

全国中文核心期刊

化学教学

2019年第2期
总第383期

EDUCATION IN CHEMISTRY

- ◎ 基于学习进阶视角的化学核心概念的界定
- ◎ 背景知识与学科教学立德树人
- ◎ 基于FLOW MAP的“化学键”学习结果测查与多维评析
- ◎ 在实验探究中发展化学核心素养和关键能力
- ◎ 例谈“素养为本”实验题的命制策略
- ◎ 基于化学学科思维培养的苯的教学拓展



教育部主管
华东师范大学主办

化学教学

EDUCATION IN CHEMISTRY

2019年第2期

主管单位

教育部

主办单位

华东师范大学

编辑单位

《化学教学》编辑部

出版单位

华东师范大学出版社有限公司

主编

戴立益

地址: 上海市中山北路 3663 号

邮政编码: 200062

电话: 021-62232484

E-mail: ecnuhxjx@163.com

http://chemedu.ecnu.edu.cn

印刷: 上海中华印刷有限公司

发行范围: 公开

国内发行: 上海市报刊发行局

国内订阅: 全国各地邮局

邮发代号: 4-324

出版日期: 每月 10 日

每期单价: 12.00 元

国内统一连续出版物号: CN31-1006/G4

国际标准连续出版物号: ISSN1005-6629

中国知网全文收录

万方数据库全文收录

龙源期刊网全文收录

中国核心期刊(遴选)数据库来源期刊

中国学术期刊(光盘版)全文收录

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊

中文科技期刊数据库收录

目次

CONTENTS

专 论

- 教学篇 • 3 基于学习进阶视角的化学核心概念的界定——以“物质结构”为例
童文昭 邹国华 杨季冬
8 背景知识与学科教学立德树人
吴俊明

课改前沿

- 专题研究 • 14 化学优质课的科学风险的内容分析 陈 凯 魏 冰 陈 悦
20 基于 FLOW MAP 的“化学键”学习结果测查与多维评析
秦 璐 陈晓娜 闫春更 周 青
• 探索实践 • 26 浅谈高中化学学习活动的细化 席云芳 顾倩颖
31 初中化学微粒观建构的有效策略 王荣桥

聚焦课堂

- 案例研究 • 36 基于 ATDE 的项目式化学教学模式探析
——以“从铝土矿到铝合金”为例 吴晗清 孙年冬 李琳娜
40 探寻潜藏在有机化合物分子结构中的反应模式
——以高二“有机合成”复习教学为例 左金鑫 何彩霞
46 在实验探究中发展化学核心素养和关键能力
——以“金属的化学性质”为例 申 燕 杨显江 李 迪
51 核心素养视域下的情境创设——以“水的净化与组成”为例 范 标
• 精品课例 • 54 有效整合教学资源 培养学科核心素养
——以“金属与水的反应”为例 周朝晖 沈 蓉

实验研究

- 实验教学 • 58 实验室模拟酸雨形成条件的设计
——基于 POE 教学策略融合数字化实验手段
苑凌云 李 鼎 岳文虹 杨 吉
• 创新设计 • 62 pH 传感器在测定石蕊和紫甘蓝浸出液酸碱度中的应用
李宇风 汪 洁 孙可平
66 “化学印章”与“化学打印机”趣味化学实验的设计
雷以柱 王 倩 万亚荔 李 志 陈定梅 卢香宇 王克良
70 检验二氧化硫实验的组合设计 王永臻 魏 海 李德前
• 拓展探究 • 72 应用压强传感器探究氢氧化钠和二氧化碳的反应 刘静松

测量评价

- 解题策略 • 75 基于模型认知的高三化学复习 许美莲
• 考试评析 • 79 例谈“素养为本”实验题的命制策略 顾 弘 吴永才
85 2018 年全国化学 I 卷实验题的试题评析及教学启示 钟国华

教学参考

- 知识拓展 • 89 基于化学学科思维培养的苯的教学拓展 惠海涛
• 问题讨论 • 94 解读“复分解反应的条件”的化学内涵 胡巢生

EDUCATION IN CHEMISTRY

No. 2 2019 (SUM 383)

CONTENTS (Maintopics)

Defining chemistry core concepts based on visual angle of advanced study	Tong Wenzhao, Zou Guohua & Yang Jidong (3)
Background knowledge and moral education in subject teaching	Wu Junming (8)
Content analysis of scientific risk in chemistry excellent classes ...	Chen Kai, Wei Bing & Chen Yue (14)
Briefly talking about the refinement of chemistry study activities in high schools	Xi Yunfang, Gu Qianying (26)
Effective strategies of constructing particle view in junior middle school chemistry	Wang Rongqiao (31)
Exploration and analysis on project-based chemistry teaching model based on ATDE	Wu Hanqing, Sun Niandong & Li Linna (36)
Scenario creation under the view of core literacy	Fan Biao (51)
Effective integration of education resources, cultivation of subject core literacy	Zhou Chaohui, Shen Rong (54)
Design of simulating the conditions of forming acid rain in laboratory	Yuan Lingyun, Li Ding, Yue Wenhong & Yang Ji (58)
pH sensor and its application in measuring the acidity of litmus and broccoli extract	Li Yufeng, Wang Jie & Sun Keping (62)
Design a funny chemistry experiment of “chemistry stamp” and “chemistry printer”	Lei Yizhu, Wang Qian, Wan Yali, Li Zhi, Chen Dingmei, Lu Xiangyu & Wang Keliang (66)
Combined design used for identifying sulfur dioxide	Wang Yongzhen, Wei Hai & Li Deqian (70)
Exploring the reaction between sodium hydroxide and carbon dioxide using pressure sensor	Liu Jingsong (72)
Exploring the teaching model of high school chemistry review class based on model cognition	Xu Meilian (75)
Talking about the preparation strategy of “core literacy-oriented” experiment problems based on examples	Gu Hong, Wu Yongcai (79)
Comment and analysis on the experiment problems in 2018 National Chemistry Type I Examination Sheet and related education inspiration	Zhong Guohua (85)

基于学习进阶视角的化学核心概念的界定

——以“物质结构”为例^{*}

童文昭¹, 邹国华², 杨季冬³

(1. 福建省长汀一中, 福建长汀 366300; 2. 福建省龙岩第一中学, 福建龙岩 364000;

3. 华中师范大学化学教育研究所, 湖北武汉 430079)

摘要: 学习进阶中的核心概念是介于学科观念与基本概念之间的一种中位概念, 基于国内课程体系的特点, 提出学习进阶视角下的化学核心概念的内涵及界定思路。以“物质结构”为例, 通过“自上往下”的观念建构分析和“自下往上”的基本概念认识结构分析, 得出“物质结构”的核心概念包括“结构微粒”“微粒间的相互作用”“微粒的空间分布”“结构与性质的关系”等。

关键词: 学习进阶; 中学化学; 核心概念; 物质结构

文章编号: 1005-6629(2019)2-0003-05

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

随着学习进阶研究的兴起, 尤其是与学习进阶有着密切关系的2017版新课程标准的颁布, 让基于学习进阶理论的核心概念教学研究也愈受重视。实际上, 基于核心概念在学科中的重要价值和地位, 化学核心概念一直都是化学教学研究中的热点, 相关研究成果和文献也非常丰富。然而, 通过文献分析发现“化学核心概念”似乎缺少统一的认识或界定标准, 以致其数量众多。那么, 核心概念与通常所说的基本概念、一般概念、重要概念、关键概念、大概念等之间有何区别? 众多的中学化学概念中, 有哪些是核心概念? 这些问题的存在显然会给学习进阶视角下的核心概念教学及其研究带来困惑。因此, 有必要基于学习进阶理论厘清化学核心概念的内涵和外延。

1 学习进阶视角下的“核心概念”

1.1 核心概念的基本内涵

我国学者欧阳景根曾从哲学的角度对概念及核心概念进行阐释, 他认为, 不论是自然科学还是人文与社会科学, 关于核心概念的理解都有共通的地方: “概念是构造理论的砖石, 是研究范围内同一类现象的概括性表述。根据概念在理论中的地位, 可理解为: 核心概念是理论的主要范畴, 一般概念是附着于核心概念而存在的、为核心概念服务的普通概念”^[1]。美国课程专家 Erickson 认为“核心概念是居于学科中心, 具有超越课堂之外的持久价值和迁移价值的关键性概念、原理或

方法, 具有广阔的解释空间, 源于学科中的各种概念、理论、原理和解释体系”^[2]。

1.2 NGSS 与核心概念

根据美国新一轮科学教育改革的“更少、更深、整合”目标, 《新一代科学教育标准》(简称 NGSS) 的编制指导文件——《K-12 科学教育框架》(简称“框架”) 用更少的“大概念”(big ideas) 对学科核心概念(disciplinary core ideas) 进行了学科间整合。“框架”对核心概念有明确的标准^[3]: (1) 对多个学科来说都非常重要的或某一学科的关键性原理; (2) 为理解更复杂的概念和解决问题提供重要工具; (3) 与学生兴趣和生活经验相关, 或关系到社会和个人的、需要利用科学或技术知识来理解的利害关系; (4) 在各年级都可进行不同水平的教学, 概念的深度和复杂度随着年级的增长而增长。以本文主题为例, “框架”将“物质科学”主题的核心概念确定为四个, 并根据学科特点拆分为次一级概念(见表1), NGSS 再进一步对各次一级概念在不同学段的具体表现期望进行阐释。

表1 物质科学领域的核心概念与次一级概念^[4]

核心概念	次一级概念
PS1: 物质及其相互作用	PS1.A: 物质结构与性质 PS1.B: 化学反应 PS1.C: 核过程

^{*} 教育部福建师范大学基础教育课程研究中心2018年度开放课题“基于学习进阶的物质结构核心概念教学研究”(立项编号: KC-2018058)研究成果。

续 表

核心概念	次一级概念
PS2: 运动与稳定性: 力与相互作用	PS2. A: 力与运动 PS2. B: 相互作用的种类 PS2. C: 物质系统的稳定性与不稳定性
PS3: 能量	PS3. A: 能量的定义 PS3. B: 能量的转移和守恒 PS3. C: 能量与力之间的关系 PS3. D: 化学过程和日常生活中的能量
PS4: 波及其在信息传递技术中的应用	PS4. A: 波的性质 PS4. B: 电磁辐射 PS4. C: 信息技术与仪器

1.3 学习进阶与核心概念

作为 NGSS 的核心理念,学习进阶是“对不同学段学习同一核心概念时所遵循的连贯的、典型的思维路径的描述,一般呈现为围绕核心概念展开的一系列由简单到复杂、相互关联的概念序列”^[5]。该定义对核心概念的“范围和大小”作出了要求:(1)长程性,即核心概念应能在不同学段中找到不同的表达。从概念的知识属性理解,这一要求体现了知识学习的延续性和完整性,因此核心概念应统摄了由基本概念构成的、体现学科结构的知识体系,方能满足进阶学习的跨度要求;(2)复杂性,即核心概念应能随着学习的深入呈现出趋于复杂的内涵。这一要求体现了概念的理论属性,既然概念是构建学科理论的基石,核心概念理应蕴含了学科观念、思想和方法的核心要义,方能实现趋于复杂的内涵解释。可以看出,学习进阶中的核心概念应当是介于基本概念与学科观念之间的一个“有核的概念群”,是兼有归纳性和演绎性的统一体。

2 基于国内课程的化学核心概念的界定——以“物质结构”为例

国内课程体系在上一轮课程改革中有了很大的变化,但与国外化学课程体系相比,两者在核心概念的选择范围上仍有很大的差异。从表1可以看出,由于跨学科“整合”的需求,“框架”所列的核心概念无论是上一级核心概念还是次一级核心概念,对我国基础教育课程体系来说都显得太大了,不利于逐级进阶教学的把握。例如,“物质结构与性质”在“框架”中仅是“物质及其相互作用”下属的次一级核心概念,而在我国中学化学课程

体系中,它不仅是重要的学科理论分支——物质结构理论,甚至是一个独立的学科模块。考虑到这些差异,结合前述学习进阶视角下的核心概念内涵和要求,本文将从上位的学科观念和下位的基本概念两个层面对“物质结构”的核心概念进行界定分析。

2.1 自上往下:学科观念的建构分析

作为学科观念的下位概念,核心概念的凝练需要考虑其对学科观念建构的意义。无论是上一轮课程改革还是本次以核心素养为导向的新一轮改革,化学学科观念的建构始终是化学教学中的重要目标。2017版新课程标准更是在“课程理念”中提出要“引导学生进一步学习化学的基本原理和方法,形成化学学科的核心观念”^[6](化学观念为新增要求)。化学作为一门在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的科学,这一学科定义本身便蕴含了诸多的化学基本观念,如研究层次“原子、分子”中的微粒观,研究对象“组成、转化”中的元素观、转化观、能量观,研究对象“结构、性质、应用”中更是体现了“结构决定性质,性质决定转化及应用”这一重要的化学观念。这些观念的建构都离不开“物质结构”——这座通过结构与性质的关联在微观与宏观之间建构起的桥梁。所以2017版课程标准中明确提出“‘结构决定性质’是化学学科的核心观念,是‘宏观辨识与微观探析’核心素养的具体表现形式”^[7]。

“物质结构与性质”选修模块作为中学化学“物质结构”理论体系的核心,全面阐释了中学阶段“物质结构”理论的知识框架。王磊等(2008)^[8]在“促进学生认识能力发展”的相关研究中认为,该模块的主要功能是促进学生对物质结构微观认识能力的形成和发展,具体包括:关于物质结构核心认识域的构建、层级认识角度的建立、原有认识方式类别的转变以及认识策略(路径、思路、方法)的形成等。综观该模块教科书的宏观结构,可知其编排方式旨在帮助学生形成“微粒内→微粒间→物质的聚集”三个层次的认识,以期实现化学中“见著而知微”和“见微而知著”的方法论目的,以及初等化学“物质结构”理论中结构和性质两个层面的认识论目的。

2.2 自下往上: 基本概念的认知结构分析

为使梳理和界定的核心概念与当前课程结构及教学实际更贴切, 本文采用笔者当地使用的相配套的 2003 版课程标准与教科书, 九年级为沪教版, 高中为鲁科版。按九年级到高中必修、选修的顺序进行梳理。其中, 九年级阶段“物质结构”内容集中在“物质构成的奥秘”主题, 共涉及原子、分子等 14 个基本概念; 高中必修阶段“物质结

构”内容集中在“物质结构基础”主题, 共涉及核素、同位素等 23 个基本概念; 高中选修阶段“物质结构”内容主要集中在《物质结构与性质》模块, 共涉及基态、激发态等 66 个基本概念。通过梳理并去掉模块间重复的概念, 将其按教学常用的分类方式, 分为原子结构、分子结构、晶体结构三类 92 个基本概念(见表 2), 并画出以概念关联为中心的概念图(见图 1~图 3)。

表 2 “物质结构”基本概念分类

类别	基 本 概 念
原子结构	原子、分子、离子、原子核、核外电子、核外电子排布、质子、中子、质量数、相对原子质量、原子序数、原子结构示意图、元素、核素、同位素、元素周期表、元素周期律、原子半径、基态、激发态、原子光谱、能层、能级、原子轨道、量子数、电子云、构造原理、能量最低原理、泡利原理、洪特规则、电子排布式、轨道表示式、电离能、电负性
分子结构	化学键、共价键、离子键、金属键、 σ 键、 π 键、键参数、键能、键角、键长、价电子、共用电子对、孤对电子、分子间作用力、范德华力、氢键、价电子对互斥理论、杂化理论($sp/sp^2/sp^3$)、分子空间构型、价层电子对构型、配位键、配合物、极性、极性键、非极性键、极性分子、非极性分子、相似相溶、手性、手性分子、等电子体原理
晶体结构	聚集状态、晶体、晶胞、堆积模型、密置层、密堆积、最密堆积、A1、A2、A3、配位数、简单立方、面心立方、体心立方、六方、离子晶体、晶格能、金属晶体、分子晶体、原子晶体、非晶体、液晶、纳米材料、等离子体

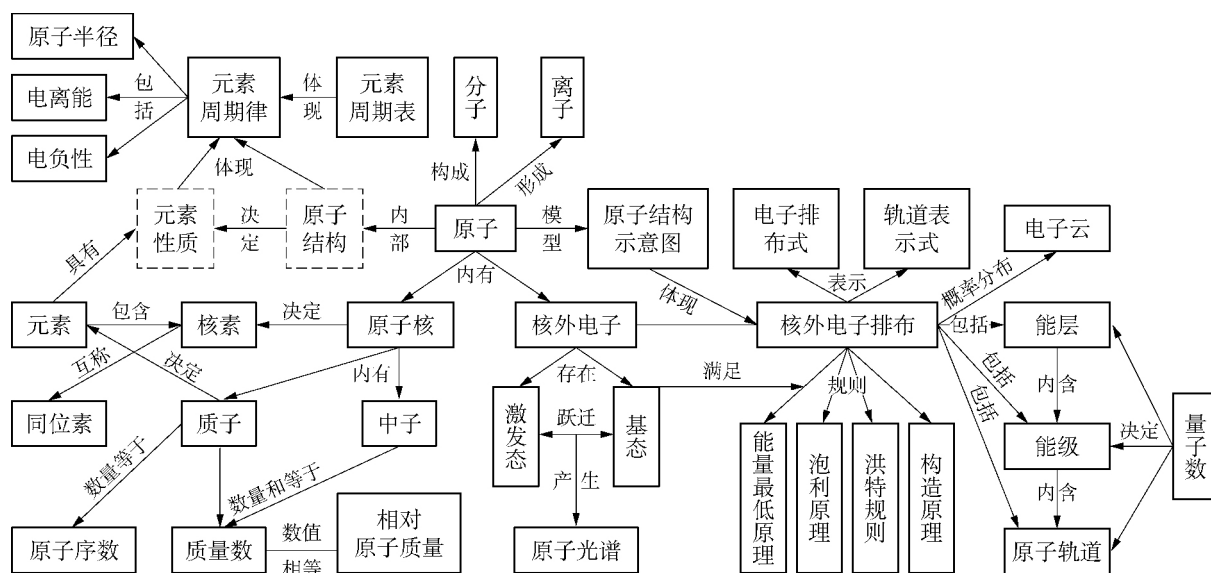


图 1 “原子结构”概念图

为更清晰地了解各组基本概念之间的关联, 本文通过溯源法对概念图进行关联分析。根据关联复杂度及复杂原点找出概念群中的关键性概念, 厘清基本概念体系的认知逻辑和核心思想。

从图 1 中的概念关系可知, 原子结构概念群中, 去除本体概念“原子”后, 大于四级关联的关键性概念有: 元素周期律、核外电子排布。其中,

“元素周期律”呈现的核心知识是原子内部结构与元素性质的关系。“核外电子排布”呈现的核心知识是原子的内部结构(微粒及其分布)。结合教科书编排的教学顺序, 原子结构概念群的整体认知逻辑为: 基于原子结构模型, 从原子的结构微粒(质子、中子、电子)及其数量关系, 到这些微粒在空间的分布情况, 再到结构微粒、微粒数

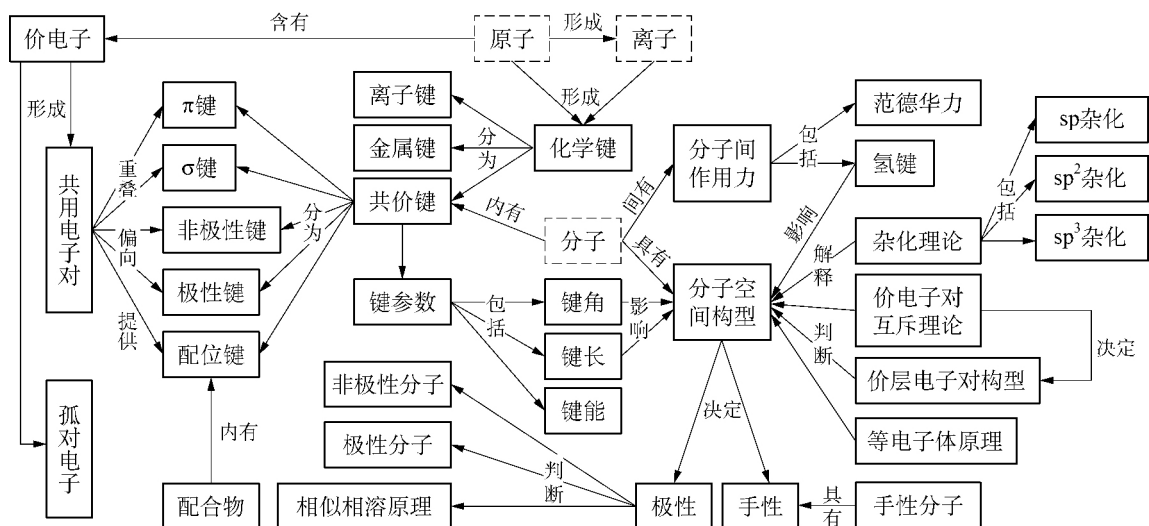


图2 “分子结构”概念图

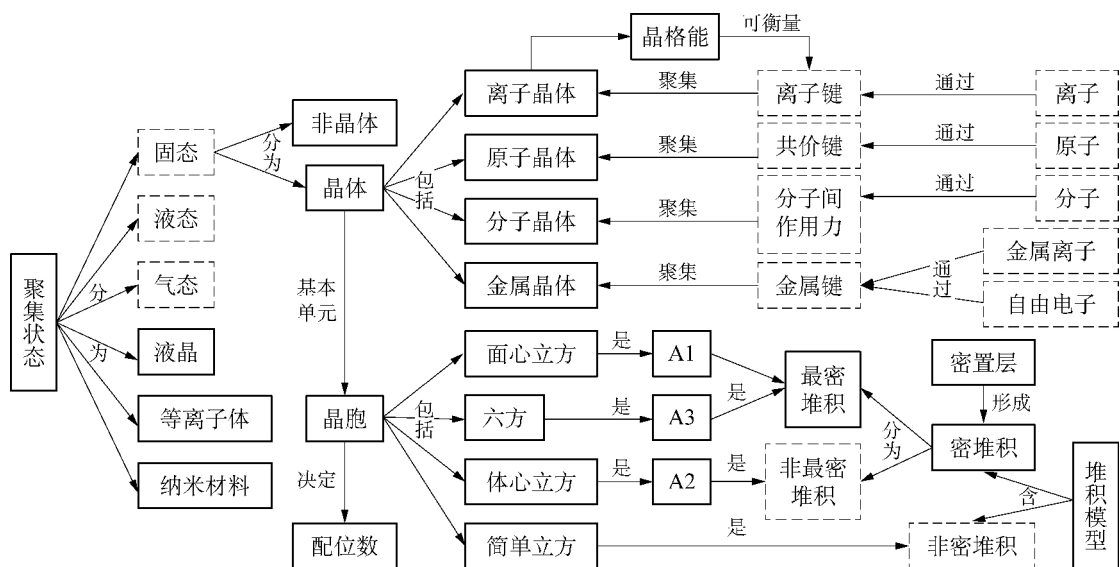


图3 “晶体结构”概念图

量、微粒空间分布三者对元素性质的影响。

同理分析图2可知,分子结构概念群中的关键性概念为:共价键、分子空间构型。其中“共价键”主要呈现的核心知识是分子的结构微粒间存在的相互作用,“分子空间构型”主要呈现的是分子的结构微粒及相互作用对分子空间构型的影响和解释。结合教科书编排的教学顺序,分子结构概念群的整体认知逻辑为:基于分子的形成,从分子的结构微粒及其相互作用,到这些微粒间的相互作用对分子空间构型的影响,再到分子的结构微粒、微粒间的相互作用、分子的空间构型三者对分子性质的影响。

同理分析图3可知,晶体结构概念群中的关

键性概念有:聚集状态、晶体、晶胞。这些关键性概念主要呈现的核心知识是从宏观与微观相结合的视角审视宏观物质(晶体)的微观结构(微粒的类型、相互作用、聚集方式)。与原子结构和分子结构分别聚焦于原子内、分子内(原子间)相比,晶体结构突出的是构成物质的基本微粒是如何聚集形成宏观物质的,是从原子到分子再到晶体这一“趋于长大”的物质结构研究顺序中“离宏观最近”的认知层面。结合教科书编排的教学顺序,晶体结构概念群的整体认知逻辑为:基于晶体,从晶体的结构微粒、微粒间的相互作用、微粒的空间聚集方式等三个层面解释其对物质(晶体)的宏观性质的影响。

2.3 核心概念的凝练分析

通过自下而上的基本概念认知结构分析,以及自上而下的观念建构分析,我们不难发现,无论是原子层面的“原子结构”,还是分子层面的“分子结构”、“晶体结构”,这些“物质结构”的认知逻辑基本都是从四个方面进行的:

首先是结构微粒。围绕着构成物质的三种基本微粒而展开的结构研究,既是物质结构的研究基础,也是微粒观的建构基础。从认知逻辑来看,从宏观物质到晶体的结构微粒,从分子的结构微粒到原子内部不断趋于细分的粒子,其目的是逐步构建起“物质由微粒构成,微粒由更小的微粒构成”的微粒观念意识。

其次是结构微粒间的相互作用。作为物质结构认识的核心,微粒间的“相互作用”不仅是衔接微粒与微粒的空间结构的关键,也是承担结构与性质之间的关联解释的关键。从认知逻辑来看,从原子核内质子与中子之间的“核力”到原子核对核外电子的引力,从原子、离子间的化学键到分子间的作用力。其目的是形成“构成物质的微粒之间普遍存在相互作用,这些相互作用决定着微粒间的结合方式”的作用力观念意识。

再次是结构微粒的空间分布。作为微观结构的“三维”描绘,微粒的空间结构承担着微粒观的直观叙述,是形成完整空间结构意识的关键部分。从认知逻辑来看,从“原子结构”中核外空间的电子分布,到“分子结构”中分子的立体构型,再到“晶体结构”中结构微粒的空间堆积方式,逐层构建起“微粒间的相互作用决定了微粒以一定的空间分布聚集成宏观物质,微粒的空间聚集方式又决定了物质的宏观特性”这一空间观念意识。

最后是结构与性质的关系。宏观与微观的关联是化学重要的学科特征,该特征正是通过物质结构与性质的关系呈现。观念及概念的形成需要具体性知识的支撑,由于微观结构是肉眼所看不见的,对学生而言是“凭空想象”的抽象知识,观念和概念具体化的任务自然落到了结构与性质相关联的具体性知识身上。通过微粒、相互作用、空间分布各自对性质的影响,全面认识结构与性质之间的关系,不仅是学习“结构决定性质”本身的需求,更是促进学生对于“结构”理解的需求。

综上,“结构微粒”“微粒间的相互作用”“微

粒的空间分布”“结构与性质的关系”作为认识物质结构一般程序的四个核心内容,在各个学段,都能找到相应的基本概念群,又能建构起完整的物质结构观,符合学习进阶视角下的核心概念的要求。

3 结语

对于“物质结构”,中学课程总体遵循了大学课程结构,分原子结构与性质、分子结构与性质、晶体结构与性质三个部分,但对初等化学而言,这种划分方式无法完全实现“螺旋式”的渐进编排,如晶体结构部分就会形成“断跨”。类似地,传统意义上的核心概念,如“化学键”也不适于学习进阶要求。由于学习进阶关注较长时间跨度内同一核心概念的学习过程,与之对应的教学必然需要从更高、更全面的知识视角进行整体规划,这一点与我们当前所提倡的“单元整体教学”相似。尤其是在强调核心素养的当下,如何抓住更核心的内容,以“更少”的概念,进行“更深”层次的教学,实现学科知识的“整合”,促进学科核心素养乃至“学生发展核心素养”的发展,是我们需要思考的,也是我们需要改变的。这也是本文的出发点和落脚点,界定基于学习进阶视角的核心概念,以期更好地实现:从知识的整体结构及其形成过程的角度,进行基本概念的教学、观念的建构、学科素养的培育。

参考文献:

- [1] 欧阳景根. 核心概念与概念体系的建构理论[J]. 华中师范大学学报(人文社科版), 2006, (3): 31~37.
- [2] 周玉芝. 以核心概念为统领设计化学教学[J]. 化学教育, 2012, (6): 27~32.
- [3] 周玉芝. 美国新版 K-12 科学教育框架对我国基础教育阶段科学教育的启示[J]. 课程·教材·教法, 2012, (6): 120~124.
- [4] National Research Council. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* [M]. Washington, D. C: The National Academies Press, 2012.
- [5] 刘晟, 刘恩山. 学习进阶——关注学生认知发展和生活经验[J]. 教育学报, 2012, (4): 81~87.
- [6] [7] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(2017 版) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 69.
- [8] 王磊, 齐红涛, 赵河林, 王明召. 高中化学选修模块教材《物质结构与性质》对学生认识发展的影响研究[J]. 化学教育, 2008, (1): 16~27.

ISSN 1005-6629
CN31-1006/G4

ISSN 1005-6629

