

大师的启示

路甬祥

中国科学院

0 引言

今年是著名的英国数学家、理论物理学家麦克斯韦 (James Clerk Maxwell, 1831—1879) 诞辰 180 周年, 他在物理学史上的地位与牛顿、爱因斯坦齐名。麦克斯韦把电、磁、光等现象用简洁的麦克斯韦方程统一了起来, 在近代科学史上, 这是继牛顿统一物体相互作用和运动规律以后实现的第二次物理学大综合。他在 1873 年出版的《论电和磁》, 也被认为是继牛顿《自然哲学的数学原理》之后的又一部最重要的物理学经典。没有电磁学就没有现代电工学、电子学, 就不可能有电气化、雷达和无线通信, 也就不可能有现代文明。1931 年, 在纪念麦克斯韦诞生 100 周年时, 爱因斯坦把麦克斯韦的电磁场理论贡献评价为“自牛顿时代以来物理学所经历的最深刻最有成效的变化。”

今年也是原子核物理之父, 英国实验物理学家卢瑟福 (Ernest Rutherford, 1871—1937) 诞辰 140 周年, 他在放射性和原子结构等方面都做出了重大的贡献。他通过实验揭示了原子核内结构和粒子间相互作用, 从微观层次深化了对物质物理本质的认识。

今年还是德国核物理学家海森伯格诞辰 110 周年。他是量子力学的创始人之一, 也是核裂变发现者之一。1927 年海森堡首次提出并证明了量子力学的“测不准原理”。

今年也是著名波兰女科学家居里夫人获得诺贝尔化学奖 100 周年。玛丽·居里 (Maria Skłodowska-Curie, 1867—1934) 研究放射性现象, 发现镭和钋两种天然放射性元素, 一生两度获诺贝尔奖。她是现代放射化学的先驱。

他们都是近现代科学史上当之无愧的科学大师。回顾他们的业绩和走向成功之路, 对激励启示当代青年献身科学, 领悟科学人生的真谛, 提升科学原创的自信和能力, 建设创新型国家, 服务国家, 造福人民, 奉献人类知识文明时代, 无疑都很有意义。

1 良好的科学启蒙对于成才固然十分重要, 但出身贫寒和艰辛的人生经历往往成为励志成才的重要因素

麦克斯韦 1831 年出生在苏格兰爱丁堡, 他的父亲是一位思想开放、思维敏锐、注重实际的机械设计师, 对麦克斯韦影响很大, 使他的智力发育格外早。在年仅 15 岁时, 麦克斯韦就向爱丁堡皇家学院递交了一份科研论文。在爱丁堡大学

他受到了攀登科学高峰所需要的基础训练。福布斯教授教给他科学实验和严谨而有条理的科学工作的方法, 而哈密尔顿教授以自己广博的学识、犀利的批评激励他去探究基础科学问题。在伦敦他遇到的法拉第教授则鼓励他要敢于突破传统理论的局限。这些科学启蒙都对他产生了深刻的影响。

卢瑟福祖籍苏格兰, 祖辈务农, 兄弟姐妹一共 12 人, 他排行老四。他的父亲作过车轮工匠、木工和农民, 依靠不停地劳作, 再加上母亲作小学教师的收入养活一个大家庭。卢瑟福和兄弟姐妹从小就体会生活的艰难, 都知道要想生活得好一点就得自己动手创造, 就得踏踏实实地做事。春天耕地播种, 秋天收割庄稼都是全家出动, 每个成员都分担一份责任, 卢瑟福通常干一些杂务像劈柴、挤奶等。全家人互相帮助、团结协作, 劳动成果成为全家的共同收获。卢瑟福从小养成了尊重他人、热爱劳动、勤奋踏实、善于合作的优良品质。成名之后, 卢瑟福仍然保持着这种品质。他被科学界誉为“从来没有树立过一个敌人, 也从来没有失去过一个朋友”的人。科学界至今还传颂着许多卢瑟福悉心培养和帮助后学的故事。他虽然家境贫寒, 但依靠刻苦努力取得奖学金完成学业, 后来又从事物理研究并取得卓越成就。这一切都得益于卢瑟福认准目标就百折不挠、勇往直前的求索奋斗精神。

居里夫人的故事更是大家所熟知的。她出生在波兰华沙一个教师家庭, 10 岁丧母, 家境贫困, 造就了她吃苦耐劳、勤奋好学的品质。为了获得去巴黎学习的机会, 她曾整整做了 8 年家庭教师, 先供她的姐姐上学, 姐姐工作后再供她上学。为了掌握科学知识, 她就是如此执着。她与丈夫皮埃尔·居里 (Pierre Curie, 1859—1906) 在极其困难的条件下, 对沥青铀矿进行分离和分析, 终于在 1958 年 7 月和 12 月先后发现了两种新元素。为了纪念她的祖国波兰, 她将一种元素命名为钋 (Polonium)。另一种元素命名为镭 (Radium) 寓意是“放射性物质”。1903 年, 居里夫妇和贝克勒尔 (Antoine Henri Becquerel, 1852—1908) 共同获得了诺贝尔物理学奖。为了提取纯净的镭化合物, 从 1898 年到 1902 年, 居里夫人又用了 3 年零 9 个月从成吨的沥青矿渣中提炼出 0.1 克的镭盐, 并测定了镭的原子量。1910 年, 居里夫人完成了《放射性专论》一书。她还与他人合作, 成功地制取了金属镭。1911 年, 居里夫人获得诺贝尔化学奖, 成为历史上两次获得诺贝尔奖的唯一女性。她忘我工作, 长期接触放射性元素, 1934 年因白血病不治去世。在她死后 40

本文转载自《科学与社会》2011 年第 4 期。

作者简介: 路甬祥, 中国科学院院士, 中国工程院院士。

年,人们从她用过的笔记本上测到的辐射剂量仍然很高。

2 对科学的兴趣和热爱,淡泊名利,不怕失败,执着探索,是他们走上科学道路并取得重大成就的重要原因

大师们走上科学道路都是出于对科学的兴趣和热爱,而不是为了追逐名誉和地位。他们几乎都淡泊名利,不怕失败,持之以恒,执着探索。正是他们热爱科学、献身科学、勤奋求索的共同品格造就了他们杰出的科学成就。

1896年,法国物理学家贝克勒尔发表了一篇报告,介绍了他通过多次实验发现铀及其化合物能自动连续地释放出肉眼看不见的射线,并能透过黑纸使照相底片感光。这使居里夫人产生了极大兴趣,决心揭开它的秘密。次年,她就选择研究放射性物质作为自己的课题,正是她的这一兴趣和选择把她带进了一片科学新天地。她与丈夫皮埃尔·居里合作,经过在极端困难情况下的热忱工作和顽强努力,最终完成了近代科学史上最重要的发现之一——发现了放射性元素镭,并奠定了现代放射化学的基础,为人类做出了伟大的贡献。

卢瑟福10岁的时候从他母亲那儿得到一本由曼彻斯特大学教授B.斯图瓦特写的教科书《物理学入门》,这本书不单给读者一些物理知识,还描述了一系列物理实验过程。卢瑟福被书中的内容所吸引,引起了他对物理的浓厚兴趣,并从中受到了科学的启蒙,即通过实验探索揭示自然规律。这本书对卢瑟福走上科学道路产生了重大的影响。特别值得一提的是《物理学入门》一书的作者恰巧是汤姆逊(Joseph John Thomson, 1856—1940)在曼彻斯特大学的老师,而汤姆逊又是卢瑟福在剑桥大学读研究生的导师,正是汤姆逊引导卢瑟福致力于研究物质放射性与原子核内结构。卢瑟福数十年如一日,心无旁骛,刻苦钻研,创新实验,不懈探究,将自己的一生献给了原子核物理研究。卢瑟福从原子核着眼,探索物质组成及其内在机制的奥秘,从而发现原子有核结构和人工轰击原子核实现元素的人工转变,用实验揭示证实并科学阐明了新的物质观。20世纪以来,整个物理学的发展,可以说基本上是在两位伟大科学家奠定的工作基础上展开的。爱因斯坦从宏观着眼,探索时间、空间、物质和运动的内在联系,从理论上阐述论证了相对时空的科学观念,这就是相对论。卢瑟福则从微观原子着眼,通过科学实验揭示并阐明了原子核结构及放射性机理。他们从物质尺度的两个极端进行根本性的物理探索和突破。

3 自信心、质疑精神、科学想象力和洞察力是他们取得非凡成就不可或缺的要害

麦克斯韦1855年左右开始研究电磁学。他在潜心研究了法拉第关于电磁力线的新思想和新论述后,坚信其中包含着真理,决心把法拉第的“电磁力线”用简洁的数学形式描述出来。他在前人工作的基础上对电磁现象作了系统的研究,并凭借他的丰富的科学想象力和扎实深厚的数学造诣,连续发

表了有关电磁场理论的3篇论文:《论法拉第的力线》(1855年12月到1856年2月);《论物理的力线》(1861至1862年);《电磁场的动力学理论》(1864年12月8日)。他将电磁场理论用简洁、对称、完美数学形式表示了出来,后又经后人整理和完善,形成了经典电动力学的主要基础——麦克斯韦方程组。他突破传统观念,预言了电磁波的存在,并明确指出电磁波只可能是横波,还计算了电磁波的传播速度等于光速,同时得出结论——光也是电磁波的一种形式,从而揭示了光和电磁现象之间的联系,实现了电、磁、光等的理论综合。

海森堡出生于德国维尔茨堡的一个学者家庭,在慕尼黑长大。他的父亲是一位学者,从事中世纪及现代希腊语的教学与研究。海森堡从小就受到古代思想文化的熏陶,有很高的文化素养。在父亲激励竞争式的教育方式下,青少年时期的海森堡就养成了善于独立思考、自信自强、意志坚定的优秀品质,他还时常借助攀岩等体育活动磨炼自己的意志。寻根究底、敢于质疑的性格对其日后的科学研究产生了很大影响。中学时代的海森堡已经展现出科学方面的天赋,老师们评价他能看到事物的本质,而不仅仅拘泥于表象和细节。进入慕尼黑大学后,海森堡受到索末菲教授(Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld, 1868—1951)的赏识,得以参与一些重要的研究工作,如分析原子光谱中有关反常塞曼效应的新数据等,从而迅速进入当时理论物理的前沿领域。在索末菲的指导下,他提出了对反常塞曼效应的初步量子论分析,一年后作为他的第一篇论文发表。索末菲还针对他重视原子物理理论问题、但缺乏系统知识的缺点,建议以流体力学中最难的湍流问题作为他的博士论文选题,以加强海森堡的基础训练。海森堡凭借扎实的数理功底和创新思维,不负导师所望,在第三学年就出色地完成了博士论文。索末菲和泡利(Wolfgang E. Pauli, 1900—1958)等对论文的评价是,海森堡完全掌握了数学工具,具有大胆新颖的物理思想。对海森堡而言,大学期间另一件重要的事情就是和泡利相识,他们成为良师挚友,经常在一起研讨、争论科学问题,并开始对牛顿经典物理学理论提出质疑,一些新的科学思想逐渐孕育发展起来。

1922年6月,玻尔到哥廷根大学作有关原子的量子论和元素周期性的系列讲演。在一次讲演会上,21岁的大学生海森堡对原子物理学权威玻尔关于塞曼效应的解释表示了不同的意见,引起了玻尔的关注。会后,玻尔邀海森堡一起散步长谈。玻尔很欣赏海森堡,并邀请他去哥本哈根做访问学者,合作研究共同感兴趣的课题。这次长谈使海森堡受益匪浅,他回忆说:“这是我能够回忆起来的关于现代原子理论的基本物理学问题和哲学问题的第一次透彻的讨论”。1924年,海森堡正式开始与哥本哈根大学玻尔教授的研究工作。在此后的两年多时间里,海森堡完成了他一生中最为重要的两篇论文:《关于运动学和动力学的量子力学解释》(1925年)和《论量子理论的运动学和力学的直观内容》(1927年)。前者是一篇具有划时代意义的论文,主要观点是认为量子力学的问题不能直接用不

可观测的轨道来表述,应该采用跃迁几率这类可以观测的量来描述。这篇论文标志着量子物理学的一个重大突破,奠定了不久后产生的“矩阵力学”的基础。后一篇则是海森堡最著名和影响最广的物理学论文,文中提出了测不准原理,即亚原子粒子的位置和动量不可能同时准确测量。这一原理和玻恩的波函数概率解释一起,奠定了量子力学诠释的物理基础。1927—1941年,海森堡进入科学创造的鼎盛时期,他和合作者把量子力学推广应用到分子结构理论、原子核物理、固体物理、金属的电磁性等方面,在量子力学的应用方面取得了一系列重要成就,1928年,海森堡用量子力学的交换现象,解释了物质的铁磁性问题;1929年,他与泡利一道,引入场量子化的普遍方案,给出了量子电动力学的表述形式,为量子场论的建立奠定了基础;1932年,他创建了关于原子核的中子—质子模型,提出质子和中子实际上是同一种粒子的两种量子状态。由于在量子力学方面的开拓性成就,1932年海森堡获诺贝尔物理学奖。没有对量子论强烈的兴趣,没有坚定的自信心和质疑精神,以及非凡的科学想象力、洞察力和扎实的数理基础,年轻的海森堡取得这些成就是不可能的。

4 理论的价值不言而喻,但实验始终是自然科学发展的根本源泉

理论来源于实践,来源于人们对自然现象和实验的观察和总结。就以麦克斯韦方程为例,这正是麦克斯韦在法拉第电磁场实验发现磁力线的基础上提出,在他去世后又因为赫兹的实验发现电磁波而得到证实,才被科技界普遍接受和确认的。包括物理、化学、生物学、天文学、地球科学,从本质上而言,均是基于观察与实验的科学。麦克斯韦是运用数学工具分析物理问题和精确地表述科学规律的大师,但他也非常重视实验。他负责筹建了剑桥大学的第一个物理实验室——著名的卡文迪许实验室。该实验室对整个实验物理学的发展产生了极其重要的影响,被誉为“诺贝尔物理学奖的摇篮”,众多著名科学家都在这里工作过。作为该实验室的第一任主任,麦克斯韦在1871年的就职演说中对实验室未来的方针和研究精神作了精彩的论述。他批评当时英国传统的“粉笔”物理学,呼吁加强实验物理学的研究及其在大学教育中的作用,为后世确立了实验科学精神。

卢瑟福是20世纪最伟大的实验物理学家之一。他遵照其导师J·J·汤姆逊的建议,进入放射性元素的实验研究领域。在实验中他首先发现了铀的两种射线,并将其分别命名为 α 射线和 β 射线;不久,他又发现这两种射线都是由带电的粒子构成的, α 粒子带正电荷,其质量与原子的质量属于同一数量级。他还发现钍在放射性过程中产生的一种气体,后来经实验证实是氦气。他和他的助手还证实了镭在放射过程中产生的气体分子量比氢气的分子量大几十倍。后来实验证实了这种气体是放射性氦。1903年,卢瑟福发表了题为《放射性变化》的学术论文,提出了“原子嬗变理论”。放射性能使一种原子改变成另一种原子,而这是一般物理和化学变化所达

不到的,这一发现打破了元素不变的传统观念,使得对物质结构的研究进入到原子内部,从而开辟了一个新的科学领域——原子物理学。1912年,卢瑟福根据 α 粒子散射实验现象提出原子核式结构模型。该实验被誉为“物理最优美的实验”之一。1919年,卢瑟福做了用 α 粒子轰击氮核的实验。他从氮核中打出一种粒子,并测定了它的电荷与质量,它的电荷量为一个单位,质量也为一个单位,卢瑟福将之命名为质子。他还通过 α 粒子对物质散射研究,无可辩驳地验证了原子核模型,因而一举把原子结构的研究引上了正确的轨道。人工核反应的实现是卢瑟福的另一项重大贡献。卢瑟福用粒子或伽玛射线轰击原子核来引起核反应的实验方法,很快成为人们研究原子核和应用核技术的基本手段。在卢瑟福的晚年,他已能在实验室中用人工加速的粒子来引起核反应。他当之无愧地成为当代原子核实验物理之父。

5 交流、争议和合作是创新思想的沃土,是探究科学真谛的途径

新的科学理论往往源于新的实验的启示,新的科学思想往往在交流中产生,新的科学理论往往在争论中发展和完善,因此,交流、争议和合作是创新思想的沃土,是探究科学真谛的途径,学科间的交叉融合是科学技术发展的趋势。

麦克斯韦的电学研究始于1954年,当时他刚从剑桥毕业不过几个星期。他读到法拉第的《电学实验研究》,立即被书中新颖的实验和见解吸引。当时人们对法拉第的观点和理论看法还很不一致,最主要的原因就是当时物理学界受“超距作用”的传统观念影响很深,另一方面的原因是法拉第理论的严谨性还不够。法拉第是实验大师,但欠缺数学功力,他的创见都是以实验现象的直观描述来表达的。而一般的物理学家多陶醉于牛顿力学的简洁数学概括之中,对法拉第的力线学说感到不可思议。有位天文学家甚至公开宣称:“谁要在确定的超距作用和模糊不清的力线观念中有所迟疑,那就是对牛顿的亵渎!”在剑桥,这种分歧也相当明显。比麦克斯韦大7岁的汤姆逊已是剑桥大学颇具名望的学者之一,麦克斯韦对他很敬佩,特意给汤姆逊写信,求教有关电学的知识。在汤姆逊的指导和启示下,他感受到力线思想的宝贵价值,也看到法拉第定性表述的弱点,于是这个大学刚刚毕业的青年人决心用自己擅长的数学方法来精确描述。1955年,麦克斯韦发表了第一篇关于电磁学的论文《论法拉第的力线》,开始了他实现电磁声光物理现象伟大的理论综合。

量子论是现代物理学的两大基石之一。量子论给我们提供了新的关于自然界的表述方法和思考方法,揭示了微观物质世界的基本规律,为原子物理学、固体物理学、核物理学和粒子物理学奠定了理论基础。它能很好地解释原子结构、原子光谱的规律性、化学元素的性质、光的吸收与辐射等。量子论的创立和发展正是各学派诸多学者交流、争议、合作的结果。

1900年普朗克在研究黑体辐射时发现,按麦克斯韦电磁波理论计算出的黑体光谱紫外部分的能量是无限的,显然是

发生了谬误,称为“紫外线灾难”。为了克服经典理论解释黑体辐射规律的困难,普朗克引入了辐射能谱量子概念,为量子理论奠定了基石。随后,爱因斯坦针对光电效应实验与经典理论的矛盾,提出了光子假说,并在固体比热问题上成功地运用了量子概念,为量子理论的发展打开了局面。1913年,玻尔在卢瑟福有核模型的基础上运用量子化概念,提出玻尔的原子理论,对氢光谱作出了满意的解释,使量子论取得了初步胜利。随后,玻尔、索末菲和其他物理学家为发展量子理论花了很大力气,却遇到了严重困难。量子论陷入困境。1923年,德布罗意提出了物质波假说,将波粒二象性运用于电子之类的粒子束,把量子论发展到一个新的高度。1925—1926年薛定谔率先沿着物质波概念成功地确立了电子的波动方程,为量子理论找到了一个基本公式,并创建了波动力学。几乎与薛定谔同时,海森堡写出了以《关于运动学和力学关系的量子论的重新解释》为题的论文,创立了解决量子波动理论的矩阵方法。1925年9月,玻恩与另一位物理学家约丹合作,将海森堡的思想发展成为系统的矩阵力学理论。不久,狄拉克改进了矩阵力学的数学形式,使其成为一个概念完整、逻辑自洽的理论体系。1926年薛定谔发现波动力学和矩阵力学在数学上是完全等价的,由此统称为量子力学,而薛定谔的波动方程由于比海森堡的矩阵更易理解,成为量子力学的基本方程。量子力学虽然建立了,但关于它的物理解释却总是很抽象,大家的说法也不一致。波动方程中的所谓波究竟是什么?玻恩认为,量子力学中的波实际上是一种几率,波函数表示的是电子在某时某地出现的几率。1927年,海森堡提出了微观领域里的不确定关系,就是所谓的“不确定原理”。它和玻恩的波函数几率解释一起,奠定了量子力学诠释的物理基础。玻尔敏锐地意识到不确定原理正表征了经典概念的局限性,因此在此基础上提出了“互补原理”。玻尔的互补原理被人们看成是正统的哥本哈根解释,但爱因斯坦不同意不确定原理,认为自然界各种事物都应有其确定的因果关系,而量子力学是统计性的,因此是不完备的。爱因斯坦与玻尔之进行了长达三四十年的争论,直到他们去世也没有作出定论。但是科学正是在争论和合作中发展的,很多著名的科学思想、定律和理论是许多科学家交流、争议、合作的结晶。

6 大师们取得重大科学成就时多数很年轻,获得公认必须经受同行、实践和时间的检验

1865年,麦克斯韦预言电磁波的存在,并计算出电磁波的传播速度等于光速,提出光是电磁波的一种形式时,年仅34岁,8年后他正式出版《电磁理论》,系统、全面、完美地阐述了电磁场理论,这时也只有42岁。但由于在当时的欧洲,人们依然固守着牛顿的传统物理学观念,麦克斯韦的电磁场没有被承认,甚至被当做奇谈怪论,他在生前也没有享受到应有的荣誉,直到他逝世9年后的1888年,德国物理学家赫兹

用实验验证了电磁波的存在,轰动了整个科学界,电磁场理论才取得决定性胜利。20世纪的电力、电子和信息技术革命来临后,麦克斯韦的科学思想和科学方法的重要意义更是得到了越来越充分的体现。

1903年,卢瑟福发表题为《放射性变化》的学术论文,提出“原子嬗变理论”时年仅32岁,1908年他因此获得诺贝尔化学奖。1911年,卢瑟福根据 α 粒子散射实验现象提出原子核结构模型。1913年,卢瑟福28岁的学生玻尔(Bohr, 1885—1962)把量子理论引入这个模型,从理论上解释了原子的稳定性和原子线光谱。科学界把这个经玻尔进一步完善了的原子模型称为“卢瑟福-玻尔模型”。1919年,卢瑟福又通过 α 粒子进行散射的研究,发现质子,并无可辩驳地证明了原子核模型,将原子结构研究引上了正确的轨道,当之无愧地被誉为原子核物理之父,当时他48岁。

1924年,23岁的海森堡到哥本哈根,在N.玻尔指导下研究原子的行星模型。1925年他就解决了非谐振子的定态能量问题,提出量子力学基本概念的新解释。稍后又同M.玻恩和E. P. 约旦在此基础上发展而成矩阵力学。1927年海森堡首次提出并证明了量子力学的“测不准原理”。当时他还只有26岁。但他的理论发表后曾受到批判。1929年,他同W. E. 泡利又首先提出基本粒子中同位旋的概念。海森堡获1932年诺贝尔物理学奖,时年32岁。

7 大师学高德馨,重视悉心培育人才

卢瑟福把自己的一生献给了人类的科学事业。他心地坦诚,热情无私,海人不倦,是20世纪培养诺贝尔奖得主最多的科学家。在他的学生和助手中,就有12人荣获诺贝尔奖。最为感人的是他与俄罗斯物理学家、1978年诺贝尔物理学奖得主卡皮查的友谊。卡皮查是个能干而很有思想的年轻人,曾在卢瑟福领导下工作了14年。卢瑟福很喜欢这个年轻人,竭尽全力为他创造研究条件,并将他放在关键岗位上。专门建立了一个叫蒙德的实验室用于研究强磁场,并任命卡皮查为实验室主任。1934年秋,卡皮查回国探亲时被苏联政府留在国内不许他再回英国。没有实验室,卡皮查的才能就发挥不出来,他一连3年无事可做。卢瑟福决心帮助卡皮查,他利用自己的威望说服了苏、英两国政府,把蒙德实验室的全部设备和仪器从英国搬到莫斯科,还派了一名助手帮助卡皮查安装。卢瑟福就是这样帮助别人的。1937年卢瑟福去世时,卡皮查万分悲痛。他在悼念文章中写道:“卢瑟福不仅是一位伟大的科学家,而且也是一位伟大的导师,在他的实验室中培养出如此众多的杰出物理学家,恐怕没有一位同时代的科学家能与之相比。科学史告诉我们,一位杰出科学家不一定是一位伟人,而一位伟大的导师则必须是伟人。”1912年度诺贝尔物理学奖的获得者玻尔也曾深情地称卢瑟福是“我的第二个父亲”。

居里夫妇的科学功名盖世,他们极端藐视名利,最厌烦

那些无聊的应酬,而把自己的一切都献给了科学事业。在镭提炼成功以后,有人劝他们向政府申请专利权,垄断镭的制造以此发大财。居里夫人回答道:“那是违背科学精神的,科学家的研究成果应该公开发表,别人要研制,不应受到任何限制”。“何况镭是对病人有好处,我们不应当借此谋利”。居里夫人对科学教育也有很大的贡献,她联合一大批科学家(许多是诺贝尔科学奖获得者)组成科学讲师团,向孩子们开放实验室,亲自对他们进行科学启蒙教育,破除孩子们对科学的神秘感,培养孩子们的科学兴趣,鼓励他们树立远大的科学理想。居里夫人常常教育并与她的子女共勉,我们必须有恒心,尤其要有自信!她是这样说的也正是这样做的。她还传授科学方法、科学思维、实验诀窍,开发孩子们的智力和潜力。在她的影响下,最终培养出了10多位诺贝尔科学奖的获得者。

8 大师自觉承担和践行科学伦理和社会责任

爱因斯坦《悼念玛丽·居里》一文中说:“在像居里夫人这样一位崇高人物结束她的一生的时候,我们不能仅仅满足于只回忆她的工作成果和对人类已经做出的贡献。第一流人物对于时代和历史进程的意义,在道德品质方面,也许比单纯的才智成就方面还要大,即使是后者,它们取决于品格的程度,也许超过通常所认为的那样。”“我幸运地同居里夫人有20年崇高而真挚的友谊。我对她的人格的伟大愈来愈感到钦佩。她的坚强,她的意志的纯洁,她的律己之严,她的客观,她的公正不阿的判断——所有这一切都难得地集中在一个人身上。她在任何时候都意识到自己是社会的公仆,她的极端谦虚,永远不给自满留下任何余地。……一旦她认识到某一条道路是正确的,她就毫不妥协地并且极端顽强地坚持走下去。”

玻尔由于担心德国率先造出原子弹,给世界造成更大的威胁,和爱因斯坦一样,以科学顾问的身份积极推动了美国曼哈顿计划。但他坚决反对在对日战争中使用原子弹,也坚决反对在今后的战争中使用原子弹,始终坚持和平利用原子能。他积极参加了禁止核实验,争取和平、民主和各民族团结的斗争。对于原子弹给日本人民造成的巨大损失,他感到非常内疚,并为此发表了《科学与文明》和《文明的召唤》两篇文章,呼吁各国科学家加强合作,和平利用原子能,对那些可能威胁世界安全的任何行径进行国际监督。1957年他被授予首届“和平利用原子能”奖。

在第二次世界大战期间,海森堡曾和核裂变发现者之一奥托·哈恩一起,为纳粹研发核反应堆。他虽然没有能公开反对纳粹统治,但却消极对待原子武器的发展。在重振德国科学事业过程中,海森堡和时任马普学会主席的哈恩起了关键作用。1949至1951年间,海森堡担任德意志研究院院长,同时又是政府处理核问题的科学顾问。50年代中期,联邦德国也参加了一些开发利用核能的项目。海森堡、哈恩、冯魏茨塞克和其他科学家坚决反对政府研制任何核武器。为此,他们于1957年4月发表了著名的哥廷根限制核武器宣言。

9 结语

大师们成长成就的历史给了我们许多值得深思的启示。

——这几位大师都出生成长成就在欧洲,得益于欧洲良好的科学教育和文化传统。欧洲优良的科学人文教育传统,注重启迪儿童和青少年对事物的好奇心和探究自然的兴趣,培育引导科学有序的工作方法,传承欧洲多样丰富的文化积淀和科学人文精神,而不只是简单的灌输知识。文艺复兴以来在欧洲复兴发展起来崇尚科学、民主、平等、自由,不迷信权威,理性质疑,鼓励创新的文化。环球探险发现新大陆,尤其是工业革命以来市场经济和生产力的发展又为科技创新注入了新的动力。而这些正是培育科技人才,造就科学大师必要的教育基础、文化氛围和社会环境。这正是值得我们应该思考和借鉴的。要通过深化改革,创造有利于创新和人才辈出的教育和社会文化环境。

——大师在年轻时就崭露头角,青少年时代的科学启蒙和意志砥砺对立志献身科学,养成科学方法,造就敢于挑战传统的自信和勇气、百折不挠的探索精神十分重要。家庭教育、基础教育、科学前辈的早期启蒙指引都可能起到关键的作用。我国教育领域的改革创新,必须从基础教育做起。科学创新本质上靠思想观念的创新和突破。因此,要注重培养青年人不受传统观念的束缚,提升自主创新的自信心,不满足于学习、模仿和跟踪,敢于质疑和挑战传统理论,敢于提出新的科学思想和方法,敢于开拓新的前沿领域,而又实事求是,脚踏实地,甘于寂寞,百折不挠,潜心探索。

——科学创新,尤其是当代科技创新,更需要交流、争议、合作,需要多学科间的交叉和融合;科学是艰辛而充满风险的事业,“在科学上没有平坦的大道,只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人,才有希望达到光辉的顶点。”;随着科学技术的发展,知识、能力的增长,科学家的社会责任也增加了。科学家应遵循的科学行为规范,不仅要恪守科学普遍性、公有性、无利益性、理性质疑、独创性、尊重事实、不弄虚作假、尊重他人的创造和知识产权等原则,还应遵守人道主义原则(比如,1949年纽伦堡法典,强调人类的实验要遵循知情同意、有利、不伤害、公平、尊重等原则)以及动物保护和生态保护原则,即尊重生命、尊重自然、尊重人的公平权利。科学家有责任去思考、预测、评估他们的研究所生产的科学知识和技术应用可能发生的社会和生态后果。20世纪以来,人类的生存和持续发展面临着粮食安全、核扩散、生物安全、新生流行病、生态环境危机、全球气候变化、自然和人为灾害等威胁。科学与社会紧密相连,科学家不应该只专注于自己的研究和发现,而应时刻谨记使科学服务大众、普及大众、造福人类。

马克思曾说:“科学绝不是一种自私自利的享受。有幸能够致力于科学研究的人,首先应该拿自己的学识为人类服务。”爱因斯坦也曾说:人只有献身于社会,才能找出那短暂而有风险的生命的意义。这都是至理名言。

(责任编辑 吴晓丽)