

中外科学家发明家丛书

玻恩



中国国际广播出版社

44.655
李53B7. BE

中外科学家发明家丛书

玻 恩

余尔 编著

目 录

一、求学	(1)
二、成为物理学家	(8)
三、与爱因斯坦的友谊	(10)
四、创立量子力学	(14)
五、世界第一流的物理研究中心	(18)
六、侨居英国	(21)
七、在爱丁堡的研究工作	(25)
八、回归祖国	(29)
九、玻恩对自然科学的贡献	(33)
十、玻恩的哲学观点	(40)

一、求学

1882年12月11日,麦克斯·玻恩出生于德国普鲁士西里西亚省首府布雷斯劳的一个医学家的家庭里。他的父亲古斯塔夫·玻恩是布雷斯劳大学医学系解剖学和生理学教授,对研究胚胎学和进化机制很感兴趣。他的母亲是一位工厂主的女儿。

玻恩是在一个科学气氛很浓的有教养的家庭里成长起来的。当他还是一个小孩子的时候,就经常和姐姐一起到他父亲的实验室里去观察父亲的实验工作。当他还是一个小学生时,就经常旁听父亲和其他一些教师和朋友关于医学及其它科学研究和发展的谈话,他们之中有606的发明者和化学疗法的创立者保尔·埃尔利希,有发现了淋球菌和其他微生物的皮肤科医生阿尔贝特·奈赛儿。家庭的学术气氛对玻恩的影响很大,使他有机会接触到最新的科学观点和科学发展成就。但是,美好的家庭生活并没有持续很久,在玻恩还很小的时候,他的母亲就去世了,后来他的父亲也去世了。在小学和中学时期,玻恩的表现平平常常,没有显示出什么与众不同之处。他的各科成绩也是中等水平。

1901年,玻恩进入一所普通的德国大学预科学校学习。在那里主要课程是拉丁文、希腊文和数学,玻恩对这几门课都不大感兴趣。在这所学校里,有一位叫马施克的数学教师对玻恩的影响很大。他不仅是一个卓越的教师,而且是一个聪明的实验家和一个很善良的人,他同时也教物理学和化学。玻恩常听他的物理课,受到他教学热情的感染。玻恩和另一位男生一起,协助马施克在他的小实验室里重复地做马可尼关于无线电通讯的实验,终于成功地把一个信号从一个房间传到了另一个房间。玻恩非常兴奋,激动地将他们实验成功的消息告诉了校长埃卡德博士。

古斯塔夫·玻恩去世前,曾教导他的儿子,在大学中不要立刻确定专业,而要先听各种不同学科的讲演,一年以后再作决定。在那时的德国各大学中,学习气氛自由。大多数课程没有一定的教学计划,既不检查听课人数,除毕业生外也不举行考试。每个学生可自选他最感兴趣的那些课程,由他自己负责在毕业考试前获得必要的全部知识,以便有权从事某种职业或取得学位。所以在第一年中,玻恩给自己定了一个相当庞杂的计划,包括物理学、化学、动物学、哲学、逻辑学、数学和天文学。

在这一时期,玻恩也阅读了许多社会科学著作,其中包括马克思和其他社会主义者的著作,并接触了康德和黑格尔的

哲学,这是玻恩的哲学启蒙阶段。

在众多的学科中,玻恩尤其对天文学和数学感兴趣。著名的月球研究者、天文学家尤利乌斯·弗兰兹对天体的研究工作对玻恩产生了强烈影响。弗兰兹对月球表面的了解程度胜过了当时人们对地球地理的了解程度。尽管学校里天文台的所有设备都是陈旧的,与其说是中用的,不如说是中看的,只有几台瓦连斯坦时代的,类似开普勒曾使用过的古老望远镜。他们没有电计时器,是数着大钟的响声,估算着十分之几秒的时间。玻恩在这所具有古老的浪漫主义艺术魅力的观测学校里,向弗兰兹学会了准确地使用仪器,精确地进行观测,迅速地排除观测错误和精确地进行数字计算。他学会了一位测量科学家的全部本领。通过对天文学的学习和观测,他有了脚踏实地,基础牢靠之感。这段时间他在天文学中所学到的知识和修养对他以后在其它方面的发展也有很大意义。

不久,玻恩开始集中精力钻研数学,并且得到了相当扎实的训练。在数学课中,雅科布·罗扎奈斯教授讲授的矩阵计算课对玻恩的未来影响很大,使玻恩对高等数学代数法有了最初的概念。这种方法研究的不是单个的数,而是同时分布在由行和列组成的直角矩阵中的数和函数的集。

在当时,矩阵计算只属于纯数学领域,它尚未应用于其它自然科学中。因此,大多数物理学家并不了解它。这种情况

正好像黎曼的非欧几里得几何学一样,在爱因斯坦的相对性引力学说之前,曾经仅仅是数学家们感兴趣的纯抽象的理论。但是,类似1915年爱因斯坦使黎曼几何学出乎意外地具有了宇宙论方面的意义一样,经过10年,玻恩使矩阵计算对微观物理学具有重要的意义。

20世纪初叶,德国的学术空气是非常自由的,教学方式也很自由,德国的大学生们通常以各种理由从一所大学转到另一所大学。有时候是因为著名的教授或设备齐全的实验室在吸引他们;有时候却是因为城市的优美环境,博物馆、音乐会、剧院、冬季体育运动、狂欢节等愉快的生活条件在吸引他们。玻恩也是这样,他在奈加河畔可爱而快乐的小镇海德堡和阿尔卑斯山附近的苏黎世各渡过了一个夏季学期。在海德堡的学习阶段,并没有给他行进在科学的道路上带来很多东西,但是他在那里结识了詹姆斯·弗兰克,他们俩同时在听数学家里昂·克尼斯贝格的课。后来,詹姆斯·弗兰克成了玻恩最亲密的朋友,并且成为戈丁根大学物理系的同事。

在苏黎世,玻恩对数学家阿道夫·胡尔威兹的讲课入了迷。阿道夫·胡尔威兹是当时第一流的数学家,他曾是爱因斯坦的老师。他关于椭圆函数的演讲,使玻恩了解了现代分析的精神。

玻恩总是在故乡布雷斯劳度过冬季学期。对他作为科学

家的发展来说更具决定性意义的是去戈丁根求学。玻恩是从他的同学及朋友奥托·特普利茨和恩斯特·里林格那里了解到德国的数学圣地是戈丁根,那里有三个大数学家:弗利克斯·克莱因、达维德·希尔伯特和海尔曼·闵可夫斯基。因此,玻恩立即决定去戈丁根求学。1904年,玻恩与奥托·特普利茨、恩斯特·里林格和另一位朋友里夏德·库朗(来自布雷斯劳的小组)一行四人前往戈丁根。

在戈丁根,玻恩主要听了希尔伯特和闵可夫斯基的讲课。当时希尔伯特正处于其科学声誉的极盛时期,希尔伯特和闵可夫斯基从学生时代起就是朋友,他们不仅在自己的学科里,而且在各个方面都是最卓越的人物,玻恩非常尊重和敬仰这两位数学大师。

来到戈丁根后仅一年,玻恩就被希尔伯特看中,选做他的“私人助理”。这证明了这位初出茅庐的物理学家已掌握了高深的数学知识和技巧。做希尔伯特的“私人助理”是一个不很明确的职务,不付工资,但却有难以想象的巨大价值,因为这使玻恩有机会天天看到他工作并听到他谈话,玻恩常常应邀和希尔伯特、闵可夫斯基一同在森林里漫步。虽然他早已习惯于在他父亲的生物学家朋友们中间自由而活跃的讨论,但是这两位伟大的数学家观察世界的方式,还是给玻恩留下了极为深刻的印象。玻恩从这两位大数学家那里不仅学到了最

先进的数学,而且还学到了一种更为重要的东西,那就是对社会和国家的传统制度的批判态度,这是玻恩一生都保持着的。

在玻恩向希尔伯特学习期间发生的一件事,对玻恩产生了很大影响。一次,几位学者在议论对近代天文学家伽利略的审讯时,有人责备伽利略没有坚持自己的信念,希尔伯特相当激烈地回答:“但他不是一个白痴。只有白痴才能相信,科学真理需要殉难;殉难在宗教里也许是必要的,但是科学的结果在适当的时机自会得到证明。”玻恩认为,希尔伯特的这种教导给他指明了生活和科学道路上的方向。

在戈丁根,玻恩最不感兴趣的是被学生们称为“伟大的费里克斯”的费里克斯·克莱因。他不喜欢克莱因的讲课,认为讲得太面面俱到,因而常常在克莱因的课堂上缺席,这引起克莱因教授的不快。在克莱因和应用数学教授卡尔·龙格共同主持的一个关于弹性问题的研究班上,由于一个同学生病,玻恩被提名临时提出一个关于弹性问题的报告。因为没有时间作准备,玻恩只好临场发挥,谁知这个报告给克莱因的印象很深,以致他建议,这个报告可参加大学的年度比赛,并要求玻恩提交一篇论文。因为参加有奖比赛的论文必须匿名提出,玻恩不能征求教授们的意见。这样,玻恩开始了第一次独立地做科学研究工作。玻恩的论文题为《在各种边界条件下平面上和空间内弹性线稳定性的研究》,他在学生宿舍用自制的

简单仪器完成了这项研究的实验部分。在这篇论文的写作和实验中,玻恩第一次感觉到了理论和测量的一致所带来的满足和喜悦。这篇论文很成功,获得了戈丁根大学的比赛奖金。

麦克斯·玻恩由于在弹性理论领域内的工作而于1907年获得了哲学博士学位,费里克斯·克莱因提请授予了该项工作大学哲学系的奖金。

玻恩对天文学的爱好在戈丁根也吸收了新的养料。当时,卡尔·施瓦茨西德领导着戈丁根天文台,高斯也曾在此天文台工作过数十年。施瓦茨西德30岁时曾是大学最年轻的教授之一,后来他作为波茨坦天体物理观测台的领导人而闻名,现在耶拿近郊陶廷堡天文台就是以他的名字命名的。玻恩在施瓦茨西德那里参加了他的天体物理学讨论会,并第一次研究现代天文学问题,他们还在一起讨论行星和大气问题。在这一时期,玻恩系统地学习了气体动力学理论,并作过关于因摆脱重力而发生扩散及进而向星际空间漏气的报告。

卡尔·施瓦茨西德的研究工作并不局限于天体物理专业,他还写下了几何光学方面的经典著作,年轻的玻恩向施瓦茨西德学会了许多天文学、物理学、光学方面的新知识。后来,施瓦茨西德在第一次世界大战期间去世了,爱因斯坦发表了激动的演说悼念他。玻恩也总是怀着激动的心情回忆这位良师。

正像父亲古斯塔夫·玻恩去世前教诲的那样,玻恩在求学时期,没有固定自己的专业,而是汲取多方面的知识养料。戈丁根又是全德国科学研究的圣地,这里汇聚了许多知名的学者、教授,有着浓厚而自由的学术气氛,使玻恩得以在浩瀚的知识海洋中自由自在地遨游。在这里,玻恩不仅学到了许多知识,打下了扎实的基础,而且形成了他自己独特的世界观。他一直认为,科学的哲学背景始终比科学的特殊成果更为重要,这一观点贯穿于他一生的研究工作,其结果之一,就是使他没有卷进核裂变及其应用于原子弹。这使他能从公正的和客观的观点出发来考虑与之相关的伦理问题和政治问题。

二、成为物理学家

1907年1月,玻恩获得戈丁根大学哲学博士学位后,先去服了一段时间的兵役,由于严重的气喘病而退役。该年春,为了多学习一些物理学的基本知识,玻恩去了英国的剑桥。在那里,他成了冈维尔和凯厄斯学院的研究生,参加实验和听课。在约瑟夫·约翰·汤姆森的实验室,原子研究大师汤姆森以其绝妙的、令人激动的实验示范对玻恩产生了很大影响。但拉莫尔对电磁学的介绍却都是玻恩从闵可夫斯基那里学过

的。因此,玻恩在剑桥只呆了6个月,就回到了德国。但英国人民的亲切和好客,学生生活以及学院和乡村的秀丽风光,都给玻恩留下了很好的印象。

1907年秋,玻恩回到了故乡布雷斯劳。在布雷斯劳大学,有两名物理学教授奥托·卢麦尔和恩斯特·普林斯汤姆,他们在黑体辐射方面已很有研究。90年代,他们在柏林完成了黑体辐射的测量,这些测量促进了普朗克发现基本作用量子,玻恩想在这两位物理学教授的指导下提高实验技巧。由于疏忽大意,玻恩的实验室内跑了水,之后,实验的尝试也就中止了,玻恩又转而研究起理论问题来。不久,他发现了爱因斯坦1905年发表的关于相对论的论文,立刻就被它吸引住了。玻恩把爱因斯坦关于相对性原理的思想和闵可夫斯基的数学方法结合起来,发现了一个直接计算电子电磁(质量)的新方法,并据此写了一篇电子运动相对论的论文。他把这篇论文的手稿寄给了闵可夫斯基。令他惊讶的是,闵可夫斯基回信邀请他回戈丁根大学,帮助他做相对论方面的研究工作。

1908年底,玻恩又回到了戈丁根,他和闵可夫斯基愉快地工作了几个星期。不幸的是,1909年1月,闵可夫斯基得了阑尾炎,做了阑尾炎手术之后就去世了,年仅44岁。闵可夫斯基的去世,使玻恩的全部希望都破灭了。这时候,玻恩被闵可夫斯基邀请来研讨的那篇关于电子运动相对性的论文在

数学会上的演讲很成功,因而于1909年获得了教授理论物理学的权利。在取得讲师职务的竞选报告中,他分析研究了汤姆森提出的原子模型。这样,玻恩就得以在戈丁根定居下来。

1909年,在萨尔斯堡举行的科学会议上,玻恩第一次见到了爱因斯坦,此后这两位科学家经常通信,主要是讨论相对论。在这次科学大会上,爱因斯坦提出了光的量子假说。他的这篇论文引进了光量子或光子的概念,并对光电效应和其它现象作了革命性解释。爱因斯坦在把量子理论重新应用于固体的热性质时,用了一个单振子的模型来描述晶体中的振动。这造成了理论和实验之间小小的脱节。因此,玻恩和卡曼试图借助于考虑点阵振动的全部光谱来消除这些脱节,这个实验同时证明了X射线的波动性质和晶体的点阵结构。

这项工作结束以后,卡曼离开玻恩,开始专门研究流体动力学和空气动力学,并在这两方面都享有盛名。而玻恩仍旧研究物理,固体比热的工作为他以后的研究开辟了两条主要路线:点阵动力学和量子理论。从此,玻恩将自己的专业固定在物理学领域,开始了一个物理学家的研究工作。

三、与爱因斯坦的友谊

1912年,玻恩开始按一个庞大计划进行研究:从点阵假

设出发,来导出一切晶体的性质,晶体的粒子在内力作用下可以移动。主要结果是说明了对弹性常数间的科希关系的偏离;证明了振动光谱由两种不同类型的谱带,即光带和声带组成,并且把 P·埃瓦尔德关于晶体中的电磁波的绝妙理论并入了点阵动力学。

正当玻恩着手写一部系统论述晶体运动问题的专著《晶格动力学》的时候,1914年,第一次世界大战爆发了。这时,柏林大学根据麦克斯·普朗克的建议聘请他这个才华出众的青年物理学家担任柏林大学物理系理论物理学副教授职务。普朗克在陈述这一聘请理由时强调:玻恩博士是一位思维清晰、学识渊博、全心全意忠于科学和科学进步的理论物理学家,他具备讲课和联络学生所必需的一切品德。他品学兼优,符合对一位新的副教授的个性所提出的全部要求,因而在这种情况下,本系十分乐意为不久前建立的教研室作出第一个任命,并提出这唯一的候选人。

1915年春,玻恩前往柏林,他刚开始讲课不久,很快就被迫去参军。在空军无线电部门服役一个短期后,应他的朋友鲁道夫·拉登堡的请求,玻恩被调到一个炮兵研究机构的“声学测位”部门——通过在不同地点测定炮声传到的时间来寻找大炮的位置。许多物理学家都在这里工作,玻恩在这个岗位上有可能从事自己的科学研究。他和兰德继续研究,试图

测定离子性晶体的内能,而且因马德隆的帮助获得了成功。马德隆发展了一种计算点阵中库仑力能量的方法(马德隆常数),根据这些结果,玻恩得到了简单的异极分子的形成热。这是根据纯物理学数据测定化学反应热的第一个例子。在这项工作中,玻恩还得到了化学家弗里茨·哈伯的帮助,因此,这项工作被称为玻恩—哈伯理论。

1915—1919年在柏林的这段期间,玻恩与爱因斯坦经常相会。在战争的黑暗时期,与爱因斯坦的友谊成为玻恩最大的安慰。玻恩多才多艺,钢琴弹得很好,而爱因斯坦则喜爱拉小提琴,因而他们经常在一起弹琴消遣。在战争即将结束前,有许多知识分子,如历史学家德尔布留克、经济学家布伦坦诺、物理学家爱因斯坦等人,组织了各种集会,并邀请外交部的高级官员参加,讨论科学问题、政治形势和军事形势,玻恩也经常参加这种集会。这些知识分子强烈反对德国政府无限制地扩充潜水艇的军事行动和政治目的,并且确信它们会导致灾难。

在此期间,爱因斯坦完成了他的广义相对论,并同玻恩进行了讨论,玻恩看到“他的概念的伟大,使我深受感动,以致我决定决不在这个领域里工作”。1919年,当英国日食考察队的观测结果公布之后,开始掀起了“爱因斯坦热”和对相对论的敌意攻击,玻恩在《法兰克福报》上发表了几篇相当激烈的

文章来捍卫爱因斯坦的理论，并回敬了那些对相对论的攻击。一年以后，玻恩的这些文章和有关相对论的报告被汇聚成《爱因斯坦的相对论》一书出版，成为叙述和普及爱因斯坦相对论的基础。

1919年春，玻恩作为正式教授来到了莱因河畔法兰克福大学。在那里，他接任马克斯·冯·劳厄教研室的职务，而劳厄到柏林大学去。这种“调换”是根据劳厄的愿望进行的，两所大学也都同意。因为劳厄极想回到他最初开始从事科学活动的柏林大学，以便与他尊敬的导师麦克斯·普朗克一起工作。玻恩也十分怀念在柏林的这段生活，因为当时他同爱因斯坦和普朗克的关系是那样亲密无间。

在法兰克福大学，玻恩拥有一个小小的研究所，配备着各种仪器。奥托·施特恩成为玻恩的第一位助教，他立刻在玻恩指导下投入工作，很快地利用了这些实验设备。他为了研究原子的性质，提出了原子射线的方法，并为在实验上证明麦克斯韦关于气体中的速度分布定律而第一次运用了这种方法。后来奥托·施特恩与实验物理学研究所助教瓦尔特·格拉赫一起，运用原子射线方法研究了量子理论中的方向量子化问题，这就是著名的分子射线实验。这些实验出色地证实了量子论的一个基本结论：在磁场中原子的定向量子性。当纳粹掌握德国政权后，施特恩于1933年被迫离开了在汉堡的教研室而

迁居到美国,他由于自己的研究成果而于 1943 年获得了诺贝尔物理学奖。

玻恩还领导了其它的实验研究。他同他的第二个助教 E·博尔曼女士一起,提出了一种确定空气中中性原子自由行程长度直接测量的方法。这项工作后来由他的一个学生 F·比尔茨在戈丁根用更准确的方法继续作下去,后来,在几个实验室里得到改进,用以确定原子和分子间的相互作用力。

玻恩自己继续从事点阵能量及其化学结论方面的工作。这时候物理化学教授 R·洛伦兹帮助玻恩注意到单价离子的迁移率存在着较大的比较小的快的异常现象,使玻恩在一个更广泛的研究范围中对这些现象提出一种解释,这种研究被叫做电流体动力学,类似于现在的磁流体动力学。后来,玻恩又和他的学生 P·勒尔特斯合作,在实验上证实了分子的电偶极子的力学效应,他们的方法是证明一个充满了不导电液体的玻璃棒,会由于一个快速转动的电场而开始转动。

四、创立量子力学

1921 年,玻恩在法兰克福大学工作两年后,被提议继其过去的老师彼德·德拜任戈丁根大学物理系主任,兼管理论物

理和实验物理。玻恩认为,自己独自指挥由两个独立部分组成的大实验室有些力不从心,所以他成功地说服了教育部长重新把物理系分开,并把他的老朋友詹姆斯·弗兰克请到戈丁根。这样,物理系就由特约教授罗伯特·玻尔和詹姆斯·弗兰克任实验物理学教授,玻恩自己任理论物理学教授而组建起来。他们三人经常合办讨论会,轮流担任主席。1925年,詹姆斯·弗兰克和古斯塔夫·赫茨由于他们在光谱激发方面的工作而被授予诺贝尔奖金,这项工作证实了玻尔关于原子的量子理论。

玻恩在戈丁根任理论物理学教授的最初几年里,主要是研究点阵动力学。他还写了一些书,记载他这一时期的主要研究成果。其中有《物质结构》一书,它被译成了许多种语言出版。应《数学百科全书》物理学部分的编辑索末菲的请求,玻恩写了一篇关于固体的原子理论的论文,这篇论文后来作为一本书《固体的原子理论》于1923年出版。在此书中,玻恩对晶体动力学理论进行了新的研究。在玻尔和索末菲晚期原子论的基础上,玻恩研究了原子物理学和化学的联系。他在发表于《自然科学》上的《化学和物理学之间的桥梁》一文,详细地介绍了这种联系。

不久,玻恩就将主要兴趣和研究重点转向了量子力学理论。1924年,玻恩首先在一篇论文中采用了“量子力学”这个