

我科学家挑战现代物理学“两朵乌云”

——国家“973”计划项目“暗物质、暗能量的理论研究及实验预研”启动

□本报记者 潘希

暗物质和暗能量被称为21世纪现代物理学和天文学晴朗天空中的“两朵乌云”,揭开暗物质、暗能量之谜,将是人类认识宇宙的又一次重大飞跃,可能导致一场新的物理学革命。3月18日,国家“973”计划项目“暗物质、暗能量的理论研究及实验预研”在京启动。这标志着中国科学家将向揭开“两朵乌云”之谜发起挑战。

“随着越来越多和越来越精确的宇宙学数据的获得,暗物质、暗能量存在的证据变得越来越清楚。而随着一系列更高精度的天文观测实验的实施,预示着宇宙学研究的黄金时代已经开启。”项目首席科学家、中科院院士、中科院理论物理研究所所长吴岳良说。

上世纪30年代,美国加州理工学院从事天体物理研究的瑞士籍科学家弗里兹·兹威基研究了星系团内星系的运动。星系团中的星系因被自身引力束缚,运动速度与引力必须达成平衡才不致出轨。而兹威基发现,星系团内星系远远不足以产生如此大的引力,一定还存在人类看不见的其他物质,并首次提出暗物质存在的可能性。

而暗物质存在的直观证据是引力透镜现象。当遥远星系发出的光途经某个星系团附近时,光线就会因星系团引力偏折,这时的星系团就好像一个透镜,朝这个方向望去就会看到巨大的光弧甚至同一个星系的几个不同镜像。

“现代宇宙学认为,整个宇宙中物质占27%左右,暗能量占73%左右。而在这27%的物质中,暗物质占90%,夸克物质占10%。”吴岳良解释说,所有已知物质都是由基本粒子组成,夸克物质也就是现今为止人类能解释其基本粒子构成的所有物质。但暗物质是由什么组成的仍然是个谜,甚至对于暗物质粒子的质量是多大,仍在几十个数量级上无法确定。

19世纪末物理学晴朗天空中的“两朵乌云”:迈克尔逊-莫雷实验和黑体辐射实验给物理学界带来了革命性变革,促使“新理论”——“量子论”和“相对论”的发现,极大地推进了人类对物质世界的认识。

吴岳良认为,理解暗物质和暗能量问题同样需要发展和建立新的理论,一旦取得突破,将带来一场重大的物理学和天文学革命。根据爱因斯坦引力理论和目前关于宇宙加速膨胀的天文观测,暗物质、暗能量与宇宙将来的演化密切相关。通过暗物质、暗能量的研究,人类对物质、时空和宇宙的起源等基本问题将会有更深的认识。

为此,2009年,科技部批准“暗物质、暗能量的理论研究和实验预研”项目,中科院多个研究所、上海交通大学、中国原子能科学院等多家科研单位参与其中。

吴岳良介绍说,目前,我国科学家对暗物质和暗能量的研究,无论在理论模型和方法,还是实验探测和技术方面都已迈出了重要的一步。

在实验方面,中科院紫金山天文台利用先进薄电离层探测器(ATIC)探测器发现高能电子能谱的“超”,可能与暗物质湮灭有关,结果发表在2008年11月20日的英国《自然》杂志上,并入选美国物理学会和欧洲物理学会各自评选的2008年度物理学领域重大研究进展;中科院高能物理所多位实验物理学家参与了意大利DAMA实验组对暗物质的长期探测,报道了有关暗物质粒子的可能信号;上海交通大学在暗物质直接探测的XENON探测技术方面已有基础;清华大学在低本底、低能量阈高纯锗探测器方面开展了长期研究。

在理论方面,中科院理论物理所、中科院高能物理所、中科院国家天文台、北京大学、清华大学、中国科技大学、复旦大学等单位的研究人员提出了解释暗物质和暗能量的理论模型和机制,做出了具有国际影响的贡献。

“很多方面已有了长期的工作积累和研究结果。我国已具备了开展这方面理论研究和实验探测的基础以及实验所需的合适条件。”吴岳良说。

与此同时,我国科技领域已有的一些重要进展也为破解这一世界重大难题提供了必要条件。例如,我国现有的卫星平台完全能满足暗物质空间探测要求。(下转A2版)

北京市委书记刘淇调研中科院研发实验服务基地

中科院研发实验服务基地提升企业创新能力

本报讯3月15日下午,北京市委书记刘淇、市长郭金龙、市科委主任闫傲霜等一行来到中国科学院理化技术研究所,就首都科技条件平台“中科院研发实验服务基地”运行情况开展调研。中科院常务副院长白春礼院士,中科院党组成员、北京分院党组书记何岩陪同考察。

据了解,首都科技条件平台中科院研发实验服务基地由中国科学院北京分院与北京市科委联合共建,并授权中国科学院北京国家技术转移中心作为核心运营服务载体。

中国科学院研发实验服务基地作为全国科技资源大户,把京区内开放的20个研究所、57个国家重点实验室和工程中心、价值20亿元的科技资源全部向社会开放,实现了科技资源由局部开放到整体开放的跨越,是首都科技条件平台规模最大、综合性最强的研发实验服务基地。

何岩介绍说,过去,中科院各研究所的科研仪器设备使用率普遍不高,许多项目结束后,购置的大量仪器设备闲置的情况比较多。近年来,

通过中科院研发实验服务基地的建设,有效盘活了科技资源存量。

例如在中科院理化所,近年来在中科院研发实验服务基地建设的带动下,已有3.52亿元的科技资源向企业开放。“这不仅提高了中科院研究所仪器设备的利用率,调动了科研服务人员的积极性,也大大提升了企业尤其是中小企业的研发能力。”何岩说。

研发实验服务基地的建设,还推动了中科院重大项目成果的落地。据中科院理化所所长张丽萍介

绍,近10年来,中科院理化所共转移转化近80项重大科技成果。自去年以来,通过研发实验服务基地这一平台,理化所在北京落户的重大项目就有6项,其中包括高功率固体激光非线性光学变频技术项目和纳米纤维动力电池锂离子电池隔膜材料项目等国际领先的重大科研成果。

白春礼介绍,固体激光非线性光学变频技术和纳米纤维动力电池锂离子电池隔膜材料技术,都是国际研究的热点,也是高技术产业的重要方向。(下转A2版)

发现·进展

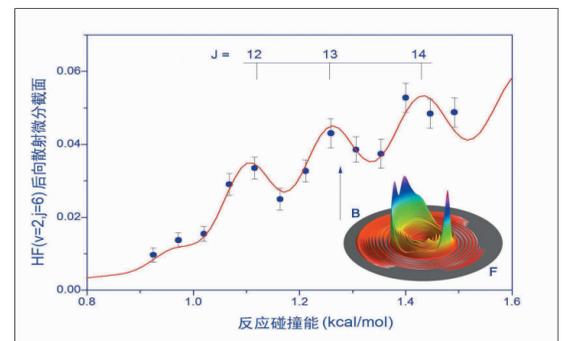
科学家首次观测到化学反应中分波共振现象

研究成果发表在美国《科学》杂志上,图像达到了光谱精度

本报讯在实验上观测由特定分波引起的动力学现象,一直是化学动力学研究领域的极具挑战性的课题。如今,通过设计一个世界上最高分辨率的交叉分子束散射实验,中国科学院大连化学物理研究所杨学明研究小组首次在实验中观察到了化学反应中的这种分波共振。研究成果发表在3月19日出版的美国《科学》杂志上。杨学明说:“这一反应共振动力学图像已经完全达到了光谱精度,为反应共振动力学研究提供了一个教科书式的例子。”

这是杨学明和中国科学院大连化学物理研究所研究员张东辉等近年来在反应共振态研究方向的又一个新的突破。在同期出版的《科学》杂志上,英国剑桥大学Al-thorpe教授发表评论文章,详细介绍了这项工作的学术意义。

化学反应是旧化学键断裂、新化学键生成的过程,是化学学科的核心科学问题。在所有气相分子反应中,新化合物的形成都是通过两个反应物之间的碰撞而达成的。每一个反应必须先经过一个“过渡态区域”,在这个区域中,反应物分子中的旧化学键即将断裂,生成物分子中的新化学键即将生成。而所有的反应碰撞都是在特定的碰撞参数条件下,通过过渡态区域而进行的。这些特定的碰撞参数在量子力学中是一个“好量子数”,因此在整个反应过程中是守恒的,这些特定的碰撞参数相当于反应体系特定



实验测量到的F+HD反应中后向散射HF(v=2, j=6)产物强度随碰撞能量的变化(实圆点)。红实线是理论计算的结果。观测到的三个共振峰分别对应于j=12, 13, 14的分波共振。图中的三维图是在1.285kcal/mol碰撞能下HF产物在各个方向的散射微分截面图。B代表后向散射方向, F代表前向散射方向。

的转动量子态,一般被称为“分波”(Partial Wave)。

过渡态的分波结构是影响化学反应的决定性因素,也是化学动力学研究的重要基础课题。由于反应过渡态寿命非常短(飞秒量级,1飞秒等于10⁻¹⁵秒),分波一般在能量上很宽且重叠在一起,因此在很难在实验室观测到单个分波的结构。在绝大多数情况下,即使完全量子态分辨的交叉束实验测量的微分截面也是不同分波叠加后的平均值,因此,观测单个特定的分波结构是动力学研究领域的极大挑战。

态区域形成的具有一定寿命的准束缚态。由于不同分波的共振态具有不同能量及较长的寿命,从而提供了一个观测单个分波分辨的动力学现象的可能。2006年,杨学明研究小组首次在低能F+H₂→HF+H反应中发现了可能由反应共振引起的实验现象。张东辉与南京大学教授谢代前建立了精确的XXZ势能面并开展了动力学计算,证实了F+H₂反应中反应共振态的存在。这一成果于2006年发表在美国《科学》杂志上,被两院院士评为2006年国内十大科技进展之一。

被认为单个分波共振结构实

验探测最有希望的反应体系是F+HD→HF+D反应。2008年,杨学明研究小组对这一反应体系进行高分辨的分子束散射实验研究,得到了由共振所引起的动力学实验图像。经过长时间研究之后,张东辉发现以前所有的势能面不能定量地解释F+HD反应和F+H₂反应的动力学图像上的差异。为此,他与合作者发展了一个有效的更精确的势能面构造方法。利用该方法,张东辉与厦门大学徐昕等人成功构建了目前最为精确的F+H₂(HD)体系的FXZ势能面,并对F+HD反应进行了量子动力学研究。理论结果与实验动力学测量结果高度吻合。理论计算表明,这一反应是由于单个共振态所引起的。这一成果于2008年9月发表在美国《国家科学院院刊》上。

上述理论结果的进一步分析表明,当F+HD反应共振态寿命长达几百飞秒,那就有可能探测到单个分波的共振结构。迄今为止,世界上还没有任何人能够在实验中清晰地观测到这样的分波共振结构。而要分辨不同分波的共振结构,必须进一步提高交叉分子束实验的分辨率,以探测由共振态不同分波引起的微分散射截面随能量的振荡现象。为此,杨学明研究小组设计了一个世界上最高分辨率的交叉分子束散射实验。他们将两个分子束源同时冷却到液氮的温度下(零下196摄氏度),使实验的能量分辨率达到了前所未有的水平。博士研究生董文锐和肖春雷等同学花费了大量心血,终于在实验上成功观测到了理论预测的转动量子态为12, 13, 14的反应共振态分波所引起的3个共振峰(如图),并且发现理论预测的共振态能量误差只有0.03kcal/mol,完全达到了光谱精度。

张东辉说:“由此我们可以看到,实验与理论的相互作用推动了这一系列共振态研究的发展;实验通过新现象的发现指导理论构造更为精确的势能面,而更为精确的理论帮助实验发现新现象,并进一步推动理论的发展。通过这一系列的理论和实验结合的研究,也使得我们对共振态的认识上升到了一个新的境界。”

这项研究工作得到了国家自然科学基金委、科技部以及中国科学院的资助。(王丹红)

油田含油污水深度处理与资源化利用项目通过鉴定

本报讯由大庆油田有限责任公司、哈尔滨工业大学和大庆石油学院共同承担的黑龙江省科技攻关计划重大项目“油田含油污水深度处理与资源化利用”,日前通过了黑龙江省科技厅组织的专家鉴定。

目前,大庆采油生产中采用低渗透和特低渗透油层水驱及三元复合驱等工艺技术产生的含油污水约26.6万吨/天。该项目由大庆油田特低渗透油层油田开发和3次采油技术(聚合物驱和三

元复合驱)应用过程中产生的含油污水为研究对象,以达到满足油田开发所需要的回注水水质控制技术指标为研究目标,从采出水水质特性的相关机理研究入手,研究出适合于特低渗透油层采出水处理和三元复合驱采出水处理,并达到相应回注水水质控制指标要求的处理设备及其处理工艺技术,以及采出液和采出水处理配套高效处理剂(絮凝剂和破乳剂),实现了其采出污水的全部回注,达到资源化利用,为大

庆外围特低渗透油田的有效开发和三元复合驱技术的推广应用提供了可靠的技术保障。目前,应用该项目研究成果已建处理能力为5000m³/d的特低渗透率油层采出水处理试验站1座,新建处理能力为3600m³/d的三元复合驱采出水处理试验站1座。

鉴定委员会专家一致认为,该项研究成果整体水平达到了国际领先水平,对大庆油田高含水后期开发和可持续发展具有深远的重大意义。(季莹 好诚)



世界气象日遭遇沙尘暴

3月20日,北京春天的第一场沙尘如期而至,漫天的黄沙并没有阻挡公众参与世界气象日开放活动的急切脚步。“让百姓了解气象,让气象贴近百姓”。为了迎接3月23日“世界气象日”的到来,中国气象局大院内的国家气象中心展厅、天气预报会商室、国家卫星气象中心展厅、华风集团模拟演播室等全部开放,让百姓与气象面对面。2010年世界气象日的主题是,世界气象组织——致力于人类安全和福祉的六十年。在国家卫星气象中心的展厅里,3张气象卫星监测图赫然矗立,工作人员向参观者耐心讲解3月19日至20日的这场沙尘天气:“此次沙尘天气是受蒙古气旋和冷空气影响所致。沙尘在蒙古国形成,由于地面干燥,随着南下冷空气进入中国境内。沙尘是从20日早上大约5点进入北京,早上8点左右扬尘强度最强,上午10点天空渐渐清朗,11点左右沙尘已基本吹散。”一位市民听完介绍后感叹道:“太神奇了!卫星云图看到的沙尘这么清晰。”

图为公众热情参与气象开放日活动。

本报记者 王学健/摄影报道