

2008—2009 年度胡刚复、饶毓泰、叶企孙、吴有训、王淦昌、谢希德、周培源物理奖获奖者获奖成果介绍

1 胡刚复物理奖获奖者周兴江

中国科学院物理研究所周兴江研究员领导的研究组与其他研究组合作,研制出了世界上第一台超高能量分辨率真空紫外激光角分辨光电子能谱仪,其主要技术指标国际领先.该项目从设计、安装到调试等都由该研制团队独立完成,并采用了我国具有自主知识产权和国内国外专利的 KBBF 非线性光学晶体和棱镜耦合技术.真空紫外激光是在传统的同步辐射光源和气体放电光源之外,应用于角分辨光电子能谱技术的新的第三种光源.它的应用赋予了角分辨光电子能谱仪在主要性能上的一些独特的优势,包括超高能量分辨率、超高光束流强度和对材料体效应测量的敏感性等,把角分辨光电子能谱技术提高到了一个新的台阶.该光电子能谱仪于 2006 年 11 月研制成功.利用该设备的优势,周兴江研究组在相关的研究工作中已经取得了初步成果.在对铜氧化物高温超导体 Bi2212 的研究中,通过对电子自能的高精度测量,发现了一种新的电子耦合方式.

一句话:

他与合作者成功地研制了世界首台真空紫外激光角分辨光电子能谱仪,并观察到铜氧化物高温超导体中一种新的电子耦合方式.

2 胡刚复物理奖获奖者原有进

中国科学院近代物理研究所原有进研究员十多年来一直在重离子加速器国家实验室从事重离子加速器冷却储存环的研究和建设工作.2000 年开始作为重大科学工程“兰州重离子加速器冷却储存环”(HIRFL-CSR)的副总工程师,主要分工 CSR 的总体设计及储存环系统的磁聚焦结构设计,负责完成了 CSR 工程技术难度大、没有基础的注入引出系统的物理设计,组织该系统的研制和安装调试,实现了 CSR_m 注入、累积、加速、引出和 CSR_e 次级束注入

和质量测量等所有功能调试,并超过设计指标,为 HIRFL-CSR 在能量和流强超过设计指标提供了重要保证.

原有进还兼任 HIRFL-CSR 调试副组长,并编制了 CSR 总体物理参数计算和预置程序,充分体现了加速器物理,其中的工作点移动设置和变谐波加速等功能对调试任务的完成起到了关键作用,特别是使 CSR 实现了先进的虚拟加速器概念,每个束流脉冲可为不同实验终端和实验环提供不同离子、不同能量和不同脉冲结构的束流,极大地提高了我国加速器的运行水平和效率.

一句话:

他在“HIRFL-CSR 工程”项目上成功地实现了重离子剥离注入、变谐波同步加速、高精度质量测量和先进的虚拟加速器概念.

3 饶毓泰物理奖获奖者龙桂鲁

清华大学物理系龙桂鲁教授在量子通信和量子计算的基础研究领域取得了重要成果.首先,他与合作者构造了首批量子直接安全通信的两步方案和量子一次信笺方案.与量子密钥分发不同的是,量子直接安全通信可以直接通过量子信道传输秘密信息.他与合作者提出的分布量子通信的思想,成为构造量子通信的有效方法.第二,在量子算法研究中,他与合作者首次提出了量子搜索算法中的相位匹配,该条件已成为构造量子搜索算法所必须满足的条件.他构造了被称为龙算法的改进量子搜索算法,将著名的 Grover 量子算法的成功率提高到 100%,理论已被实验验证,并获得应用.第三,他与合作者在核磁共振量子信息处理体系中完成了多个量子算法的实验演示,实现了 7 个量子比特核磁共振的搜索算法实验,达到当时的国际先进水平.他们首次实现

了量子时钟对准算法、量子门一步实现方案,演示了量子态完全转移、量子三体 and 四体相互作用的量子仿真等。

一句话:

他与合作者构造了首批量子直接通信的两步方案,提出量子搜索相位匹配并构造龙算法,实现了7个量子比特的量子算法。

4 叶企孙物理奖获奖者陈仙辉

中国科学技术大学物理系陈仙辉教授在新型铁基高温超导材料的发现及相图研究中取得了创新成果,其超导转变温度突破了传统超导理论的麦克米兰极限。他还发现和合成了一系列 C_{60} , C_{70} 化合物新材料,如: $Sm_{2.75}C_{60}$, Sm_6C_{60} , $K_{3.25}Sm_{2.75}C_{60}$, Sm_3C_{70} 和 Ba_3C_{70} 等,其中 Sm_3C_{70} 和 Ba_3C_{70} 是国际上首次报道的 C_{70} 稳定化合物。他在国际上较早开展了 MgB_2 , $MgCNi_3$ 超导体的物性研究,并做出了很好的成绩;通过合作研究,他阐明了 Cu_xTiSe_2 体系中的电荷密度波与超导的竞争关系;解决了 Na_xCoO_2 体系中的小磁矩的磁结构问题;在国际上率先开展了同位素研究,发现了 $(Pr_{1-x}Sm_x)_{0.7}Ca_{0.3}CoO_3$ 体系中巨大的同位素效应和同位素交换导致的金属-绝缘体相变,并利用同位素效应研究了 $La_{2-x-y}Nd_ySr_xCuO_4$ 体系中条纹相与超导的竞争关系;发现 $Nd_{2-x}Ce_xCuO_4$ 体系中反常的自旋-电荷耦合等。

一句话:

他在铁基高温超导体中的发现和研究,在新型功能材料合成以及强关联电子体系物性研究等方面取得了突出成绩。

5 叶企孙物理奖获奖者王楠林

中国科学院物理研究所王楠林研究员领导的课题组在国际上最先证实铁基超导体超过 20K 的超导电性和开展物理性质研究工作,独立发现超过 40K 转变温度的超导体系。他与中国科学院物理研究所方忠领导的课题组合作,通过实验测量和理论计算,首次指认铁基超导体母体具有自旋密度波(SDW)不稳定性,超导和 SDW 不稳定性相互竞争,并预言了 SDW 状态下的条纹反铁磁序结构;之后,

与美国田纳西大学戴鹏程小组合作进行中子衍射实验,证实了母体的 SDW 基态和所预言的基态磁结构。他所领导的小组还率先分别研究了母体和超导体单晶的红外光学性质,揭示了自旋密度波相变和超导相变前后准粒子的不同激发行为,对理解和认识该超导体的电子结构和电荷动力学性质提供了坚实的物理基础。王楠林还在多种其他关联或复杂电子材料(包括铜氧化物高温超导体、 Na_xCoO_2 体系、二硫族过渡金属化合物、二维有机导体等)物性研究中取得了令同行关注的系统性研究成果。

一句话:

他在推进铁基超导体和其他强关联电子系统的研究工作方面做出了重要贡献。

6 吴有训物理奖获奖者邹冰松

中国科学院高能物理研究所邹冰松研究员在强子物理方面取得了一批创新性研究成果:(1)率先提出并主持课题组开拓了在北京正负电子对撞机上开展核子和超子激发态研究的新项目,通过 $J/\psi \rightarrow \bar{N}N^*$, $\bar{\Lambda}\Lambda^*$, $\bar{\Sigma}\Sigma^*$, $\bar{\Xi}\Xi^*$ 等强衰变过程研究 N^* , Λ^* , Σ^* , Ξ^* 重子谱及重子结构。这是一个新领域,为寻找新的重子激发态、探索重子的内部结构提供了一个新途径,扩展了北京谱仪(BES)的物理目标。(2)主持课题组将全信息张量协变振幅分波分析法引入并全面推广到 BES 数据的分波分析,使 BES 强子数据的分析水平上了一个新台阶,与 BES 合作组合作,在强子谱方面取得了重要成果。(3)在重子结构方面,他与合作者提出了质子中的奇异夸克成分及重子激发态中的五夸克成分可能主要以某种特定的夸克有色集团的形式存在的新见解,解释了传统模型所遇到的突出困难,受到国际同行的重视。(4)积极推动兰州冷却储存环(CSR)的强子物理研究项目,提出利用 CSR 质子束流开展核子激发态研究等很好的建议。

一句话:

他在强子谱和强子结构研究方面取得了突出成绩。

7 吴有训物理奖获奖者许甫荣

北京大学物理学院许甫荣教授在原子核结构及相关研究上做出了创新性研究成果:(1)提出和建立

了描述高 K 激发态的“组态限制绝热”计算方法,实现了对高 K 态的定量计算,对高 K 同核异能态进行深入研究,给出理论预言,一些预言已被实验证实.该计算方法具有学术意义和潜在应用价值.(2)基于“组态限制绝热”计算方法,首次系统地计算了超重核中可能存在的大量的高 K 亚稳态及其性质,并发现高 K 态的位能面可以给出比基态更高和更宽的裂变势垒,从而有效地增长了超重核自发裂变的寿命.该结果可能提供一种合成超重核的新途径.(3) TRS 是计算核形变的主要方法之一,他发展该方法,使对力(包括四级对力)与转动和形变自治.在国内外相应的实验分析中得到广泛应用并已取得了重要成果.(4)提出了一个描述集团结构和集团衰变的作用势和基于 CD-Bonn 势的壳模型计算方法,解释和预言了一些实验现象.许甫荣积极与国内实验相结合,对相关的实验研究有指导作用.

一句话:

他在发展核结构模型和探究核结构性质与衰变模式方面取得了重要成绩.

8 王淦昌物理奖获奖者郑志坚

中国工程物理研究院激光聚变研究中心郑志坚研究员是我国激光惯性约束核聚变(ICF)实验和诊断技术发展的开拓者之一.在他的领导下,建立了一套时间为皮秒量级、空间为微米尺度和满足高分辨率能谱要求的较为完整的诊断系统,同时发展了有关实验的多种诊断方法,为“十五”期间在神光 II 激光器上的实验研究打下了重要基础.

在我国 ICF 历次大型实验中,郑志坚作为技术负责人和现场总指挥,与理论工作者合作,精心设计实验方案,全面分析诊断数据,采取有力措施解决了实验中出现的技术问题.在神光强激光装置上取得的实验成果,为进一步研究 ICF 的物理规律和核爆模拟与核武器物理的初步接轨做出了贡献.在神光 I 装置上,实现了我国辐射驱动内爆出中子这一标志性研究成果;在神光 II 激光器上,取得了内爆对称性等物理实验的重要结果,为进一步发展 ICF 物理实验和校验有关的系列数值模拟程序打下了基础.

一句话:

他在我国激光核聚变实验物理研究和诊断技术发展方面做出了突出成绩.

9 谢希德物理奖获奖者邹亚明

复旦大学现代物理研究所邹亚明教授领导的研究小组发现了长期以来广泛用于原子寿命测量的束箔方法根源上的缺陷,该缺陷会导致对很多原子能级的测量寿命比实际寿命短,测量结果不可靠.在她负责的国际合作研究工作中,提出了对此问题的解决方法,从而提高了束箔寿命测量的可靠性.她主持研制了中国第一台(国际第八台)EBIT(低温)装置,在装置参数的确定,技术方案的选择,各方面技术方案的集成对装置最终物理表现的预测,研制队伍的组织协调等方面做了大量工作,确保了研制项目的顺利进行.该小组首次观察到经由双电子单光子跃迁稳化的双电子重组物理过程,并由此提出在前所未有的“干净”条件下研究双电子单光子跃迁的实验方法.她的小组最近研究发现,核自旋通过超精细相互作用诱导的禁戒跃迁不仅影响高电荷离子亚稳态能级寿命,同时诱导跃迁与其他的禁戒跃迁的干涉,导致跃迁几率随空间角度的调制,这很可能成为极化布居研究的新手段.

一句话:

她在高电荷离子相关物理研究方面和我国第一台 EBIT(低温)装置的研制过程中有突出成绩.

10 谢希德物理奖获奖者严燕来

上海交通大学物理系严燕来教授长期负责上海交通大学的物理学教学工作,与其他老师一道,针对中国学生的实际情况,通过比较中国与美国及其他国家的物理教育,提出“扬长补短”,提高大学物理教学水平,拓展物理学知识,增加学生学习兴趣的思路和方法的建议,并付诸实施,取得很好的效果.她积极推动和实践国际物理教学的交流,在学习国外教学经验的同时,也将我国的教学理念和方法介绍给国际同行,她和同事研究开发的“青铜三宝”物理教具,在美、日、德、韩等国受邀报告,产生良好的影响.她还热心女物理学工作者的各项活动,在鼓励、带动女性积极进入物理学领域的研究和教学方面取得了成绩.近十年来,她积极从事物理教学的拓展,主编了《大学物理拓展与应用》一书.她在许多场合,针对不同程度和背景的学生作科普演讲,广受欢迎.

一句话:

她在大学物理教学,教学改革,物理教育国际交流,以及推动女性参与物理领域工作方面做出重要贡献。

11 第七届周培源物理奖获奖者汪卫华

中国科学院物理研究所汪卫华研究员及其合作者提出弹性模量是控制非晶形成和性能、描述玻璃转变的关键参量的学术思想,建立了非晶模量与其韧性、强度、液体性质、稳定性、玻璃转变、形成能力等的关联,提出控制非晶性能、稳定性和形成的模量判据,为研究非晶中的科学问题,探索非晶材料提供了新的方法和理论,已在非晶合金研究中发挥了重要作用.他们根据模量判据研制出 10 多种非晶新材料,最具代表性的是兼有塑料的热塑性、稳定性和形

成能力的非晶合金(又称金属塑料).它可像塑料一样在较低温度(如热水中)下成型和形变,回到室温又恢复其优良的力学和导电性能,这种兼有金属和塑料特性的材料为改造传统金属材料的加工工艺提供了新思路.他证明了金属玻璃在微观尺度上是塑性断裂机制,只要非晶中有效引入大量剪切带并能控制其扩展,就可增强非晶材料的塑性,从而研制出兼有超大压缩塑性和高强度的非晶合金材料,并提出了大塑性非晶合金材料形变的“硬/软区”模型,为探索大塑性非晶材料提供了新的方法,对认识非晶材料的形变机理,促进其应用具有重要意义。

一句话:

他在非晶合金新材料研制及其物理和力学性能研究方面做出了突出成绩。

.....

• 物理新闻和动态 •

噪声的随机共振

现在计算机芯片愈做愈小,而芯片上的热噪声就有可能损害数据处理时的精确度.通常数字电路中的核心部分是典型的逻辑门,它是将若干个晶体管组合起来,把两个输入电压变换为一个具有特殊逻辑功能的输出端.例如,在输入时,在“0”与“1”中,至少有一个是“0”时将输出“1”的“与非”门.逻辑门中使用的晶体管,其大小一般在 90 nm 左右,但现在制造商们正企图生产出只有 65nm,45nm 甚至 22.5nm 大小的晶体管.对于这样大小的晶体管,由于线路中的串话式干扰、热涨落和量子不确定性等因素,电压不再能保持稳定,从而使逻辑门会在输出时出现失误.所以工程师们不得不考虑作更复杂的设计来解决这个问题,但收效甚微.

最近几年,美国 Arizona 州立大学的 W. Ditto 博士和他的同事们发展了一种新的非线性逻辑门,它与线性逻辑门相似,也是利用晶体管来组建,但由于元件是组合形成的,因此,它的输入与输出之间的关系成非线性特征.研究组在观察噪声是如何影响逻辑门的功能时发现,在线路中会出现随机共振现象.随机共振一般常在气象周期、神经元系统和其他非线性系统中出现,它可将噪声背景下的弱信号增大.例如地球存在着两个稳定态:一个是正常期的,一个是冰川期的,一般称之为双稳态系统.当地球绕着太阳旋转运动时,若在轨道上发生了一点小偏差,它不可能使上百万年周期的双稳态产生什么变化,但当我们在每年的气象条件上加上一点变化,这就有可能会产生随机共振,从而使地球从正常态突然地提前或延后向冰川期过渡.在许多其他非线性系统中,也显示出噪声能帮助系统中的弱信号发生响应.

为了模拟这个简单的随机共振现象,研究组将一组晶体管联接成一个具有双稳态输出电压的非线性电路,也就是有“0”端和“1”端,然后变换各种输入电压并在线路上加入不同程度的噪声进行试验,结果发现,在低噪声时,逻辑门时常会在相同输入时给出完全不同的输出,这表明逻辑功能很不可靠;当将噪声程度提高后,逻辑门的稳定性非常良好,这说明增加噪声能使系统进入稳定、正确的状态,这点正是经典的随机共振现象.

对于不同尺寸的小型晶体管,可以根据它们的大小来挑选合适的噪声程度.由于随机共振现象的稳定性,非线性逻辑门就能在今后的商业芯片上得到应用.除此之外,研究组在线路技术上还取得了一些进展,即可以使线路在不同的逻辑功能平台间相互转换,这种电路有可能对计算机处理器进行新的配置.所以利用随机共振来考虑噪声的作用是一个很有价值的新思路.

(云中客 摘自 Physics Review Letters, 13 March 2009; 原文题目为 Reliable Logic Circuit Elements That Exploit Nonlinearity in the Presence of a Noise Floor)