

# 浅谈大数据数字时代背景下《无机化学》中的“予实于理”

吴艳玲 鲁彤 唐茜 郑新蕾

(山东交通学院交通土建工程学院, 山东 济南 250357)

摘要: 随着科学技术的不断发展, 智能化数字化时代也在不断推进, 教育的数字化亦在不断跟进, 《无机化学》中的实验教学部分也因智能化教学等的赋能作用而不断深化着“予实于理”的动态课程目标。在众多教育实践的摸索和改革中, 我们认为理论与实验创新性结合、创新性与智能化相辅或可成为素质教育升级的有效途径。

关键词: 无机化学; 化学平衡; 理论与实验创新性结合; 予实于理; 创新性与智能化相辅

《无机化学》是土木专业为代表的广大高效学生由“高中式化学”向“大学式化学”过渡的“启蒙学科”, 而无机化学学科具有浓厚的近现代特色, 既分化又综合, 因此, 如何讲好无机化学成为了广大高校教育研究者探索、实践、优化和改革的重要对象之一。

随着国家重大战略部署“中国制造 2025”“互联网+”和“一带一路”等以及智能化、信息化、数字化为特征的新产业和新经济的蓬勃发展, 对高等教育人才培养提出了新的且更高要求。为此, 我国高等教育积极推进“新工科”建设, 先后开展并达成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”等共识, 努力探索和领跑世界工程教育的中国经验和中国模式, 助力高等教育强国建设。

在大数据数字化的不断发展的背景下, 新型智能模式的不断引入, 教育方式、教学内容及教育手段等都在潜移默化中不断地革新。智能化数字化时代的产物有望成为《无机化学》课程教学的得力助手。但对于当下大部分教师关于智能化教学来说, 其本身都不太熟悉智能化教学且不太具备相对专业的信息技术应用能力, 这就意味着, 即使教师能够清晰地意识到智能化教学手段对于课程开展改革具有积极的教学意义, 但也难以切实地将相应的教学表达灵活的应用于课程之中, 并随即达到以德育人、多元化教学的发展目的。在《无机化学》课程教学中, 教师不单是知识的传授者, 更成为课堂的组织者和策划者, 教师可通过人工智能辅助教学和虚拟互动等方式, 以丰富的教学素材和内容为学生打造专属教学内容, 使“一人多教”的理想化教学成为可能, 将“因材施教”深化至深。然而, 事物皆有两面性, 如各大高校对于 CHATGPT 在教育中的应用褒贬不一。因此, 如何灵活、高效、辩证地运用大数字时代赋予我们的便行工具是素质教育升级的关键所在。

## 一、课程导学方案的设计与框架建构

在大数据数字化时代的背景下, 传统教学模式已不适合现代人才的发展培养需求, 新型技术的兴起与发展, 授课方式正在步

步“迎新”, 尤其是数字化的应用, 如翻转课堂、微助教、雨课堂等等新兴方式颇受广大教育者与教育研究者的欢迎。数字化教学资源是指经过数字化处理, 可以在多媒体计算机上或网络环境下运行的, 可以实现共享的多媒体教学材料。

### (一) 课程设计方式

#### 1. 线上导学与教师主讲相结合

课前, 教师在课前通过雨课堂等线上软件发布线上预习导学教学或发布“课前导播”、发布预习视频, 帮助学生整体把握预习任务与课程概要, 并思考解决问题与实现学习目标的方法, 从而在实验进行之前搭建一个实验框架。课中, 教师导入课程目标与实验规划等, 并简要概括实验核心知识、操作流程、操作技巧及实验预期结果, 学生自由组队、自主探究, 结合教师的当面指导, 最终形成解决问题的方法与体系。课后, 由学生设计思维导图, 如总结实验内容、结果与误差分析及理论与实验的结合点等, 及时总结反思问题的解决过程, 创新设计、改进方案、拓展研究, 从而达到体系化、结构化、举一反三的效果。

#### 2. 实验教学

采用以学生探究为主要形式的实验教学。通过学生探究的方式培养学生“自主预习、自主实验、自主反思”的自主学习能力, 使其积极地、自发地提高学生思考问题、解决问题、审视问题的能力。课堂导学篇中, 在问题设置时, 可以适当地设计巧妙的“陷阱”, 以培养学生的质疑精神, 挖掘其认真、踏实的研学学风。

### (二) 课程设计过程示例 --- 化学平衡

#### 1. 按求掘需

在课程开始之前, 依据化学平衡的课程需求、培养目标与现有条件选定合理可行的教学内容。以无机化学课本上的化学平衡为例, 在学习化学反应中的质量关系和能量关系的基础上, 着重讨论化学反应进行的方向、速率和限度三大问题, 以本章中的平衡常数、活化能、反应吉布斯自由能变和反应熵变等理论概念来解决上述的三大问题。

#### 2. 导学设计

教师通过在线教学平台(如雨课堂、微助教等)将课程任务及特定背景下的情景资料等传发给学生, 并依据相应情景设定问题: 什么是自发过程? 自发过程在生活中有哪些案例? 催化剂对化学反应的影响有哪些? 催化剂在生产生活和无机化学实验中有哪些应用? 影响化学反应速率的因素有哪些? 化学平衡对于生产生活的影 响有哪些? 影响平衡移动的因素有哪些? 等设计在这些问题的本质是为了让学生带着问题和任务, 自主学习在线教学平台上相关资源, 并以此激发学生探究疑难杂问的兴趣, 开拓学生

探究未知的能力。针对学生觉得晦涩难懂的问题,采用开放式线上问答的形式进行讨论交流。教师根据学生的情况进行一个初步的评估从确定选题方向,让学生瞄准其中一个方向,设计切题可行的实验方式与方案。

### 3. 实验构思与实验报告撰写

改变作用于平衡体系中的某个因素,平衡将产生相应的移动。如果反应物或(和)生成物存在有色物或是沉淀物,可根据颜色的改变、沉淀量的多少,“观察”到平衡的移动。教师预设实验,学生以小组合作为主要形式自主进行实验探究。实验试剂如下:

甲基橙在碱溶液中呈黄色,其中过渡色为橙色,在酸溶液中呈红色。

橘红色  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  和黄色  $\text{CrO}_4^{2-}$  通过  $\text{H}^+$  联系而达平衡。 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

实验选取案例:实验 1~2 是以有颜色型体为例来说明平衡移动。化学平衡及其移动是一个普遍规律,其型体是否具有特征颜色并不重要,实验 3 便是另举的典型实例。

1、在 6 支干净的试管中分别加入 30L 的铬酸钾 ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , 0.1mol/L) 溶液。以 1 号试管作为对照组,在 2~6 号试管中依次滴加 3、5、9、13、17 滴的 1mol/L 硫酸溶液并混匀。

由所学知识知橘色可表明溶液中含有  $\text{CrO}_4^{2-}$  和  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  两种型体。观察到这些试管中的颜色均由黄色→橘红色,只不过颜色变化时间不一。所以可推断出在黄色或橘红色溶液中必含有少量  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  或  $\text{CrO}_4^{2-}$  型体。

2、在  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液中滴加  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_7$  溶液,观察到溶液中由黄色  $\text{PbCrO}_4$  ( $K_{\text{sp}} \sim 10^{-13}$ )、 $\text{BaCrO}_4$  ( $K_{\text{sp}} \sim 10^{-10}$ ) 沉淀生成;在  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液中滴加  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  溶液,观察到溶液中有黄色  $\text{PbCrO}_4$ 、 $\text{BaCrO}_4$  沉淀生成。在第二个实验中也可见到由黄色沉淀产生,这表明  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_7$  溶液中含有  $\text{CrO}_4^{2-}$  型体。由于在  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  溶液中  $\text{CrO}_4^{2-}$  含量较少且浓度不大,因此只满足较难溶的铬酸盐的沉淀要求,不满足溶解度不是难溶的铬酸盐沉淀(如  $\text{SrCrO}_4$ ,  $K_{\text{sp}} \sim 10^{-5}$ ) 的要求。

3、在 0.1mol/L  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液加入  $\text{BaCl}_2$  溶液中,得到白色草酸钡沉淀;在 0.1mol/L  $\text{H}_2\text{S}$  溶液加入  $\text{CuSO}_4$  溶液,立即得到黑色硫化铜沉淀。为什么能生成沉淀,且第二个实验为什么能立即生成沉淀?

通过计算一系列可知:0.1mol/L 的  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液和  $\text{H}_2\text{S}$  溶液浓度略小于  $10^{-5}\text{mol/L}$ 、 $10^{-13}\text{mol/L}$ 。所以将  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液加入  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液,得到白色  $\text{BaC}_2\text{O}_4$  ( $K_{\text{sp}} \sim 10^{-7}$ ) 沉淀,即符合理论估算又符合实验现象。理论上,加入  $\text{CuSO}_4$  时立即产生沉淀反应,也只有极微量硫化铜 ( $K_{\text{sp}} \sim 10^{-36}$ ) 生成。但在滴加硫酸铜溶液前, $\text{H}_2\text{S}$  液中  $\text{S}^{2-}$  浓度仅为  $10^{-3}\text{mol/L}$ ,而实验现象则是:当  $\text{CuSO}_4$  溶液滴入时立即产生明显量的  $\text{CuS}$ 。

当溶液中生成  $\text{CuS}$ 、 $\text{BaC}_2\text{O}_4$  沉淀时,溶液的 pH 逐渐减小,且溶液中的  $\text{S}_4^{2-}$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  浓度也逐渐降低。若沉淀的溶解度足够小

时:生成  $\text{CuS}$  沉淀时,则 pH 的减小不足以抑制沉淀反应继续进行;生成  $\text{BaC}_2\text{O}_4$  沉淀时,则沉淀反应将是完全的。在原溶液  $\text{S}_4^{2-}$  量如此之少的情况下, $\text{CuS}$  沉淀的生成速度很快且沉淀量明显。对于这个矛盾的问题,我们从两个方面来讨论:

溶液中含有  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{HS}^-$ ,它们的电离速度极快,可极快电离生成  $\text{S}^{2-}$ ,因此在溶液中原  $\text{S}^{2-}$  与  $\text{Cu}^{2+}$  结合形成沉淀后, $\text{S}^{2-}$  发生补充、消耗、再补充(都是瞬间完成)。

生成沉淀的反应过程可能(二者兼有)是:



实验进行前可将学生进行分组,3~5 人一组为宜。实验构思由小组决策,实验进行由小组商决,培养学生自主动手能力、团队协作意识。实验报告版面由学生自主填写,可给定建议性模版,或给定提示词,引导学生建立实验流程框架结构,激发学生体系化、结构化的意识与潜能。

### 4. “双”式总结

学生进行线上与线下的“双”式总结。线上可采用思维导图、视频等方式进行个人的课程总结,通过回顾实验过程中的“理实结合”进而做出归纳总结,谈谈自己的感悟与收获,此部分可落实到个人;线下则可通过课中实验,使小组成员之间进行讨论或者是自由辩论的方式对于实验中的不足与收获进行辩证性的分析与总结。

### 5. 反馈调查

可通过设置问卷调查或是试卷检测的形式对学生的掌握程度进行评定,同时通过开发性的弹幕或线下留言板将学生的意见反馈进行收集,有助于后续实验的完善,“思”而后“进”。

## 二、数字化时代化背景下的线上线下混合式教学

### (一) 线上教学优势

如果说线下的实验课教学着重指导的是学生的动手能力,那线上的实验教学则有助于培养学生的思维拓展能力。在线上的诸多云课堂中,学生可以获得并掌握的知识与资源相较于线下教学要更多、更广、更便捷,还打破了时间和空间的约束更有利于应对疫情、恶劣天气、恶劣环境等突发状况的教学。

### (二) 数字化的实验教学手段

仅有线上授课的单一教学显得本末倒置。线上与线下相结合,更有利于激发学生的学习兴趣。针对目前高校无机化学实验类课程教学过程中发现的课前预习准备不充分、学习目标模糊、实验失误等问题,教师应充分利用“云课堂”,与传统教学模式结合,形成互补式教学模式,既为学生自主学习提供平台和保证,又让无机化学实验课程教学质量稳步提升,使课题讲授时间缩短,为学生动手实践提供理论基础和实施空间,并使无机化学实验课程教学中的弊端得到有效解决。激励学生发挥主观能动性,加强主人翁精神,培养学生的创新思维、综合素质和跨学科能力。

### (三) 数字化的实验环境

作为化学实验室,这里的基本存在刺鼻的气味,环境也没有

其他实验室那么干净,因为人流量巨大,实验室管理制度也没有其他实验室严谨,且也不够完善。实验室中易燃易爆、易腐蚀的化学药品,使得实验环境每个地方都存在安全隐患,长时间处于这种环境会使师生的身心健康存在潜在威胁。就实验室的管理来说,可以给予学生更多的自主权,充分发挥学生的主观能动性、专业优势和他们现有的想象力,适当的改变、安排、设计和管理实验室。这种模式不仅培养了学生动手创造、管理等综合素质,还培养学生专业技术能力。

营造优良的实验环境不仅要关注外界环境和内部供需,还要有良好的管理系统,故而建设安全、绿色的无机化学实验室和科学、高效的实验室管理,既是提高实验教学水平的必备条件,也是优化教学质量的必要保障,数字化的实验环境使研究者在此类方面得到满足。

### 三、理论付诸实践过程的新路径——“一人多教”

传统讲授通常存在呆板、单一等问题,学生易照本宣科、不思其深意。因此,教学方法的多元性、时效性、创新性等成为一众教育者的关注点。所谓“一人多教”之“多”体现在课程设计多元、教学方式多样、授课内容多方面。旨在引导学生解决“如何预习”“如何自学”“如何快速地精准定位在本课程中的未知点”等问题,完美诠释“授人以鱼,不如授人以渔”这个道理。

#### (一) 动态教学

一方面,知识不是一成不变的,而是一种动态发展的过程,最初我们从书本中习得的理论知识是固有加之于思维之上的,而随着实验的进行,我们所进行的实验可能存在由验证原有理论、到深化原有理论甚至是推翻原有理论而形成新理论等可能性,故而以动态教学为切入点有望实现“一人多教”。动态教学往往伴随着线上平台的监控,通过发布阶段性任务如随堂测试、章节测试、感悟等实时了解和关注学生掌握情况与学习动态。

另一方面,学生正处于发展态。化学作为一门实践性的课程,要想学好无机化学这门课程,不仅要求学生具有端正的学习态度,更需要学生具备正确的学习方法。因此,动态教学也是一个帮助学生养成更优良的学习习惯、提高学生适应环境的能力的教学方式。

#### (二) 课程思政元素的引用

作为落实立德树人、提高人才培养质量——全面推进课程思政建设是当下课程设计的一重大目标。其中,高校专业课程的教育更是培养未来接班人的重中之重。实现这一根本任务要对专业课程教学模式提出明确要求,在知识传授和能力培养之中,帮助学生树立正确的世界观、人生观、价值观,专业知识能够溯源学科发展历程,从而顺应时代发展。

若将课程思政元素简单粗暴地融入其中,可以说难上加难,还可能使学生降低在课堂上的学习兴趣。在课程中,作为教师当前较难实施的一件事——将思政元素融合进课程中。现代无机化学学科发展至今,作为材料、电子等方面的基础课程——无机化学,凝结了大量的国内外化学家和祖先的心血和智慧,鲍林、门捷列夫、

居里夫人等求得真相获得真理几十年如一日不断实验、拼搏的案例,为将相应的理论知识点和许多科学家的故事相结合,并将我国的党的教育方针、政治理念和爱国情怀完美融合在一起,培养学生科学严谨的态度、社会责任与使命感,解决问题途径多样化,以及要有创新思维等思政元素。

#### (三) 因材施教

在个体方面,应合理审视学生的优点与不足,如甲同学动手能力十分优秀,但逻辑思维能力比较薄弱,则可以多进行鼓励和引导。此外,在其他方面,如部分群体或集体,也可进行分类,而后因材施教。对于非化学专业或化学学院的学生,可以根据其所处专业或所属学院的不同的课时与学分要求及授课标准,合理安排实验课程。

基础操作实验及制备实验可面向所有学生开设,通过各种实验提高学生的能力,如硝酸钾的制备等,旨在培养学生掌握称量、溶解、过滤等基本化学操作,进而塑造学生良好的实验技能;开设乙酸的解离度和解离常数的测定等相对简单的测定实验,旨在考察和培养学生客观严谨的科研精神和态度等;可以通过了解酸度计和分光光度计等常见化学仪器的工作原理及正确使用方法等基础实验操,拓展学生的无机化学实验知识和基本的化学素养。由于仪器精度及操作可能存在一定的差异,则测定结果可能有一定的差距,从而指导学生认真处理实验数据、分析实验误差,养成科学、务实、严谨的实验态度和优良学风。对于工科和医学类的学生,可以开设硫酸亚铁铵的制备和七水硫酸镁的制备,便于学生理解掌握这两种工业产品的实验室制备方法,加深相应专业的学生对相关知识的理解,有助于其正确运用,从而造福其所处的行业。

对化学专业或化学学院学生,往往有统一的授课标准和学时、学分要求,学校在要求学生进行必要的实验测定和基础实验的制备过程中,增加一些关于元素性质测定实验、自主设计实验和综合设计实验。1、学生在元素性质实验的具体操作中,通过观察颜色的变化、沉淀、气体的生成,生动形象地认识和理解各种元素的性质。2、对于自主设计实验和综合设计实验来说,综合评价方法和多元教学方式或可有的放矢,对学生知识的综合运用及实验技能提出更高的要求:不但要求学生能够准确理解实验原理,还要查阅相关的资料和文献并获取有效、可用知识,设计合理的实验步骤,进行正确且标准的实验操作,解决实验中所遇到的各类问题,最后撰写完整的实验报告。而对于实验感兴趣、动手能力强的拔尖学生,我们可以开设不同研究方向的实验室,让学生查阅相关的文献,动手操作实验,初步了解如今研究的现状和相关的科研成果,为今后学习、研究科研打下坚实的基础。

### 四、课后教学反思与综合评价

#### (一) 分析课程设计过程优缺点

辩证地分析课程设计过程优缺点,要综合多方面进行考虑,如“理

实一体”等的目标性、“数据处理”“误差分析”等的科学性、“师”“生”双方动态转变的主体性、“教学相长”“教学方式”等的灵活性、“课程构思与评价”等的整体性、“课程设计与与时俱进”“学生是发展的人”等的发展性，等等。辩证理性地看待课程效果、剖析问题与改进问题是促进无机化学目标课程良性发展的有效手段。

## (二) 进行阶段性考核与综合评价反馈结果

实验教学采用过程评价方式(百分制):自主学习 20%;实验操作 40%;卷面理论成绩 20%;实验报告 10%;实验安全 5%;拓展研究 5%。从宏观和微观两方面进行评定,关注整体效果的同时也尽量落实到个人。

## 五、结语

### (一) 当下《无机化学》实验教学的不足

#### 1. 传统的实验教育观念有着“故步自封”的风险

“向来如此”的“实验目的——实验原理——实验过程——实验结论”式“默认”模式便对吗?在提及做实验的流程,大多数学生甚至是老师不免会将此类模式脱口而出。但通过实际调查不难发现,此类模式的出发点是让学生“会做实验”与“做好实验”,学生是否切身参与、举一反三还有待商榷,还有可能禁锢学生创新能力。

#### 2. 教师团队建设尚待完善

教育师资的新生力量居多,他们虽学富五车也饱读诗书,具有相当可信的教学能力,但大多数新上岗的新教师教学经验稍有欠缺,教学模式颇有“固化”的痕迹,易落入传统的框框循环里,不能够将繁复的知识由繁化简、由简至深,学生不易理解掌握。在新生力量中也不乏佼佼者,能够破旧立新,灵活掌握教学动向,了解学生学情懂得“知变求变”,这正是我们所需要的。

#### 3. 教学效果评价的缺失

对教学评价,往往来自于教师主观的感受,缺乏系统性和统计性的评价,虽然采取线上线下相结合教学方式的班级,成绩上有一定的提高,但仅论个别班级,显然缺乏说服力。因此采用更大数据采样的平行班设计,对学习过程和学习效果开展更加科学的分析,是检验线上线下相结合教学在无机化学实验课程教学中效果的有效方式。

### (二) 展望

科技发展靠人才,人才培养靠教育。大数据数字时代背景为我们提供了新的机遇,我们理应审时度势,合理规划与利用现有资源,把握良机。优化课程设计或有以下解决措施:

1. 为加强高校师资团队建设,可对新上任的新教师积极开展教研活动,拓展校际、校企合作等。2. 实现教学观念的转变。变原有传统教学观念为大数据背景下的新式教学观念,突出学生的主体地位,旨在放大学生的主观能动性与创新积极性。3. 实验“绿

色化”。无机化学实验作为实践教学的重要组成部分,要将保护环境、减少污染等的环保理念植入到学生的思想中,使他们在实验中甚至是日常生活中,都能将环保理念放在首要位置。4. 实现无机化学实验授课方式的“更新换代”,结合传统教学模式,取其精华、去其糟粕。实现由单一线下授课到线上线下相结合授课的转变,实现线上、线下教学间的动态转换,不断升级授课方式。

5. 创新教学质量评价方式。传统的评价方式普遍存在重“课中”,轻“课前、课后”等的明显不足,故而加大“课前预习”和“课后总结”环节的考核比重是题中应有之义。本文的综合评价方式恰好可以弥补传统方式的短板。6. 正确运用大数据的赋能工具,合理设计无机化学实验课程过程,让学生置身其中,贯彻以学生为中心的导向教育理念,有利于培养学生的自主学习能力、思维创新性、环保意识、沟通协调能力、团队合作与共享的素养等。

### 参考文献:

- [1] 屈阳, 辛渊蓉, 朱源. 药物制剂创新趋势下的高校教学思考—以“药用高分子材料学”为例[J]. 教育教学论坛, 2020(28): 71—72.
- [2] 观研天下. 2018年欧美创新药行业一线药企研发回报率及研发费用分析[OL]. <https://market.chinabaogao.com/yiyao/0123315OH018.html>.
- [3] 封亮, 杨立诚, 贾晓斌. 药用高分子材料学课程思政教学探索[J]. 药学教育, 2021, 37(4): 32—35.
- [4] 侯芹芹, 赵彬, 韩彤. “互联网+”时代高校无机化学实验课程体系构建与实践研究[J]. 山东化工, 2019, 48, 101—113.
- [5] 房川琳, 熊庆, 苏燕. 融合思政元素的无机化学实验课程建设[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(1): 28—32.
- [6] 李慧, 张留学, 王红芳, 等. 思政教育在无机化学及实验课程中的融入初探[J]. 教育现代化, 2019, 6(77): 295—297.
- [7] 刘洋, 刘尊奇. 高校意识形态“课程思政”教育在无机化学专业教学中的探索[J]. 广东化工, 2019, 46(24): 106—107.
- [8] 李俊玲, 房川琳, 邹清. 无机化学实验课程改革探索[J]. 实验科学与技术, 2018, 6, 16—23.
- [9] 王金玉, 孙鑫婷, 高雅琴, 王俊林, 周海嫔. 新工科背景下应用型地方本科院校无机化学实验教学改革与探索[J]. 广州化工, 2023, 7, 12—17.

基金资助: 山东交通学院校级本科教学改革研究项目资助; 项目名称: “OBE理念”及“三位一体”融合模式下《工程化学》课程思政的教学探究与实践(项目编号 2023YB07)。

作者简介: 吴艳玲(1989.11—), 女, 山东菏泽, 汉族, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 智慧交通新材料的制备及应用。