

基于“5E”教学模式的元素周期律教学*

杨 萍¹ 王振斌¹ 莫尊理² 郭 珍^{1**}

(1 青海师范大学化学化工学院 青海 西宁 810008; 2 西北师范大学化学化工学院 甘肃 兰州 730070)

摘要:以“门捷列夫的预言”引入,通过设计实验探究、解释和比较元素性质及其递变规律,加深学生对元素金属性和非金属性的理解,构建“位—构—性”认知模型。最后通过知识迁移与应用,理解卤族元素性质的递变规律,加深对元素周期律的理解,发展认知模型,落实“证据推理与模型认知”素养。

关键词:元素周期律;“5E”教学模式;核心素养

文章编号:1002-2201(2025)09-0023-04

中图分类号:G632.4

文献标识码:B

一、问题的提出

元素周期律是高中化学核心概念之一,通过相似性和递变性,研究不同元素单质及其化合物性质之间的关系,甚至可以研究陌生元素及其化合物的性质^[1]。本节课为高中化学人教版第四章“物质结构 元素周期律”第二节“元素周期律”新授课。对于高中化学必修阶段不仅仅在于记忆元素周期律本身,更在于发展学生对于元素及其化合物的认识,实现基于“位—构—性”认识元素性质。目前学生学习元素周期律存在的问题:(1)机械性记忆知识,缺乏“位—构—性”系统化知识;(2)对给出元素的认知停留在代表物水平,不能解释元素之间的关系或者不能预测未知物质的性质,忽视结构,缺乏系统分析和推理能力。

“5E”教学是一种探究式的教学模式,最早起源于美国科学课程,将教学过程划分为紧密相连的引入、探究、解释、迁移和评价五个阶段,因五个学习阶段都以字母“E”开头,故称“5E”教学法。“5E”教学模式强调学生的参与和体验,注重通过探索和实践加深学生对知识的理解和运用。诸多学者的研究均表明,“5E”教学模式在高中理科教学中,探究和解释等环节在一定程度上能够培养学生的分析和表达能力^[2]。

本文通过化学实验结合“5E”教学模式进行元素性质的规律性探究,通过实验逐步建立起“位—构—性”的认知模型,运用认知模型解释同周期元素性质的递变规律,同时实现“证据推理与模型认知”等化学学科核心素养的培养。

二、元素周期律的“5E”教学环节与价值

1. 元素周期律的“5E”教学环节

“5E”教学过程中,在引入阶段,通过生活中的实例和现象,激发学生对元素周期律的兴趣和好奇心。在探究阶段,鼓励学生通过实验、观察和分析,自主发现元素周期律的奥秘。在解释阶段,引导学生深入理解元素周期律的原理和规律,形成系统的知识体系。在迁移阶段,鼓励学生将所学知识应用于实际问题中,培养他们解决问题的能力。在评价阶段,我们采用诊断性、过程性和总结性评价方式,全面检验学生的学习成果,并给予及时的反馈和指导。

“物质结构”由“原子结构与性质”“分子结构与性质”和“晶体结构与性质”三部分构成,“元素周期律”内容隶属于“原子结构与性质”。结合人教版高中化学必修第一册教科书的编排顺序,确定各学习环节。基于“5E”教学模式的“原子结构与性质”教学可以帮助学生形成“位—构—性”三个层次的认识,形成“原子的组成与结构决定物质性质”的核心观念。元素周期律的“5E”教学环节见图1。

* 教育部“化学国家一流专业建设项目”(2020年)研究成果;青海省教育厅“化学省级课程思政示范专业建设项目”(2025年)研究成果。

** 通讯作者,E-mail:1245276820@qq.com。



图1 元素周期律的“5E”教学环节

2. 物质结构中“5E”教学的价值分析

“5E”教学模式基于学生的能力水平,在教师的指导下,以学生为探究实验活动的中心,将教学探究活动与化学学科知识结合进行教学,提高学习效果,增强学生学习化学的兴趣。“5E”教学的五个环节,在前人的研究中,是符合基础化学教育教学发展趋势的一种教学模式。“5E”教学模式在我国教育教学实践中对促进学生的认知发展和认知模型的建构有一定的价值,也赋予了教师更多的角色和责任,教师不单单是学生学习的帮助者,更是学生成长中的引路人。这需要教师时常学习,更新教育观念和提高教育教学能力,以更好地适应这一模式的要求和挑战,教师才能在“5E”教学模式的实践中发挥出更大的作用,为学生的全面发展提供更加有力的支持。

三、元素周期律的“5E”教学设计思路

以培育“证据推理与模型认知”学科核心素养为指引,运用“5E”教学模式开展元素周期律教学,搭建“活动线—问题线—知识线—素养线”融合框架。整个设计以“5E”为脉络,让学生在“做科学”(探究)、“想科学”(解释)、“用科学”(迁移)中,通过本节课的学习,不仅掌握元素周期律知识,更深化“结构决定性质”的化学观念,建立“位—构—性”三维认知结构,驱动学生动手实践、思考推理,在模型认知中,自主挖掘元素性质随原子序数变化的规律,同时学会应用该认知结构解决金属性与非金属性规律判断问题。整个设计以问题为链,串联教学环节,让知识生成与素养同步发展,引导学生从感知周期律表象到探

究本质、解释应用,逐步构建系统认知,契合化学教学育人逻辑。锻造模型认知解决问题的学科能力,同时借科学史、真实应用,厚植“科学探索精神与学科社会价值认同”,实现“知识—素养—价值观”的协同育人。

具体的教学设计思路见图2。



图2 元素周期律的“5E”教学设计思路

四、教学实录

1. 引入——强化对元素周期表的认识

[引入]多媒体播放科学史话“门捷列夫的预言”,门捷列夫是依靠什么规律预言镓的性质?其理论依据是什么?科学家不断发现新的物质,元素周期表逐渐完善,并且这些元素也有其性质规律。

[学生活动]请分析课本107页表格4-5,完成两个坐标图——折线图和柱状图。思考:元素原子最外层电子数、最高正化合价、最低负化合价、原子半径是如何变化的?以上变化是连续的还是呈现一定的周期性?

[学生猜想]原子结构是否呈周期性变化?

[学生活动]展示坐标图并回答问题。通过观察和讨论,我们发现,原子的最外层电子数、原子半径等随着原子序数的递增呈现周期性变化规律。

设计意图:引导学生建构数据处理和图形建构能力,培养学生分析整理数据的能力。让学生以第三周期元素绘制折线图,使抽象的概念可视化。从直观的数据图表中更加清晰感知元素的性质呈周期

性变化。

2. 探究——发展“位—构—性”能力

[情境]从生活中的麻烦事——管道堵塞说起,抛出问题:日常生活中的管道疏通剂可以疏通铝制管道吗?大家一起看视频找真相。

[学生活动]通过对第三周期元素的研究,深入了解元素的金属性与非金属性是否存在周期性变化。

[学生猜想 1]原子结构呈周期性变化,是否元素组成的单质的性质也呈周期性变化?

[交流与讨论]与钠和水的反应相比,镁和水的反应难易程度如何?生成了什么物质?

[学生实验 1]实验操作见图 3。



图 3 学生实验 1

[学生 1]常温下镁与水的反应比较缓慢,无明显气泡。

[学生 2]镁条的表面有一些红色。

[学生 3]加热后的试管中反应变得剧烈,镁条表面有大量的气泡生成,溶液变为红色。

[知识建构 1]金属单质与水反应产生气泡越明显,金属性越强,钠的金属性强于镁。

[教师]根据猜想,结合所提供的试剂和提示,各小组设计实验方案并进行验证。学生不难想出让钠、镁、铝分别与酸、水反应的方案。此时给出新的提示,让学生优化小组方案,最终确定两两分组实验,注意将镁条和铝条打磨后使用。动手实验,分工合作,观察现象,勇于展示,分享成果。

[思考与讨论]元素的金属性,是否会随着原子序数的增加而发生周期性的变化?

[学生]第三周期元素,从左到右原子序数增加,其金属性随之减弱,非金属性随之增强,且逐渐过渡。

[理论探究 1]规律不一定非得通过从零开始的实验探究得出,也可以通过分析归纳已经存在的科学事实得出。根据不同的非金属元素,如硅、磷、硫、氯,其对应的最高价含氧酸的酸性强弱(见表 1),我们可以得出什么结论?

表 1 几种非金属元素最高价含氧酸的酸性

非金属元素	最高价氧化物对应的水化物(含氧酸)的酸性强弱
Si	H_2SiO_3 (硅酸)弱酸
P	H_3PO_4 (磷酸)中强酸
S	H_2SO_4 (硫酸)强酸
Cl	$HClO_4$ (高氯酸)强酸(酸性比 H_2SO_4 强)

[学生]非金属元素最高价含氧酸的酸性越强,其非金属性越强。

[理论探究 2]依据科学事实,氢氧化铝是两性氧化物,铝虽是金属,但已经表现出一定的非金属性;硅是一种灰黑色具有金属光泽的半导体材料。我们可以得出什么结论?你对原子结构与元素性质的关系又有哪些认识?

[学生]铝表现出金属性,硅表现出非金属性,金属性和非金属性是逐渐过渡的。

[追问]通过以上的科学探究活动,第三周期元素金属性、非金属性如何变化?还有什么实验能说明钠、镁、铝的金属性强弱呢?

设计意图:通过实验探究的过程,学生预测规律,通过实验验证,得出结论,并运用“结构决定性质”的模型来解决问题,从而提升逻辑思维能力。在“探究”环节进一步发展学生“位—构—性”思维,落实“实验验证——类比迁移——总结规律”的认知模型层级进阶。

3. 解释——寻找元素之间的联系与共性

[知识建构]元素的性质随着原子序数的递增而呈现周期性变化,这一规律叫做元素周期律。

[学生实验 2] $Mg(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$ 的碱性强弱比较(见图 4)。

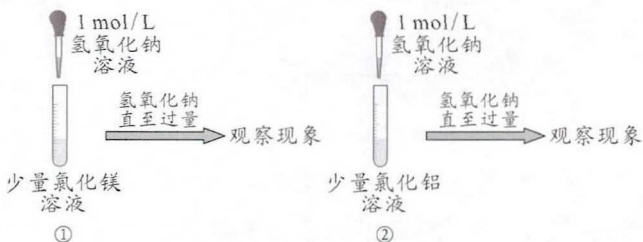


图 4 $Mg(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$ 碱性强弱比较

[评价 1]①产生白色沉淀, $MgCl_2 + 2NaOH =$

$\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$; ②先出现白色沉淀,而后沉淀溶解,产生沉淀方程式 $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$,沉淀溶解方程式 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

[评价2] $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在 NaOH 溶液中无法溶解;而 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 能在 NaOH 溶液中被溶解,表现出两性。碱性: $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$; 金属性: $\text{Mg} > \text{Al}$ 。

[结论]同一周期,随着原子序数增大,金属性变弱,对应的非金属性变强。

设计意图:通过实验解释第三周期金属氢氧化物的碱性强弱,帮助学生找到元素之间的内在联系与共性;运用实验探究的方式解决元素性质强弱比较,提升学生的问题解决能力。

4. 迁移——推理卤族元素的性质

[学生实验3]氯、溴、碘的氧化性对比实验如图5图示。



图5 学生实验2

[知识建构1]①中的溶液呈橙色,②③中的溶液呈褐色。

[知识建构2]卤素单质的氧化性和非金属性强弱:氯>溴>碘。

[知识建构3]主族元素从上到下金属性增强,非金属性减弱。

学生建构的“位—构—性”模型见图6。

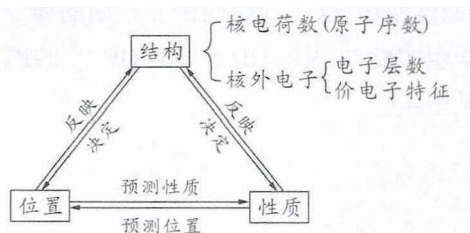


图6 “位—构—性”模型

设计意图:引导学生从实验探究视角分析元素性质,从第三周期元素迁移推理卤素单质的性质强弱比较,提高实验探究能力,培养学生证据推理与模型认知素养。

5. 评价——课后任务,深化认知

[诊断性评价]课前对学生的表现水平进行预估,对元素“位—结—性”关系有初步认识,了解研究陌生物质的一般思路和方法。

[过程性评价]通过对课堂表现的评估,更好地了解教学设计的效果。列出具有代表性的评估任务和评估目标,包括实验方案设计、探究过程、成果展示、小组交流讨论。

[总结性评价]随着学习活动的开展,学生更深入地理解元素性质变化规律,学生的认知模型在逐步完善,有助于提升综合分析能力和化学核心素养。

[课后微项目]人类对元素周期表的理解已经有了悠久的历史,我们可以通过查阅相关资料来更好地了解这一领域,并从中体验科学研究的过程。通过绘制元素周期律的概念图来分享我们的收获。

设计意图:通过前测、后测,对数据进行对比和分析,从总结性评价进一步证明本节课是否落实化学核心素养,以及学生的认知模型建构情况。

五、教学总结

本教学研究将“5E”教学模式与高中化学必修第一册“元素周期律”相融合,设置5个教学环节,层层递进,以实验设计达到“更深”层次的金属性与非金属性的递变规律探究,从旧知拓展到新知,学生主动建构模型,在元素位置、原子结构、元素性质关系的认识中逐步发展,学科能力在逐级提升,发展“证据推理与模型认知”学科核心素养。但是,“5E”教学模式的核心是“探究”和“解释”,这两个环节应避免学生小组合作中出现伪探究、伪合作的情况,教师要关注学生能否在学习中主动思考、积极参与小组活动,能否提出合理方案并规范进行实验操作,及时调整课堂的节奏,以适应学生的认知发展规律。在“迁移”环节旨在帮助学生摆脱固守的思考模式,培养他们独立探索的能力,引导学生学会自主建构知识。为确保研究的准确性,我们将采取相应的措施,比如分别组织对照组和实验组,来检测教学效果。

参考文献

- [1] 王磊. 基于学生核心素养的化学学科能力研究[M]. 北京:北京师范大学出版社,2017:209-212.
- [2] 卢珊. 核心概念化学键“5E”教学研究[J]. 中学化学教学参考,2023(5):10-14.