基于化学学科理解的教学实践与反思*

——以“化学式与化合价”为例

胡先锋[1]　张　军[1]　吴永才[2]
1.无锡市东北塘中学　江苏无锡　214191　2.无锡市教育科学研究院　江苏无锡　214001

摘　要：传统教学过于注重书本知识的传授，忽略对知识的本源性追溯和学科思维能力的培养。本文从实际教学出发，针对目前教学中存在的问题，发掘教学内容的本质价值，给出了创新的教学实践，旨在让学生理解化学式与化合价知识的来源、内涵和价值，在构建知识体系的同时提升思维能力。

关键词：学科理解；化学式；化合价
文章编号：1008-0546(2024)06-0003-04　**中图分类号**：G632.41　**文献标识码**：B

“素养为本”的化学课堂教学要求教师增进化学学科理解，基于学科理解进行“素养为本”的课堂教学实践。[1]《普通高中化学课程标准(2017 年版 2020 年修订)》中提出：化学学科理解是指教师对化学学科知识及其思维方式和方法的一种本原性、结构化的认识。本原性问题需要教师对知识的来源刨根问底，了解前人在认识世界的过程中产生的原始问题及认识世界的思维方式和方法；结构化问题要求教师能基于化学知识的学科功能，将化学知识关联起来，形成有机的整体。[2]本文以人教版九年级化学上册第四单元课题 4“化学式与化合价”为例，开展基于化学学科理解的教学实践与研究。

一、教学内容及教学现状分析

1. 教学内容

“化学式与化合价”的主要内容包括：化学式概念的建立与含义的理解、化合价及其一般规律的认识、化学式书写以及根据化学式进行的相关计算。本节内容不仅要求学生通过化学式建立物质的宏观、微观与符号三者之间的关系，也需要学生能够正确书写常见物质的化学式并进行相关计算。[3]元素符号、化学式、化学方程式是初中化学用语的核心内容，其中化学式既是对元素符号学习的应用和巩固，又是后续学习“质量守恒定律”的基础。

2. 教学现状分析

目前，在“化学式与化合价”的教学实践中，一线教师对教学的处理集中于知识层面，缺乏对知识的本原性理解和结构化认识，这不利于化学学科素养在课堂中的“落地”，具体存在以下问题。

(1)化学式概念的简单呈现。像“化学式”这样缺乏化学实验的概念课教学，教师大多采用直接讲授的方式。这种没有体现科学概念内在转化规律的教学，会使学生难以领会化学式的概念。

(2)轻视化学式三重表征的意义构建。化学式是沟通宏观物质和微观构成的桥梁，宏观、微观和符号共同构成化学对物质特有的三重表征方式。虽然一线教师已利用三重表征理论指导教学，但大多数学生仍不能有效地提取化学式中的信息去分析和解决问题。究其原因是教师轻视化学式三重表征的意义构建，导致学生头脑中这三个水平的表征各自孤立，不能建立有机联系。

(3)化学式书写的机械训练。常规的化学式教学流程是熟记常见元素的化合价—熟练运用最小公倍数法—练习书写化学式。关于化合价的概念，由于学生缺乏认知基础，教师通常会直接让学生记忆元素的化合价。[4]学生会产生疑问：为什么要背元素的化合价？化合价为什么会有不同数值、正负之分？这种缺乏主动发现和建构体验的学习方式，不利于

* **基金项目**：本文系江苏省无锡市教育科学“十四五”规划课题“基于学科核心素养的初三化学主题教学模式研究”(DD202111)的阶段性研究成果。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

学生兴趣的培养和素养的形成。

二、教学思想与创新点

本文以学生熟知的“水”为情境，设计了“构建化学式的概念”“理解化学式的意义”“体验化学式的书写”三个环节，追根溯源，围绕化学式与化合价探讨本原性问题（化学式与化合价知识的来源和意义），并在此过程中将化学式、化合价的相关知识关联起来，形成有机整体。在具体教学中，教师结合“水”的化学符号发展史[5]、电解水实验和为物质“水”贴化学符号标签的活动，让学生重新审视“水”的化学式，认识到“化学式”是人为发明来表征物质的化学符号，化学式中的每个字母和数字都充满具体、真实的意义。通过在课堂上完整地呈现“宏观—微观—符号”三重表征的构建过程，学生在理解化学式意义的同时能形成化学学科特有的思维方式。通过对典型化合物中原子相互结合奥秘的深入剖析，学生形成了对化合价的初步认识，并进一步发现化学式书写的规律。在整个学习活动中始终以学生的认知为基础，通过在情境中进行师生、生生间相互提问与答疑的方式，学生能理解化学式与化合价知识的来源、内涵和价值，同时也能感受到化学知识方法提炼于人们对世界的认识与思考，达到深度学习的目的。

三、教学目标

基于对教学现状的分析和教学创新点，教师设立了如下几点教学目标。

(1)结合“水”的化学符号发展史，让学生经历用化学式表达物质本质的过程，构建化学式的概念。

(2)通过挖掘化学式记录的信息，初步形成从元素、微粒角度认识物质的化学基本观念，发展宏观辨识与微观探析的核心素养。

(3)通过深入剖析典型化合物中原子间相互结合的奥秘，认识化合价并认同化合价学习的意义，建立化合价与化学式的联系，掌握书写化学式的方法。

四、教学流程

具体的教学流程如表 1 所示。

表 1 “化学式与化合价”教学流程

教学环节	教师行为	学生活动	设计意图
构建化学式的概念	1. 你会用什么样的化学符号表征物质“水” 2. 展示“水”的化学符号发展史	思考并回顾相关知识	结合化学史，让学生经历用化学式表达物质本质的过程，体会化学式是表征物质的简单符号
理解化学式的意义	1. 建构“宏观—微观—符号”三重表征思维模型 2. 化学式记录了物质的哪些信息	交流、分享由化学式获取的关于物质的信息	通过挖掘化学式记录的信息，让学生感受到化学式是化学知识的载体，从而领悟化学式的含义
体验化学式的书写	化合物中不同原子相互结合时，其原子个数比与什么有关？书写化学式有没有规律可循	书写化学式，发现问题；发现书写化学式的方法	通过深入剖析典型化合物中原子间结合的奥秘，建立化合价与化学式的关系，掌握书写化学式的方法

五、教学过程

1. 构建化学式的概念

[导入]我们周围是物质世界，为了便于思考和交流思想，人们发明了符号来表示物质。如物质“水”，就有很多表示它的符号：汉语“水”、英语“water”、德语“Wasser”……我们能不能以化学的眼光，用一个国际通用、独一无二的化学符号表示它呢？

[教师]给水贴化学符号标签，你会写上什么？

[学生]H_2O。

[教师]站在巨人的肩膀上，现在的我们能轻松地写出水的化学符号。历史上不同时期的化学家分别给“水”取了怎样的化学符号呢？

[展示]“水”的化学符号发展史（见图 1）。

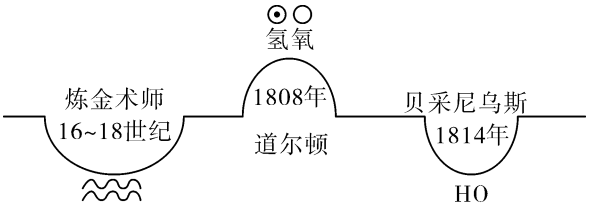

图 1 “水”的化学符号发展史

[教师]各时期的化学符号能否准确地表征水？各有什么优缺点？

[学生]炼金术士通过象形描画的方式表征“水”的符号，简明、直观，但并未从化学的角度表征水；化

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学家贝采尼乌斯(J.J.Berzelius)用拉丁文首字母来表示元素,相较于化学家道尔顿(J.Dalton)表示元素的方法更简便有效。

[教师]给水贴上标签“HO”可以吗?为什么?

[学生]不可以。“HO”表示物质由氢、氧元素组成,但已知由氢、氧元素组成的物质还有过氧化氢。

[教师]现在表征水的化学符号为“H_2O”,用这个符号来表征水是如何确定的?

[学生]通过氢气燃烧和电解水实验得出水是由氢元素和氧元素组成的,由电解水实验数据得出氢气和氧气的体积比为 2∶1,推知水分子中氢、氧原子的个数比为 2∶1,由此确定水的化学式为 H_2O。

[评价]逻辑清晰、表述准确,所以表征水的符号并不是随意书写的,而是实验测定的结果。

[教师]像“H_2O”这样能表示物质组成的式子叫做化学式。那什么是化学式?你能给化学式下个定义吗?

[学生]用元素符号和数字的组合表示物质组成的式子叫做化学式。

[教师]化学式中的“元素符号”是从宏观层面表征物质的元素组成,那“数字”有什么意义?

[学生]数字从微观层面表征组成该物质的各元素的原子个数比。

[总结]化学式中的每个字母和数字都充满具体、真实的意义。

2. 理解化学式的意义

[过渡]化学式“H_2O”可以用来表示物质“水”。如果通过扫描隧道显微镜观察水,你将看到什么?

[学生]无数个不断运动的水分子。

[教师]每一个水分子是什么样的?

[活动]学生利用氢原子、氧原子模型制作水分子模型,并展示制作的水分子模型“ ”。

[教师]请大家举起手中的水分子,这样大量不断运动的水分子聚集就形成了水。“ ”用化学符号如何表示?

[学生]H_2O。

[教师]化学式“H_2O”既可以表示一个水分子,还能表示大量水分子聚集形成的水。化学中规定,通常用构成物质的一个基本粒子的符号表示这种物质的化学式。[6]

[板书]构建水的三重表征(见图 2)。

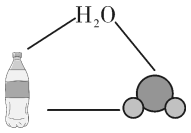

图 2 水的三重表征

[教师]化学式“H_2O”除了表示“水”这种物质外,你还能从中获取哪些关于水的信息?

[学生]水由氢元素和氧元素组成;水由水分子构成;一个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成。

[教师]由化学式“CO_2”,你能获得哪些信息?

[学生]解读由化学式获取的信息。

[教师]表征物质的化学式看上去简单,却记载了关于物质的丰富信息。

[总结]归纳化学式的意义。

3. 体验化学式的书写

[过渡]化学式就像一座桥梁,能把宏观物质与微观粒子联结起来。因此,准确地用化学式表征物质对于认识物质非常重要。

[教师]你能尝试着写出下列物质的化学式吗?

[学生]书写化学式(见图 3)。

氯化钠	氯化氢	洁净的空气	冰	氯化镁
NaCl	HCl	—	H_2O	MgCl

图 3 学生书写物质的化学式

[教师]为什么你没有写“洁净的空气”的化学式?

[学生]空气是混合物,没有固定的组成,只有纯净物才有化学式。

[教师]你能否与大家分享你的书写经验?

[学生]根据名称确定元素符号,依据读法确定元素符号书写顺序。

[教师]对于书写化学式,你存在什么疑问?

[学生]不能确定原子个数比。

[评价]善于分析、归纳总结规律,也很善于发现问题。

[教师]化合物中不同原子相互结合时,其原子个数比与什么有关?书写化学式有没有规律可循?我们可以从熟知的化学式入手,寻找原子间相互结合的奥秘。如氯化钠中钠原子和氯原子相互结合时,原子个数比为什么是 1∶1 呢?你能从微观角度画出钠原子和氯原子形成氯化钠的过程吗?

[学生]演示氯化钠的微观形成过程(见图 4)。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

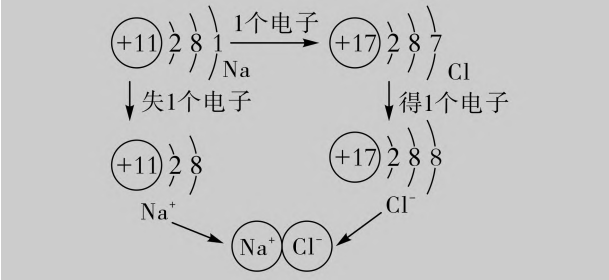

图 4　学生演示的氯化钠微观形成过程

[教师]写得完全正确，你能说说你的思路吗？

[学生]描述钠原子、氯原子形成氯化钠的微观过程。

[教师]氯化钠中原子个数比为 1∶1，这与什么有关呢？

[学生]与得失电子的数目有关。

[教师]你能推出镁原子与氯原子相互结合时的原子个数比吗？

[学生]1∶2。

[总结]化学上通过化合价来认识化合物中原子相互结合的规律。如钠原子失去一个电子，形成带一个单位正电荷的钠离子，钠元素的化合价记为＋1价，而氯原子得到一个电子形成带一个单位负电荷的氯离子，氯元素的化合价记为－1价。

[补充说明]并不是所有元素的化合价都是通过得失电子形成的，感兴趣的同学可以课后查阅资料了解。

[教师]如何标示元素的化合价呢？

[学生]标示各元素的化合价(见图 5)。

$\overset{+1\ -1}{NaCl}$　$\overset{+1\ -1}{HCl}$　$\overset{+1\ -2}{H_2O}$　$\overset{+2\ -1}{MgCl_2}$

图 5　学生标示的各元素化合价

[教师]依据化合价书写化学式，你发现了什么规律？

[学生1]正价元素写在前面，负价元素写在后面。

[学生2]化合物中，正、负化合价代数和为 0。

[学生3]水和氯化镁中化合价代数和不为 0。

[学生4]水中氢原子有两个，氧原子有一个，计算时应该是(＋1)×2+（－2)＝0。同理可以算出氯化镁中各元素化合价代数和也为 0。

[教师]你能书写氧化铝的化学式吗？

[学生]书写化学式并分享书写过程：①写出元素符号，正价在前负价在后；②标各元素的化合价，找出正负化合价绝对值的最小公倍数，确定原子个数比；③写出化学式。

[评价]讲述思路清晰，还找到了确定原子个数比的方法——最小公倍数法。灵活应用数学知识解决问题，思考深刻！

[学生]归纳书写化学式的步骤。

[练习]写出硫化钠、氯化钙、氧化锌的化学式。

[教师]你发现了什么问题吗？

[学生1]钙元素、锌元素的原子结构示意图不会画。

[学生 2]能否将常见元素的化合价背下来？可以省去通过画原子结构示意图来确定化合价的烦琐步骤。

[教师]为了解决这些问题，书本上为我们提供了一些常见元素和根的化合价。如何能快速准确地记住这些元素和根的化合价？

[学生]可以找规律。

[课后作业]找常见元素和根的化合价规律。

[总结]回顾课程内容并构建化学式与化合价知识网络图(见图 6)。

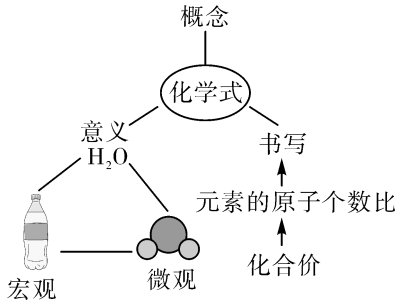

图 6　化学式与化合价知识网络图

六、教学反思

“素养为本”的课堂教学更关注学生的主体性，注重知识的形成过程，关注学生发展，以落实核心素养。在教学实施过程中，笔者对素养型课堂有以下几点思考。

(1)教学逻辑符合学生的认知规律。本文以学生熟悉的物质“水”为情境，让学生用化学式表征水，再结合“水”的化学符号发展史和电解水实验让学生重新审视水的化学式，构建化学式的概念。从多角度深入挖掘化学式记录的信息，让学生理解化学式的含义。在学生体会化学式的意义后，教师顺理成章地让学生进行书写化学式的尝试，在书写过程中发现问题，经过深入剖析建立化合价与化学式的联系，最后总结书写化学式的方法。这里的教学逻辑与书本的编排逻辑有所不同。将化合价知识提前，教学内容随着学习情境层层深入，更有利于学生的学习。

(下转第 15 页)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

与燃料性质、社会需求、技术进步等息息相关，激发了学生的历史发展观，以化学的视角去看待历史的变革。

任务一中，学生通过实验直观感知到丁烷从液态变成气态时的体积变化，从而体会到燃料状态的变化对储存运输的影响。任务二中，学生先通过实验感受燃料的状态变化对点火方式的影响，体会人类文明进步对燃料变迁的影响，再通过实验分析气体燃料易燃易爆的性质，强化燃料使用的安全意识，最后通过实验又了解了判断气体密度的简单方法，并将结论运用到实际问题的解决中。任务三中，学生通过实验体会了燃料变迁的过程、人类环保意识的进步以及燃料利用方式的进步。整个教学过程中，学生通过阅读资料、进行实验，在实验中不断地发现问题并进行思考，通过探究和讨论自主构建了本节课的核心知识。

本文从化学与历史、材料等学科融合的视角进行教学设计，让学生在探究、实验、思考中获取化学知识，形成对化学知识的思考。在调查家用燃料的变化过程中，教师鼓励学生结合历史、材料等学科知识，以家用燃料的历史发展、代代更迭为抓手，思考燃料变迁的可能方向和根本目的，探索更加清洁、安全、环保的家用燃料。在设计可控制火焰大小的丁烷灯时，多学科融合，促进了学生的核心素养发展。真实问题的解决通常不是靠单一学科、单一知识就能解决的，在化学教学中适当开展跨学科融合教学，能帮助学生提高解决复杂问题的能力。[7]

参考文献

[1]中华人民共和国教育部.义务教育化学课程标准（2022 年版）[M].北京：北京师范大学出版社，2022.

[2]柯志超，黄丹青.行之愈笃，知之益明——初中化学开展跨学科实践活动的探索[J].化学教与学，2023(1)：2-6.

[3]詹泽慧，季瑜，赖雨彤.新课标导向下跨学科主题学习如何开展：基本思路与操作模型[J].现代远程教育研究，2023(1)：49-58.

[4]李庆妹，罗蕾.初中化学教学中社会责任意识的落实——以“燃料及其利用”为例[J].教育教学论坛，2020(14)：69-70.

[5]杨林全.初中化学教学中培育社会责任素养——以“燃料及其利用”复习教学为例[J].化学教育（中英文），2020(11)：18-22.

[6]义务教育化学课程标准修订组.促进基础化学教育高质量发展——义务教育化学课程标准（2022 年版）解读[J].基础教育课程，2022(10)：53-60.

[7]胡久华，张恺琦.《义务教育化学课程标准（2022 年版）》解读——化学与社会·跨学科实践[J].化学教育（中英文），2022(15)：13-18.

（上接第 6 页）

(2)从教师设问走向学生提问。教学的中心过程就是问题的不断发现、提出和解决的过程。学生是具有丰富经验、充分潜能和主观能动性的个体。教师应为学生搭建提出问题的平台，在唤醒学生已有知识的基础上，让学生能主动挖掘疑问点，从而引发深度思考。如本次教学中，在学生尝试书写化学式、分享书写经验时，教师主动反思提出疑问“化合物中不同原子相互结合时，其原子个数比与什么有关”；在练习书写化学式时，学生发现每次书写化学式时都需要通过画原子结构示意图来推求化合价很麻烦，提出可将常见的元素化合价背下来的建议。在师生、生生之间相互交流、讨论，主动提问、答疑的过程中，学生不仅逐步构建了知识体系，还激活了学习思维。

(3)注重学生过程实践体验。学生学习具有主体性和建构性，需要丰富的情境体验和深入的过程参与。关于化学式的书写，传统的教学是直接告知学生书写的步骤，这种教学方式会让学生感到特别乏味。本次教学让学生想办法解决“如何书写化学式”的问题，不仅能激活学生的知识、实现知识的有效迁移，还能提升学生的实践应用能力和问题解决能力。

参考文献

[1]郑长龙.化学学科理解与“素养为本”的化学课堂教学[J].课程·教材·教法, 2019(9):120-125.

[2]卞海燕,程萍.基于化学学科理解的教学——以“苯”为例[J].化学教育（中英文）,2022(13):47-52.

[3]吴频庆.关于“化学式与化合价”单元整体教学设计的思考[J].江苏教育, 2018(91):56-57，60.

[4]徐守兵.追寻人类询问自然的足迹——“化合价”系统化教学实践与思考[J].化学教与学,2018(11):7-9，28.

[5]郭保章.化学命名法和化学符号的由来[J].化学教育,1991(4):58-62.

[6]王荣桥.关注教学过程　凸显学科本质——谈“物质组成的表示”教学[J].中学化学教学参考, 2019(11):36-38.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net