

化学史与 化学史教育

关于“质量守恒定律”化学史教学的几个问题的讨论^{*}

姜 鹏¹ 郑长龙¹ 袁绪富²

(1. 东北师范大学化学教育研究所 吉林长春 130024; 2. 东北师大附属中学)

摘要 列举了进行“质量守恒定律”化学史教学过程中常见的几个问题,通过对化学史著作和教科书的分析,对质量守恒定律的发现者、发现时间、发现过程和进行相关的化学史教学的视角提出不同观点。

关键词 质量守恒定律 化学史教学 科学发现 定量研究

质量守恒定律是化学发展史上的一项重大发现,是化学家对参加化学反应的各物质的质量进行定量研究后总结出的一个重要定律,为 19 世纪的化学理论与实践的大发展开辟了道路。在义务教育阶段,质量守恒定律是化学学科中的重要基本理论,是学生化学学习必备的理论基础。因此,不同版本的教科书中都加入了一些关于质量守恒定律的化学史素材,许多教师在这一主题的教学中经常会适时进行相关的化学史教学。

科学地开展化学史教学能够激发学生的学习兴趣,帮助他们了解化学发展的历史,正确认识科学的本质。然而,笔者通过对多节在质量守恒定律这一主题教学中开展化学史教学的课堂进行观察与分析发现,许多教师在教学过程中存在着对教科书中的科学史素材理解简单化,缺乏对相关的化学史教学资源进行深入理解与开发,甚至凭借个人主观臆断与猜想来解释和说明化学史实的问题。这样的教学非但不能很好地发挥化学史应有的价值和功能,相反,有时倒会使学生片面地理解化学发展的历史,形成错误的科学史观和科学本质观。产生这些问题的主要原因是教师在教学过程中缺乏科学的历史观和科学哲学观的指导,对相关的科学史素材理解和运用不当。

通过对不同版本教科书和经典化学史著作的研究,笔者对质量守恒定律的发现者,质量守恒定律的发现时间,质量守恒定律的发现过程,开展质量守恒定律化学史教学的视角等几个问题进行了研究与思考,提出自己的一些观点,期望与广大教师共同探讨。

1 质量守恒定律的发现者

我们发现,我国提及到质量守恒定律发现过程的化学教科书都只把拉瓦锡(A. L. Lavoisier)作为唯一的发现者,对于在拉瓦锡之前就已经发现和阐述过质量守恒思想的俄国化学家罗蒙诺索夫(L. W. Lomonossow)却只字未提。很多教师在教学过程中亦是如此,在介绍质量守恒定律发现过程时,完全按照记叙文中的时间、地点、人物、事件这 4 个要素来逐条简要交代,对质量守恒思想产生、发展的过程,以及前人所作的贡献都未加以说明。这样做造成的结果是,学生只把“四要素”作为要点来记忆,无法真正了解质量守恒思想产生、发展的历史脉络,难以体会质量守恒定律对化学科学发展的重要作用,更不能认识到科学发展的积累性、暂时性、创造性等本质特征。我们曾经对 153 位刚进入大学一年级化学专业的学生进行过调查,有超过 90% 的学生只知道拉瓦锡是质量守恒定律的发现者,对其他方面内容基本不了解。

在化学史上,有些重大发现是由多名化学家经历一个不

断完善的过程来完成的,有时还存在着同一时期的不同化学家对同一问题进行研究,并最终都取得类似重要结论的情况。在质量守恒定律的发现过程中,上述两种情形同时存在。通过对多本权威化学史著作的研究发现,科学史研究者普遍认同罗蒙诺索夫也曾经独立发现了质量守恒定律。“在 1756 年前后,俄国化学家罗蒙诺索夫在反复进行金属煅烧实验中,发现金属煅烧后的增重是由于金属与玻璃管中空气结合的结果。他虽然没能彻底地否定燃素,但他却是第一个较为清楚地表达了化学反应中质量守恒的思想。由于多种原因,罗蒙诺索夫的发现和他阐述的质量守恒思想对当时科学思想的进步并没有产生明显的影响。”^[1]拉瓦锡在早期的化学实验中就开始运用天平来定量研究化学反应前后的质量变化,通过大量的实验,他发现了化学反应过程中质量守恒这一规律性,并在 1789 年出版的著作《化学纲要》中用清晰的语言把质量守恒定律表达出来。

如果说舍勒(C. W. Scheele)和普里斯特利(J. Priestley)都被认为是氧气的发现者,门捷列夫(Mendelejeff)和迈尔(J. L. Meyer)可以共同分享发现元素周期律的荣誉,并分别获得戴维金质奖章,我们认为,罗蒙诺索夫也应该作为质量守恒定律的发现者之一而被引入化学教科书和化学教学中来。这样,学生才可以对科学发现有更全面、客观的认识。

2 质量守恒定律的发现时间

目前,很多化学教师在介绍质量守恒定律发现过程时存在着 2 个不同的发现时间:1774 年或 1777 年。经过对教科书的分析和对教师进行访谈发现,出现发现时间不同的原因之一是不同的版本教科书中对拉瓦锡进行氧化汞分解与合成实验记录的时间不一致;另一个主要原因是由于许多教师把拉瓦锡从这个实验得出的结果直接等同于或升华为质量守恒定律。我们查阅了多部化学史著作,没有发现关于质量守恒定律发现时间的明确记载。

仅凭拉瓦锡获得的一个实验结果就认定他发现质量守恒定律的时间是不科学的。因为,“一个现象的实例不是一条规律,一批实例的总和也不是规律,只有这些现象的实例显示出一种不变关系的时候,才能说自然界展现出一种规律性;也只有思维对这条规律加以正确的反映、把握,并形成一种普遍的命题或陈述时,一条科学定律才算形成。”^[2]由此可见,一种规律性是否经过思维的科学加工,并以普遍命题表述出来可以作为科学定律被确定的标准之一。

罗蒙诺索夫和拉瓦锡通过大量的实验研究分别发现了化学反应过程中质量守恒这一规律性,并分别在 1756 年和

^{*} 东北师范大学自然科学青年基金项目

1789年以普遍命题的形式把质量守恒定律清晰表述出来。所以,我们可以认为质量守恒定律被2人独立发现的时间是1756年和1789年。不同的是,罗蒙诺索夫的发现在大约一百年后才引起了学术界的赞扬和惊奇,拉瓦锡的研究成果很快就被许多化学家所了解。直到爱因斯坦提出质能方程,质量守恒定律由经验定律发展成为理论定律。

3 质量守恒定律的发现过程

虽然罗蒙诺索夫和拉瓦锡分别发现质量守恒定律都只用了十几年的时间,但从质量守恒思想的产生,到质量守恒定律从理论上被证明却经历了一百多年。这一历程充分体现了科学发现的过程性和复杂性。

由于受教学时间等多种条件的限制,在化学教学中插入部分化学史内容的做法通常无法把科学发现的过程详细地全面展开,要对其进行适当地选择与精炼。但这决不意味着可以随意改编历史事实,更不能把科学发现的过程简单化、模式化。把拉瓦锡分解与合成氧化汞实验的结果等同于质量守恒定律,把拉瓦锡进行这个实验的时间认定为质量守恒定律发现时间的做法就是这一倾向最典型的体现。这样的化学史教学往往会造成学生对科学发现的认识简单化、片面化,非常不利于学生正确科学本质观的形成。笔者在一次课堂教学观摩中就发现了多名同学有类似的认识。当时教师介绍说:“1673年,波义耳(R. Boyle)在敞口的容器中加热金属,结果发现反应后质量增加了。1777年,拉瓦锡在密闭容器中加热分解氧化汞,却发现反应后质量没有改变,于是,他就发现了质量守恒定律。”学生们在意识到实验条件对实验结果的影响同时,也有一些同学很自然地提出:“波义耳真笨,这么简单的问题都发现不了”、“原来科学研究这么简单,我要是生活在那个时代也能成为化学家”。还有的教师在介绍完这段历史后提出“为什么波义耳与质量守恒定律擦肩而过啊?”。这完全是凭教师的主观臆断而对科学发现过程的一种简单化。

要想避免学生对质量守恒定律发现过程认识的简单化,教师要追溯质量守恒思想产生、发展的历史脉络,选择一些能够代表不同发展阶段的典型人物和事件,以客观、严谨的语言把人物和事件按照历史发展与逻辑统一的原则组织在一起。经过研究与分析,我们认为质量守恒思想从产生到发展成为理论定律,大致经历以下几个阶段。

(1) 朴素的唯物思想阶段。从使用天平进行定量研究开始,就有很多与化学相关的研究是建立在“物质在化学变化过程中,既不能被创造,又不能被消灭”这一朴素的唯物论思想基础之上。17世纪的医药化学家海尔蒙特(J. B. V. Helmont)做过的著名柳树实验就是以这一思想为指导的。

(2) 自觉应用阶段。从17世纪下半叶起,随着定量实验的广泛应用,质量守恒思想已经被许多化学家自觉运用到他们的科学实验中。例如,英国化学家布莱克(J. Black)在发现固定空气(二氧化碳)的过程中,化学大师舍勒、卡文迪许(H. Cavendish)、普里斯特利在对气体的定量研究中,都应用和体现了质量守恒原理。

(3) 经验定律阶段。罗蒙诺索夫和拉瓦锡2位化学家通过大量的实验研究,总结出化学反应中质量守恒的规律性,并以普遍命题的形式把质量守恒定律清晰表述出来。随着测量仪器精度的提高,质量守恒定律的正确性不断被科学家所验证和承认。

(4) 理论定律阶段。20世纪初,爱因斯坦(Albert Einstein)质能方程的提出从理论上再次证明了质量守恒定律的正确性,质量守恒定律在认识形式上由经验定律发展成理论定律。

4 开展质量守恒定律化学史教学的视角

很多教师在进行质量守恒定律的教学时,都只是把它作为一个重要的理论内容传授给学生,强调它在化学方程式书写和化学计算中的作用,忽略了它所具有的方法论价值和对学生定量的化学观形成的积极影响。在进行相关的化学史教学时,教师大多只介绍定律的发现者、发现时间、发现的简单过程和拉瓦锡的贡献。对于质量守恒定律发现的背景及其在化学发展史上的重要地位涉及较少。这样的化学史教学很难让学生理解质量守恒定律对化学科学发展和化学学习的意义,更无法体会拉瓦锡在定量研究方面的卓越贡献。

严格来说,一门科学只有当它达到了定量研究阶段,才真正称得上是科学。在化学发展史上,质量守恒定律的重要地位在于它是第一个科学的计量定律,为从质量角度研究化学变化提供了依据,为当量定律、定比定律等化学计量定律的提出奠定了基础,并成为道尔顿原子论的理论支柱。拉瓦锡的伟大之处在于他通过严格的定量实验,对化学反应前后的质量变化情况进行了研究,并运用理论思维把这种规律性提升为普遍适用的科学定律。此后,定量方法成为化学研究的主要方法,为化学进一步确立为现代科学树立了一个重要的里程碑。

质和质量都是事物本身所固有的规定性,都有多个方面。区别事物的质是认识事物的开始,而由质进到量,则是对事物认识的深化^[3]。学生的化学学习也要经历一个由定性认识到定量认识的深化过程。质量守恒定量的学习恰好是义务教育阶段学生开始定量认识和研究化学变化的转折点,因此,从定量研究的视角来进行相关的化学史教学,在学生理解质量守恒定律内容的基础上,帮助他们认识定量研究的方法及其价值,形成定量研究化学物质及其变化的意识和观念,才能充分发挥化学史教学的功能,实现质量守恒定律的多元教育价值。

综上所述,教师在进行质量守恒定律化学史教学的过程中,应以科学的历史观和科学哲学观为指导,认真分析和研究化学史著作与教科书中的相关素材,并以适当的方式把它们引入到教学中。这样,才能实现质量守恒定律及其发现史在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等多个维度的教育功能。

参 考 文 献

- [1] 《化学思想史》编写组. 化学思想史. 长沙: 湖南教育出版社, 1986: 91- 95
- [2] 舒炜光. 科学认识论(第三卷). 长春: 吉林人民出版社, 1990: 71
- [3] 《化学哲学基础》编委会. 化学哲学基础. 北京: 科学出版社, 1986: 102- 415
- [4] (日)山冈望. 化学史传. 北京: 商务印书馆, 1995: 66- 89
- [5] J. R. 柏廷顿著. 化学简史. 胡作玄译. 桂林: 广西师范大学出版社, 2003: 103- 128
- [6] 廖正衡. 中外著名化学家传略. 长春: 吉林教育出版社, 1994: 53- 57
- [7] 袁翰青, 应礼文. 化学重要史实. 北京: 人民教育出版社, 2002: 32- 35
- [8] 郭保章. 世界化学史. 南宁: 广西教育出版社, 1992: 99- 110
- [9] 刘宗寅, 吕志清. 化学发现的艺术. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2003: 451- 453