



大概念建构下微观表征插图的整合性教学*

刘锦圳

(惠安县教师进修学校 福建泉州 362100)

摘要:微观表征插图是化学教材中极具学科特质的教学资源,虽分布零散,但所关联的知识均指向“物质的组成”大概念。基于对大概念内涵及其教学意义的理解,梳理了几个不同版本初中化学教材中微观表征插图的功能性、关联性和递进性关系。以“物质的组成”教学为例,探讨大概念建构下微观表征插图整合性教学的实施方略,为建立起知识的复杂联系和大概念的集结提供教学参考。

关键词:大概念;微观表征插图;核心素养;整合性教学

文章编号:1002-2201(2023)11-0011-04

中图分类号:G632.0

文献标识码:B

“道”是中国古代哲学最核心的概念,大道至简是重要的哲学智慧。学科育人是新课程改革的“大道”,育人目标体系中的“至简”体现的就是核心素养及其培养目标。古人云:大道行者,精于心简于形,悟在天成!新课标下的课程教学,“精于心”正是要建立核心素养与课程教学的内在联系,“简于形”正是要构建大概念统领的课程内容体系,从而建立起系统、连贯和结构化的知识结构体系。学生在“遭遇”大概念建构的过程中,不断进行碎片化知识的统整,从而提升学科思维品质以及分析解决具体问题的思路和方法,进而形成良好的、稳定的认知结构。

《义务教育化学课程标准(2022年版)》构建了以大概念统领的多维课程内容结构,提出了学习主题的素养发展要求和表现期望。“物质的组成”是学习主题“物质的组成与结构”的大概念,主要承担引导学生形成化学观念和科学思维等核心素养,集中反映化学学科本体论的研究意义和价值^[1]。该主题大概念的学习是学生首次从微观视角切入,通过想象、推理、假说、模型等方法建立起宏观与微观的联系,初步形成化学学科特质的“宏观—微观—符号”三重表征思维转换方式,是初中化学学习的一大“分水岭”。这就要求化学教师在教学中要以大概念为抓手,根据学生认识发展规律搭建适合的学习支架,帮助学生已有的孤立或碎片化的事实性知识进行关联理解和意

义建构,不断建立并丰富知识的多个联系,进而集结成大概念。微观表征插图是化学教材中不可或缺的教学资源,能呈现出化学知识所表征的宏观和微观世界,为学生的“学”提供可靠的事实性知识;能使抽象的化学概念或不太明朗的化学观念形象化、具象化,激发学生通过想象、推理建立起多种关联。鉴于此,笔者以“物质的组成”教学为例,基于大概念视角对微观表征插图的整合性教学进行论述。

一、大概念的内涵及其教学意义

1. 大概念内涵的理解

在教育领域,大概念的提出初见于20世纪初期。鉴于研究者所处的时代背景、研究领域和认识视角的不同,时至今日对大概念内涵的认识仍未形成统一的说法^[2],但都指向反映学科本质、能起到统摄作用的上位概念或思想。笔者认为可以从以下三个方面来认识大概念:首先,大概念的“念”是学科思想和理论的载体,是兼具认识论、方法论和价值论三重意义模式的“活性观念”^[3];其次,大概念的“概”是对零散、孤立的事实性知识进行抽象概括、关联拓展和意义建构形成的“概念复合体”^[4];再者,大概念的“大”是有不同知识层级结构,具有持久的迁移价值、广泛的适用性和解释力的“时空大观念”^[5]。简言之,大概念是对认知的再认知凝练成的上位概念,具有本质性、抽象性、统摄性和迁移性等特征。如“物质的组成”

*福建省中青年教育科研项目(基础教育研究专项)“基于理解运用化学教材插图提升教学质量的实践研究”(课题编号:JSZJ21112)研究成果。



大概念的内涵之一“初步形成基于元素和分子、原子认识物质的视角”，从内涵中可以提炼出重要概念“原子是化学变化中的最小微粒”“物质是由元素组成的”，知识层级结构如图1所示。在微观上，学生将通过具体事例认识到原子在化学变化中不可再分，以直接或间接的方式构成物质；在宏观上，学生将通过具体事例认识到所有物质都是由元素组成的，不同种类的元素具有不同的质子数。由此，对具体事实、概念进行向外关联拓展和向上抽象概括来揭示概念间的本质关系，进而形成对物质的组成更上位的认识。

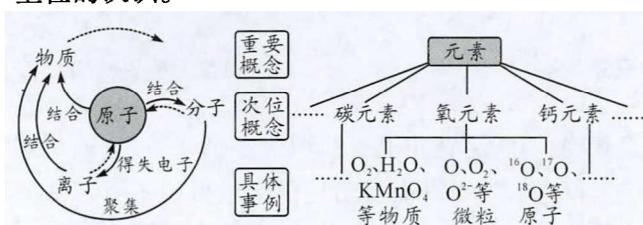


图1 从微观和宏观视角认识物质

2. 大概念教学的意义

义务教育化学课程构建了以大概念为统领的课程内容体系，围绕大概念进行主题学习下具体学习内容的选取，强调基于大概念的建构进行单元教学的整体设计^{[6]3}。换言之，大概念就是“转动轴”或如威金斯和麦格泰所描述的“车辖概念”。在具体教学实践中，通过思维建模的方式完成知识由事实性向程序性、认知性转化，形成以大概念为统摄的结构化知识，进而转化为解决实际问题的高阶思维方式并支撑核

心素养的落地。核心素养的落地又具有向上托举的力量，借助大概念的迁移价值和解释力，帮助学生进行真实问题、远迁移问题的解决，促进自身核心素养的形成。如若学生一旦形成“物质的组成”大概念，就能基于元素组成的宏观视角判断物质的类别，就能基于原子、分子的微观视角解释生活中的某些变化或现象，就能基于宏观组成与微观结构相结合分析有关物质及其变化的简单问题，进而形成物质的性质与组成、构成相互联系的活性知识，提升分析与解决实际问题的素养水平。由此可见，大概念教学具有较好的统摄、整合和联动作用，能有效统整课程知识、整合多种学习方式，联动带来学生核心素养的融合发展。

二、大概念视角下微观表征插图的教学分析

1. 微观表征插图的功能性分析

物质的组成、结构是化学研究的重要内容，从分子层次认识物质是化学研究的基本特征，形成化学观念、科学思维是认识物质及其变化的核心素养^{[6]5}。化学教材嵌入了丰富的、极具学科特质的微观与原理模拟图，为认识物质及其变化提供了具体可靠的事实性知识，为运用类比、推理、模型等思维方法关联理解物质及其变化提供了形象直观的方法论知识，为构建“宏观—微观—符号”三重表征揭示物质及其变化提供了抽象概括的结构化知识。鉴于此，笔者以三重表征及其转化关系为例对三个版本的初中《化学》教科书中微观表征插图的配置情况做了如表1所示的统计分析。

表1 微观表征插图的类别和教学功能统计分析

插图类别	知识联系水平	插图配置数量/个			插图举例	插图教学功能
		人教版	沪教版	科粤版		
微观表征模型或示意图	一个事实	14	12	8	沪教版上册68页图3-12, 展示α粒子轰击金箔	提供物质的微观结构和变化的事实性证据, 有利于学生认识物质构成的微观世界
宏观和微观表征联系图	一种联系	4	6	0	人教版上册106页图6-1, 展示金刚石的结构及用途	提供宏观事物和微观结构之间的联系, 增强学生对物质及其变化的感性认识
微观和符号表征联系图	一种联系	6	2	5	沪教版上册81页图3-24, 展示物质组成与化学式的关系	提供微观事实和符号表征之间的联系, 有利于学生对具体知识抽象化概括的理解
“宏—微—符”三重表征关联图	多种联系	1	1	1	科粤版上册41页图2-12, 展示分子聚集形成物质	提供物质的组成多重表征的关联性认识, 促进学生对知识结构化的系统建构



研究发现,三个版本的初中化学教科书的封面均用到微观表征插图,彰显了化学学科特质。插图的类别多样、功能丰富,能对学生的学习起到较好的助导和助解效果;插图的知识联系复杂性呈现三种不同水平的递进关系,能为大概念的集结搭建必要的支架。

2. 微观表征插图的关联性分析

微观表征插图根据化学教材既定的知识内容和

表2 微观表征插图的知识关联和概念指向统计分析

知识关联	插图配置数量/个			插图举例	概念指向
	人教版	沪教版	科粤版		
认识构成物质的微粒	12	7	9	科粤版上册41页图2-12,展示分子聚集构成物质	展现构成物质的微观粒子及其之间的联系,促进“微粒观”的形成
微观视角认识物质的变化	8	3	4	沪教版下册4页图6-2,展示物质的溶解过程	展现物质变化的微观存在形态,促进“宏观与微观相结合”化学思维方式的形成
物质的性质与结构的关系	5	3	1	人教版上册107页图6-2,展示石墨的结构及用途	展现物质的性质及其微观结构的关系,促进“结构决定性质”学科思想的形成

研究发现,三个版本的初中化学教科书中尽管微观表征插图分布零散,但是所关联的知识均指向“物质的组成”大概念内涵所包含的三个方面的要求:一是基于元素和分子、原子等核心知识认识物质,形成“元素观”“微粒观”等化学观念;二是基于宏观、微观视角研究物质及其变化的思路和方法,形成“宏观与微观相结合”的化学思维方式;三是基于物质的性质及其组成、结构的关系认识物质,形成“结构决定性质”的学科思想^[7]。

3. 微观表征插图的递进性分析

知识的递进既有横向的关联拓展,又有纵向的联系攀升,使知识的生长呈现螺旋式上升。进一步分析表1和表2中的数据可以发现,三个版本的初中化学教科书中的微观表征插图,随着知识联系水平的复杂性和知识关联的迁移度的提升,插图配置数量的占比均呈现递减的变化规律,这与学生认知发展要求一致。从知识的纵向联系来看,微观表征插图所展现的知识体现了从孤立的事实到一个联系、多个联系再到一般概念的向上构建,这是科学思维发展的路径;从知识的横向联系来看,微观表征插图所展现的知识是以原子作为“概念锚点”,向外关联获得对分子、离子和元素的认识,再由新形成的“概念节点”向外拓展

呈现逻辑插附在文字中间,使抽象概念变得直观、形象和具体,是学生进行思维整合加工、建立正确表象和形成科学概念的重要学习素材。但是,这种“插附”的呈现方式使获取的知识变得零散、孤立,给知识的关联、联系的建立、概念的集结造成困难。鉴于此,笔者结合“物质的组成”大概念的内涵要求对三个版本的初中化学教科书中微观表征插图的配置情况做了如表2所示的统计分析。

获得对物质的组成、结构、性质和变化等微观本质的认识,这是化学观念形成的基础。

三、微观表征插图整合性教学的策略

学科育人功能的发挥和学生核心素养的培育都需要更具整合性的教学样态。大概念以“统”的思想发挥着统摄、整合和联动作用,为整合性教学提供了有效的方略和路径^[3]。鉴于此,基于“物质的组成”大概念的建构,对微观表征插图进行整合性教学,能激发大概念在学生核心素养融合发展中的桥接和转化作用。

1. 外显概念内涵,并图确定情境目标

外显大概念就是对其进行可视化的表征或描述,具体化到预期可见的教学目标中。教材封面图和章首图常具有较好的辨识性和统摄性。如人教版初中化学教科书,上、下册的封面分别呈现的是冰山和水分子的示意图、盐湖和氯化钠的化学式;第三、四单元的章首分别呈现的是碳纳米管和某些微观粒子的示意图、水和水分子的示意图,这些插图所关联的知识均指向“物质的组成与结构”的内涵要求。碳纳米管可应用于海水的淡化,冰山、盐湖也都与水有关,可合并成“探寻水的微观世界”的大单元教学情境,梳理出如下教学目标:

(1)结合水的三态变化,通过物质在水中分散的

实验探究、动画模拟等可视化手段,建立起认识物质及其变化的微观视角,能用分子的观点解释生活中的有关问题。

(2)通过对水中溶解氧问题的讨论,形成基于分子、原子的视角认识物质,知道物质的性质与组成、结构有关,学会运用类比、推理、实验、模型等方法探索和认识原子的结构。

(3)通过对饮用水水质标准和净化方法的了解,学会看标签或说明书内容,认识表示离子的符号。了解碳纳米管的性能及其结构,通过类比、推理等思维方法认识相对原子质量,建立宏观与微观、结构与性质之间的联系。

(4)利用水的组成探索史,认识物质是由元素组成的、在化学变化中元素的种类不变,能从元素的视角判断物质的类别,形成物质多样性的基本观念。

(5)分析海水中元素分布的数据图表,了解自然界中元素的存在及其与人体健康的关系,初步认识元素周期表并能正确书写常见元素的名称和符号。通过对海水中所含的大量化学物质的了解,学会用化学式表示物质的组成,并能根据化学式进行物质组成的定性和定量分析。

2. 围绕概念建构,拼图展现活动任务

图像是连接具象和抽象的桥梁,微观表征插图是“物质的组成”概念建构的重要基石。以“基于分子、原子认识物质”概念内涵的建构为例,可通过真实情境“水中溶解氧的问题讨论”导入,从微观视角创设学习活动认识氧气,带领学生经历知识水平由事实、联系再到一般概念的建构体验,形成认识物质组成的思路与方法。沪教版初中化学教科书中插附了许多有关“氧”的图片素材,可将其串成活动线(如图2所示),通过问题驱动开展学习活动。

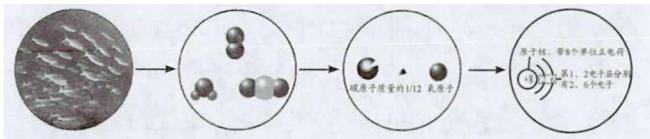


图2 “微观视角认识氧”的教材插图整合

问题1:水中溶解氧是指氧分子还是氧原子?

问题2:水分子、二氧化碳分子和氧分子中的“氧”一样吗?

问题3:氧原子有多小,其质量怎么表示?

问题4:氧原子能不能再分?

3. 促进概念理解,引图搭建学习支架

教材插图分布零散,各自呈现出不同的知识联系水平。多图联动能展示多种联系,利于学生进行知识的关联整合、抽象概括,进而建立起高层次的知识联系。采用插图引用的方式,为促进概念的理解提供策略型、资源型、交流型等学习支架。以“离子的形成”为例,沪教版初中化学教科书中所提供的插图如图3c和图3d所示。图3c呈现的是金属钠在氯气中的燃烧,并非学生已有的认知,直接作为认识离子及其形成的佐证信息有些突兀;图3d是氯化钠形成过程中电子转移的示意图,可是钠原子为什么要把电子转移给氯原子?所提供的插图缺少必要的知识联系,不利于学生进行知识的转化。图3a和图3b尽管是教科书中其他章节的插图,但都与氯化钠有关,可进行引用、整合实施教学。

(1)引用图3a展示自然界中氯化钠的存在形式,创设问题情境。

(2)回顾生活中食盐的溶解,引用图3b了解溶液中 Na^+ 和 Cl^- 的存在和行为。分析Na和Cl的原子结构示意图,预测其电子的得失情况。

(3)展示图3c,证实金属钠能与氯气反应生成氯化钠,结合水分子分解的微观实质,认识该反应的微观本质是Na原子和Cl原子的重新组合。

(4)展示图3d,初步构建氯化钠形成的模型,结合Na原子和Cl原子的结构示意图阐释NaCl的形成,完善所认知的模型。

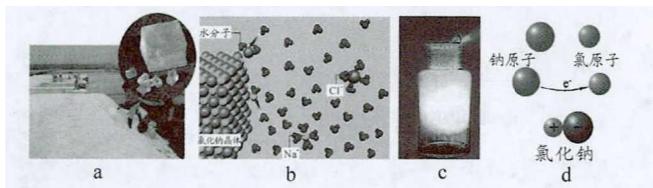


图3 “氯化钠及其形成”的教材插图整合

4. 评价概念形成,画图揭示认知状态

由于学生概念知识有限和视觉空间能力欠缺,在理解微观、符号体系的表征时经常不能将给定的表征进行转换,从而出现对概念理解的偏差。运用画图策略能揭示学生的潜在误解,诊断学生“做”的能力,评价学生对概念的理解程度。如,在认识“化学反应的微观实质”时,可以引导学生先观察水分子分解的微观表征插图,再根据反应信息画出“氧化汞分解”的微观示意图,诊断学生对“金属汞是由原子构成的”



“分子空间结构”的单元教学设计*

王广扬¹ 经志俊²

(1 江苏省灌云高级中学 江苏灌云 222200; 2 南京市第九中学 江苏南京 210018)

摘要:聚焦学科理解与模型认知,围绕“价层电子对分析”“VSEPR 模型”“杂化轨道理论”等单元学习内容,设置“认识分子空间结构的多样性及其影响因素”“学会预测分子的空间结构”“探究 CH₄、NH₃、H₂O 键角差异的成因”“运用杂化轨道理论解释 CH₄、C₂H₄、C₂H₂ 空间结构”“建构 VSEPR 模型与杂化轨道理论的内在联系”“体验高考真实问题解决”等教学环节,引导学生有序落实学习内容的认知进阶。

关键词:分子空间结构;VSEPR 模型;杂化轨道理论;学科理解;模型认知

文章编号:1002-2201(2023)11-0015-05

中图分类号:G632.4

文献标识码:B

“分子空间结构”是《物质结构与性质》的学习内容,是发展学生“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”等学科核心素养的重要素材。该学习内容具有理论性强、抽象度高的特点,学习难度较大。

“分子空间结构”包含“价层电子对分析”“VSEPR 模型”“杂化轨道理论”三部分核心内容,不同版本教材在“VSEPR 模型”“杂化轨道理论”呈现顺序和“中心原子价层电子对”分析方法上呈现不同选择(见表1)。

一、单元学习目标

学习目标是素养发展的预期。制订教学目标既

要明确学科核心素养的发展目标、规划学科核心素养的发展路径,又要关注学习目标是否达成的评价。依据《普通高中化学课程标准(2017年版)》对本单元学习的内容要求与学业要求,从学习目标可评价的原则出发,制订如下单元学习目标:

1. 基于典型案例认识分子空间结构的多样性,初步认证分子空间结构的影响因素。
2. 理解孤电子对数的计算公式,进而掌握中心原子价层电子对数的分析方法。
3. 基于价层电子对间的静电排斥,结合库仑定律($F = q_1 \cdot q_2 / r^2$)建构 VSEPR 模型,并运用 VSEPR 模

认知水平上的差异。

总之,聚焦大概念的建构实施整合性教学,是课程改革不断深化的诉求。充分发挥大概念“统”的思想进行教学资源的有效整合,有助于学生形成良好的、稳定的知识结构,进而转化为解决具体问题的思路与方法,从而支撑学科核心素养的落地。

参考文献

- [1] 王磊. 基于大概念统领多维课程内容,外显学习主题的核心素养发展要求——义务教育化学课程标准课程内容修订重点[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(8): 47-54.
- [2] 胡欣阳, 毕华林. 化学大概念的研究进展及其当代意蕴

[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(5): 118-124.

- [3] 李松林. 以大概念为核心的整合性教学[J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(10): 56-61.
- [4] 阎文红, 郭文华. 科学教育中的大概念: 内涵、价值及实现[J]. 教育理论与实践, 2019, 39(29): 22-25.
- [5] 何彩霞. 化学学科核心素养导向的大概念单元教学探讨[J]. 化学教学, 2019(11): 44-48.
- [6] 中华人民共和国教育部. 义务教育化学课程标准(2022年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [7] 毕华林, 王雨. 《义务教育化学课程标准(2022年版)》解读——物质的组成与结构[J]. 化学教育, 2022, 43(17): 14-18.

(本文编辑: 阳 木)

* 江苏省教学研究“十三五”重点课题“基于高中化学学业质量标准的教学与评价研究”(课题编号: 2019JK13ZB04)研究成果; 江苏省教育科学“十三五”重点自筹课题“基于学业质量标准的高中化学核心素养评价指标体系研究”(课题编号: Bb/2020/02/63)研究成果; 江苏省教育科学“十四五”自筹课题“新课程标准观照下促进学生化学认识发展的教学实践研究”(课题编号: D/2021/02/716)研究成果。