

论化学学科的继往开来

唐 有 祺

(北京大学化学系, 北京 100871)

编者按: 中国科学院学部委员唐有祺教授是我国著名的化学家。本文是他在中国科学院第六次学部委员大会上作的报告。他在本文中深刻而概括地介绍了化学的发展史, 化学与物理学的关系, 化学的特征和任务, 化学在自然科学中的地位, 化学发展的状况和趋势以及发展化学的战略, 文字不多, 令人深思, 是一篇不可多得的好文章, 现特发表如下, 以飨读者。

一、化学学科的奠立和原子论

史家认为, 近代化学萌芽于 A. L. 拉瓦锡 (Lavoisier) 从否定燃素说中得出的元素学说 (1774) 和 J. 道尔顿 (Dalton) 的原子学说 (1803)。化学由此进入了持续至今以原子论为主线的新时期。从 1860 年起, S. 康尼查罗 (Cannizzaro) 采纳了 A. 阿佛加德罗 (Avogadro) 假设, 理顺了当量与原子量的关系, 并改正了当时的化学式和分子式, 从而使原子-分子论得以确立。从此, 化学的发展越来越顺当。奠立近代化学总体的理论基础是原子-分子论, 简称原子论。它指明: 不同元素代表不同原子; 原子在空间按一定方式或结构结合成分子; 分子的结构直接决定其性能; 分子进一步集聚成物体。这个理论基础在化学的发展进程中不断深化和扩展, 但并无颠覆性的变化。

二、物理学在两个发展时期中与化学的关系

物理学的发展明显地经历了两个时期: 从质点运动和波动这两极来反复研究热、光、声、电、磁等效应的经典物理和揭示原子内部结

物理

构、波-粒二象性后的近代物理。在经典物理时期, 化学与物理之间曾有过一种约定俗成的分工。A.A. 诺伊斯 (Noyes) 和 M. 谢里尔 (Sherrill) 所著《化学原理教程》(初版, 1922) 曾开宗明义地说明了化学和物理两个学科早期在研究对象和范围上的分野。分工的要点是化学要追究物质的组成, 而物理在研究中则要回避物质组成的变化。

看来, 这种分工是双方乐意的, 并且也取得了种瓜得瓜、种豆得豆的效果。迷恋于追究物质组成的化学在整个 19 世纪中建成了原子-分子论, 发现和合成了很多化合物, 揭示了元素周期律和碳的四面体向价键, 对物质世界的认识大为开阔, 并为资源的开发提供了依据, 但化学学科若要再深入一步就需要迎接外来的契机了。幸好“摆弄”热、光、声、电、磁等效应的经典物理也取得了累累成果, 为机电等工业奠立了科技基础, 并从 19 世纪末起终于在揭示原子内部结构和波-粒二象性中将牛顿力学上升为量子力学。化学学科的发展竟因此而进入一个新的阶段。近代物理对化学的发展不论在实验上和理论上都提供了新的起点。X 射线和其他电磁波以及电子束等技术在化学研究中越来越多的应用, 是这个新阶段的标志之一。在原子结合成分子的层次上, 量子力学才是锐利的理论

工具。

三、自然科学的轴心：化学和物理

关于化学与物理的关系谈了不少，但仍意犹未尽，还应当明确一下它们在整个自然科学中的关系和地位。P. 皮门特尔 (Pimentel) 编写《化学中的机会》(1985) 时一开始就提出：“化学是一门中心科学，它与社会各方面的需要有关”。而从学科之间的地位来看，化学也处在一个多边关系的中心。但我们也不会对另一种说法听而不闻：物理以物质的运动为其研究对象，从而其他学科与物理可以统称物理科学。我认为，化学之所谓中心地位当渊源于它对各种物质素有无所不究之传统。实际上，物质和运动是同一个统一体的两个侧面。它们理当分属化学和物理两个学科。因此，比较全面的提法显然是，化学和物理合在一起在自然科学中形成了一个轴心。

四、化学的使命和传统

借助于近代物理，化学得以如虎添翼般地迅速发展。但化学学科的使命不变；它仍然是一个在原子、分子水平上研究物质的组成、结构和性能以及相互转化的学科。物质在分子水平上相互转化的过程称为化学反应或化学过程。化学在长期实践中也形成了一系列值得重视的传统。

化学首先是一个实验和理论并重的学科。化学的实验性固然很强，但理论思维的作用也很突出。早期从原子-分子论，经过元素周期律到碳的四面体向价键，都是运用科学的抽象和假设的范例。

在长时期的发展中化学学科久盛不衰的任务是整理天然产物和耕耘周期系，从而发现和合成了大量化合物。从 1950 年到现在，已知化合物已从 200 万增至千万种。化学的这个工作方式正以惊人速度增殖它的化合物储备，并通过筛选来满足各方面对新物质的需求。同时，

这样的工作也能对化学学科的发展有所带动。这种发展一般要求：深入研究化学反应理论并开发各种新过程；揭示结构及其与性能关系的规律；利用新技术和新原理强化分析、测试方法，使化学工作的“耳目”趋于灵敏和可靠。

五、第二次世界大战以后科技发展发展的新时期

第二次世界大战中最令人瞩目的科技大事是爆炸了原子弹。其后不久，约在 50 年代初，科学技术正处在全面大发展的前夕。那时，第一代电子计算机 ENIAC 已经问世。从基础研究中萌发出来的半导体技术已日趋成熟，出现新一代电子器件的前景已经在望。物理学在一定程度上成为自然科学中的先导学科；尼龙等巧夺天工的新材料已开始成批生产；化学在认识原子结合成分子的方式、依据和规律方面已日趋深入而系统；生物学正在进入分子水平的前夜；工程界要求发展工程科学的呼声极高。在这个科技迅猛发展的洪流中，各个学科几乎都是有点身不由己地进入了一个新的发展阶段。

化学在这个将近半个世纪的新时期中，新的需求不但使自身及其各个分支取得了极大进展，而且还在分子生物学和材料科学等新学科的奠立上起了十分积极而显著的作用，同时也迎来了电子计算机、激光、磁共振、新材料和重组 DNA 技术等新事物以及新的发展机会。

对化学学科来说，这个时期中最有深远影响的大事是分子生物学和材料科学的诞生和成长。从此以后，在原子、分子层次上，化学又增添了两个新的学科伙伴。现在，化学在很大程度上已离不开生命科学和材料科学的相互依存关系而独立发展了。

经过半个世纪的发展，生物学已从观察、描述和分类的科学，成长为将生命当作化学过程来认识的学科。现在可以认为，一切生物功能取决于分子水平上发生的事件，而这些事件都是由生物大分子控制着的，后者实际上是生命

的分子机器。从70年代起,基因工程或重组DNA技术问世,并发展成为蛋白工程。从1985年以来,又开创了催化性抗体或抗体酶和聚合酶链反应两种很有前景的合成技术。

今天,化学家如要在分子水平上从事生命科学的研究时,切忌回避生物大分子的作用。在加强功能意识的基础上,化学家从事结构生物学是有优势的。化学必须积极对待分子生物学中开拓出来的各种合成技术。

材料的门类很多,物质类型的跨度也大,材料的用途更是五花八门。因此,材料科学的范围很广,方面很多,又各具特点,从而对其整体性不可苛求。值得重视的是,比起化学家对待一个化合物来,材料科学家看待一个材料时的功能意识要强得多。在化学学科内从事高分子材料和精细功能体系是很有优势的。

六、关于化学发展道路感想

化学学科的传统工作是从整理天然产物和耕耘周期系来发现和合成新化合物,并弄清它们的结构和性能以及有关的反应条件等。化学的学科系统就是这样逐步建设起来的。这样的学科系统离建成还差得很远,这个模式肯定还

需要继续下去。已知化合物越积越多,肯定也会筛选出一些有用的新物质,而且这样做也会带动联系制备和结构之间关系的理论,工作的成效也会跟着提高。

从另一方面来说,当前化学学科的发展水平已有较大提高,同时也面临着新的需求,化学学科的建设工作如果局限在这种模式上,未免有点作茧自缚。首先,能否逆向而行,即根据所需性能来设计结构,并进行制备?这种做法好处很明显,并体现了较强的功能意识。其次,目光不要盯在单个化合物上,而要把着重点放在复杂一些的体系上,就凭在这两点上变通一下,就会对化学的发展道路产生较大的影响。化学会更多地致力于贯通性能、结构和制备三者之间关系的理论。化学也会注意生物或工程技术性能,而不会只考虑分离和表征组分的性能了;它就会更多地关心分子结构以外的结构类型和层次;它也不会把制备工作过多地局限在合成单个化合物上了。

我曾在其他场合谈过分子工程学的学科建设问题,在此不再赘述。但我需要强调一下,任务能不能‘带’学科,除了其他因素外,学科意识强不强往往是关键之所在。

核 天 体 物 理 学*

——核物理和天体物理的相互影响(II)

王荣平 (Rong-Ping Wang) 吕南姚 (Nan-Yao Lu)

冯达璇 (Da Hsuan Feng) Friedrich-Karl Thielemann

4. 慢中子俘获过程

直到现在,一个显而易见的问题是象锡、稀土族元素以及铀素等这些比铁还重的元素是如何形成的?结果证明是,这些元素的形成不可能是前面我们已经讨论过的带电原子核间的聚变过程。它们是通过一系列中子俘获和 β 衰变过程(分别简记为“s-过程”和“r-过程”),现在

我们来讨论它们是怎样的过程。要克服重原子核的库仑位垒所需要的温度超过 $5 \times 10^9 \text{K}$,如此高温之下将产生许多高能光子,它的效果是引起更多的光致裂变反应而不是结合成重原子核(参看关于II型超新星的讨论)。因此,重于

* 本文原稿为英文,由南京大学天文系彭秋和翻译。