

基于实验内容要素分析的化学实验教学设计^{*}

——以“催化剂对反应速率的影响”为例

史靖华¹, 郑光黔¹, 邢 焰²

(1.都匀第一中学, 贵州都匀 558000; 2.黔南民族师范学院化学与化工系, 贵州都匀 558000)

摘要:以“催化剂对反应速率的影响”为例,对基于实验内容要素分析的化学实验教学设计进行了教学研究。其设计模式的总体思路是将教材中的实验内容按问题要素、本体要素、知识要素、方法与技能要素、态度要素等五要素进行分析、丰富,并设计探究式实验教学环节,然后将分析、丰富后的内容有机整合到探究式实验教学的各个环节中。设计过程主要有要素分析、确定目标、过程设计、内容整合等四个环节。

关键词:化学实验; 教学设计; 催化剂; 反应速率

文章编号: 1005-6629(2015)2-0040-04

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

化学实验不但是验证化学理论或假设的一种科学研究手段^[1],也是学生获得化学知识、掌握相关化学实验技能的学习方法^[2]。王磊等^[3]认为,新课程改革所倡导的实验内容具有更加广泛和丰富的内涵,应该包括问题要素、本体要素、知识要素、方法与技能要素、态度要素等五个要素。这五个要素不但涵盖了实验原理、实验技能和实验仪器等传统三要素观点的内容,同时也反映了化学实验教学在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等方面的要求。

在教材中,有关实验的编排往往只是对操作过程及现象观察进行描述,没有完整地呈现实验内容的全部要素。如果完全按教材编排的内容进行教学,常常会使得某些内容被忽视,实验的教学功能也会弱化为理论教学的辅助手段,难以真正落实“使学生体验科学研究的过程,激发学习化学的兴趣,强化科学探究意识,促进学习方式的转变,在实践中培养学生的创新精神和实践能力”^[4]的基本理念。因此,教学过程中,需进一步分析实验内容要素,合理设计实验教学,充分发挥化学实验的教育教学功能,最终达到培养学生科学素养的目的。

1 实验教学设计模式

基于实验内容要素分析的实验教学设计,强调较全面地呈现实验教学内容,不但要帮助学生

获得化学知识,也要帮助学生学会化学实验技能,提高科学探究能力、化学实验能力、实践能力,促进学生学习方式的转变。其总体思路是将教材中的实验内容按问题要素、本体要素、知识要素、方法与技能要素、态度要素等五要素进行分析、丰富,并设计探究式实验教学环节,将分析并丰富后的内容有机整合到探究式实验教学环节中(见图1)。

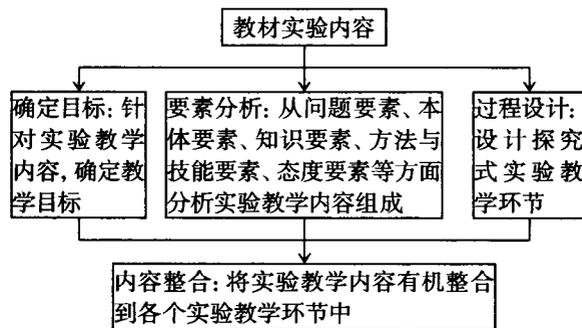


图1 实验教学设计模式

在该设计模式的要素分析中,问题要素是指实验要解决的问题、揭示的规律或提供的事实;本体要素是实验的物质条件,包括实验条件、实验药品、仪器设备等;知识要素是指实验原理、实验步骤、实验对象和实验手段等方面的知识;方法与技能要素是指《普通高中化学课程标准》对“化学实验基础”活动与探究建议中的有关实证研究方法、实验操作技能、实验条件控制、数据的定量处理、模型和假说等科学方法和技能方面的内容;态度要

^{*} 贵州省教育科学规划课题(2013B061)。

素主要指实验安全意识、绿色意识、环保意识,以及对实验的认知和态度等。从这五个要素来分析实验教学内容组成,能全面地呈现实验教学的内容;同样,基于这些内容,确定的教学目标能够关注到知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等方面,从而避免内容缺失和教学功能弱化。

2 实验教学设计过程

在教学中,我们按基于实验内容要素分析的实验教学设计模式进行了教学设计和实践,取得良好效果。现以人教版普通高中课程标准实验教材《化学2》(2007年第3版)第二章实验2-6“催化剂对反应速率的影响”为案例(以下称实验2-6),来说明该实验教学的设计过程。

该实验在教材中的陈述为“在3支大小相同的试管中各装入2~3mL约5%的 H_2O_2 溶液,再向其中2支试管中分别加入 MnO_2 粉末、1~2滴1 mol/L FeCl_3 溶液。对比观察现象”。

在教学中,我们将其作为演示实验进行教学。

2.1 要素分析

从实验内容的五个要素分析实验教学内容的组成,其目的是完整呈现实验教学的全部内容。

2.1.1 问题要素分析

问题要素是实验内容的核心要素,实验只有围绕要解决的问题,才具有探究性和目的性。教材中部分实验课题明确提出了要探究的“问题”,这个“问题”也即是该实验的问题要素。而对于一些没有提出明确探究问题的实验课题,通过分析该实验的意图及其在教学内容体系中的价值,也可以提炼出该实验的问题要素。

案例 实验2-6的陈述中并没有明确提出问题,但从教材前后内容来看,实验主要是探究有哪些因素能够影响化学反应速率,意图是通过该实验得出催化剂能够影响化学反应速率这一结论,因此我们将该实验的问题要素确定为“ MnO_2 、 FeCl_3 对 H_2O_2 的分解速率有什么影响?”。

2.1.2 本体要素分析

本体要素是实验的物质条件。分析实验内容的本体要素,就是要从教材陈述的实验过程中提炼出完成该实验所需的所有药品、器皿、仪器设备及其数量,特别是教材中没有明确写出、但又是必需的器皿等。

案例 实验2-6中,本体要素除了包括 MnO_2

粉末、1 mol/L FeCl_3 10mL(滴瓶装)、5%的 H_2O_2 50mL(新配制)、清洁的试管3支外,还包括教材没有写明的塑料透明试管架、药匙、纸槽等。

2.1.3 知识要素分析

知识要素既是解决问题的必备基础,也是实验教学目标的具体体现。因此,要考虑两个层面,一是实验前学生应具备的知识基础,二是完成实验后学生应获得哪些新的知识。知识要素的分析,具体从实验原理、实验步骤,以及有关实验对象、实验手段的知识,实验后获得的结论等方面进行。

案例 实验2-6中,实验前学生应具备的知识: H_2O_2 水溶液俗称双氧水,有毒,有腐蚀性,是强氧化剂; H_2O_2 水溶液在一定条件下可分解为水及氧气,并产生气泡,气泡越多表明分解速度越快。实验后学生获得的知识: MnO_2 、 FeCl_3 起催化剂作用,能加快 H_2O_2 的分解;催化剂能够影响化学反应速率。

2.1.4 方法与技能要素、态度要素分析

方法与技能要素、态度要素在教材中往往没有直接呈现出来,需要钻研课程标准、领会课程理念和设计思路,并从整体上把握教材编写意图和各模块、章节的教学目标,才能很好地分析。方法与技能要素方面,除了物质的检验、分离、提纯和溶液配制等化学实验基本方法和操作技能外,还包括实验设计、数据的定量处理等实证研究方法和技能方面的内容,以达到对学生探究能力、实验能力等的培养。态度要素方面,应根据实验课题的知识要素、方法与技能要素等方面的内容,分析提炼安全、环保、绿色意识培养,以及良好的实验工作习惯培养等的内容。

案例 实验2-6,除了巩固药品取用技能(MnO_2 粉末取用、 FeCl_3 液体取用)外,还有简单对比实验的设计、实验条件控制等的技能。 H_2O_2 有毒性和腐蚀性,因而教学需进行学生安全意识、环保意识的强化。

2.2 目标确定

从要素分析来看,实验教学内容包括了知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等三个方面,因此教学目标的确定应有针对性地在这三个方面进行体现。但是化学实验的类型多样,不同具体实验课题的要素组成、教学侧重点有所不同,因此在重视体现教学目标完整性的基础上,也应根据

具体实验课题在教学内容体系中的地位和价值,突出该实验课题核心教学目标。

案例 实验 2-6,教材的意图主要是通过该实验来说明催化剂能够影响化学反应速率,因此该实验最为核心的教学目标是帮助学生获得这一基础知识。根据这个思路,结合要素分析结果,我们将实验 2-6 的教学目标确定为:

认知性学习目标:知道 MnO_2 、 FeCl_3 起催化作用,认识到催化剂能够影响化学反应速率。

技能性学习目标:学会简单对比实验的设计;巩固试管实验操作技能。

体验性学习目标:通过探究活动进一步培养分析问题、解决问题的能力;了解 H_2O_2 的毒性和腐蚀性,进一步培养安全意识、环保意识;规范操作,进一步形成良好的实验工作习惯。

2.3 过程设计

化学课程改革中,大力倡导以科学探究为主的多样化的教学方式,实验教学过程无疑采用探究式教学过程最为恰当。一般来说,探究式实验教学过程分为提出问题、建立假设、实验设计、收集证据和解释与结论五个环节,王磊等^[5]从师生在不同探究环节中所占活动主体的程度不同将探究式教学划分为五个不同的水平,从水平一到水平五,教师的作用越来越小,学生的自主性越来越大。

案例 对于实验 2-6,我们作为演示实验进行教学。但作为一个具有研究性质的实验,仍然可采取探究式教学过程设计,具体环节见图 2。

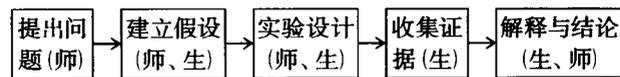


图 2 实验教学过程环节

2.4 内容整合

在要素分析、目标确定的基础上,根据过程设计,将实验教学内容具体组成成分有机整合到各个实验教学环节中,设计出教学事件和流程。

2.4.1 提出问题

提出问题就是要明确实验探究的问题、揭示的规律或提供的事实。这些问题、规律或事实应对应于实验内容的问题要素。因此,在提出问题环节,要通过创设情景呈现实验内容的问题要素,引发学生思考、激发学生对实验的兴趣,引导学生围绕问题要素开展实验探究学习,使实验教学具有探究性和目的性。

案例 实验 2-6,实验前教师提问:“ MnO_2 、 FeCl_3 对 H_2O_2 的分解速率有什么影响?”此问题与实验的问题要素相同。

2.4.2 建立假设

教师引导学生依据已有的知识和经验分析提出的问题,讨论实验的可能结果,作出猜想或假设。实验的可能结果及假设的具体内容涉及实验内容中的知识要素,即完成实验后学生应获得的新知识。因此,在这一环节,将实验后学生应获得的新知识这一知识要素通过假设的形式呈现。

案例 实验 2-6,提出实验假设: MnO_2 、 FeCl_3 可以加快 H_2O_2 的分解。此假设针对研究问题,体现知识要素。

2.4.3 实验设计

实验设计即设计实验方案,教师要引导学生初步学会设计实验方案,帮助学生发展科学探究能力。在这一环节中,要有计划地融入方法与技能要素中的实验设计方法,介绍自变量、因变量、实验组、对照组等概念,帮助学生理清实验的设计思路,引导学生一起设计实验方案来探究提出的问题、验证假设。

案例 实验 2-6 中,可体现实验技能中的对比实验设计要素,通过对比实验来验证提出的假设。引导学生一起设计该实验:自变量为 MnO_2 、 FeCl_3 ;因变量为 H_2O_2 的分解速率;以加 MnO_2 、 FeCl_3 试管为实验组,以不加 MnO_2 、 FeCl_3 为对照组,通过实验观察哪支试管中 H_2O_2 的分解速率快。

2.4.4 收集证据(开展实验)

实验准备是实验内容本体要素,如实验药品、仪器设备的呈现过程,同时也是针对这些本体要素的知识要素、态度要素的教学环节。在这一环节中,要求对实验药品、仪器设备等进行展示、介绍,针对某些实验药品、仪器设备的知识进行提问回顾或讲解,帮助学生获得在实验前应具备的知识基础;同时,针对有毒、有腐蚀性、易燃、易爆实验药品,进行安全教育,培养学生安全意识、环保意识。

案例 实验 2-6,实验演示前,教师逐一展示 MnO_2 粉末、 FeCl_3 溶液(滴瓶装)、 H_2O_2 溶液(新配制)、清洁的试管,并重点讲解 H_2O_2 水溶液在一定条件下可分解为水及氧气,产生气泡,气泡越多表明分解速度越快;同时强调 H_2O_2 水溶液的毒性、

腐蚀性,培养安全意识、环保意识。

实验演示是实验内容的方法与技能要素、态度要素等综合呈现的过程,在这一过程中要讲解实验步骤、实验操作技能、实验条件控制,同时要规范示范,培养学生良好的实验工作习惯。演示实验常常采用边讲解边演示的教学形式。

案例 实验 2-6 中,演示实验时讲解 MnO_2 粉末取用技能、 FeCl_3 液体取用技能。

实验结果观察是实验收集证据的环节,也是整合实验内容的方法与技能要素的重要一环,在这一环节中要引导学生学会观察、收集同假设有关的实验现象和数据。

案例 实验 2-6 中,引导学生在相同条件、同一时间下对比观察 3 支试管产生气体的速度。

2.4.5 解释与结论

将观察、收集到的实验现象、数据进行分析、讨论,得出事实证据与假设之间的关系。这一环节也是实验内容的方法与技能要素的重要呈现过程,要引导学生学会比较、分类、归纳、概括等方法,得到最后的结论,并通过正确方法表达实验结果。

案例 实验 2-6 中,对比 3 支试管中产生气体的速度,说明 MnO_2 、 FeCl_3 起催化剂作用,能加快

H_2O_2 的分解,得到催化剂能够影响化学反应速率的结论。

总之,基于实验内容要素分析来理清实验内容组成,合理设计教学过程,是提高实验教学效率、充分发挥化学实验的教育教学功能的一个有效途径。但是,实际上高中化学实验的类型多样,有学生实验、演示实验,有探究实验、设计实验、对比实验、观察实验等类型,由于不同类型实验的教学目标侧重点有所不同,因此具体实验课题的内容组成要素上也有所差异,教学实践中还应根据实际情况作灵活应用。

参考文献:

- [1] 吴俊明,王祖浩.化学学习论[M].南宁:广西教育出版社,1996.
- [2] 李万华.高中化学新课标教材实验部分的研究[D].内蒙古:内蒙古师范大学硕士学位论文,2009.
- [3] 王磊,刘强,张小平等.试析《普通高中化学课程标准(实验)》中的实验体系[J].化学教育,2004,(9):9~12.
- [4] 中华人民共和国教育部制定.普通高中化学课程标准(实验)[S].北京:人民教育出版社,2003.
- [5] 王磊,毕华林.基础教育新课程师资培训指导:初中化学[M].北京:北京师范大学出版社,2003.

2015 年本刊继续关注——作业设计与应用

作业是化学课堂教学的重要环节、延续和补充。一直以来,在作业设计与应用中存在着诸多问题为社会所诟病,已成为减负增效的关键,到了亟待解决和“攻坚”的时候。为促进对“作业设计与应用”的研究和实践,探索“增效减负”的有效策略,本刊在过去的 2014 年对“作业设计”进行了特别关注,并刊登了一系列的文章,其中既有专家的论述又有一线教师的思考和实践,得到广大读者的热烈响应和欢迎。

同时,我们也认识到要攻克“作业”这一难题并非易事,需要更多有识之士的共同参与和努力。因此,2015 年本刊将继续关注——作业设计与应用,并从 2015 年第 1 期开始特设“作业研究”专栏,围绕以下选题组稿:

- 化学作业的现状与分析
- 化学作业设计与应用的理论基础
- 化学作业设计与应用研究的方向与方法
- 化学课时作业的编制与应用实践研究
- 化学教科书作业系统的设计与教学研究
- 国内外中学化学作业设计的比较研究

欢迎各位学者、一线教师不吝赐稿,并通过《化学教学》网上投稿系统投稿(<http://www.chemedu.cn>)。欢迎广大读者关注 2015 年本刊“专论”及“作业研究”栏目的相关文章,并通过各种途径向我们提供意见和建议。

《化学教学》编辑部