊接在柱形支撑筒上。三种线圈的电流走向都很好地模拟了 $I=I_0 \cos 2\theta$ 的截面电流分布。报告中, 主要介绍 Serpentine 型超导四极磁体的物理设计、加工制造和测试。

多学科组 / 14

面向新一代同步辐射光源的数据后处理和图像降噪方法研究

作者: 纯李^{None}

相应作者: lichun@ihep.ac.cn

同步辐射光源正向着以小光斑、高亮度、高相干性为显著特征的新一代光源迭代,随之带来实验模式的重大变革。其一,数据体量将呈现爆炸式增长,数据格式也将发生显著变化。为了满足新光源对数据处理的需要,我们在北京同步辐射装置(BSRF)X射线荧光微分析实验站(4W1B)开展了荧光数据后处理的研究。在2022年7月的BSRF专用光期间,搭配我们团队开发的Mamba实验控制与数据采集软件框架,我们为用户提供了基于Python的数据后处理程序。通过对其功能的不断完善,我们已形成了一套较成熟的带用户界面的数据后处理软件。其二,新光源为超快频率表征提供了可能,将极大提升实验效率。然而,快速实验将降低单帧图像的信噪比。为此,我们研究了衍射图像的降噪方法,搭建了一套基于人工神经网络的有监督机器学习降噪模型。为满足未来与Mamba集成并开展在线降噪的要求,我们优化网络模型,实现了模型轻量化、小型化。另外,我们针对衍射图样的特点,设计了专门评估降噪效果的评价指标体系。本报告通过介绍上述两项工作,希望能为在同步辐射光源、X射线自由电子激光、散裂中子源等大科学装置建设和运行过程中有数据处理和降噪需求的同行们提供有益的经验与启示。

加速器组 / 15

未来先进光源的中坚力量——超导波荡器的研制进展

作者: 子林陈¹

合作者: 向臣杨; 隽昊韦; 祥镇张; 晓娟边; 煜辉李

¹ IHEP

相应作者: chenzilin@ihep.ac.cn

超导波荡器(SCU)由于其卓越的光子通量和辐射硬度等特性,相较于常规永磁波荡器有更大的发展潜力和更广泛的应用前景。超导波荡器的磁间隙要足够小以在容纳真空盒的同时减少场强的损失,这使得超导波荡器的研发更具有挑战性。高能物理研究所加速器中心正在研制的超导波荡器取得了重要进展,自2020年以来,团队先后完成了0.5米/1.5米长平面型SCU的垂测和水平测试以及0.5米长Delta-SCU的励磁测试,掌握了制造超导波荡器的先进工艺,垂测和水平测试均达到了设计电流值,在9.5mm的磁间隙下峰值磁场超过了0.55T并保留了进一步缩小磁间隙的可能;开发了一套专用于SCU的高精度磁测系统,在境内首次获得了SCU的磁场分布曲线;提出了优化SCU磁场的全新方法,1.5米长SCU在400A下的相位误差控制在10°以内;以SCU运行在HEPS上为例,梳理了SCU运行在加速器上时真空系统的设计思路。未来,超导波荡器计划将在工艺制造、磁场测量、提升磁场质量等方面持续改进优化,为未来应用在环形同步辐射光源的升级和自由电子激光装置上打下坚实的基础。

粒子物理 1 组 / 16

Measurement of the cosmic ray proton spectrum around the knee region with LHAASO

作者: 智勇游^{None}

相应作者: youzhiyong@ihep.ac.cn

One of the main scientific aims of LHAASO is to measure the energy spectra of cosmic rays for individual mass compositions. LHAASO is made up of three detector arrays, which are WFCTA, KM2A, and WCDA. The three detector arrays can achieve hybrid observation, so several extensive

air shower observables that are sensitive to mass compositions can be measured simultaneously. ROOT-TMVA package is used to combine these component-sensitive parameters for selecting proton events. The selected proton events have a purity of over 90%. The data used in this work are collected between November 2020 and April 2021. We have also studied the associated systematic uncertainties, including those introduced by the composition models, proton selection, energy reconstruction method, and hadronic interaction models.

多学科组 / 17

Cox/Pd ($x=1, 2$) 原子合金的精准构筑及其驱动的电催化 CO₂ 转化高选择性响应机制研究

作者: 俊才董¹; 加景裴¹

¹ 中国科学院高能物理研究所

相应作者: dongjc@ihep.ac.cn, peijj@ihep.ac.cn

贵金属钯是目前电催化 CO₂ 还原制备碳一产物 (如: 一氧化碳和甲酸) 最具潜力的催化材料之一。然而, 当前实验上针对一氧化碳和甲酸高选择性的定向调控仍然存在极大挑战, 主要来源于对碳一产物的选择性切换响应机制尚不明确。本研究开发了结构明确的 Co₂/Pd 双原子合金与 Co₁/Pd 单原子合金催化剂作为模型体系, 以探索 CO₂ 电还原产物定向选择性调控的催化机制。综合采用了原位 X 射线吸收谱、衰减全反射表面增强红外吸收光谱和 DFT 模拟计算相结合的方法, 详细研究了 Cox/Pd 原子合金在反应过程中的活性结构动态演化以及表面物种的吸附构型, 深入揭示了 Cox/Pd 原子合金中碳一产物高选择性响应行为的原子配位机制。

粒子物理 1 组 / 18

Measurement of the Proton and Helium spectrum with KM2A and WFCTA of the LHAASO experiment

作者: 利苹王¹

¹ IHEP

相应作者: wanglp@ihep.ac.cn

We report on the measurement with high statistics of the energy spectrum of light component (Proton plus Helium nuclei) in cosmic rays by Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO) around the knee region. LHAASO is a composite cosmic ray observatory, which consists of three detector arrays, including the square meter Kilometer Array (KM2A), the Water Cherenkov Detector Array (WCDA), and the Wide Field of View Cherenkov Telescope Array (WFCTA). The LHAASO experiment with multiple types of detectors can achieve the multi-parameter measurement of the cosmic ray air shower, the parameters including N_0 , $Dist_0$, which are sensitive to the component of the cosmic ray were defined and can be used for the mass separation.

The data used in this work were taken from Nov 1, 2020, to Mar 31, 2021. During that period the LHAASO consisted of the first six WFCTA telescopes, the first half KM2A array, and the first water pool of WCDA. The analysis was performed using only information from combined observations of WFCTA and KM2A. The energy spectrum of the light component measurement process is reported in this paper.

粒子物理 1 组 / 19

BESIII 上奇特强子态的寻找和研究

作者：婷婷韩¹

¹ 高能所

相应作者：han tt@ihep.ac.cn

量子色动力学 (QCD) 是描述强相互作用的基本理论, 其“在高能量下渐进自由”的性质已被大量实验证实, 可以采用微扰 QCD 求解。在低能区, 由于夸克、胶子之间的强耦合效应, 基于微扰论的 QCD 理论方法不再适用。其中“色禁闭”的来源和机制是粒子物理长期以来最重要的研究课题之一。强子谱学建立了实验观测与 QCD 在非微扰能区有效自由度的联系。对于发展唯象模型和研究非微扰 QCD 理论有着重要意义。粲重子衰变的研究也为理解非微扰 QCD 的动力学、深入理解弱相互作用在重子衰变中的动力学机制、检验理论模型的有效性提供了重要平台。受实验数据量的限制, 粲重子的研究发展相对缓慢, 尤其是 Cabibbo 压低的衰变过程, 目前理论上计算非微扰效应的唯象模型尚不完善。因此, 粲重子衰变分支比的精确测量有助于理解粲重子的内部动力学, 为唯象理论模型提供重要的输入信息。BESIII 收集了世界上最大的 J/ψ 和 $\psi(2s)$ 样本, 为研究轻介子谱学和寻找轻奇特态提供了得天独厚的条件。

多学科组 / 20

基于同步辐射 X 射线衍射的增材制造与动态服役过程原位研究

作者：宇霄李¹

¹ 中国科学院高能物理研究所

相应作者：liyuxiao@ihep.ac.cn

增材制造技术已在航空航天、国防科工等领域的复杂结构件设计和制造方面发挥了巨大作用。这些构件使用过程往往面临着各种极端服役情况, 然而构件服役性能与其微细观结构息息相关, 而打印工艺参数则直接决定了增材制造微观组织的演化过程。增材制造是一个涉及到多物理场耦合、多时空尺度(微米-毫米、微秒-毫秒)的制造过程, 原位实时观测增材制造过程、了解材料内部冶金缺陷和显微组织的演变行为仍是国际上悬而未决的难题。

同步辐射光源可提供高能、高通量 X 射线, 基于同步辐射 X 射线开展增材制造过程的动态原位多时空尺度诊断是涉及物理、材料、力学、机械等多学科交叉的新兴领域。本研究依托国内同步辐射光源, 首先利用衍射技术研究了单晶镁的动态拉伸服役性能, 完善了单晶衍射分析方法, 随后利用该单晶衍射技术与分析方法, 研究了镍基合金单晶增材制造过程的晶体旋转现象。

粒子物理 1 组 / 21

BES III 实验在 J/ψ 辐射衰变到 $\eta\eta\eta'$ 和 $\eta'\eta'$ 的过程中对胶球的寻找

作者：Beijiang LIU¹; Ning Cao²; Xiaoyan Shen³

¹ 高能所

² Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences

³ IHEP

相应作者：caoning@ihep.ac.cn, liubj@ihep.ac.cn, shenxy@ihep.ac.cn

量子色动力学 (QCD) 是描述强相互作用的基本理论。除了介子、重子等常规强子外, QCD 还允许胶球、混杂态以及多夸克态等新型强子态的存在。实验中寻找新型强子态对于检验和

发展 QCD 理论意义重大。轻质量胶球会与普通介子混合，因此胶球的鉴别是一个长期的难题，需要进行系统的研究。一方面我们需要寻找超出夸克模型的额外态，另一方面还需要对胶球候选者的产生和衰变性质进行分析。 J/ψ 辐射衰变是丰胶子过程之一，胶球的预期产额很大，是寻找胶球的理想场所。BES III 已获取了世界上最大的 J/ψ 数据样本，为强子谱学研究，包括胶球的寻找，提供了一个极佳的机会。

基于 BES III 获取的 10.09×10^9 J/ψ 事例，我们首次对 $J/\psi \rightarrow \gamma\eta'\eta'$ 这一过程进行了分波分析。结果表明，对 $\eta'\eta'$ 不变质量谱的主要贡献来自于 $f_0(2020)$, $f_0(2330)$ 以及 $f_2(2340)$ 。在 $\gamma\eta'$ 过程中还存在较小的 $h_1(1415)$ 的贡献。这几个态质量宽度的测量结果与 PDG 值较接近。此外在 $\eta'\eta'$ 不变质量谱 $2.5 \text{ GeV}/c^2$ 附近还发现了一个可能的新标量共振态 $f_0(2480)$ 。

基于 BES III 在 2009 年和 2012 年采集的 1.31×10^9 J/ψ 事例，对 $J/\psi \rightarrow \gamma\eta\eta\eta'$ 过程进行了研究。在 $\eta\eta\eta'$ 不变质量谱上没有看到明显的赝标量胶球候选者 $X(2370)$ 的信号，在 90% 置信水平下给出了 $J/\psi \rightarrow \gamma X(2370) \rightarrow \gamma\eta\eta\eta'$ 分支比上限；但同时 $\eta\eta\eta'$ 不变质量谱上首次观测到了 η_c 信号。

加速器组 / 22

CSNS 加速器束流周期同步数据获取系统设计及实现

作者：Sinong Cheng¹

合作者：Yuliang Zhang¹; Zhihong Xu¹

¹ Institute of High Energy Physics

相应作者：chengsn@ihep.ac.cn, xuzh@ihep.ac.cn, zhangyl@ihep.ac.cn

为了对 CSNS 加速器每个脉冲周期的束流数据进行准确分析，常规保存的 PV 历史数据，无法满足需求。由于 PV 分布在不同 IOC 中，并且无法保存所有运行数据（这将占用大量存储空间），这两个原因导致数据不能严格属于同一周期。为解决这一问题，本文设计并实现了一种 CSNS 加速器束流周期同步数据获取系统。该系统在接收到外部触发时，获取前端设备缓存的一段时间内具备高精度时间戳的数据。将获取到的数据进行预处理，使其严格按照脉冲周期对齐，并把处理后的数据存储至数据库。同时，该系统提供数据访问接口，为后续的束流分析提供数据支持。该系统在 CSNS 加速器上进行了初步应用。

粒子物理 1 组 / 23

BESIII 上轻奇特强子态的研究

作者：Runqiu Ma¹

¹ IHEP

相应作者：marq@ihep.ac.cn

量子色动力学 (QCD) 是描述强相互作用的非阿贝尔规范场论。代表相互作用强度的耦合常数与能量标度有关。伴随着能标趋于无穷，强相互作用的耦合常数 α_s 趋近于 0，这就是强相互作用在高能区的渐近自由性质。该性质已被实验所证实。因为渐近自由性质，夸克与胶子在高能区的相互作用很弱，因此可以引入微扰的方法精确计算。在高能区（微扰能区），量子色动力学的预言与实验结果符合的非常好。因此量子色动力学被公认为是描述强相互作用的基本理论。量子色动力学面临的主要问题在低能区（非微扰能区），特别是色禁闭问题。色禁闭，即可探测的参与强相互作用的最小物质结构为强子。由于微扰理论在低能区不适用，所以无法定量的理解色禁闭。如何从第一原理理解色禁闭成为粒子物理面临的巨大挑战。实验方面，强子谱学建立了实验观测与 QCD 在非微扰能区有效自由度的联系，对于发展唯象模型和研究非微扰 QCD 理论有重要意义。量子色动力学允许超出夸克模型的粒子存在，这类粒子被称为奇特强子态。强子谱学的主要问题之一就是寻找奇特强子态，奇特强子态的寻找和研究是定量检验非微扰能区强相互作用理论和理解色禁闭的重要途径。胶球与混杂态是体现胶

子自由度的奇特强子态。 χ_{c0} 辐射衰变是丰胶子过程，预期胶球与混杂态会大量产生，因此是实验上寻找胶球与混杂态的理想场所。

基于 BESIII 实验收集的 $(10.09 \pm 0.04) \times 10^9$ χ_{c0} 事例，我们对 $\chi_{c0} \rightarrow \chi_{c1} \gamma$ 过程做了分波分析。我们首次观测到一个同位旋标量且 J^{PC} 为奇特量子数 1^{-+} 的粒子， $\chi(1855)$ 。 $\chi(1855)$ 测得的质量为 $(1855 \pm 9 -1 +6)$ MeV/ $\sqrt{2}$ ，宽度为 $(188 \pm 18 -8 +3)$ MeV，其中第一项误差为统计误差，第二项误差为系统误差。质量与 LQCD 对 1^{-+} 混杂态的计算结果一致。 $\chi(1855)$ 的统计显著性高于 19σ ，测量得到的分支比为 $\chi_{c0} \rightarrow \chi_{c1} \gamma$ ($\chi_{c0} \rightarrow \chi_{c1} \gamma$) ($\chi_{c0} \rightarrow \chi_{c1} \gamma$) = $(2.70 \pm 0.41 -0.35 +0.16) \times 10^{-6}$ 。 $\chi(1855)$ 是轻奇特强子态研究的一个重要发现，同位旋标量的 1^{-+} 粒子 $\chi(1855)$ 与同位旋矢量的 1^{-+} 粒子 $\chi(1600)$ 一起为建立 1^{-+} 混杂态九重态提供了重要信息。此外，基于 BESIII 实验收集的 $(10.09 \pm 0.04) \times 10^9$ χ_{c0} 事例，我们对 $\chi_{c0} \rightarrow \gamma \eta \eta \pi \pi$ 过程做了分波分析，寻找 $\chi(1855)$ 新的衰变模式，以帮助我们进一步了解 $\chi(1855)$ 的性质。

粒子物理 2 组 / 24

Study on the upgrade of the LHCb Upstream Tracker with HVC-MOS technology

作者: Zhiyu Xiang¹

相应作者: xiangzy@ihep.ac.cn

The LHCb experiment is planning a Phase 2 upgrade around 2032, aiming to increase the luminosity by nearly an order of magnitude. The higher luminosity collision will generate a larger number of final-state tracks, posing new challenges for the detector's spatial resolution and radiation tolerance. Therefore, the Upstream Tracker (UT) will be upgraded to a higher granularity silicon pixel detector. CMOS technology presents an appealing solution due to its high performance and cost-effectiveness. Unlike many CMOS processes that require modifications and enhancements to generate sufficient signal, the commercially available high resistance wafer based High Voltage CMOS (HVC MOS) is intrinsically radiation hard and has large capacitance for signal acquisition. In recent years, the HVC MOS production process has developed, could be customized commercially. The HVC MOS using 55nm low leakage current process has emerged as a promising candidate for the UT upgrade.

多学科组 / 25

显微组织结构调控优化 NiFeGa 形状记忆合金弹热效应的研究

作者: Xiaoming Huang¹

¹ China Spallation Neutron Source

相应作者: huangxm@ihep.ac.cn

为实现“碳达峰”和“碳中和”的战略目标要求，在能源日益紧张的今天亟需开发新型制冷技术以代替具有强温室效应和低能效等缺点的蒸汽压缩制冷技术。基于弹热效应的固态制冷技术具有高效节能、绿色环保和稳定可靠的优点，近年来备受关注 [1, 2]。在各种弹热制冷剂中，铁磁形状记忆合金 (FSMAs) 的较低临界应力和较高制冷效率使得其在微小型制冷领域如电子芯片等具有广阔应用前景。但是，多晶铁磁形状记忆合金的本征脆性将导致较低弹热疲劳寿命和较窄工作温度窗口 [3-7]。本工作中采用同时引入强织构和沿晶韧性 γ 相的组合改性策略以提高多晶 NiFeGa 合金的力学性能。结合降低晶界应变不相容性 (织构) 和增强晶界内聚力 (沿晶韧性相) 的同时强化效应，原型 Ni₅₄Fe₁₉Ga₂₇ 合金获得了远超其他 NiFeGa 合金的压缩断裂强度 (1.5 GPa) 和压缩断裂应变 (30.0%) 以及 2×10^4 次的弹热疲劳寿命 (ΔT_{ad} 约 -3 K) 和 120 K ($\Delta T_{ad} = -8.5 - -1.2$ K) 的工作温度窗口。这项工作有望为提高铁磁形状记忆合金的弹热性能提供一种有效的显微组织改性策略。

关键词: 铁磁形状记忆合金, 弹热效应, 应力诱导马氏体相变, 显微组织结构优化

参考文献

- [1] E. Bonnot, R. Romero, L. Mañosa, E. Vives, A. Planes, Phys. Rev. Lett. 100(12) (2008) 125901.
- [2] X. Moya, S. Kar-Narayan, N.D. Mathur, Nat. Mater. 13(5) (2014) 439-450.
- [3] M. Imran, X.X. Zhang, M.F. Qian, L. Geng, Adv. Eng. Mater. 22 (2020) 1901140.
- [4] Z. Yang, D.Y. Cong, X.M. Sun, Z.H. Nie, Y.D. Wang, Acta Mater. 127 (2017) 33-42.
- [5] D. Li, Z.B. Li, J.J. Yang, Z.Z. Li, B. Yang, H. Yan, D.H. Wang, L. Hou, X. Li, Y.D. Zhang, C. Esling, X. Zhao, L. Zuo, Scr. Mater. 163 (2019) 116-120.
- [6] S. Li, D. Cong, Z. Chen, S. Li, C. Song, Y. Cao, Z. Nie, Y. Wang, Mater. Res. Lett. 9(6) (2021) 263-269.
- [7] Z.Z. Li, Z.B. Li, D. Li, J.J. Yang, B. Yang, D.H. Wang, L. Hou, X. Li, Y.D. Zhang, C. Esling, X. Zhao, L. Zuo, Appl. Phys. Lett. 115(8) (2019) 083903.

粒子物理 2 组 / 26

CEPC 顶点探测器原型样机研发进展

作者: Joao Guimaraes da Costa^{one}; Shuqi Li^{one}; Tianya WU¹; Wei WEI²; Wei Wang^{one}; Xinhui Huang^{one}; Ying ZHANG³; Zhijun Liang³

¹ Institute of high energy physics(Beijing)

² 高能所

³ IHEP

相应作者: zhijun.liang@cern.ch, weiw@ihep.ac.cn, wuty@ihep.ac.cn, zhangying83@ihep.ac.cn, guimaraes@ihep.ac.cn

环形正负电子对撞机 (Circular Electron Positron Collider, CEPC) 是很有前景的下一代正负电子对撞机候选者, 它可以提供高精度、高统计量的数据, 用来精确测量希格斯玻色子和 W、Z 等电弱玻色子, 尤其作为希格斯工厂运行时对希格斯粒子系统化的测量。其中, CEPC 内层硅径迹探测器 (顶点探测器) 的研发是研究面临的其中一个难点。它必须提供极高的空间分辨率 (3.5 微米) 来研究希格斯玻色子到底夸克对或粲夸克对等需要精确重建径迹与顶点的衰变道, 提供高效率、高纯度的喷注味道鉴别功能, 从而确保希格斯到重夸克对分支比的高精度。为了研制高性能顶点探测器, 项目组将任务分成了顶点探测器传感器芯片的研发、读出电子学电路的开发、数据获取系统的研制以及原型样机的安装调试。2022 年 12 月, 项目组设计并制作了一套由六个太初 3 芯片构成的束流望远镜设备前往 DESY 进行束流测试, 验证了像素传感器芯片太初 3 的单点空间分辨率好于 5 微米, 探测器效率在设定阈值下优于 98%。次年 4 月, 装有 24 个太初 3 芯片的顶点探测器基线原型样机研发完成, 并于德国 DESY 完成束流测试, 该实验平均每秒记录了 1700 多个事例, 总共收集了约 8 亿条有效事例击中数据。最新的束流分析结果将在大会上报告展示。

加速器组 / 27

先进电子源驱动激光系统研制

作者: 徐航¹

¹ 加速器中心/东莞加速器技术部

相应作者: xuhang@ihep.ac.cn

光阴极电子枪是先进加速器技术研究的前沿, 作为一种高性能电子源, 可以产生可控性高、品质优秀的电子束, 在同步辐射光源、自由电子激光、超快电子衍射、太赫兹辐射源激发、加速器新原理等领域都有着广泛应用。而驱动激光作为光阴极电子枪中电子激发的主要部件, 其运行稳定性、时空分布等均是对于电子束的品质, 其性能是影响光阴极电子枪运行状态最为关键因素之一。报告将重点讲述先进光阴极驱动激光系统研制的情况, 包括激光放大系统、激光倍频、激光整形、调束模式、高精度测量等方面的研究进展。

粒子物理 1 组 / 28

在星系尺度探测暗能量产生的排斥力

作者: 睿张¹; 镇张¹¹ IHEP

相应作者: zhangr@ihep.ac.cn

暗能量的起源和性质是现代科学中最重大的挑战之一。

本工作旨在对天体物理尺度上的暗能量进行研究, 提供一种独立于宇宙学的方法来测量其状态参数。我们第一次指出, 在实际的天体物理系统中, 暗能量可以在局部产生一种排斥的暗力。根据计算, 我们建议在天体物理尺度上直接探测暗能量, 比如约 kpc-Mpc 的星系或星系团尺度。

在本工作中, 我们发现银河系旋转曲线中存在反常, 并可以由暗力定量地解释。我们可以拟合旋转曲线的数据来得到暗能量的性质, 并且这个方法不依赖于特定的暗能量模型。

粒子物理 1 组 / 29

NNLO QCD corrections to J/ψ plus η_c production at the B factories

作者: 旭东黄^{N^{one}}; 斌龚^{N^{one}}; 建雄王^{N^{one}}

相应作者: huangxd@ihep.ac.cn

In this work, we calculate the next-to-next-to-leading-order (NNLO) QCD corrections to $e^+e^- \rightarrow J/\psi + \eta_c$ at the B factories. After including the NNLO corrections, the cross section of $e^+e^- \rightarrow J/\psi + \eta_c$ is enhanced by about 17%, and the perturbative series of the prediction shows the convergent behavior. It is also found that the contributions from bottom quark starts at the α_s^3 -order, which is about 2.4% of the total prediction. The renormalization scale μ_R dependence of the cross section is reduced at the NNLO level, but the prediction is sensitive to the charm quark mass m_c . By considering the uncertainties caused by renormalization scale μ_R , charm quark mass m_c and the NRQCD factorization scale μ_Λ , our prediction shows agreement with the BaBar and Belle measurements within errors.

粒子物理 2 组 / 30

The spatial resolution of AC-coupled LGAD developed by IHEP

作者: Mengzhao LI¹¹ 高能所

相应作者: mzli@ihep.ac.cn

AC-coupled Low-Gain Avalanche Detectors (AC-LGAD) are designed as detectors with 100% fill factor for high precision 4D-tracking, which have been studied and researched by many institutes including BNL, FBK et al. Institute of High Energy Physics (IHEP) has also done many researches on AC-LGAD. First IHEP AC-LGAD sensors with a pitch of 2000 μm and AC pad of 1000 μm show time resolution better than 20ps, and spatial resolution better than 16 μm . Testing results show that as the N⁺ doping dose decreases from 10 P to 0.2 P, the spatial resolution is reduced from 35 μm to 16 μm . Details of the results will be discussed. Second version of IHEP AC-LGAD be fabricated,

lower than 0.2P n+ layer dose be used for improve the spatial resolution and sensors with different pad-pitch structures also be fabricated. Testing results show that as decreasing the n+ layer dose from 0.2P to 0.02P, the spatial resolution of AC-LGAD can be lower than 8um. Strips with different pad-pitch structures be fabricated and studied, results show that pad-pitch structures will also affect the spatial resolution. Testing results of IHEP AC-LGAD v2 sensors tested by using laser system will also be shown.

粒子物理 2 组 / 31

面向先进光源的 IO 优化方法

作者: UNKNOWN FU Shiyuan^{one}

相应作者: fusy@ihep.ac.cn

面向先进光源的 IO 优化方法

粒子物理 1 组 / 33

Inclusive J/ψ pair cross section measurement in pp collisions at = 13 TeV with the CMS experiment

作者: Taozhe 余涛哲¹

¹ IHEP

相应作者: yutz@ihep.ac.cn

We present a measurement of the prompt J/ψ pair production cross section in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the CMS experiment. The data correspond to an integrated luminosity of 135 /fb and were collected during LHC Run 2. The differential cross section of prompt J/ψ pair produced from inclusive process has been measured as a function of the double J/ψ mass, transverse momentum, and rapidity.

粒子物理 1 组 / 34

quGAN for fast calorimeter simulation

作者: Xiaozhong Huang¹

¹ IHEP

相应作者: huangxz@ihep.ac.cn

High-energy physics relies on large and accurate samples of simulated events, but generating these samples with GEANT4 is CPU intensive. The ATLAS experiment has employed generative adversarial networks (GANs) for fast shower simulation, which is an important approach to solving the problem. Quantum GANs, leveraging the advantages of quantum computing, have the potential to outperform standard GANs.

Considering the limitations of the current quantum hardware, we conducted preliminary studies utilizing a hybrid quantum-classical GAN model to produce 1D and 2D calorimeter outputs on quantum simulators. The impact of quantum noise is also investigated.

加速器组 / 35

Searching for Muonium-Antimuonium Conversion on MELODY: The Physical Design

作者: Yuhang Guo¹¹ IHEP

相应作者: guoyh@ihep.ac.cn

Muonium-Antimuonium Conversion (MAC) is one of the possible way of the charged Lepton Flavor Violation, which has been predicted by many beyond Standard Model theories. The most recent exploration of searching for it was made in 25 years ago. Recently, not only the accelerator technology, but also the detector performance have been deeply developed. Construction of a better MAC spectrometer is imperative. In this presentation, a new design of MAC spectrometer is purposed based on the advanced detector technology LGAD, and the pulsed muon source MELODY which is being built in CSNS.

粒子物理 1 组 / 36

Differential Interferometric Signatures of Close Binaries of Supermassive Black Holes in Active Galactic Nuclei

作者: Yu-Yang Songsheng¹合作者: Jian-Min Wang¹¹ Institute of High Energy Physics

相应作者: songshengyuyang@ihep.ac.cn, wangjm@ihep.ac.cn

Pairs of supermassive black holes (SMBHs) at different stages are the natural results of galaxy mergers in the hierarchical framework of galaxy formation and evolution. However, identification of close binaries of SMBHs (CB-SMBHs) with sub-parsec separations in observations are still elusive. Recently, unprecedented spatial resolutions achieved by GRAVITY/GRAVITY+ on board the Very Large Telescope Interferometer through spectroastrometry (SA) provide new opportunities to resolve CB-SMBHs. Differential phase curves of CB-SMBHs with two independent broad-line regions (BLRs) are found to have distinguished characteristic structures from a single BLR. Once the CB-SMBH evolves to the stage where BLRs merge to form a circumbinary BLR, it will hopefully be resolved by the pulsar timing array in the near future as sources of nanohertz gravitational waves. In this work, we use a parameterized model for circumbinary BLRs to calculate line profiles and differential phase curves for SA observations. We show that both profiles and phase curves exhibit asymmetries caused by the Doppler boosting effect of accretion disks around individual black holes, depending on the orbital parameters of the binary and geometries of the BLR. We also generate mock SA data using the model and then recover orbital parameters by fitting the mock data. Degeneracies between parameters contribute greatly to uncertainties of parameters but can be eased through joint analysis of multiple-epoch SA observations and reverberation mappings.

粒子物理 2 组 / 37

Performance study of SCECAL and 6 inch silicon sensors

作者: 晓赵¹¹ 高能所

相应作者: zhaoxiao@ihep.ac.cn

The physics research and feasibility of the next-generation Electron-Positron collider is currently under investigation, with the goal of precise measurement of the Higgs boson, the W and Z bosons as well as the top quark. The electromagnetic calorimeter (ECAL) in the barrel and endcaps enhances the detector system's capabilities for jet measurements—improves jet energy resolution and augments the capabilities to measure high momentum photons and electrons. We present a new design of crystal electromagnetic calorimeter, stereo crystal electromagnetic calorimeter (SCECAL), in which long trapezoidal crystals are the basic unit composing the SCECAL. By rotating a specific angle, a certain number of unit crystals can form a cylindrical detector. This novel design has several advantages: good energy resolution while keeping the mechanical structure relatively simple, uniform along Z, ϕ direction, and 2D readout in Z- ϕ plane with 3D positioning capability. A simulation model is established and the first results of the performance studies with the SCECAL design using CEPCSW are presented, including the energy resolution, position resolution, and the separation power of close-by particles. Additionally, we are actively preparing for the development of 6-inch silicon sensors for calorimeters produced in China. The aforementioned information will be introduced in this report.

加速器组 / 38

利用机器学习方法对 CSNS/RCS 主铁电源参数进行分析

作者: Na PENG¹

¹ 高能所

相应作者: pengn@ihep.ac.cn

在 CSNS（中国散裂中子源）这样的大型科学研究设施中，电源输出的稳定性对 CSNS 加速器的稳定运行起着至关重要的作用。CSNS/RCS 主铁电源采用 25Hz 谐振电源，为维持磁场的变化满足正弦规律，采用了高次谐波补偿方案。本研究的目标在于，利用机器学习的方法分析 CSNS/RCS 主铁电源的历史数据，找出电源参数受到温度变化影响的关联因素。在我们的初步研究中使用了随机森林及 lightgbm 等算法，发现该电源高次谐波相位受到温度的影响显著，接下来将进一步研究它们的关系，并利用慢反馈实现对电源的动态调整，从而保证电源输出的稳定。

关键词: 机器学习、电源、CSNS、RCS

粒子物理 2 组 / 39

基于语义上下文聚合的中子/X 射线 CT 图像去噪方法研究

作者: 健芳李¹

¹ 高能所

相应作者: lijf@ihep.ac.cn

提高中子/x 射线 CT 图像质量是中国散裂中子源 (CSNS) 双模成像系统能量分辨中子成像光谱仪 (ERNI) 面临的关键挑战。噪声和伪影的去除是提高图像质量的核心环节。然而，现有的中子/x 射线 CT 去噪方法大多不能同时处理各种类型的噪声和伪影。为了解决这个问题，我们重点研究了基于深度学习的中子/x 射线 CT 图像的后处理方法，并采用多种技巧来保留原始图像的细节。特别是，我们初步研究了基于 ViT 风格宏观架构的学习框架的创建，用于低质量 CT 图像中图像结构的语义表示。随后，我们利用空间注意机制和通道注意机制对上下文关系进行建模，探讨上下文信息的聚合对语义表示的影响。最后，我们对中子和 x 射线 CT 图像数据集进行了实验，分别评估了低剂量 x 射线 CT 和稀疏视图中子 CT 情况下的去噪效果。在这两个应用场景中，我们都取得了令人满意的结果。该方法有助于提高成像结构细节的准

确性和完整性，生成去除不同噪声和伪影的清晰中子/x射线CT图像。该项目的实施将克服现有方法在适应性、可靠性和鲁棒性方面的局限性。我们将为中子/x射线CT成像领域提供新的视角、算法和模型，从而支持大型科学设施CT、医疗CT和工业CT等关键应用。

粒子物理 1 组 / 40

Predictions for the feed-down peaks at the $\Lambda_c \bar{D}$ and $\Lambda_c \bar{D}^*$ threshold in $J/\psi \rightarrow \Lambda_c \bar{D}(\bar{D}^*)$

作者：鸣晓段 N^{one}

合作者：Lin Qiu¹; Qiang ZHAO²; Xi-Zhe Ling³

¹ 高能所

² Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences

³ IHEP

相应作者：zhaoq@ihep.ac.cn, duanmx@ihep.ac.cn, qiulin@ihep.ac.cn

We demonstrate that triangle singularity (TS) and box singularity (BS) mechanisms can produce unique narrow enhancements at the $\Lambda_c \bar{D}$ and $\Lambda_c \bar{D}^*$ thresholds in the invariant mass spectra of $J/\psi p$ and $J/\psi p \pi$, respectively. Taking into account that such mechanisms only depend on the initial $\Sigma_c^{(*)} \bar{D}^{(*)}$ interactions near threshold within the TS or BS kinematic regimes, the $\Lambda_c \bar{D}$ and $\Lambda_c \bar{D}^*$ threshold enhancements can be regarded as a feed-down phenomenon originated from both the heavier pentaquark decays and the $\Sigma_c^{(*)} \bar{D}^{(*)}$ scatterings from the continuum. A search for these structures in the $J/\psi p$ and $J/\psi p \pi$ spectra in both exclusive and semi-inclusive processes will provide a smoking-gun evidence for the hadronic molecule nature of these observed pentaquarks and clarify the role played by the TS and BS in the near-threshold dynamics.

多学科组 / 41

缺陷工程调控热电材料的输运性能

作者：李静玉 N^{one}

相应作者：jyli@ihep.ac.cn

热电材料作为一种清洁的能源材料可直接将热能与电能进行相互转换。此外，同时也可以应用于星空探测，发电制冷等方面。热电材料的基本原理是温度梯度引发导体内部载流子的不均匀分布。研究发现热电材料的效率取决于材料的 ZT 值，而 ZT 和 S, σ, κ 有关。因此，在热电研究领域，寻找高 ZT 值高性能的热电材料是热电领域研究的重要内容！通过高通量缺陷计算，我们解释了 NbFeSb 本征 n 型传导的原因。另外，我们从共振能级、无序散射参数、形成能给出全局的图像筛选出具有高 ZT 值的 NbFeSb 热电缺陷复合物。

多学科组 / 42

拓扑临界半金属 AuTe₂Br 在高压下的相变

作者：贤彪石¹

¹ 中国散裂中子源

相应作者: shixb@ihep.ac.cn

拓扑材料具有丰富的物理性质,是当前凝聚态物理领域研究的热点。高压可以缩短原子间距,增加电子轨道重叠,有效调控电子关联强度和能带宽度,与低温和强磁场等综合极端条件相结合是探索 and 实现新奇量子现象的重要手段。在本报告中,报告人将介绍拓扑临界半金属 AuTe₂Br 在高压下的晶体结构、电子结构、拓扑物态和超导性质的相变。

多学科组 / 43

光热发电用耐高温熔盐特种合金的成分设计

作者: 树林刘¹

¹ 散裂中子源科学中心

相应作者: slliu@ihep.ac.cn

为保证光热发电的连续性,熔盐储热温度需要达到 800°C 以上,但市面上的商用高温合金因 Cr 或 Al 含量过高而无法承受熔盐腐蚀,因此 800°C 以上熔盐环境目前“无材可用”,研发能在 800°C 熔盐环境中服役的合金成为急需解决的关键问题。报告人设计研发的 Ni-26W-6Cr 基合金是光热发电用耐高温熔盐合金最具潜力的候选材料,该合金具有优异的高温力学性能和耐熔盐腐蚀性能,但抗高温氧化性能较差。向 Ni-26W-6Cr 合金中添加适量 Nb 可以显著改善合金的抗高温氧化性能,Nb⁴⁺ 和 Nb⁵⁺ 可以替换 NiWO₄ 中的 Ni²⁺ 离子使其呈正价,提高氧空位的形成能,阻碍氧向合金基体中扩散。当 Nb 的添加量较高时,析出相可以为 Cr 提供快速扩散通道,在合金表面生成连续致密的 Cr₂O₃ 氧化膜。

粒子物理 1 组 / 44

利用 LHAASO 实验的宇宙线日影研究日地间行星际磁场

作者: yuncheng Nan¹

¹ 高能所

相应作者: nanyang@ihep.ac.cn

日地间行星际磁场的测量对理解其磁场结构,以及推动空间天气预报等具有重要意义。但目前日地间行星际磁场主要在 L1 点可以被卫星测量到,这对于磁场结构的理解,和尽早预报空间天气是不够的。LHAASO 实验利用 8 分钟就可以穿越日地间磁场的带电宇宙线作为磁场的探针,宇宙线被太阳遮挡形成的日影作为工具来得到行星际磁场信息。本报告将介绍 LHAASO 实验 KM2A 日影对行星际磁场的有效观测位置研究,对每日行星际磁场 y 分量的测量研究,以及对行星际磁场的帕克螺旋结构模型的诊断研究。

多学科组 / 45

二维 Al₂O₃ 材料的电子性质及其应用研究

作者: 新利王 N^{one}

相应作者: wangxinli@ihep.ac.cn

为了拓展 QL-Al₂O₃ 在催化和纳米电子器件中的应用,需要对 QL-Al₂O₃ 及其二维异质结的电子性质有深入的理解认识。由于 QL-Al₂O₃ 具有自发的铁电极化性质,整个体系的电子性质,电荷分布是与自身极化强度直接相关的。首先,我们研究了单层和双层堆叠的 2QL-Al₂O₃ 材

料的电子性质，由于每层都具有自发极化，我们发现对于堆叠的层状极化 Al_2O_3 材料，极化排列方式不同，电子性质不同。当极化同向排列时， $2\text{QL-Al}_2\text{O}_3$ 的电子性质会转变成金属性，而当极化反向排列时， $2\text{QL-Al}_2\text{O}_3$ 的电子性质依然为半导体性。通过研究发现，半导体-金属转变在层状极化体系中起源于表面电荷的增加。表面电荷的增加起源于极化电场引起的电荷定向流动。进一步，我们研究了 $\text{QL-Al}_2\text{O}_3/\text{MoSO}_4$ 异质结的电子性质。通过调节异质结内 $\text{QL-Al}_2\text{O}_3$ 和 MoSO_4 的极化方向的排列。我们发现 $\text{QL-Al}_2\text{O}_3/\text{MoSO}_4$ 异质结的电子性质与极化排列对应。对于单层体系，调节极化是否会使得表面电荷分布发生变化，进而导致电子性质发生变化？我们以 $\text{QL-Al}_2\text{S}_3$ 为研究对象，通过采用 O 替代 $\text{QL-Al}_2\text{S}_3$ 表面的 S 和外加电场两种方式来改变体系的极化强度。我们发现了层内极化增强引起的半导体-金属转变。

加速器组 / 46

CSNS Back-n 的轻带电粒子探测器阵列

作者：康孙¹

¹ 高能所

相应作者：sunkang@ihep.ac.cn

中子诱发轻带电粒子出射反应 (n, lcp) 的研究对于理解原子核的结构和性质、探寻核反应的机制以及核技术和核医学领域等具有重要的意义。受限于测量条件和测量手段，对于 (n, lcp) 反应的实验数据比较缺乏，特别是反应截面小、出射粒子能量低的部分。本工作为 CSNS 上的 Back-n 白光中子实验装置的 LPDA 谱仪研制其标准配置的探测器系统。标准配置探测器被设计为由 16 个单元组成的阵列，每个单元为三级结构的带电粒子望远镜，即 16 单元 ΔE - ΔE -E 望远镜轻带电粒子探测器阵列。 ΔE - ΔE -E 望远镜的三级探测器选择了低气压多丝正比室 (Low Pressure Multi-Wire Proportional Chamber, LPMWPC)、PIN 型硅 (Si-PIN) 探测器和碘化铯 (CsI(Tl)) 探测器，以兼顾很低能区的测量和宽能区范围的覆盖。为了验证 16 单元 ΔE - ΔE -E 望远镜轻带电粒子探测器阵列 (即 LPDA 标准配置) 的整体性能，在 Back-n 白光中子源上利用白光中子束流开展了 1.5-15 MeV 能区的 n -p 散射反应微分截面测量实验。实验测量和数据分析结果表明，该阵列探测器达到了设计要求，并可以开展高水平的物理实验研究。

粒子物理 1 组 / 47

台中微子实验介绍

作者：UNKNOWN 李茹慧 N^{one}

相应作者：lirh@ihep.ac.cn

台中微子实验是江门中微子实验的附属实验，是一个吨级的液体闪烁体中微子探测器，探测器中心距离反应堆中心约 40 m，有着世界上同类型实验中最高的能量分辨率 ($<2\% @ 1 \text{ MeV}$)。台中微子实验主要的物理目标是为江门中微子实验提供精确的反应堆中微子能谱，除此之外还可以为核数据库提供输入、探测惰性中微子等。本报告将简单介绍台中微子实验及其最新进展。

多学科组 / 49

Achieving a linear magnetostrictive effect in textured MnCoSiGe alloys

作者：晓文郝¹; 晓明黄¹; 清勇任 N^{one}; 欣童¹

¹ 散裂中子源科学中心

相应作者: haoxw@ihep.ac.cn

TiNiSi-Type MnCoSi alloys have attracted much attention as a potential magnetostrictive material, owing to the magnetic-field-induced metamagnetic transition. In the present work, the textured bulk MnCoSi alloys with [100]_o preferred orientation were prepared by a multi-stage thermal treatment. Giant magnetostriction was achieved as much as -5268 ppm in the [100]_o oriented stoichiometric MnCoSi alloys at 300 K and under a magnetic field of 3 T. The substitution of Si with Ge element results in a linear magnetostrictive behavior in the [100]_o oriented MnCoSi_{0.84}Ge_{0.16} alloys, which means that large magnetostriction can be obtained under a low magnetic field. The magnetostriction for the MnCoSi_{0.84}Ge_{0.16} alloys reaches up to -327 ppm and -330 ppm under a magnetic field of 0.5 T at 280 K and 300 K, respectively. In a magnetic field of 1 T, the magnetostriction of the MnCoSi_{0.84}Ge_{0.16} alloys is -923 ppm and -821 ppm at 280 K and 300 K, respectively. Through the systematic investigation of the crystal structure, microstructure, and magnetic properties of the MnCoSiGe alloys, the achievement of a linear magnetostrictive performance is ascribed to the enhancement of magnetization and decreasing of the width of martensite variants. Our work greatly enhances the low-field magnetostrictive performance of MnCoSi-based alloys and makes them of interest in potential applications.

粒子物理 1 组 / 50

近阈奇特强子态的产生机制和衰变过程

作者: 悉哲凌¹

¹ *ihp*

相应作者: lingxz@ihep.ac.cn

在过去的十几年间,人们在高能物理实验中发现了许多新强子态。在这些新强子态中,有些粒子的性质与夸克模型的预言有较大的差异,它们很有可能是人们一直寻找的奇特强子态的候选者。人们对这些奇特强子态有着极大的兴趣,从产生机制、衰变机制、谱学等不同的方面对它们进行了研究,从而揭示这些奇特强子态内部结构的信息。本报告将简要介绍近期关于部分近阈奇特强子态的产生过程与衰变行为的研究工作。

粒子物理 2 组 / 52

X 射线聚焦镜自动装调系统研究

作者: 立明袁 N^{one}

相应作者: lmyuan@ihep.ac.cn

天体中 X 射线的产生通常伴随核聚变、激波以及吸积过程中的引力能释放等物理过程,探测宇宙中的 X 射线是发现超新星爆发、黑洞、双星系统等的主要手段之一。X 射线聚焦镜作为 X 射线探测系统的核心部件,其装配精度严重影响 X 射线源的探测灵敏度及方位精度。基于模块化思想将 X 射线聚焦镜装调系统分为光源模块、聚焦镜模块、微调模块和成像模块,各模块之间协同工作,以提高装调效率与装配精度。为简化系统构成,同时考虑装调安全性,光源采用 470nm 可见光替代 X 射线源。光源模块及聚焦镜模块集成了高精度角度传感器,确保了平行光沿轴向入射聚焦镜;微调模块可以微米级的步长调整聚焦镜的径向位置,同时微调模块还配备悬吊部件,可实现聚焦镜任意偏摆方向的调整;成像模块采用了宽画幅 CCD 传感器,其成像结果被计算机实时处理,并通过自研算法自动生成调节参数反馈给微调系统,直至判定为最优解,自动装调结束。经由本自动装调系统装配的 X 射线聚焦镜有望将角分辨率稳定在 20 角秒以内。

粒子物理 1 组 / 53

MAXI J1816-195 X 射线脉冲辐射的蒙特卡罗模拟研究

作者：元油¹

¹ 高能所

相应作者：youyuan@ihep.ac.cn

MAXI J1816-195 是一颗 2022 年发现的吸积毫秒脉冲星，其脉冲周期为 528Hz。慧眼卫星的观测数据表明，其 X 射线辐射一直延伸到 100 keV 以上，并且其脉冲轮廓形状随能量而变化。我们使用康普顿散射的蒙特卡罗程序模拟该源的辐射，成功还原了其能谱和脉冲轮廓。模拟表明，在该系统中，中子星表面的辐射源为极冠区的铅笔辐射，且中子星与吸积盘之间存在热的边界层。基于这一边界层几何，我们讨论了吸积毫秒 X 射线脉冲星较为罕见的原因，以及以往的利用毫秒脉冲星的脉冲轮廓限制中子星半径的方法的不足之处。

多学科组 / 54

高性能碲锌镉材料生长与探测器制备

作者：广大梁¹

¹ 高能所

相应作者：lianggd@ihep.ac.cn

当前众多核辐射探测器中，碲锌镉 (CdZnTe, CZT) 具有十分突出的优势。CZT 平均原子序数较大，对高能射线有较强的吸收能力；室温下的禁带宽度保证了暗电流和噪声很小；CZT 电子寿命积较大，极大提升了探测效率；CZT 的高禁带宽度允许探测器可在室温下工作，免去液氮制冷，提高了探测器的广泛适用性。然而，碲锌镉材料的空穴收集性能较差，空穴迁移率寿命积较低，光子能量增加时会出现能谱的持续软化现象。在谱图上表现为能量峰不对称，峰谷比例减小，光峰系数下降，因此需要通过改进制备技术提高晶体质量。此外，碲锌镉材料的空位、位错、孪晶和层错的形成能低，热传导率低等缺点增加了制备 CZT 单晶的难度。本次报告中，通过机械切割与研磨，将利用移动加热法生长的 CTZ 晶锭加工成块状晶体。通过抛光，可以有效降低晶体界面态，改善器件的欧姆接触。利用功函数较高的金 (Au)，可以与 CZT 形成良好的欧姆接触，通过钝化，器件的电阻率可以达到 $10^{11} \text{ cm}\Omega$ 。平面型器件对 Am241 的探测分辨率可以达到 18%，这主要是由于 CZT 的空穴寿命积较低，对于平面型结构，材料较厚时，空穴在漂移到极板之前可能被散射或俘获。进一步，我们对于较厚的晶体采用半球型结构制备了探测器，器件对 Am241 的探测分辨率可以达到 15%，对 Cs137 能量分辨率可以达到 4%。

粒子物理 1 组 / 55

Double Higgs searches and exploration of fast simulation

作者：UNKNOWN 王储¹

¹ IHEP

相应作者：wangchu@ihep.ac.cn

Since the discovery of the Higgs boson in 2012 at the CERN LHC, the Standard Model has been proven to describe most of the observed phenomena up to the TeV scale. However, there are still important aspects of modern science that are not covered by this theory, such as dark matter and the nature of gravity. Many beyond-the-Standard Model (BSM) theories attempt to include these aspects by predicting additional spin-0 or spin-2 particles coupling to the HH/HY. This presentation will introduce various analyses of the resonance decays to double Higgs at the CMS experiment.

Machine learning methods have now been widely applied. The Diffusion model can be used to simulate the energy deposition distribution of high-energy electrons or photons in electromagnetic calorimeters. By incorporating the Diffusion model into simulations, it is possible to predict the energy deposition distribution more quickly and accurately, thereby improving the efficiency of Monte Carlo (MC) generation.

粒子物理 1 组 / 56

BESIII 实验上 $\pi^0/\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ 的分波分析

作者: 王雨晴 WANG Yuqing¹

¹ 高能所

相应作者: wangyuqing@ihep.ac.cn

新型强子态 X(1835) 和 Y(2175) 的发现对检验和发展量子色动力学理论具有重要作用。然而, 它们的本质仍然是未解之谜, 也引发了理论上的诸多猜想, 但是这些猜想都没有被证实。因此, 对它们的深入研究受到理论和实验的广泛关注。

目前, BESIII 实验上已经采集了世界上最大的 $\pi^0\pi^0$ 数据样本, 为深入研究 X(1835) 和 Y(2175) 提供了独一无二的理想场所。该报告利用高统计量的 $\pi^0\pi^0$ 数据样本, 首次开展对 $\pi^0\pi^0$ 的四体强衰变过程 $\pi^0/\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ 的分波分析, 分波分析结果为确定 X(1835) 和 Y(2175) 的性质提供关键的实验证据。

粒子物理 1 组 / 58

高度有序层状钙钛矿 YBaCuFe0.95Mn0.05O5 单晶的磁学性质

作者: 晓东张¹; Arnau Romaguera²; Oscar Fabelo³; José Luis García-Munoz²

¹ 散裂中子源科学中心

² Institute of Material Science of Barcelona

³ Institute Laue Langevin

相应作者: xdzhang@ihep.ac.cn

层状钙钛矿结构材料 YBaCuFeO5 (YBCFO) 在高温下具有磁螺旋型有序, 为室温下的强磁电耦合效应提供了可能。在这种钙钛矿中, A 位阳离子呈完全有序排列, 而 B 位阳离子的占位情况则严重依赖于材料的制备过程, 同时 B 位的 Fe³⁺/Cu²⁺ 阳离子无序是材料磁阻挫的来源。为了增加系统中的自旋轨道耦合效应, 我们合成并研究了单晶形式的 YBaCuFe0.95Mn0.05O5, 其中部分高度对称的 Fe³⁺ 离子 (3d⁵) 被具有姜-泰勒形式的 3d⁴ Mn³⁺ 离子替代。我们报道了这种层状钙钛矿高度有序单晶的晶体结构和磁学性质, 并将其与同样成分的多晶样品进行了对比。单晶中子衍射实验揭示了两个磁共线相的存在, 但没有非公度的磁螺旋相存在。同步辐射和中子衍射证实了该层状钙钛矿的 B 位 Fe³⁺/Cu²⁺ 阳离子有序度高达 90%, 我们对这个通过熔融浮区法 (TSFZ) 生长的单晶中发现的磁相及相变进行了全面的分析和描述。

粒子物理 1 组 / 59

Pole-skipping 和 Stueckelberg 形式

作者: 文彬潘 N^{one}

相应作者: panwb@ihep.ac.cn

两点推迟格林函数的极点和零点可能在动量空间中的某些点相交。我们称这种特殊点为推迟格林函数的 pole-skipping 点。当我们在动量空间中从不同方向上接近某个特殊点时，推迟格林函数的极限值不同，即推迟格林函数在这个特殊点上是多值的。本次报告将介绍如何利用 AdS/CFT 中的近视界分析来计算边界场论的 pole-skipping 点，并分析有质量的场（包括有质量的 p 形式场和假设的有质量引力场）的 pole-skipping 的性质，最后应用所谓的 Stuckelberg 形式理论揭示有质量场的 pole-skipping 点与无质量场的 pole-skipping 点之间的关系。

加速器组 / 60

基于 CSNS 白光中子源的 $^{239}\text{Pu}(n, f)$ 截面测量

作者：奕嘉邱¹

¹ Lanzhou University

相应作者：qiuyijia@ihep.ac.cn

核裂变在核反应堆、乏燃料处理、核素合成、天体物理等核科学领域有着广泛的应用，这些领域对核子诱发裂变截面数据的精度和数量有着很高的要求。各评价核数据库间的 $^{239}\text{Pu}(n, f)$ 截面存在较大分歧。国际上 $^{239}\text{Pu}(n, f)$ 截面的实验测量结果，存在着测量精度低、相互之间分歧较大、20 MeV 以上能区数据少的问题；国内仅发布过 30 keV-5.6 MeV 以及 14 MeV-18 MeV 准单能中子的 $^{239}\text{Pu}(n, f)$ 截面测量结果，覆盖的能区十分有限。为了澄清不同数据之间的分歧并填补国内空白，基于白光中子源开展了 $^{239}\text{Pu}(n, f)$ 截面的实验测量。利用 CSNS Back-n 提供的 0.4 eV-200 MeV 高通量中子开展实验。

实验采用快电离室 FIXM (Fast Ionization chamber for fission cross section Measurement) 测量 ^{239}Pu 裂变碎片信号。使用高纯 ^{235}U 和 ^{238}U 样品作为参考样品，以实验测量的 ^{235}U 和 ^{238}U 的 (n, f) 截面作为参考截面开展相对测量。通过 CSNS Back-n 公用电子学和数据获取系统对探测器信号的波形进行数字化采集。

离线对波形数据进行滤波处理以提取每一个触发事件的幅度和时间等信息，其中，幅度信息用以鉴别轻带电粒子与裂变碎片，时间信息则通过飞行时间 (Time of Flight, TOF) 方法确定中子能量。在实验数据处理过程中考虑裂变碎片自吸收和探测器信号外推拟合损失等因素，确定探测器的探测效率；根据中子通量在不同样品中的衰减，对中子通量进行修正；根据样品的同位素杂质含量及其反应截面等信息，对实验数据进行同位素修正。采用基于 Bayesian 迭代的解谱方法解谱得到单束团下的裂变率谱。

对中子能量分辨、统计误差以及双束团解谱误差等进行了分析，给出了测量截面的不确定度。最终得到在 0.7 eV-100 MeV 相对于 $^{235}\text{U}(n, f)$ 截面的 $^{239}\text{Pu}(n, f)$ 截面。测量结果在 1.8 MeV-100 MeV 能区与以往的部分实验数据、评价数据以及理论计算程序 TALYS 计算结果在误差范围内符合得很好。

多学科组 / 61

基于 Transformer 的精准自适应 KB 镜调光算法研究

作者：文慧王¹；斌冀²

¹ 中科院高能物理所

² 高能所

相应作者：jibin@ihep.ac.cn, wangwh@ihep.ac.cn

在整个光束线站中，KB (Kirkpatrick-Baez) 镜系统直接影响到 X 射线光束聚焦指标及其出射光斑质量。考虑到传统的手动 KB 镜调光系统不仅操作繁琐而且调光周期长，因此本研究提出了一种基于 Transformer 层级结构网络模型算法，该方法能够精准且自适应地调整复杂的

KB 镜系统。具体地，通过研究该系统中各个镜子的相关光学特性，建立起 KB 镜的理论成像模型，从而生成大量用于训练模型的合成 X 衍射光斑图像。由于所提的算法采用 Transformer 架构能够很好地捕捉长距离的衍射成像中重要特征信息，同时结合卷积模块更好地提取局部特征信息，从而精确地预估 KB 镜系统中 VMLL 和 HMLL 的正交角参数以及它们的入射角和平移距离参数。最后，利用精确的预估参数实现 KB 镜系统的快速准确校正，从而获得高质量的 X 射线光束。

多学科组 / 62

电化学中子研究平台建设及其示范实验 Construction of the Platform for Electrochemistry & Neutron studies (PENs) at CSNS and its demonstration experiment

作者：剑远吴¹

¹ 高能所

相应作者：jyw@ihep.ac.cn

中子穿透力强、散射长度与原子序无明显函数关系、高角散射强度显著、带有磁矩，以上特点使其在新能源研究领域具备独特优势。锂/钠离子电池正/负极材料在充/放电过程中的相变结构研究，原位中子散射技术可提供最接近于材料实时状态的视角，相较于非原位探测手段具有不可取代的优势。目前绝大多数的电化学原位腔体皆沿用或改装自商用电池封装形式，并非针对中子散射特别设计，存在不可忽视的短板；且大多数电化学实验室不具备制备中子原位电池的实验条件。为此，我们于散裂中子源科学中心建立电化学中子研究平台，为相关中子机时用户提供有关中子实验全流程支撑。主要包括组装圆柱和软包电池的实验线，以及针对中子原位实验专门设计开发的系列器件。基于此平台，将实现用户从实验设计到初步验证，直至实现中子实验的全过程辅助参与和全硬件支撑。同时，展示该平台目前瞄准的钠离子电池开发前沿，针对硬碳负极材料储钠机制所最新完成的一项原位充放电中子全散射实验。

粒子物理 2 组 / 63

基于共轭梯度及 AI 算法的 ptycho 重建在 GPU 上的实现

作者：磊王 N^{one}

相应作者：wanglei91@ihep.ac.cn

本次报告基于第四代同步辐射光源 HEPS 的相干光束线衍射成像重建算法，介绍正在进行分布式高性能计算研究，包含多节点多 GPU 卡的共轭梯度迭代重建算法 ePIE、DM 及 AI 算法重建工作。当前编写的多节点多卡软件 Hepsptycho 即将开源，其中 ePIE 算法已成功移植到国产加速卡 DCU 上。报告还将介绍 Hepsptycho 软件编写的进展、调优、AI 算法的引入及移植 DCU 过程的经验。

粒子物理 1 组 / 64

The First LHAASO Catalog of Gamma-ray Sources

作者：世聪胡¹

¹ 高能所

相应作者: hushicong@ihep.ac.cn

Abstract: We report the first catalog of TeV gamma-ray sources realized with the most sensitive wide field-of-view TeV telescope ever built. Since January 2020, it continuously surveys the northern sky with field of view ~ 2 sr and $>90\%$ duty cycle. Using 508 days of data collected by full array of LHAASO-WCDA and 933 days of data collected by LHAASO-KM2A, 90 sources were detected significantly, including 5 extra-galactic sources. 32 of these sources have no known TeV counterparts within 0.5 degree. In this talk, detailed analysis will be presented including background estimation, searching strategy and summary of the catalog.

粒子物理 2 组 / 65

江门中微子实验中的 SPMT 安装细节与进展

作者: UNKNOWN 吴帝儒 N^{one}

相应作者: wudr@ihep.ac.cn

江门中微子实验 (JUNO) 是以测定中微子质量顺序为主要物理目标的新一代大型中微子实验。实验由三个子探测器组成, 包括 2 万吨液体闪烁体, 17612 支 20 英寸光电倍增管 (PMT) 和 3 英寸 PMT 组成的中心探测器, 3 万吨超纯水和 2400 支 20 英寸 PMT 组成的水池探测器, 和位于探测器顶部的顶部探测器 (TT)。其中 3 英寸光电倍增管系统 (SPMT 系统) 是中心探测器的一个独立的光子探测系统, 在 JUNO 关注的中微子振荡的能量范围内可以作为数字量能器使用。本篇报告主要介绍了在 SPMT 系统的安装过程中用到的标签系统的建立和使用, 以及 SPMT 系统关灯调试的相关内容。

粒子物理 2 组 / 66

面向先进光源的高通量分布式并行计算框架的探索与设计

作者: 锐刘 N^{one}

相应作者: liurui@ihep.ac.cn

作为我国第四代同步辐射光源装置高能同步辐射光源 (High Energy Photon Source HEPS) 开展的实验将向高数据通量、多模态、超快频率、跨尺度形式转变所产生的年数据通量预计将迈入「Exascale」时代。另外复杂多样的数据实验导致不同线站数据产生速率差异较大。面对如此高通量、容量多样化的实验数据数据处理软件需要能够调用可伸缩的分布式异构计算资源提供不同规模的计算分析服务。

粒子物理 2 组 / 67

AMS ladder assembly using Gantry

作者: UNKNOWN BAASANSUREN BATSUKHN^{one}

相应作者: bbatsukh@ihep.ac.cn

AMS ladder assembly using Gantry

多学科组 / 68

钒基中子透明合金的开发

作者: 曼何¹

¹ 中科院高能所东莞研究部散裂中子源科学中心

相应作者: heman@ihep.ac.cn

中子透明合金,是指对中子束没有或只有极少的散射或吸收作用的一类合金材料。利用中子束能够穿过该材料而不受到显著干扰或减弱的特性,将样品放在由中子透明合金制得的样品容器中进行中子散射研究,可以获取不受干扰的实验数据,提高中子散射样品数据的准确性。然而现有中子透明合金材料存在着合成条件苛刻复杂、价格高昂等难题。本课题开发钒基中子透明合金,主要由 Sn、Nb、Fe、Mo、Ta、V、Al 等元素组成的合金体系为研究对象,精准设计钒基中子透明合金的成分及合成工艺,探讨结构与性能之间的内在关系。钒基中子透明合金能够为中子散射实验样品容器提供材料基础。

粒子物理 1 组 / 69

Measurement of the cosmic ray proton spectrum around the knee region with LHAASO

作者: 智勇游^{None}

相应作者: youzhiyong@ihep.ac.cn

One of the main scientific aims of LHAASO is to measure the energy spectra of cosmic rays for individual mass compositions. LHAASO is made up of three detector arrays, which are WFCTA, KM2A, and WCDA. The three detector arrays can achieve hybrid observation, so several extensive air shower observables that are sensitive to mass compositions can be measured simultaneously. ROOT-TMVA package is used to combine these component-sensitive parameters for selecting proton events. The selected proton events have a purity of over 90%. The data used in this work are collected between November 2020 and April 2021. We have also studied the associated systematic uncertainties, including those introduced by the composition models, proton selection, energy reconstruction method, and hadronic interaction models.