



# 元素化合物认识模型及其在复习教学中的应用\*

## ——以高中《化学1》“金属元素及其化合物”单元复习为例

王磊<sup>1\*\*</sup> 郭晓丽<sup>1</sup> 王澜<sup>1</sup> 商晓芹<sup>2</sup> 张俊华<sup>2</sup>

(1. 北京师范大学化学教育研究所 北京 100875; 2. 北京 101 中学 100091)

**摘要** 基于无机元素化合物知识结构特点、中学化学课程的教学要求以及学生认识和解决元素化合物有关问题的思维机制,提出元素化合物认识模型,运用认识对象、化学问题、能力任务、认识角度和认识方式类型等重要的认识变量,揭示了中学生针对无机元素化合物性质这一认识的认识系统构成。研究还基于模型进行了《化学1》中金属元素及其化合物单元复习教学实践,结果表明基于模型进行复习教学的整体设计和实施有利于学生能力的发展。在此基础上进一步提出了基于元素化合物认识模型进行复习教学的有效策略。

**关键词** 元素化合物 认识模型 金属及其化合物 单元复习 教学认识角度 教学策略

**DOI:** 10.13884/j.1003-3807hxjy.2014100165

### 1 问题的提出

无机元素化合物的性质及其应用(简称元素化合物,下同)是化学科学的主要研究对象,元素化合物知识是中学化学课程的重要内容。新课程的元素化合物知识教学,虽然从教学内容上看减少了,但教学要求却并未降低,而且要在较短的时间内完成教学任务<sup>[1]</sup>。很多老师感到元素化合物教学内容庞杂,不好教。学生普遍感到元素化合物内容描述性知识及化学反应方程式繁多杂乱、记忆困难,出题点变幻莫测,碰到陌生物质和真实复杂问题时缺少解题角度和思路。这是因为:一方面,很多老师的新授课教学偏于孤立介绍代表物性质,处于就事论事的描述说明水平;复习课教学简单重复已学知识,过度依赖习题训练。另一方面,不少学生在新授课学习中被动观察实验现象,机械记忆反应方程式,简单类比迁移已知代表物的熟悉性质。而在复习课中学生常感到课堂教学枯燥无趣、重难点不够突出,做题盲目,没有形成层次合理的系统化复习。要想解决上述问题,需要从整体上把握元素化合物知识的内容构成、问题结构和能力任务要求;深入研究学生认识和解决元素化合物有关问题的心理机制和思维特点;实践探索更加有效的教学策略。

### 2 已有研究基础及本研究的目的任务

关于元素化合物的教学内容、教学目标、学生

发展等问题,国外近期的研究将元素化合物的学习归为学生物质概念的发展范畴,从学习进阶的视角开展研究,值得关注。Liu和Lesniak(2005)<sup>[2]</sup>利用Rasch模型开展定量实证研究,构建了以物质为核心概念的从小学到高中的学习进阶。包括4个进阶等级:3—4年级——描述性知识;7年级——守恒/物理变化;8—12年级——化学性质及变化;12年级——物质组成与结构。Liu认为对学生物质概念的学习和理解具有关键作用的因素有:守恒意识、物质结构、物理性质与变化、化学性质与变化。Krajcik<sup>[3]</sup>团队提出学生对“物质”的理解主要围绕3个重要问题:物质是由什么构成的,物质发生了什么变化,我们是如何知道(物质结构、性质及变化)的。它们分别对应:(a)物质与分类;(b)物质变化与守恒;(c)认识论3个方面。其研究提出应该发展学生对“我们是如何知道物质会发生什么变化”的认识论理解,值得关注。此外,黄鸣春,王磊,宋晓敏(2013)<sup>[4]</sup>提出“中学生对于元素及物质的认识发展层级(进阶)”,其中处于“化学1”模块的学生应建立“基于元素观认识物质性质”的认识方式,建立物质类别和化合价的核心认识角度。

对于高中元素化合物的教学模式和策略,姜言霞,王磊,支瑶(2013)<sup>[5]</sup>提出了元素化合物知识教学的2种核心策略:基于代表物性质的教学,以

\* 北京师范大学化学教育研究所“高端备课”项目成果;国家社科基金“十二五规划”教育科学重点课题“中小学生学习能力表现研究”成果

\*\* 通信联系人, E-mail: wangleibnu@126.com

及基于物质转化关系的教学。对于元素化合物复习教学,胡久华(2013)<sup>[6]</sup>综述了复习教学的已有文献研究,总结复习教学的特点、定位、存在的问题,并提出复习教学的问题设计、活动设计、实验的处理和运用、激发学习动机和教学模式及整体性教学等一系列教学策略。陈斌(2009)<sup>[7]</sup>,曹亚美(2013)<sup>[8]</sup>,刘焕亮,李英(2010)<sup>[9]</sup>等对复杂体系的探究或综合习题中的元素化合物转化进行研究;陈鹏(2012)<sup>[10]</sup>,陈伟(2013)<sup>[11]</sup>,黄素雯(2011)<sup>[12]</sup>基于物质转化关系或二维图对元素化合物知识进行了整合梳理。

另外,好的教学还需要精心设计和选取具有丰富教学功能的情境素材和学生学习活动任务。已有研究中的复习教学的学生活动主要有2类:一类以概括关联为核心任务,利用物质转化关系或二维图,对核心元素化合物的性质进行梳理,这样的活动有利于中下水平的学生复习,但对于程度较好的学生,很难激发学生兴趣;另一类以综合问题解决为核心任务,常以高考题或复杂实验情境为素材,这样的活动有利于中上水平学生思考,但对于基础较弱的学生,无法得到有效训练。已有研究中,大部分教学素材均以习题或实验装置流程图为情境,这样的设计虽有利于学生在考试过程中直接迁移运用课堂所学知识,但并未充分体现元素化合物知识的教学价值。而且单纯以习题作为情境,也会影响学生的学习兴趣,造成复习课枯燥乏味的问题。除此之外,当前高考对元素化合物知识的考查,主要利用陌生情境的实验探究过程,而学生对真实探究情境的经验过少,是造成解题困难的一大原因。

综上所述,目前元素化合物的教学主要存在以下3方面的问题:(1)缺少贯穿多种问题任务的核心认识结构;(2)学生活动系统化、层级化不足;(3)未充分体现元素化合物知识的教学价值。而复习教学中,这3方面的问题则更为凸显。人们已经认识到高质量的元素化合物复习教学应该帮助学生实现相关知识结构化、问题任务系统化、认识 and 解决问题思路化。但是如何实现知识结构、问题任务结构以及认识 and 解决问题的思维结构的统一融合,是有待进一步研究和探索的问题。

力图基于学科本体分析和学生心理模拟构建元素化合物认识模型,并基于认识模型设计“化学1”金属及其化合物2课时单元复习教学。

### 3 元素化合物认识模型

从研究对象、认识角度、化学问题、任务类型

4个维度构建了如下元素化合物的认识模型,如图1。

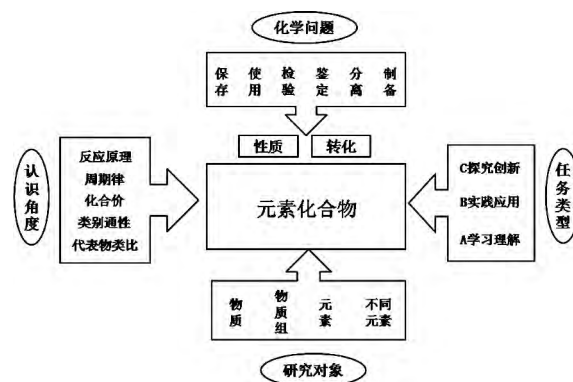


图1 无机化合物的认识模型

#### 3.1 认识模型的构成

基于特定认识域的认识模型一般可以基于以下4大核心要素进行刻画:认识对象、研究问题、能力任务、认识方式(认识角度和认识方式类型)<sup>[13]</sup>。元素化合物认识域的认识对象包括具体物质(代表物)、具有共同特点的一类物质(如碱、酸性氧化物、碱性氧化物、酸、金属、盐等)、含某种核心元素的一系列物质、不同元素及其化合物等。这些认识对象经常以保存、使用、检验、鉴定、分离、制备等实际问题形式作为载体,而其化学问题的实质都是指向元素化合物的“性质”或“转化”。

这些化学问题在转化为具体任务时,可以根据学生解决这些问题时所调用的学科能力的不同(学习理解能力、实践应用能力、探究创新能力),分成不同能力任务类型<sup>[14]</sup>。每一类学科能力又可分为不同的能力要素,进而就会有与能力要素对应的不同任务类型,如表1所示。

表1 学生化学学科能力要素

A 学习理解能力	B 实践应用能力	C 探究创新能力
A1 观察记忆	B1 分析解释	C1 综合复杂问题解决
A2 概括关联	B2 推论预测	C2 科学探究
A3 说明论证	B3 实验设计	C3 创新思维

学生在完成这些元素化合物有关的问题任务时候,常需利用某些概念原理知识所形成的特定角度认识和分析物质,如运用物质分类知识,即基于类别通性的认识角度;再如运用氧化还原反应知识,即基于化合价的认知角度;此外,基于代表物类比的思路方法,周期律、反应原理等也是认识元素化合物的重要角度。研究发现,学生基于特定认识角度形成的认识方式具有一定的稳定性,而不同学生的认识方式各有不同,外显为完成不同的能力任务

时会有不同的表现。通过教学活动,可以帮助学生建立认识角度,形成特定认识角度的认识思路,发展学生的认识方式,提升能力表现水平。

### 3.2 认识模型的作用

#### 3.2.1 概括元素化合物的知识结构和问题系统,外显问题解决过程中的思维和推理机制

模型概括了中学阶段学生认识和解决有关元素化合物问题的思维系统(能力结构)的核心要素及其相互关系。包含认识对象、分析和解决问题的认识角度和认识方式、围绕认识对象的化学问题类型及核心的学科能力任务。这4个方面的变量相互组合可以概括元素化合物有关的知识结构、问题结构和认知思维结构。模型中的关键词都是可以赋值和运行的认识变量,而变量运行的机制是选取和确立核心认识角度,以及基于某种认识角度运行特定的推理路径和认识思路,所以模型具有重要的认识和推理功能。

模型的概括作用可以帮助老师和学生发现万变的元素化合物问题中不变的核心,使得学生能在面对各种问题时都能选取核心认识角度,调用相应的推理模式,能够以不变应万变地解决多种问题。教师在教学中将学生的认识角度及其基于该角度的认识思路和推理路径外显化,示范分析和解决问题的思维和推理机制,可以发展学生在面对陌生问题情境时主动应用基于物质类别和化合价等认识角度进行有效推理的能力。

#### 3.2.2 体现学生的认识方式差异和认识发展水平

通过模型中4个维度的认识变量可以刻画和评价学生的认识方式差异和认识发展水平。如我们可以评价学生:面对不同类型认识对象,以及分析和解决不同类型化学问题任务时的能力表现;能否顺利完成不同类型的学科能力活动;是否已经具备应该具备的认识角度和认识方式类型。可以区分学生:虽然能够基于某种角度(如化合价)完成某类能力任务(简单分析解释),但是面对综合复杂问题时缺少主动自觉的认识角度和清晰思路。可以诊断学生:面对相同任务时,不同学生的认识方式和能力表现水平的不同,例如同样是预测物质的性质,有的学生习惯基于熟悉物质的性质类比迁移;有的习惯基于物质类别通性思考问题;有的可以主动基于化合价视角预测物质的性质;有的则能运用2种及以上概念原理(如物质类别、氧化还原、反应原理等)作为分析问题解决问题的自觉认识角度和推理路径等。

#### 3.2.3 帮助教师明确课程定位和教学目标

基于认识模型可以帮助教师明确课程定位和教学目标。例如,高中化学“化学1”课程元素化合物知识教学与初中化学课程最大的不同应在于,研究对象从代表物和部分物质类别的性质到元素(含有某元素的物质组);研究的化学问题从以物质的性质为主到既有性质又有转化,从存在、使用和制备为主扩展到保存、鉴别、分离;学科能力活动从记忆、观察、描述和说明为主到概括、论证、解释、预测、设计、证明、复杂问题解决、系统探究;认识角度从基于代表物熟悉性质类比到基于物质类别与基于化合价和氧化还原。与“化学2”课程相比最大的不同则在于研究对象不涉及不同元素的区别与联系,能力活动方面不要求解释论证不同元素氧化性或还原性(金属性或非金属性)的差异,认识方式上不要求基于原子结构、得失电子以及周期性的水平分析和解决问题。而与选修“化学反应原理”课程相比,应该控制物质体系的复杂度,比如不宜涉及电离平衡、水解平衡、非自发反应等复杂体系,如果出现也肯定不应作为基本教学要求。

#### 3.2.4 系统设计教学活动和问题任务

基于认识模型可以指导教师系统设计教学活动和问题任务。根据模型中4个维度的相互组合,可以设计涵盖不同类型的不同能力水平的活动任务。例如,选取保存、利用、检验、鉴别、分离、制备等不同类型的的应用性问题和活动任务,驱动有关物质性质或物质转化的学习或复习。设置观察描述(回忆复述)、概括关联、说明论证等知识的学习理解活动;设置分析解释、预测推论、实验设计证明等简单应用任务;开展真实复杂陌生问题解决活动、系统探究活动和创新思维活动。既可以丰富学生有关元素化合物问题解决活动的经历和经验,更有利于引导和促进学生建构、内化、自觉运用和迁移,发展他们对元素化合物的认识方式和问题解决能力。

#### 3.2.5 提高课堂教学及评价的针对性和实效性

由于认识模型不仅概括了认识元素化合物及其问题解决活动的对象、问题和能力任务类型,而且提取了学生认识和解决有关元素化合物问题时可能的及合理的认识方式(关键认识角度、基本推理路径等),这样可以帮助教师在课堂教学中更加清晰和准确地诊断出学生实然的认识方式及其与合理认识方式的差别所在,教师在教学中可以通过追问外

显学生的认识角度及其基于该角度的认识思路和推理路径,并给出明确的评价,进而给予更有针对性的教学,示范分析和解决问题的合理思维和推理机制,从而提高课堂教学和评价的针对性和实效性,更有力地促进学生的认识发展和能力提升。

## 4 基于认识模型的元素化合物复习教学设计 与实施

### 4.1 教学目标定位

基于认识模型不唯明确教材中金属元素及其化合物单元新授课的教学定位和核心目标,应该着重于转变和建构学生对无机物的认识角度(从基于代表物或物质类别的单一角度到基于价态和类别二维角度)。而单元复习课的教学目标则应定位于通过让学生在系列化和梯度化的问题解决活动中巩固基于价态和类别的二维的认识角度、将其进一步概括关联、内化和自觉化,形成比较稳定的元素化合物认识方式。上述课程定位和教学目标可概括如图 2。

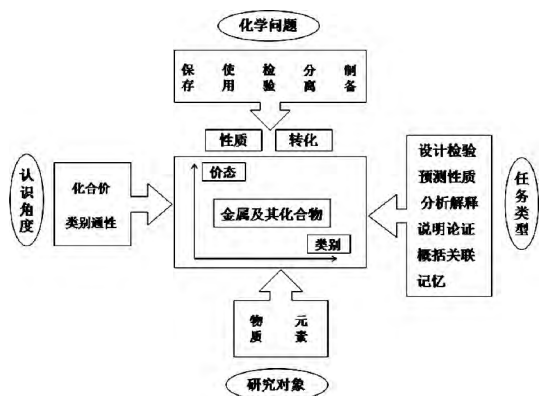


图 2 教学目标定位

### 4.2 教学设计思路

基于认识模型的金属元素及其化合物复习可设计为 2 课时的单元整体教学。2 节课所开展的学生活动均基于认识模型进行统一整体设计,活动的任务类型覆盖学习理解、实践应用、和探究创新 3 类能力活动,以保证学生活动的系统性和层级化。这样的设计有利于学生逐步建立认识模型,并掌握基于认识模型解决各类任务的具体思路,也能让不同层次的学生都可以在课堂上得到有效发展和提升。

第 1 课时为认识模型的建立与直接应用,覆盖学习理解和实践应用型任务。和常规教学不同之处在于,本课时教学旨在让学生形成基于类别通性和化合价认识无机元素化合物的认识角度,并基于这 2 个认识角度完成物质性质和转化的各类任务,教学环节如表 2。

第 2 课时利用一个真实问题的多轮次探究,让学生利用模型解决陌生情境的复杂问题,覆盖实践应用和探究创新型任务。和已有研究中涉及的复杂习题解决的复习课不同的是,本课时让学生主动利用第一课时建立的认识模型解决真实复杂情境的问题,并安排演示实验和学生实验穿插进行,教学环节如表 3。

### 4.3 教学效果分析

4.3.1 以类别和价态的概括关联为核心的学习理解能力进一步增强

从学生完成教师布置的铁及其化合物之间相互关系的图示(图 3)中可以看出,学生从最初只是尽可能地把各种可能的关系在图示中表示出来、思维比较无序,到能够将类别和价态概括关联并对物

表 2 基于模型构建金属化合物单元复习教学(第 1 课时)

教学环节	教学思路	任务类型	学生发展意图
环节一: 探查原有认识, 初建模型	1. 课前作业: 绘制 Na、Al、Fe 及其化合物的元素转化关系图	A1 观察记忆 A2 概括关联	基于对学生的转化图的评价, 让学生发现分析物质性质的 2 个认识角度(物质类别和价态)
	2. 评价学生绘制的转化图, 构建 Na、Al、Fe 转化关系的二维图——指导学生绘制二维图		指导学生绘制二维图, 初建模型。(位置为物质, 线为性质和转化关系) 让学生形成系统认识
环节二: 尝试运用模型, 进一步引导建模	1. 金属钠为什么要保存在煤油中(请利用二维图来解释)——教师示范	A2 概括关联	利用模型对金属及其相关性质转化关系进行分析解释。提高学生基于模型分析解释能力
	2. 钠着火时能否用二氧化碳灭火	B1 分析解释	
	3. 铝锅为什么不能长时间蒸煮酸性或碱性食品	B3 实验设计	基于物质类别和元素价态, 完成 2 类转化
	依据二维图设计多种制备硫酸亚铁的实验方案, 并讨论哪种实验方案会更好		
	1. 预测 $Fe_3O_4$ 的化学性质	B2 推论预测	对陌生物质性质进行推论预测, 并设计实验证明, 利用模型完成小探究活动
	2. 设计实验检验其中是否含有 +2 价 Fe 和 +3 价 Fe	B3 实验设计	

教学环节	教学思路	任务类型	学生发展意图
总结环节： 对不同任务类型的 分析，完善模型	见图 2	—	在不断的解决问题的过程中，让学生发现解决的问题实际上就是：性质和转化。而认识的角度为二维。并在课堂上体会不同能力任务，建立不同化学学科能力

表 3 基于模型构建金属化合物单元复习教学 (第 2 课时)

教学环节	教学思路	任务类型	学生发展意图
环节一： 直接用模 含铁物质检验	菠菜补铁是真的吗 问题 1：铁元素的存在形式有哪些 问题 2：如何证明菠菜中含有铁元素 问题 3：在菠菜中没有检测出铁元素，分析原因	B3 实验设计	真实问题转化为化学问题。完成本课时的第一轮探究。能够基于已有认知找到检验试剂并制造认知冲突
环节二：深化用模 基于模型研究 FeC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 性质与转化	查阅资料得知：菠菜中铁元素以 FeC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 等形式存在 1. 利用二维图预测 FeC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 的性质 (学生普遍基于铁元素) 2. 完善 FeC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 在二维图中的位置，对二维图认识的升华 (利用 H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 也可以使用酸性高锰酸钾褪色，让学生关注碳元素)	C2 探究能力 C3 创新思维 (远联系)	完成对铁元素转化的认识 (类别转化和价态转化) 对基于价态角度认识物质性质的丰富，关注核心元素。属于创新思维 完成基于单一物质的第二轮探究
环节三：创新用模 菠菜中铁元素的再 检验 (定性 & 定量)	问题 1：对菠菜进行灼烧和酸浸，分析实验目的 问题 2：分析实验过程中含铁元素的物质转化  1. 评价沉淀法是否合理 (给出量的参考依据) 2. 一系列不同含铁浓度溶液的比色	C1 综合复杂 问题解决  C3 创新思维 (创造性体会)	经历过对 FeC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 的探究环节，完成相应铺垫，通过设问控制难度，关注物质的转化  把物质的表现现象、物质性质和溶液中离子行为用创造性的思维联系起来
环节四：回扣驱动 性问题	吃菠菜补铁其实有不合理之处	C3 批判性思考	—

质及其反应进行系统组织。教学后，当要求学生“Fe、Fe(OH)<sub>3</sub>、FeCl<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>、BiFeO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>”进行分类时有 97.4% 的学生能自主应用二维图对物质进行分类组织。学生的典型表现如图 4 所示。

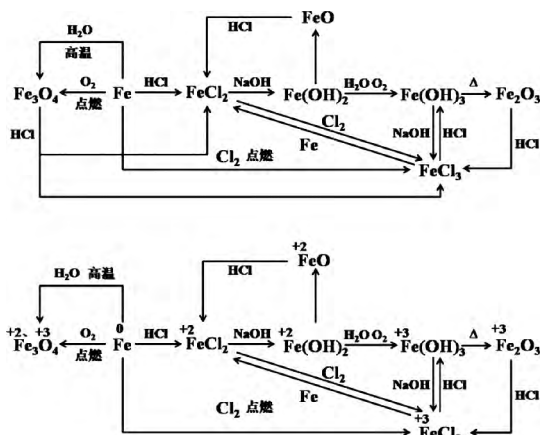


图 3 学生课前完成的铁及其化合物的相互转化联系

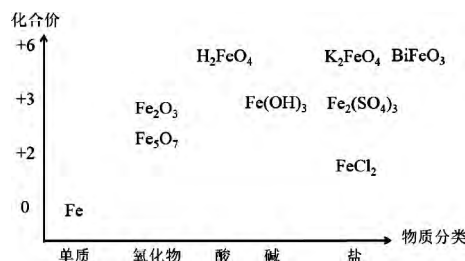


图 4 学生课后运用二维图进行物质分类的典型表现

### 4.3.2 基于类别和价态的认识角度分析和解决陌生问题的能力得到加强

(1) 面对半熟悉的物质，能够系统预测和设计实验证明物质性质

在“亚硫酸镁 (MgSO<sub>3</sub>) 是一种白色晶体，在水中有一定的溶解性，你能够对其性质进行猜想，请写出你的猜想和判断依据，并设计实验证明 (所给空格不必填满)”测试题目中，同一学生前后测的作答如表 4 所示。

表4 预测物质性质的认识角度前后测 (前测在左, 后测在右)

猜想假设		方案设计		猜想假设		方案设计	
化学性质	预测依据	选择试剂	预期现象	化学性质	预测依据	选择试剂	预期现象
还原性	硫处于中间价态	氯化铁、铁氰化钾	蓝色沉淀	还原性	硫处于中间价态	高锰酸钾	溶液褪色
氧化性	硫处于中间价态	KI 溶液	溶液变棕红	氧化性	硫处于中间价态	KI 溶液	溶液变棕红
—	—	—	—	与可溶性碱反应	$Mg + 2OH^- = Mg(OH)_2$	NaOH 溶液	有白色沉淀生成
—	—	—	—	与酸反应生成气体	$2H^+ + SO_3^{2-} = SO_2 + H_2O$	盐酸	有气泡生成

可以看到, 学生在分析物质化学性质的时候认识角度多样且更加系统化了, 从最开始的只关注价态, 到物质类别和价态的双重关注。在关注类别时, 既考虑到了阳离子盐的性质, 也同时考虑到了阴离子盐的性质。另外, 在问卷中还有 2 道题目: (1) 要求学生设计实验进一步验证 Ag 粉末能够溶于一定浓度的  $Fe(NO_3)_3$  溶液的有关假设; (2) 要求学生设计简单的实验方案证明关于  $MgSO_3$  的预测。从学生在 2 道题的回答情况来看, 2 道题的正确率分别为: 76.9%、82.1%。说明学生不仅能够基于类别和价态的角度进行预测和假设, 而且也具备了进行实验设计和证明的能力。

(2) 面对陌生物质, 认识角度发生变化, 能够主动基于类别和价态思考问题

课堂上, 让学生预测  $FeC_2O_4$  的性质时, 教学前学生回答: 有机盐的性质。加热可能会分解吧? 加酸, 强酸制弱酸。教学后学生回答: 这里的铁是 +2 价的, 既有氧化性又有还原性。 $FeC_2O_4$  是盐, 可能和酸反应。从教学前后学生的回答可以看出: 学生在面对陌生物质时, 从基于零散经验预测性质到自主基于类别和价态预测物质性质, 并能主动说明预测理由, 有清晰的分析角度和思路。而在上述亚硫酸镁 ( $MgSO_3$ ) 的测试题目中, 82.1% 的同学能够从价态和物质类别角度全面地去预测物质性质。

## 5 基于认识模型进行元素化合物复习教学的有效策略

基于上述研究, 对于基于认识模型的元素化合物复习教学, 可以提炼出以下有效教学策略。

5.1 采用二维图促使氧化还原和物质分类等核心概念, 内化为学生分析和解决元素化合物问题的自觉主动的认识角度, 凸显认识角度的指导作用

认识角度是模型中最核心的变量, 是学生分析

和解决问题的思维基础, 对元素化合物的教学非常重要。通过教学实践证明, 在教学过程中凸显认识角度的建立, 有利于让学生在面对陌生物质时能够主动地从物质类别和价态 2 个角度进行性质预测并解决相关问题。在教学过程中, 绘制和熟记二维图并不是教学的目的, 让学生基于二维图, 建立类别和价态这 2 个认识物质性质的角度, 才是最有价值的。第一课时的试讲和正式讲的大环节如图 5, 可以清楚地看到, 试讲中先花了 10 min 的时间介绍性质和用途之间的关联, 然后花了大量的时间和精力来绘制转化关系, 而二维图的本质指导作用并没有得到很好的体现。正式讲的改进在于将基于特定角度认识物质性质的教学环节外显, 将发现认识角度的活动交还给学生, 让学生主动建立认识角度。在之后的教学过程中, 不断引导学生运用认识角度解决各类问题, 并发现运用认识角度能够解决一些之前没有思路的问题, 让学生感受到发现认识角度是为了发挥其研究物质性质的指导作用。

第一课时试讲	第一课时正式讲
【环节 1】性质——用途	【任务 1】构建二维图
【环节 2】研究物质的化学性质	评价学生建立的知识网络图
2.1 学生绘制 Na、Al、Fe 及其化合物的元素转化关系	建立二维的分析角度
2.2 分析交流	【任务 2】应用二维图
2.3 建构二维图	第一组分析解释
【环节 3】 $Fe_2O_3$ 性质的预测与检验	第二组物质制备
	第三组性质预测及设计实验
	【任务 3】认识模型构建

图5 第一课时试讲与正式讲教学环节的对比

经过这样一系列凸显认识角度对研究物质性质指导作用的教学环节, 可以让学生更加“珍惜”建立的认识角度, 进而在面对陌生问题的时候, 能够主动运用这些认识角度。

5.2 基于认识模型和学科能力要素设计系统化和梯度化的教学活动任务

能力任务要素是模型中很重要的组成部分, 要特别关注针对能力任务要素进行教学活动设计。其中观察记忆型的任务能够帮助学生回顾元素化合物

事实性知识;概括关联型任务,利用物质类别和化合价将已有元素化合物知识整合关联,有利于学生初建认识角度。分析解释、推论预测、实验设计等实践应用型任务,让学生循序渐进,逐步内化基于认识模型解决不同任务的思路和方法。在此基础上,设置综合复杂问题解决任务,让学生尝试面对真实复杂的情境,自主运用认识模型解决问题;系统探究型的任务让学生完成对于陌生物质性质的自主探究;最后利用拓展知识让学生经历创造性体会和批判性思考的创新思维活动。经过这一系列问题任务的挑战,能够让学生逐步建立并使用模型,掌握运用模型解决各类不同问题的思路,同时,也能让不同水平和不同基础的学生在教学过程中都能得到有效提升和发展。

### 5.3 通过追问、思维外显、评价和示范,引导学生基于认识模型分析和解决各类问题

教学过程中教师要不断地追问学生,将思路和方法外显,并主动示范如何运用模型分析和解决问题,引导学生与自己已有的思维习惯进行比较,体会运用模型分析和解决问题的优势,注重外化模型,促使其转化成学生内在的稳定的认识角度和认识思路。

在实际教学中经常会发现有些学生更依赖自己原有的思维习惯和具体解题经验,分析简单问题时,会出现不利用模型就能完成教师布置的任务的现象。此时,教师尤其需要注意引导学生展开运用模型分析问题的思维过程。在面对复杂、陌生问题的时候,要有意识地让学生对比反思自己在认识角度和认识思路上的变化,增加主动运用认识模型解决之前难以解决的问题的自觉性和信心。例如,在本研究所示的教学过程中,教师充分利用板书上的认识模型和学生的交流对话,把学生的假设、设计、转化、检验的思路,都呈现在二维图上,并不断就二维图和学生边对话边交流,呈现出利用认识模型形成认识思路的动态过程。

### 5.4 创设基于真实情境的实验探究活动,培养学生运用认识模型分析和解决陌生复杂问题的能力

基于真实情境的复杂问题能激发学生的学习热情的同时,有利于复杂模型的综合应用,有利于检验学生综合利用模型的能力。此外,近几年高考题也越来越重视对真实或实验情境问题的考查。所以在复习教学中选择源于真实情境的素材,并安排适

当的学生实验和演示实验,是实现有效教学的重要手段。

如何将真实复杂问题有效转化成教学活动,一方面教师自己需要先就真实复杂问题进行深入探究,完成对实验本体的开发。如菠菜补铁问题,教师需要完成菠菜中铁元素的检验和测定的实验任务。另一方面,教师在自主进行探究的过程中,需要对实验本体中学生可能的发展点进行分析,基于这些可能的发展点为学生设置合理的探究台阶,进行问题拆解,从而完成将真实复杂问题解决过程向课堂上学生可完成的问题解决活动的转化。同时需要调控探究活动的开放度来控制难度,围绕核心的认识发展点进行开放,提高教学的实效性。例如在菠菜补铁问题中,菠菜中铁元素的检验活动,核心在于挑战学生能否自觉主动从类别和价态相结合的认识角度来解决其中草酸亚铁中铁元素的检验问题,以及如何将菠菜中的铁元素提取出来的角度和思路,而不是其中的具体性知识和化学反应方程式,也不是对菠菜进行处理的具体实验操作。此外,引导学生深刻反思和比较问题解决活动中的认识角度、认识思路和认识方式类型的前后变化也是非常重要的。

### 参 考 文 献

- [1] 谢立平. 化学教育, 2010, 31 (S2): 288-294
- [2] Liu Xiufeng, Lesniak Kathleen. Journal of research in science teaching, 2006, 43 (3): 320-347
- [3] Smith C, Wiser M, Krajcik J, et al. Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives, 2006, 14 (1/2): 1-98
- [4] 黄鸣春, 王磊, 宋晓敏, 等. 化学教育, 2013, 34 (11): 12-18
- [5] 姜言霞, 王磊, 支瑶. 课程·教材·教法, 2012, 32 (9): 106-112
- [6] 胡久华. 2012-2013 第一学期“高端备课”总结交流大会报告. 2013
- [7] 陈斌. 化学教育, 2009, 30 (12): 36
- [8] 曹亚美. 化学教学, 2013 (4): 67-69
- [9] 李英, 刘焕亮. 化学教育, 2010, 31 (S2): 180-183
- [10] 陈鹏. 化学教育, 2012, 33 (3): 33-35
- [11] 陈伟. 化学教育, 2013, 34 (1): 51-52, 67
- [12] 黄素雯. 化学教育, 2011, 32 (10): 49-51, 58
- [13] 王磊. 2012-2013 第一学期“高端备课”总结交流大会报告. 2014
- [14] 王磊. 国家社科基金教育科学重点课题“中小学生学习能力表现研究”开题报告. 2011