

给原子核称体重有多难?

首先,要拥有一个原子核。在实验里,在重离子加速器的帮助下,花费1个星期,几万亿个稳定原子核冲向反应靶,才能产生几十个目标原子核。

其次,原子核质量很轻。单个原子核的大小在1费米量级,质量大约为 10^{-26} 千克。再次,对于寿命很短的原子核,测量必须足够快。质量未知的原子核寿命通常在1秒以下,需在发生衰变之前完成所有的测量。

给原子核称体重有多重要?

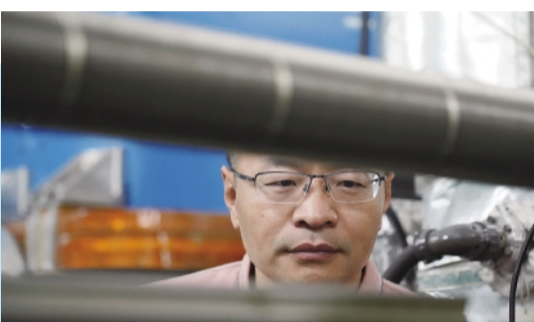
精确测量短寿命原子核的质量,是探究物质微观结构和宇宙中化学元素起源的基础。在中国科学院近代物理研究所(以下简称近代物理所),就有这样一群给原子核称体重的人。该所原子核质量测量团队基于国际首创的“超级天平”,成功测量了12个高精度短寿命原子核的质量,在发现原子核的结构和性质、探索元素起源等方面取得了令人瞩目的成绩。近日,相关研究成果分别发表于《自然-物理》和《物理评论快报》。

他们用「超级天平」给原子核称「体重」

■本报见习记者 叶满山



张玉虎



王猛



颜鑫亮



周旭

团队首席科学家

近代物理所原子核质量测量团队有20余人,这个团队的建设离不开首席科学家张玉虎的“招兵买马”。

张玉虎今年61岁,是团队里的“老大哥”,也是近代物理所最早的一批核物理研究生。近40年来,他一直与原子核打交道,近10年的工作则是围绕兰州重离子加速器进行原子核质量测量。

“超级天平”负责人

王猛的办公室里有一张核素图,远远看去,高低起伏,像喜马拉雅山脉。

“中间这条黑线就是核素图的稳定线,越靠近两边,核素产生就越困难。”王猛指了指墙上的核素图说,团队的重点工作就是测量这些寿命非常短的放射性核素。

团队所测量的原子核的寿命大概为100毫秒,可以说一眨眼的工夫,原子核就衰变了。这些原子核不仅寿命短,产额还非常低,所以做好“超级天平”至关重要。

“我们将带电的离子放进加速器中,离子在高速运动中与其他原子核进行碰撞,产生寿命非常短的原子核。”张玉虎告诉《中国科学报》。

2007年,近代物理所新增兰州重离子加速器冷却储存环,专门用于短寿命原子核的质量测量实验。2010年,张玉虎受命组建原子核质量测量团队。

“地处大西北,最困难的就是招揽人才。”张玉虎介绍,为此,研究所下了很大功夫引进人才,同时高度重视人才的储备和培养。通过多年努力,团队成员逐步扩充。

团队的问题解决了,另一个难题是实验机会。兰州重离子加速器是开放的大科学装置,每年申请前来做实验的科研人员较多,机时竞争激烈。每次实验需要100至200小时,所以有时团队一年只有一次宝贵的机会,成员们都倍加珍惜。

有了实验机会,还有一个难题是用什么样的称重工具。“原子核质量可以通过多种方法进

目前,世界上有3种类型的“天平”——重离子储存环,用于给短寿命原子核称体重,所用的都是传统的等时质谱术。“储存环中只有少部分离子满足等时性条件。传统的方法只能测量离子的飞行时间,对于等时性窗口外的离子测量精度低,甚至可能存在系统误差。”王猛说。

为此,团队独立发展了新一代的储存环质谱术。他们在储存环上新增了两个飞行时间探测器,原子核在这两个探测器上都产生信号,由此可以精确获得每个离子的磁刚度和轨道长度信息,进而实现高精度测量。

“原理说起来很简单,但要实现高精度测量,技术上存在很多困难。团队花了近10年时间,逐步解决了这些难题。新型质谱术的效果是在全接收度范围内,储存环对所有离子的分辨能力都得到了大幅提高,大大提高了实验效率,降低了质量测量实验中的系统误差。”王猛表示。

2017年,团队利用新型质谱术第一次得到了重要的物理实验结果。2018年,团队再接再厉完

成了第二次实验。这才有了今年两篇高质量文章的发表。

善于解决问题的实验设计师

有了“超级天平”,敲定了实验方案,接下来就是解决具体实验过程中的问题。比如,如何排除系统误差,提高测量精度。

“排球的质量大约是280克,空客A380的质量大约是280吨,这两者的质量比是1:100万。如果把储存环中飞行的原子核比喻成空客A380,那么我们的测量精度就意味着要分辨出空客A380上是否多载或少载了一个排球。”近代物理所储存环核物理室副主任、副研究员颜鑫亮告诉《中国科学报》。

“百万分之一这种高精度的质量测量,对磁场的稳定性要求也是同等量级的。”颜鑫亮负责实验设计,在早期的实验中,由于装置的磁场不稳定,他发现测试仪上离子和离子之间的回旋周期谱交叉重合在一起,给后期的数据分析带来很大的困难和出错的风险。

“数据分析只能部分降低磁场不稳定性的影响。为了从根本上解决这个问题,我们联合不同部门尝试了各种方式方法,花了两三年时间,才发现

接下来,需要把这400圈飞行产生的波形信号记录下来,并进行数据分析。这一步轮到近代物理所储存环核物理室博士研究生周旭“出场”了。

不服输的数据分析程序员

周旭,一个酷爱打乒乓球的科研人员,是近代物理所乒乓球打得最好的人。因为热爱,每年他都会参加各种类型的乒乓球比赛,但2018年周旭放弃了所有的比赛。

2017年,周旭被张玉虎选入新型质谱术研发团队。实验方案敲定后,就进入实验程序开发阶段。但是原有程序“跑”起来较慢,于是周旭决定改变程序中一个模块。

“由于循环周期未知,搜寻每个离子时都要将1.8万个可能的周期逐一尝试一遍。我设计的模块能预先对这些周期进行筛选,这样可以加快搜寻速度,使程序的整体速度提高7.6倍。”周旭解释道。

从单飞行时间探测器到双飞行时间探测器,程序的编写也是慢慢积累的。原有程序已经不适应新的研究方向,按颜鑫亮的要求,周旭需要改写原有程序。

周旭说:“每次做PPT都需要将实验配图画出来,单PPT我就制作了1300张。”周旭坦言,因为自己基本功欠缺,画实验配图非常费劲。但是张玉虎要求很严格,基本上是一张图、一张图地指出错误。

忙得放弃了乒乓球比赛的周旭表示,正是这几百次的锤炼,以及团队里老师、师兄师姐的帮助,他才能进一步提高程序运算速度,少走了几年的弯路。

在34960次的实验数据注入后,内含离子数达到了812413个。面对海量的离子信息,其他人建议放弃研究数据图上比较陡的离子,直接研究平稳状态下的离子信息。

但是不服输的劲头让周旭决定对这些数据图上比较陡的离子下手。“我的想法很简单,就是不想丢数据,因为每一个离子的产生都不容易。”

为了写好程序,周旭曾连续工作15天,每天只睡3个小时。终于,他将所有离子都验证成功,为这次新型质谱术的测量结果提供了有力支撑。

这次近代物理所原子核质量测量团队测量了12个高精度短寿命原子核,其中6个是未知的短寿命原子核,另外6个是重新测量的原子核,得到了更精确的数据。目前,科学家在实验室中产出的原子核有3340多个,质量未知的还有790多个。“这次在核物理领域取得重要成果,源于我们的持续努力和不懈探索,未来我们还将继续探究核物理的前沿科学问题,为推动我国核物理研究作出自己的贡献。”王猛说。

刘聪:在有归属感的领域里“挖掘”

■本报见习记者 孟凌霄 记者 廖洋

离博士毕业答辩还有3个月,29岁的刘聪从荷兰回到老家山东淄博。他要在毕业前搞定两件人生大事——结婚和找工作。

当时,刘聪已经收到了国内多所高校的入职通知书,但他最终选择回到淄博一所地方“双非”高校,成为山东理工大学建校以来第一位直聘教授的博士研究生。

4年后的2023年,这座老工业城市凭借“淄博烧烤”成功出圈,刘聪也凭借在“小众学科”中的深耕细作升级为学校最年轻的二级教授。身边的朋友纷纷夸他选对了地方,选对了专业,有“先见之明”。

在接受《中国科学报》采访时,刘聪坦言:“我只是认准一个很小的方向,又找到了适合的环境,其他一切都交给了时间。”

回家结婚,顺便“拿教授”

刘聪是土生土长的淄博人,在面临人生的十字路口时,他的选择总带有“山东性格”。

2015年,刘聪从山东科技大学硕士毕业后,在荷兰埃因霍温理工大学全额奖学金资助下开始攻读博士学位,师从欧洲科学院院士Wil van der Aalst。

临近毕业,刘聪面临抉择——回国,还是留在欧洲?

刘聪所在的埃因霍温理工大学,不仅是流程挖掘学科的发源地,更有着成熟的产业化落地环境和经验。此外,刘聪的博士生导师更是圈内知名的“流程挖掘之父”,同时团队还集聚了该领域一大批全球顶尖的学者。

不过,思来再三,刘聪还是决定回国。

“一方面,国内整体科研实力和环境越来越好,但流程挖掘方面的理论研究相对较少,产业化应用还处于探索阶段,我想回国闯一闯!”刘聪笑道,“另一方面,对山东人来说,回老家更有归属感。”

2019年4月,刘聪回到山东老家,与结识相恋十年的女友结婚,同时开始马不停蹄地投简历、面试。很快,这个29岁的小伙子收到了国内多所高校的入职通知书,其中不乏东部沿海城市的一流高校。

“一般来说,博士生入职高校后大多是从讲师做起,加入已有的实验室,参与到实验室的科研‘大盘子’中。”刘聪坦言,流程挖

掘在国内并不热门,并非大众熟知的领域,如果与现有实验室方向不一致,很可能“做着做着,就把自己的方向做没了”。

刘聪身上有山东人特有的务实性格。他最看重的不是学校的头衔、排名,而是在科研和团队建设中拥有更大的自主权。这意味着,未来入职的高校需要让教师有足够的科研自主性,最好能独立组建实验室、当学术带头人。

在山东理工大学计算机科学与技术学院和人才工作处领导的鼓励下,刘聪以应届博士毕业生的身份,申报了山东省“泰山学者青年专家计划”。当时这一项目每两年遴选一批,每批仅选出100名左右学者,刘聪毕业那年,首次对海外归国学者开放。

博士答辩当天,刘聪得到了“入选”的好消息。

凭借泰山学者计划的支持和多年研究成果的积累,为了来校后能在科研团队建设上获得更大的自主权,他向山东理工大学提出了“直聘教授”的要求。

“过去,博士学位的讲师到教授一般需要5年以上时间,学校也没有博士生直聘教授的先例。”山东理工大学时任人才工作处处长张晓连介绍,因为山东正在推进新旧动能转换和流程再造行动,刘聪的专业正是其中的关键领域,本着“人才优先”的考量,山东理工大学为刘聪开辟了“绿色通道”,接受了他直聘教授的要求。

由此,29岁的刘聪成为山东理工大学历史上第一位直聘教授的应届博士毕业生。

认准一个“很小的方向”

用刘聪的话来说,他走上流程挖掘这条路,起源于一次“莽撞”的自荐。

2009年,刚上大一的刘聪,就早早思考起今后深造的方向。他详细查阅了山东科技大学信息科学与工程学院(现更名为计算机科学与工程学院)教师的科研方向和论文,最终敲开了未来导师曾庆田办公室的门。

曾庆田打量着眼前这个小伙子,20岁左右,脸生,没上过自己的课,便笑眯眯地说:“做研究是需要基础的,师生间也需要相互熟悉,你可以先看看我的导师,咱们学院吴哲辉教授的(Petri网理论)。”

刘聪如获至宝,他了解到Petri网理论始于上世纪60年代,在欧美发达国家已经迅速发展并获得广泛应用。但直到上世纪70年代末,我国才逐步开始相应的研究,而山东科技大学教授吴哲辉就是国内最早从事Petri网研究的学者之一。

翻开这本《Petri网导论》,刘聪才发现这门学科不仅需要扎实的计算机基础,还涉及离散数学、线性代数等数学交叉学科应用。花了整整两个月,刘聪终于在课余时间啃完了这本书。当时他还没有意识到,日后从事的流程挖掘研究,很多概念、模型和算法就建立在Petri网理论的基础上。

再次踏入曾庆田的办公室,刘聪有了些许底气。在随后的几年里,刘聪在曾庆田的指导下,开启了Petri网、业务流程管理和流程挖掘的研究之路。

转眼到了大四保研季,专业成绩排名第一的刘聪本有机会保送外校,但“换个地方,可能要变个方向”。经过一番思想斗争,刘聪选择留在本校,跟随曾庆田攻读硕士。在导师指导下,刘聪提前一年完成硕士学业,前往荷兰攻读博士学位。

十几年来,计算机领域新的研究热点层出不穷,但刘聪一直坚持流程挖掘这一研究方向。这门横跨数据挖掘、机器学习、业务流程管理的多领域交叉学科,正成为海外大厂实现企业超自动化和数字化转型的关键,而在我国的应用却刚刚起步。

曾有朋友问他:“流程挖掘在中国不温不火很多年了,你考虑过换方向吗?”

刘聪的答案是,“我只想认准一个很小的方向,沉下心来做研究”。

回国4年后,刘聪带领团队在流程挖掘理论研究和产业应用方面,逐步做出了自己的特色,凭借在领域内的成果积累晋升二级教授。如今,刘聪在培养学生时也鼓励他们不盲目追求热点,只需在一个很小的方向上有持续的积累;他不强调发表论文的数量,但要求研究成果一定要在领域内有影响力,这与山东理工大学人才引进的要求一脉相承。

烧烤“流量”与引才“留量”

对许多像刘聪一样从海外回国、回到淄



刘聪身旁的日晷上镌刻着“行胜于言”四字。受访者供图

博高校的科研工作者来说,这一选择不仅仅是出于安土重迁的故乡情结,更是因为山东高校引进人才的“实诚”。

“从入职到现在已近4年,从山东省到淄博市、从学校到学院都给了我很大帮助,能够快速组建实验室并配备学生指标,让我把更多时间投入到科研工作中。”刘聪说。

张晓连在山东理工大学从事人才引进工作20余年。他不无感慨地表示:“如果不是山东省、淄博市的引才政策,单凭我们地方高校的吸引力,招不来这么多优秀的人才。”

不过,随着“淄博烧烤”的出圈,这座山东中部城市的吸引力攀上了新的高峰。

张晓连开始思考一个新的课题:如何将淄博烧烤的“流量”,变成淄博地区高校,尤其是山东理工大学人才引进的“留量”?

淄博曾是全国工业门类最齐全的城市之一。很多中国工业史上的“第一”,背后都是淄博的名字。然而,和许多老工业城市一样,淄博一度面临着工业转型、人才流失的阵痛。在“淄博烧烤”出圈前,淄博曾多次出台堪称山东“史上门槛最低”的人才落户政策。去年,淄博还曾出台“淄博人才金政50条”,专门增加青年科技人才、产业“新锐”人才支持专项。淄博的引才热情,正是好客山东的缩影。

淄博自战国时期就是“百家争鸣”的中心地,中国“最早的大学”稷下学宫遗址就坐落于淄博市临淄区。在山东理工大学流传着这样一句话:“古有稷下学宫,今有山东理工。”张晓连等人希望在稷下学宫设立2000多年后,如今的淄博、如今的山东依然能“致千里之奇士,总百家之伟说”。

看“圈”



栏目主持:李惠钰

孙立成、谢晓亮 放弃外籍转为中国科学院院士

近日,中国科学院学部工作局发布公告,根据《中国科学院院士章程》和《中国科学院外籍院士转为中国科学院院士暂行办法》的相关规定,孙立成、谢晓亮由中国科学院外籍院士转为中国科学院院士。

物理学家孙立成主要从事人工光合作用、催化水分解制氢、太阳能燃料与太阳能电池前沿科学领域研究。

生物物理学家谢晓亮从事单细胞基因组学、单分子生物物理化学、相干拉曼散射显微成像技术等研究领域。

段金桥、李晓明 受聘大湾区大学(筹)

6月6日,大湾区大学(筹)举行理学院和信息科学技术学院成立暨院长聘任仪式。段金桥受聘理学院执行院长,李晓明受聘兼任信息科学技术学院代理院长。

段金桥曾任美国国家纯粹与应用数学研究所副所长等职,主要从事随机动力系统 and 随机偏微分方程的研究。李晓明为中国计算机学会会士、中国教育技术协会副会长兼学术委员会主任,曾任北京大学教授。

大湾区大学是一所粤港澳大湾区教育合作背景下,广东省2019年规划筹建的综合大学、高水平研究型大学。

张文宏团队 获上海市科学技术奖特等奖

8小时300余万人次阅读量,6小时1550余万人次阅读量……这样的流量数据,来源于上海一群感染科医生组建的科普平台。日前,复旦大学附属华山医院感染科主任张文宏带领的团队收获了2022年度上海市科学技术奖特等奖,这也是“科学技术普及奖”类别中唯一的特等奖。

3年多来,张文宏带领团队成员,在繁重的医疗工作之外,经常通宵翻译写作,用老百姓听得懂的语言做科普,与抗疫中的伪科学作斗争。