



何颂在美国普林斯顿高等研究院。

理想国

当你真的试图在中国科学院理论物理研究所(以下简称理论物理所)寻找研究员何颂时,大概率会扑空。因为他通常不在自己的办公室,而是在更宽敞的讨论室中,与他的一群学生讨论得热火朝天。

“闭门造车”并非这位理论物理学者的日常,“不停地说话”才是何颂工作的写照。“我在所里时,绝大部分状态都是在不停地说话,不停地在黑板上推演”,有时讨论会从早到晚。

何颂沉浸式讨论的身影,有时还出现在胡同深处的酒吧。何颂有一位“同频共振”的老朋友——美国高能物理学家尼玛·阿尔坎尼·哈米德。尼玛多次来北京,但他从未逛过景点,两人总是争分夺秒地交流。白天密集的学术活动结束后,何颂便拉他去自己熟悉的鼓楼附近,找一家清吧。在昏暗的光线中,两人掏出随身携带的草稿本、彩笔,旁若无人地讨论。

何颂形容,在这些时刻,他仿佛进入了一个完美世界。那是一个允许他自由探索未知、享受未知的“理想国”。

“理想国”中的酣畅讨论,都围绕“散射振幅”展开。

20世纪物理学发生过两大科学革命,分别是量子力学和狭义相对论。量子场论将两者统一,而散射振幅就是其中最核心的概念和计算,一如实验物理学家和数学家之间的桥梁。

“当我们探索微观世界真正最深层次、最基本粒子的规律时,就要用散射振幅。”质子、胶子、希格斯粒子如浮光掠影,稍纵即逝,而散射振幅能够精准描述粒子状态的概率。

具体而言,当给定一群粒子“进入”和“出去”的状态,散射振幅可以给出这一过程发生的概率。呈现在纸上,散射振幅是一行行缜密复杂的数学公式。但对实验物理学家来说,它就像是理论物理学家递出的一张“说明书”或“设计图”,指导着如何解读对撞机中产生的海量数据,并预测新现象。

最让何颂感到“不可思议”的是,“同时满足量子与时空两大基本原理的一个‘虚幻’存在的东西,现在居然可以用一个数学公式进行精确计算,且精确到小数点后面十几位,都与实验吻合”。

就像厨师发现了两种看似毫不相关的食材,将它们巧妙地搭配,烹饪出过去存在于想象中但世界上从未有过的美味食物。

过去十几年间,何颂在散射振幅及其对粒子物理、引力和数学等方面的应用上取得诸多成果。其中广为熟知的,是 Cachazo-何-袁(CHY)形式。

2013年,27岁的何颂成为美国普林斯顿高等研究院和加拿大圆周理论物理研究所联合培养的博士后。他与圆周理论物理研究所博士袁野和委内瑞拉理论物理学家弗雷迪·卡查索极大地发展了爱德华·威腾提出的扭量弦论,提出了量子场论的 CHY 形式。

扭量弦论只能在一个很特殊的理论里实现,何颂与两位合作者不禁猜测:能不能把扭量弦论推广到现实世界的规范场论、广义相对论?

确定问题,沉心钻研,时间给出了答案。CHY 发现了如何将扭量弦论推广到规范场、引力、有效场论等一般理论的散射振幅,这引起了粒子物理、场论、弦论领域的关注。

“你的研究有什么用?”圈外人常常会这样问何颂。他这样类比:人们登山,是因为山就在那里;把百米成绩提高 0.01 秒,是为了突破现有的边界。“我相信我们这个领域的人做研究,大多数不是因为它‘有用’,而是觉得它非常有意思,以最原始的好奇心去探索。”

我猜……

何颂与合作者的讨论,常常始于一个个猜想与疑问。

理论物理学家何颂和他的完美世界

■本报记者赵婉婷记者韩扬眉

初见何颂大约是 4 年前,他留着及肩长发,信手在脑后挽了个小揪。这并非刻意标榜个性,而是他先前在国外养成的习惯——理发又贵又不好看。

这次再见何颂,他剪了短发。“长发太热了,短发好像对我的头皮健康也有好处。”何颂笑着摸了摸后脑勺,有些害羞。

关注他的头发,是因为在网络上搜索何颂的名字时出现的新闻有两类,其中之一就是电视剧《三体》热播时,这位“85 后”因留着长发和山羊胡,被网友们传为剧中一位物理学家的原型。

关于何颂的另一类新闻自然是他的学术了,从中大约能了解他在理论物理学界的学术位置:“青年一代最杰出的高能理论物理学家之一”“理论物理的大牛”“弦论量子场论方向可以去理论所找何颂”……

受访者供图

那段时间,何颂又开启了“乱走”模式。他到北京的鼓楼听现场演唱,由此也交到了许多艺术家朋友。他找到了共鸣,“与做工程不同,我的探索更像是艺术家在创作。对艺术家或者我们这种物理学家来讲,自由很可贵,我们的共鸣很多”。

“混鼓楼”的日子,仿佛一个喘息的窗口。把科研节奏放慢一点,也能更好地重新出发。

2016 年,何颂招到了新的学生,团队迈入正轨。他开始频繁与尼玛合作。他发现,科研仍是自己最大的激情所在。

与尼玛 12 小时的时差堪称完美,他们各自带着学生“接力”合作,晚上将接力棒传给大洋彼岸的一方。当给彼此的消息留言太多时,他们索性开视频;当尼玛来中国访问时,二人会通宵讨论。他们碰撞出许多“火花”,比如实现了从组合几何中推导粒子和弦的散射振幅,并从中得到杨-米尔斯理论任意阶胶子振幅。

自由

何颂很珍惜探索的自由,向来不迷信权威或跟随潮流。这或许与他成长的环境有关。

何颂与“完美世界”的初次邂逅,是在中学时期。他先是对比科幻非常感兴趣,又通过《科幻世界》尾页的信息购买了爱因斯坦、杨振宁、霍金、温伯格等物理学家的科普书,他至今仍然记得《终极理论之梦》带来的震撼;接着又买来“四大力学”物理教材试图自学。

那时年少的何颂时常处于“对抗”之中。与大众所接受的中学教育体制有些“格格不入”的他,一度想退学,“叛逆”且“不好打交道”。

幸运的是,他不是独自“对抗”。开明的父母一直珍视他对科学纯粹的兴趣与执着。

“他们可能并不理解我在做什么,但无条件地支持我。”订购与考试无关的物理书,初中高中各挑一级,是何颂在父母支持下获得的“特权”。在信息不太发达的 20 世纪 90 年代,物理世界的大门向他缓缓敞开。

读大学后,何颂开启了一段全新人生。期间,何颂遇到了一位重要的启发者和引导者——他的博士生导师、北京大学物理学院教授刘川。

何颂记得,第一次上刘川的电动力学课,以及后来在刘川和其他老师指导下进入规范场论世界时的惊叹。重要的是,刘川一直“宽容”他在不同方向“胡来”。虽然何颂最终没有延续导师的格点量子研究,但一直保持着导师传承的物理品味。

“我是一个不愿受束缚的人。从求学时代到现在做研究,一直支撑我的一个基本信念是,我希望能够自由一些,按自己的想法做一些研究,哪怕做错了也没关系。”当何颂成为导师后,这份自由也属于学生。何颂既适当引导学生,也给予他们足够的自由,让他们独立探索。

他与学生合作不断取得硕果:除了规范场、引力和弦论振幅的大量研究,他还推动了关联函数从弱耦合到强耦合的计算,以及弯曲时空物理量的研究;创造量子场论统计计算多个新纪录,并揭示振幅和积分新的数学结构;首次发现陈-西蒙斯理论的振幅体及其中振幅平方的神奇性质……

不过,“理想国”中的“自由”有时并不绝对。何颂笑言,将一个问题反复讨论明白,在学术会议上与同行畅快地分享后,不用写文章也不考虑发表,那才是最理想的状态。但“任性地摆挑子”不切实际,毕竟还要考虑学生的未来。所以,他会强迫自己去麦当劳、咖啡馆,把陷入无穷无尽讨论的机会屏蔽掉,静下心来写论文。

何颂说,只要能用 90% 的时间开展“纯粹探索”,与老合作者讨论,再不断结识新的学生,他就会一直快乐下去。

孙玉诚:35岁“转行”

■本报记者王兆显



孙玉诚

进一步阻碍病毒的扩散。

孙玉诚的团队做了大量实验,却发现尽管筛管阻塞蛋白增加了,筛孔却没有被堵住,病毒还在快速扩散。

“是不是筛管阻塞蛋白还不够多、堵得不够严实?”顺着这个常规思路,团队将着力点放在研究筛管阻塞蛋白的数量变化上,谁知在这里一卡就是两年之久。

直到有一天,他们发现,蚜虫的唾液蛋白可以“劫持”筛管阻塞蛋白,通过分子间二硫键形成共聚合物,包裹住病毒,穿越“高速公路的路障”,加速前进。

最终,他们得出结论:植物的筛管阻塞蛋白堵住筛孔,就像人体的血小板凝结止血,本意是自我保护,但病毒和蚜虫十分狡猾,不仅绕过了这道防线,还利用“特洛伊木马”的方式搭上穿越筛孔的便车。

这项研究的第一作者是动物所副研究员郭慧娟,也是戈峰的学生。她从学生时期就开始偏向植物保护方向的研究,对植物的结构更熟悉。

2023 年,郭慧娟和孙玉诚在美国《国家科学院院刊》上发表了一篇论文,探究病毒如何通过囊泡在细胞之间传递。

“这两篇论文是姊妹篇。我们先探究病毒在植物相邻细胞之间如何‘走路’,进而探究病毒如何‘走高速路’。”孙玉诚说。

没有捷径

最令孙玉诚感到自豪的是,团队对蚜虫的研究技术放眼全球也是绝无仅有的。

研究蚜虫最大的困难是“太微观了”。蚜虫本身仅有几毫米,要观察它的口针、翅原基、卵巢,难度之大可想而知。同样微小的果蝇,作为经典模式生物,经过一百多年的研究积累,遗传工具非常成熟。相比之下,蚜虫的技术门槛更高。

经常有国外同行给孙玉诚发来邮件,请教蚜虫的研究方法。孙玉诚给出的答案是,“没有捷径,我们的技术方案建立在大量失败的基础上”。

在孙玉诚的实验室,有三样关于蚜虫的东西是别人很难做到的。第一是正在吸食植物韧皮部汁液的蚜虫口针切片照片,第二是翅原基,第三是胚胎分期。

由于蚜虫体内的胚胎非常小,胚胎内又有胚胎,孙玉诚团队可以对任何时期的蚜虫进行卵巢中胚胎的解剖,能从 0 期胚胎一直解剖到 20 期胚胎,并分期进行实验操作,精度极其严苛。

团队每次取样时,都要协调五六名学生同时在显微镜下解剖。他们用特制镊子在显微镜下小心翼翼地手工操作,与精度、时间和自身的体力赛跑。往往好几千只蚜虫,才能做一次检测。

这么多年,孙玉诚团队一直在不断尝试、不断失败,再不断优化,才提炼出一套做蚜虫研究的技术方法。对他而言,科学研究始终无法走捷径。

采访接近尾声时,孙玉诚聊起了对学生的期待。他说,现在的博士生比自己那时候“更难”。国家的科研实力在增强,整体水平上去了,门槛也随之提高。同样的付出,现在的学生可收入获得更少。

每年一到假期,孙玉诚都会建议学生回家“充充电”,有家庭的温暖,回来后工作效率比一直耗在实验室高。“创造力需要滋养。”孙玉诚说。

“我们需要去培养、去筛选,找到能接力的人,把研究事业传承下去、发扬好,把故事讲好。这个故事不是编撰出来的,而是几辈人做的事。”孙玉诚告诉《中国科学报》。

“人还是要有追求,不断地往前走。”这也是孙玉诚 35 岁决定“转行”时,心里想的那句话。



桃蚜的已知寄主植物有 400 余种,包括一些主要的蔬菜、水果和经济作物等。



不同龄期、不同体色的桃蚜。 受访者供图