

以“原子结构”为例看中加高中化学教材的差异

江苏南京市第十三中学(210008) 孙维昌

[摘要]文章对加拿大安大略省高中化学教材 *Nelson Chemistry 12* 与我国鲁科版教材高中化学选择性必修2《物质结构与性质》中的“原子结构”部分从引入方法、栏目设置、内容编排等方面进行比较分析,提出化学教材编写应注重知识的社会应用性、创新能力与批判性思维的培养以及多学科知识的交叉融合。

[关键词]高中化学教材;原子结构;中加教材差异

[中图分类号] G633.8 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-6058(2022)32-0068-04

教材是教学内容的载体,是教师教学、学生学习知识的基本工具,是联系核心素养、课程标准与课堂教学的重要桥梁。可以说,好的教材对于高质量人才的培养起着不可替代的作用。山东科学技术出版社依据《普通高中化学课程标准(2017年版)》修订出版的普通高中教科书化学选择性必修2《物质结构与性质》(以下简称鲁科版教材)主要面向高中阶段选修化学的学生,目的是引导学生更深入地认识化学,了解化学研究的基本内容与方法,为进入大学深造做准备。加拿大安大略省高中化学教材 *Nelson Chemistry 12*^[2](以下简称 Nelson 教材)同样是针对高中阶段选修化学的学生而编制的。中加高中化学教材在编写方面有何差异?下面就以“原子结构”一章为例进行比较,以期为我们的教材改革提供一些思路。

一、引入方法

鲁科版教材在“原子结构与元素性质”一章中的每一节的引言均采用了简明扼要、直达中心的方式引入,如“通过初中化学课程和高中化学必修课程的学习,你对原子结构的知识已经有了初步了解。那么,你是否深入思考过:宏观物体的运动与微观粒子的运动有什么区别?原子核外电子的运动状态应当如何描述?”^[1]。这样的引入方式,使学生很容易就了解到本章内容的知识核心,在很短的时间内直接抓住重点。但由于这部分内容比较抽象且难度较大,以这样的方式引入缺乏趣味性,易使学生产生厌学情绪。

Nelson 教材在这一章的引言中先介绍了核磁共振成像(MRI)技术在医学诊断方面的广泛应用及其原理,同时辅以三个 MRI 扫描图像,每个图像都显示一个成人脑,第一个是三维 MRI 扫描图像,第二个是带有癌性肿瘤的大脑的 MRI 扫描图像,第三个是健康大脑的 MRI 扫描图像,要求学生通过比较这三个图像识别出带有癌性肿瘤的大脑

的图像。另外,引言中还提到手机、电视、汽车传感器和计算机等这些设备的成功开发都得益于人们对原子和分子性质的理解的不断深入。相对于鲁科版教材,这种引入方式更能引起学生对原子结构的学习兴趣,使其体会到 MRI 技术的使用给医学诊断及疾病治疗带来的便利,知道这些知识在社会生活中的具体应用,感受到原子结构理论的发展给生活带来的颠覆性变革,进而激发学生的学习热情。

二、栏目设置

鲁科版教材与 Nelson 教材均设置了丰富的栏目,具体如表1所示。

表1 鲁科版教材与 Nelson 教材的栏目设置

栏目类型	鲁科版教材 《物质结构与性质》	数量	比例	Nelson教材	数量	比例
知识拓展类	追根寻源	3	41%	核心概念	1	30.8%
	身边的化学	1		学习小贴士	3	
	拓展视野	3				
	方法导引	2				
	资料在线	2				
思考交流类	联想·质疑	6	48%	起点	1	7.7%
	观察·思考	4				
	交流·研讨	3				
活动探究类	活动·探究	2	11%	微探究	2	61.5%
	微项目	1		探究	4	
				研究这些	2	

鲁科版教材设置的栏目种类和数量远多于 Nelson 教材,其中尤其以思考交流类栏目最多,占总数的48%,而 Nelson 教材只有7.7%。可见,鲁科版教材比 Nelson 教材更加注重对学生独立思考与相互交流能力的培养。思考交流类中的“联想·质疑”栏目往往设置在某一节或某一个知识点前,目

的是根据学生的认知发展规律,在学生已学知识的基础上提出一个新问题,引发学生思考,从而引出新的课题。“观察·思考”与“交流·研讨”这两个栏目通常以设问形式提出问题,让学生思考后回答。在这类问题的后面,教材几乎都给出了答案,如果学生不经思考,直接看教材,也能得出正确答案;即使部分学生思考了,当看到自己的想法与教材中的正确答案不同时,往往也会按照教材中的描述来回答。因此,笔者认为,这类栏目在培养学生独立思考能力方面还是有一定局限性的。知识拓展类栏目在鲁科版教材中所占比重也非常大,在数量上也多于 Nelson 教材中的类似栏目。其中的“追根寻源”“拓展视野”“资料在线”栏目主要是选编一些与原子结构相关的理论、知识或是解答学生可能会产生的一些疑惑,如“拓展视野”中的“量子力学的诞生、核外电子与元素周期表”以及“追根寻源”中的“金属的活动性顺序与金属元素电离能大小顺序为什么不一致”等。这些内容高考不作要求,只是有利于学生更深入、系统地理解原子结构,方便与大学知识接轨。“身边的化学”栏目介绍的是生活中与本章知识相关的现象或应用,能将抽象的知识具象化,有利于学生兴趣的培养,但教材中所举的例子明显偏少,只有一个“霓虹灯为什么会发出五颜六色的光”。

鲁科版教材设置了 2 个探究活动,均为知识类探究,如“请你尝试写出 19~36 号元素 K~Kr 的原子核外电子排布式”,缺乏活动类探究,探究形式比较单一。从表 1 中可以看出, Nelson 教材设置了“微探究”“探究”“研究这些”三种探究类栏目,且均为活动类探究。如在“原子结构”这一章的开始,设计了一个类比原子结构研究的“微探究”活动——探索黑盒子。活动需要使用一个密封的盒子,盒子侧面有一个小孔,内部底面有一个凹陷的图案,形成一个迷宫。要求两名合作者制订一个策略,以找出隐藏在盒子中的迷宫路线图。这样的探究没有标准答案,但是包含一个探究所应具有的所有环节,能让学生掌握探究的基本方法。通过这样的探究活动,可以加深学生对概念的理解,促进学生建构相关知识模型,提高学生的计划能力、执行能力、观察能力、分析能力、评估能力和交流能力。“探究”栏目涉及光电效应、明亮的线性光谱、模拟电子轨道、顺磁性等,每一个探究项目都包含探究目的、需要的仪器和材料、步骤、分析和评价、应用和扩展等环节。“研究这些”栏目则主要针对原子结构发展的

前沿问题,让学生通过查阅资料了解基本原理,并让学生扮演决策者,对某些研究做出决策。这样的研究无疑会花费学生大量的时间,但对学生探究能力、研究能力、决策能力等能力的培养有显著的帮助。

三、内容编排

鲁科版教材在内容编排上遵循知识逻辑关系。“原子结构”内容编排的逻辑关系如图 1 所示,围绕“原子核外电子排布”一个核心,“构造原理”和“原子轨道”两条主线同时进行,归纳出原子核外电子的排布规律:能量最低原理、泡利原理和洪特规则。然后从“原子核外电子排布”引出元素周期表中的元素排布规律和元素的电负性、电离能及其变化规律。

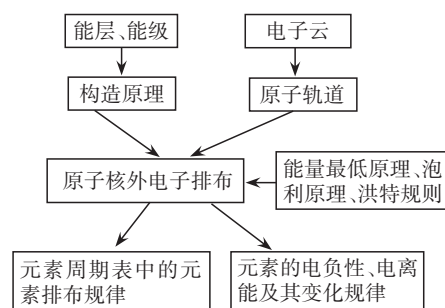


图 1 鲁科版教材“原子结构”内容编排逻辑关系

Nelson 教材在内容编排上遵循科学研究发展的逻辑关系。“原子结构”内容编排的逻辑关系如图 2 所示,以原子结构为核心,以科学家对原子结构的认识发展为主线,逐步介绍原子结构模型的发展历史,最后从量子力学的角度解释原子核外电子的排布规律,引出构造原理,并介绍量子力学技术的重要应用。

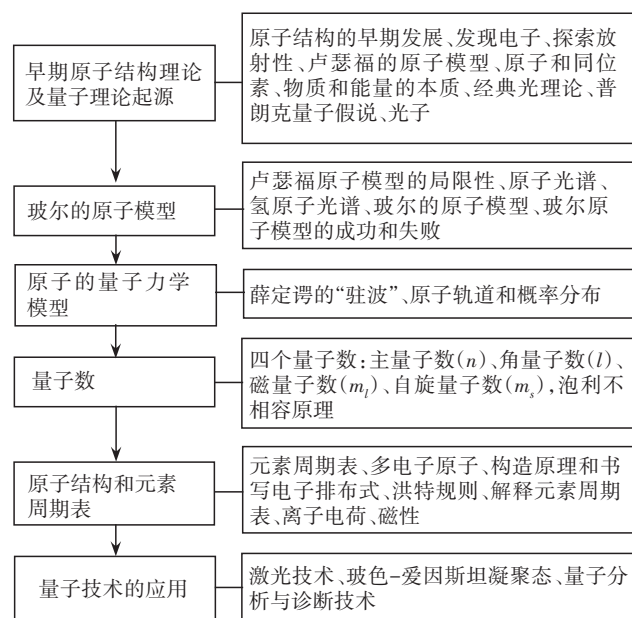


图 2 Nelson 教材“原子结构”内容编排逻辑关系



通过对比可以发现,鲁科版教材结论性知识较多,对于前人已经获得的研究成果的介绍往往简洁明了、重点突出,可使学生在较短时间内掌握原子结构的核心知识。而 Nelson 教材强调科学家对原子结构的研究过程,将科学家在研究中使用的仪器、方法,遇到的困难以及如何解决这些困难描述得很详细,可以使学生深入地理解每一个理论产生的背景及存在的不足。阅读 Nelson 教材,让人有一种身临其境的感觉,可引导学生从科学家的视角去学习和理解科学知识,像科学家一样去思考和研究,促进学生形成科学的思维方式和掌握科学的研究方法。

四、结论与启示

通过对比可以发现,鲁科版教材在编排上知识逻辑关系清晰,针对性强,可以让学生在短时间内掌握课程内容的结构、基本概念、基本原理,相同时间内的学习效益较为显著,更易于满足学生的升学需求,但在内容的编写上缺乏一定的趣味性,略显枯燥乏味,可读性不强。Nelson 教材的编写有以下三个方面的特点值得我们学习借鉴。

(一)注重知识的社会应用性

Nelson 教材强调学科知识与实际应用的关联性,内容编排与社会生活联系紧密。笔者曾做过调查,询问使用鲁科版教材的普高学生以下问题:研究原子结构对我们的生活有何帮助?你知道哪些应用跟原子结构理论相关吗?很多学生只能说出霓虹灯发出五颜六色的光与原子光谱跃迁相关。面对同样的问题,使用 Nelson 教材的国际高中的学生却能说出核磁共振成像技术、大型量子对撞机等诸多应用。原因就在于后者使用的教材中编排了大量与原子结构相关的技术应用,且对于这些应用并不是简单地进行介绍,而是通过提出问题,引导学生辩证地思考知识应用的双面性。如在“原子结构”一章的引言中介绍了核磁共振成像技术在医学中的重要应用及其和原子结构的关系,并要求学生通过对比核磁共振成像(MRI)和 X 射线成像的区别回答以下问题:在何种情况下可以使用 MRI 技术?在使用 MRI 技术时,对病人或者医生有何风险?在你看来,应用 MRI 技术的益处是否大于风险?在本章的最后一节更是详细介绍了量子技术的几种应用,如 DVD 播放机中的激光、手机中的微芯片和医院的 MRI 机器等。可见,量子力学和量子理论并不神秘,量子技术远比我们想象的更常见,它是上述每一项技术的核心,也是许多前沿科学研

究项目的基础。所有这些,都可以让学生体会到所学知识不是枯燥的理论,而是切实能够改变我们的生活、推动社会的发展与进步的知识,从而激发学生学习化学的兴趣。

(二)注重创新能力与批判性思维的培养

创新能力要从基础教育抓起,因此在教材的编写上,我们要重视对学生探究能力和基本研究方法的培养。单纯的知识学习,会造成学生思维僵化,缺乏创新性,不知如何将所学知识应用到科学研究中去,造成知识与研究脱节。Nelson 教材特别强调对学生探究能力与研究能力的培养。虽然“原子结构”这一章内容的理论性很强,但 Nelson 教材中仍编排了大量的探究活动,上文提到的“黑盒子实验”就是一个典型例子。此类探究活动虽与学生所学的知识无直接联系,但对于学生探究能力的培养却很重要。在知识的编排上,Nelson 教材不是按照知识的逻辑关系,而是以科学家对相关理论的研究进展为主线,详细描述科学家的研究过程。这样的编排方式具有代入性,可读性强,能让学生以科学家的视角学习知识,进而掌握相应的研究方法,从而做到知识与研究不脱节。Nelson 教材除了注重培养学生基本的研究、分析、沟通能力,还注重培养学生的批判性思维。如在“大型强子对撞机——一个极大的成功”的探究中,要求学生研究加拿大参与大型强子对撞机项目的情况,思考并回答:“在大型强子对撞机上已经花费了大量的资金,你认为值得吗?科学界和社会会因此获得什么益处?”在介绍量子技术应用时提到:“这些技术的应用虽然是有好处的,但必须认识到,它们也可能存在着危害社会和环境的相关风险。”让学生意识到科学是一把双刃剑,要辩证地看待它。

(三)注重多学科知识的交叉融合,强调课程的持续性和一贯性

化学与物理、生物等学科之间有很多交集,这种现象尤其体现在一项新研究的出现,往往也离不开其他科学技术的发展,所以在教材编写中要注意科学发展的史实,注重不同学科之间知识的交叉融合。Nelson 教材就很好地做到了这一点。如“在原子结构”一章中,Nelson 教材详细介绍了人们认识原子结构的过程,从道尔顿原子理论的提出到用量子力学解释原子结构,很多物理学家和化学家都做出了巨大贡献;基于跟原子结构研究的相关性,教材对物质和能量的本质、经典的光理论、普朗克量

(下转第 74 页)



系中的重要载体”的相关内容,将课堂教学与教材、课标、高考评价体系有机结合,顺应当前的素质教育改革方向。这需要教师不断地探索和研究情境、知识、问题之间的联系,重视开展情境教学,使用结合型情境编排方式,不只是简单地介绍、点缀,而是在情境中引导学生发现并探索问题,促进学生知识迁移与能力提升。如前文所述,虽然高考化学试题对实验知识的考查较少,但对化学实验情境的使用较多,可见实验仍是学习化学的重要途径,不论是学习、评价还是科学研究都离不开实验。教师在教学中应培养学生通过实验探究化学的理念,从而更有利于培养学生的化学学科核心素养。

第二,重视对学生阅读理解能力与表达能力的培养。情境化试题无疑会增加阅读量,对学生的阅读理解能力提出了更高的要求。这需要教师在平时的教学中多关注化学科研、科普、化学教育类期刊的前沿信息,向学生推荐良好的课外学习资源,增加学生的科学阅读量,拓宽学生的视野。同时研发相关的校本课程,在课程内容的选择上以课标为依据,创设有关工业生产、化学实验、科学研究、衣食住行等方面的真实情境。在教学策略与教学模式上要灵活多样,突出学生的主体性,可借助角色扮演、辩论赛、科学写作等活动,开展提升科学阅读、科学表达能力的训练。

第三,通过开展探究式学习、项目式学习,培养学生的问题解决能力。创设真实的问题情境,引导

学生在情境中体验合作、交流等过程;通过研究设计,引导学生体验解决问题的过程;通过引入科学社会性议题,培养学生的科学价值观。虽然目前跨学科情境素材在高考化学试题中出现的频率不高,但跨学科领域的研究仍是教学与评价的重点。因此,教师可以通过开展项目式学习,适时地引导学生从跨学科的角度思考问题、解决问题,促进学生的系统思维和参与意识,进而实现学习迁移与全面发展。

[参 考 文 献]

- [1] 毕华林,卢珊珊.化学课程中情境类型与特征分析[J].中国教育旬刊,2011(10):60-63.
- [2] 陈进前.关于试题情境的研究[J].化学教学,2017(1):78-82.
- [3] 陆军.情境化试题的基本要素、背景类型与品质追求:以2019年高考全国I卷理科综合化学试题为例[J].化学教学,2019(12):76-81.
- [4] 李川长.情境素材的使用研究:以2019年全国I卷理综化学试题为例[J].中学化学教学参考,2020(4):73.
- [5] 严文法,张瑶,马圆.基于情境的高中化学习题设计:以新人教版必修教材中的习题为例[J].化学教学,2021(1):85-89.
- [6] 教育部考试中心.精选试题情境素材 深化高考内容改革:2019年高考化学试题评析[J].中国考试,2019(7):20-24.

(责任编辑 罗 艳)

(上接第70页)

子假说、光电效应、薛定谔的“驻波”、玻色-爱因斯坦凝聚态等都进行了详细描述,并在介绍薛定谔的“驻波”理论时,设置了利用机械振荡器模拟建立驻波模型微探究。这样编写教材,使得课程内容及其自身的逻辑保持了完整性,更有利于学生对知识的理解。由于选修《原子结构与性质》的学生,绝大部分还会在大学中进一步学习化学,这样的知识编排可以保证知识的持续性和一惯性,与大学化学课程保持较好的关联,有助于学生在大学中的进一步深造,值得借鉴。

[参 考 文 献]

- [1] 陈光巨,魏锐,王磊,等.普通高中教科书化学选择

性必修2:物质结构与性质[M].山东:山东科学技术出版社,2019.

- [2] DIGIUSEPPE M. Nelson Chemistry 12 [M]. Nelson: Nelson Education Ltd, 2012.
- [3] 孙维昌,韩金根.新南威尔士高中化学课程纲要评介[J].化学教学,2007(8):57-59,46.
- [4] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准:2017年版2020年修订[M].北京:人民教育出版社,2020.
- [5] 王子苓.对加拿大高中化学教材中若干特点的讨论[J].化学教学,2001(8):12-44.

(责任编辑 罗 艳)