



基于“结构决定性质”大概念的教材分析 ——以苏教版高中化学教材必修一为例

程毕凤 李秀华* 胡志刚

(福建师范大学化学与材料学院 福建 福州 350000)

摘要:分析了“结构决定性质”这一学科大概念的重要性,阐述了该学科大概念在高中化学必修一新教材的呈现方式,描述了学生对“结构决定性质”这一学科大概念认识思路的进阶过程,并据此提出围绕大概念进行教学的启示。

关键词:结构决定性质;高中化学;大概念;教材分析

文章编号:1002-2201(2023)04-0045-05

中图分类号:G632.4

文献标识码:A

《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称“新课标”)提出,学科课程标准要更新教学内容、精选学科内容,重视以学科大概念为核心,因而围绕大概念进行教学设计成为发展趋势。但是,大概念对学生而言是抽象的、难以理解的,是模糊存在的、具有挑战性的^[2]。而教科书是重要的课程资源,是学生学习的依据,教科书的显性化呈现有效避免了大概念成为“皇帝的新装”。从大概念视角进行教材分析,有利于实现以大概念为核心的课程与教学设计,促进学生形成学科大概念。因此,教科书中如何呈现学科大概念是值得研究的问题。本文立足于“结构决定性质”这一大概念,对苏教版必修一新教材进行分析,探讨如何更有效地围绕大概念进行教学,帮助学生形成化学大概念,落实学生化学学科核心素养的发展。

一、“结构决定性质”大概念的重要性

大概念“结构决定性质”是化学学习的重要“工

具”,它的形成贯穿整个中学化学学习过程。在此过程中,学生研究物质的思维路径不断完善,认识思路趋于结构化,逐渐形成更上位的大概念和正确的价值观念,形成学科核心素养。

1. 化学学习的重要“工具”

新课标指出“化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的一门基础学科”^[1],能从微观层次认识物质是化学学科的重要特征,因而“结构决定性质”的观念在学习化学的过程中不可或缺(见表1)。在义务教育和高中必修阶段,通过大量事实抽象出大概念“结构决定性质”;在选修阶段,为研究物质结构与性质之间的关系,论证大概念“结构决定性质”,安排了《物质结构与性质》的学习,最后以“结构决定性质”的观念为“工具”学习《有机化学基础》,实现从分析、预测有机物性质到进行有机合成设计的进阶。

表1 大概念“结构决定性质”在中学各阶段的体现

义务教育阶段	必修阶段	选修阶段
1. 分子是保持物质化学性质的一种微粒 2. 发生化学反应时,反应物的原子重新组合产生生成物 3. 酸在水中解离出氢离子,因此酸溶液有相似的性质 4. 碱在水中解离出氢氧根离子,因此碱溶液也会有相似的性质	1. 学习氯及氯的化合物,能从原子得失电子角度辨别物质氧化性、还原性 2. 学习金属钠,知道通过原子核外电子排布预测钠的化学性质是否活泼 3. 学习碳的同素异形体,知道成键方式、原子排列方式不同,物质的存在形态和性质不同 4. 学习含氮化合物,知道铵盐都含有铵根离子,具有类似的性质 5. 学习乙醇,知道官能团对有机物的性质起着决定作用	1. 从原子核外电子运动状态、电子排布及价电子数的角度理解元素性质 2. 从各种晶体的成键特征解释晶体的典型特征 3. 依据分子的空间结构和键的极性判断分子的极性,进而预测其溶解性 4. 学习含氮化合物,知道铵盐都含有铵根离子,具有类似的性质 5. 学习乙醇,知道官能团对有机物的性质起着决定作用

* 通讯作者, E-mail: xhii@fjnu.edu.cn。

2. 有利于认识思路结构化

大概念“结构决定性质”的形成有利于实现学生认识思路结构化。认识思路是指研究的思维路径,具体表现为“从现象到本质”“结构—性质—用途”。学生从物质的宏观性质、常见用途等具体的现象中发现物质的本质是由微粒构成的,再透过陌生物质质的本质看现象,预测其可能的性质及用途,不断完善自己认识物质的思路。形成学科大概念“结构决定性质”的过程是学生认识思路结构化的过程,最终形成一个相对完善的认知模型(见图1)。

3. 有利于形成和深化理解其他学科大概念,形成更上位的概念

“结构决定性质”这一学科大概念的形成有助于学生理解其他学科大概念,进一步形成跨学科概念,从而形成更上位的概念(见图2)。通过长期不间断的学习,学生体会到“结构决定性质”的普适意义后,可以进一步形成哲学概念“世界是物质的,事物存在一定的内部联系”,在今后的生活中遇到其他问题,能够从问题

的微观结构寻找原因,从而分析认识宏观现象。

4. 有利于促进化学学科核心素养的发展

“结构决定性质”这一学科大概念的形成有利于促进学生化学学科核心素养的发展。落实学科核心素养的发展是新一轮课程改革的目標,而形成学科核心大概念有利于实现这一目标。从认识物质由分子、原子构成,到不断研究物质微观结构与宏观性质之间的关系,感知物质是不断运动和变化的,通过分析、推理等方法建立观点、结论及证据之间的逻辑关系,构建、完善认知模型,不断促进化学学科核心素养发展。

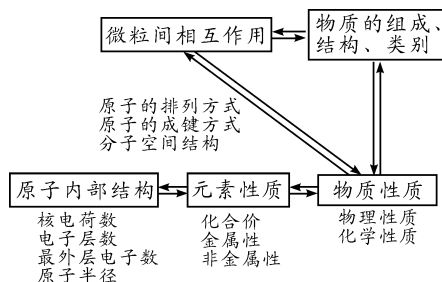


图1 高中化学“结构决定性质”模型

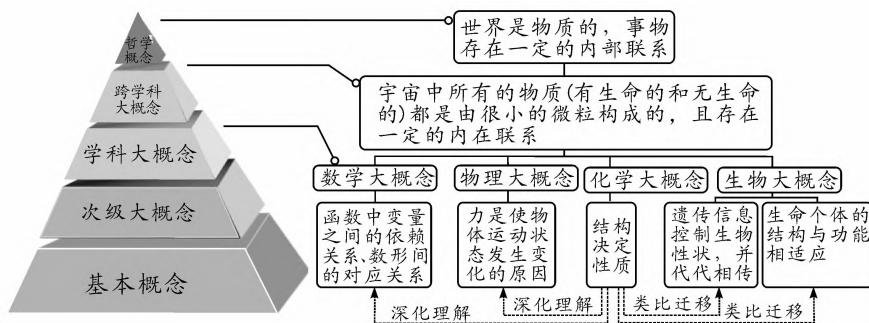


图2 “大概念”的金字塔模型

二、“结构决定性质”大概念在教科书中的呈现

大概念作为科学课程中的“先行组织者”,具有把科学课程中零散的知识整合为新内容的学习搭建支架的作用^[3]。教材的内容是要符合教育教學目的且能够反映本学科教学内容的显性材料,是学生获取系统知识、进行学习的主要材料,因而教材的编写既要符合学科基本逻辑,也要顺应学生的认知发展顺序。经分析发现,“结构决定性质”这一学科大概念贯穿苏教版必修一整本教材,在每个章节中以不同层级的知识为载体显性呈现,以“正文”“栏目”“插图”等不同组织形式出现在教材中,但所呈现的知识内容和所需要的能力素养又有所进阶。

1. 基于学生认知发展顺序,系统设计教材内容组织序列

教材的编排总体呈现螺旋式上升趋势。内容的组织顺序由“物质性质与微观结构的关系”到“元素

性质与原子结构的关系”再到“物质性质与微粒间相互作用的关系”,教材内容的编排由简单到复杂、由事实到抽象、由个别到一般,符合学生认知发展顺序,能够有效形成“结构决定性质”大概念,落实化学学科核心素养的发展。总体而言,必修一教材中蕴含大概念“结构决定性质”的知识是连续且不断系统化发展的(见图3)。

对“结构决定性质”学科大概念形成的体系(见图3)进行系统分析发现,专题1以气体摩尔体积、电解质溶液、胶体为载体,从“微粒的大小、种类、运动方式、微粒间距离不同,物质的状态、性质也不同”的角度初步形成“物质性质与微观结构有一定的联系”的认识。专题2以原子结构为载体,从理论上探讨原子结构与元素性质间的关系。专题3以金属钠为载体,从具体的实验中证实元素氧化性和还原性与原子最外层电子数有关,初步将原子结构、元素性质和物质



性质三者关联。专题5以元素周期律为载体,系统建构“位-构-性”模型,“结构决定性质”的观念趋于完整;以碳的同素异形体、分子式为 C_4H_{10} 的两种有机物为载体,探讨原子的排列顺序、成键方式对物质性质和存在形态的影响,形成“结构决定性质”大概念。

从教材的章、节标题中很难直观发现“结构决定性质”学科大概念,在多个章节以不同知识内容为载体呈现这一大概念,由易到难、由表及里,注重知识和学科大概念的进阶形成和发展,能够有效促进学生科学合理形成“结构决定性质”学科大概念。

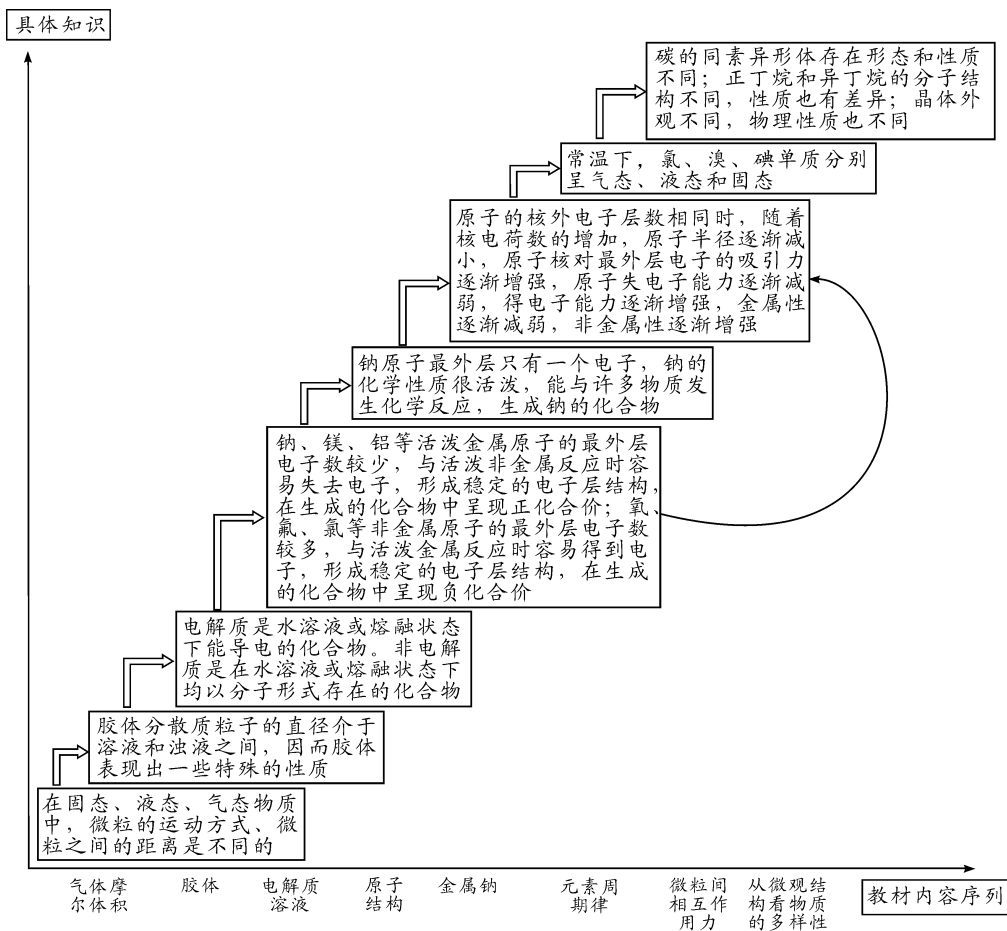


图3 “结构决定性质”大概念在必修一教材中的呈现

2. 外显“结构决定性质”大概念的形成,整体规划教材内容呈现方式

大概念是反映客观事物本质属性的思维形式^[4],苏教版必修一新教材蕴含“结构决定性质”大概念的章节,在内容的呈现方式上将大概念“结构决定性质”显性化,通过对具体事物的学习,提升化学学科思维,进而掌握用化学思维认识世界、解释世界的思想方法。

教材通过不同栏目引入“结构决定性质”相关学习内容,引导学生发现物质及其变化的本质及规律,正文过渡至下一栏目或总结归纳出与“结构决定性质”相关的次级大概念,使学生对结构与性质的关系有更进一步的理解,以此形成“结构决定性质”大概念。例如,专题1“气体摩尔体积”一节中从栏目“交流讨论”引发学生思考并讨论“物质与物质间为什么

存在差异”,且提供了思考问题的角度,即从微观结构出发,通过正文总结出“在固态、液态、气态物质中,微粒的运动方式、微粒之间的距离是不同的”,形成了次级大概念“不同聚集状态的物质在微观上的差异导致了物质性质的不同”,进而形成从微观角度认识物质、认识世界的学科思维。在不同的章节、不同内容中,“结构决定性质”大概念有不同的引入方式。图4列出了“结构决定性质”相关章节在教材中的引入方式、新课标中对应的要求及大概念的进阶过程。

纵向分析新课标和新教材可以发现,教材的编写充分考虑学生的认知发展水平,进阶性地引导学生转变认识思路 and 认识角度。新教材中为学生预设的“结构决定性质”学科大概念的认识思路 and 认识角度如下:从专题1,教材通过学生熟悉的具体物质引发学

产生新的认识角度,即从微观结构看待物质间的差异;到专题2,教材与初中学习的氧化镁的形成过程相结合,引导学生从原子结构角度重新认识元素得失电子能力和元素化合价;进入专题3,教材引导学生从原子结构角度预测物质的化学性质,进行相关的实验验证,形成“预测-验证”的认识思路;进入专题5,通过大量的数据分析、实验探究形成“位-构-性”

模型,可以系统分析“位-构-性”三者之间的关系,通过物质的对比分析进而意识到原子之间的相互作用力及原子的排列顺序也会影响到物质的性质,最终形成“结构决定性质”大概念。总体而言,新课标和新教材关注对学生认识思路 and 认识角度的引导,注重知识结构化设计,重视知识内容向学科大概念升华。

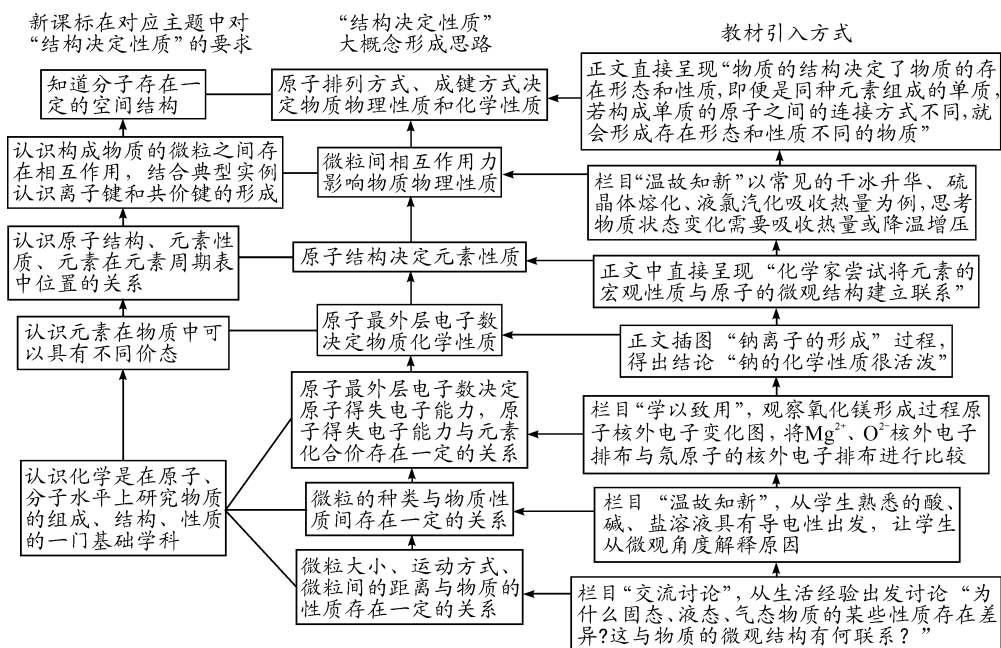


图4 苏教版必修一“结构决定性质”相关的课标要求、形成思路及教材引入方式

新课改提倡素质教育,发展学生核心素养,化学学科核心素养是学生发展核心素养的重要组成部分,是学科育人价值的集中体现,在教材中应有所呈现。苏教版必修一每小节中的栏目及出现的次数、对应的素养种类及水平,具体见表2。经分析发现,教材中同一节内容采用不同的栏目形式以丰富教学活动,不同的栏目反映出不同的素养水平。例如,“电解质溶液”一节中分别采用了“温故知新”“学以致用”和“学科提炼”三个栏目,其中“温故知新”以“可溶性酸、碱、盐溶于水形成的溶液具有导电性”引入本节内容,开门见山地引导学生从微观角度解释原因,发展学生“宏观辨识与微观探析”化学学科核心素养达到水平2程度;“学以致用”栏目采用两个习题及时诊断学生正确分析和判断物质在水溶液中能否电离的能力,进一步发展学生“宏观辨识与微观探析”化学学科核心素养达到水平3程度;“学科提炼”栏目提炼本单元内容,介绍其在工业制备中的应用,体现化学学科价值,建立学生对化学学科的自信,发展学生“科学态度与社会责任”化学学科核心素养达到水平1程度。总体

而言,教材呈现出栏目多样化特征,并且依托于教材栏目活动将化学学科核心素养外显。

四、围绕大概念教学的启示

1. 从大概念视角整体分析教材,重整实现学生连贯发展的教学顺序

为改变“广而浅”的教学现状,实现教学内容“少而精”,教师在教材分析时可尝试将教材中零散的知识整合为大概念,从大概念视角整体分析教材,科学确定符合学生学习进阶的教学顺序,合理规划一系列实现学生连贯发展的教学活动。具体而言,教师在以大概理念进行教学设计时,从教材模块入手宏观分析教材,确定在该模块中想要发展的学科大概念,并以该学科大概念的形成为最终目标进行教材的二次分析,将教材内容重新整合,基于学习进阶的研究整体安排实现学生连贯发展的教学顺序,确定课时教学目标,进行科学合理的教学设计。

2. 大概念教学有利于帮助学生形成高阶思维

围绕大概念展开教学的最终目的是希望学生在离开校园后,即使面临生活和社会上的问题和困难还



能够应用学科思维和方法来分析和解决问题。因此,教师在以大概概念组织教学时,需注重对学生高阶思维的培养,即关注学生创造性思维、反思批判性思维以及解决复杂问题的思维能力。

表2 苏教版必修一章节中的栏目及出现次数、对应的素养种类及水平

专题标题	节标题	教材栏目	次数	素养水平
专题1: 物质的分类及计量	气体摩尔体积	“交流讨论”	2	素养1 水平2
		“学科提炼”	1	素养1 水平3
	胶体	“实验探究”	1	素养1 水平1
		“拓展视野”	1	素养5 水平1
		“温故知新”	1	素养1 水平2
	电解质溶液	“学以致用”	1	素养1 水平3
		“学科提炼”	1	素养5 水平1
		“学以致用”	1	素养1 水平3
	原子核外电子排列	“交流讨论”	1	素养1 水平3
		“观察思考”	1	素养1 水平4、 素养2 水平2、 素养3 水平2、 素养4 水平1
专题2: 研究物质的基本方法	钠的性质与制备	“交流讨论”	1	素养1 水平3、 素养2 水平2
		“科学史话”	1	素养5 水平1
		“交流讨论”	3	素养1 水平3、 素养3 水平1
		“方法导引”	1	/
专题3: 从海水中获得的化学物质	元素周期律	“基础实验”	1	素养1 水平2、 素养2 水平2、 素养3 水平2、 素养4 水平1
		“观察思考”	1	素养1 水平4、 素养3 水平2、 素养4 水平2
	元素周期表	“科学史话”	1	素养5 水平1
		“交流讨论”	1	素养1 水平3、 素养3 水平1
	元素周期表	“基础实验”	1	素养1 水平3、 素养3 水平2
		“学以致用”	1	素养1 水平4
	元素周期表	“学科提炼”	1	素养5 水平1
		“科学史话”	1	素养5 水平1
	元素周期表	“交流讨论”	1	素养1 水平3、 素养3 水平1
		“基础实验”	1	素养1 水平3、 素养3 水平2

续表2 苏教版必修一章节中的栏目及出现次数、对应的素养种类及水平

专题标题	节标题	教材栏目	次数	素养水平
专题4: 离子键与分子间作用力	离子键	“温故知新”	1	素养1 水平2
		“交流讨论”	1	素养1 水平2
	共价键	“学以致用”	1	素养1 水平2
		“观察思考”	1	素养1 水平2
	分子间作用力	“温故知新”	1	素养1 水平2
		“拓展视野”	1	素养5 水平1
	分子间作用力	“学科提炼”	1	素养5 水平1
		“交流讨论”	1	素养1 水平2
	同素异形现象	“拓展视野”	1	素养1 水平1、 素养5 水平1
		“基础实验”	1	素养3 水平1
专题5: 微观结构与物质的多样性	同分异构现象	“观察思考”	1	素养1 水平2、 素养3 水平1
		“交流讨论”	1	/
	晶体与非晶体	“拓展视野”	1	素养1 水平1、 素养3 水平1
		“跨学科链接”	1	素养5 水平1

参考文献

- [1] 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)[S]. 北京:人民教育出版社,2020:4.
- [2] 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格. 追求理解的教学设计[M]. 2版. 闫寒冰,宋雪莲,赖平,译. 上海:华东师范大学出版社,2017.
- [3] 郭玉英,姚建欣,张静. 整合与发展——科学课程中概念体系的建构及其学习进阶[J]. 课程·教材·教法, 2013,33(2):44-49.
- [4] 毕华林,万延岚. 化学基本观念:内涵分析与教学建构[J]. 课程·教材·教法, 2014,34(4):76-83.

(本文编辑:夏青)

欢迎订购《中学化学教学参考》2022年合订本

本刊2022年精装合订本开始订购了,需要者请尽快与我部联系。

订购热线:029-85252731。