

基于真实情境的高三实验探究教学整体设计*

陈博殷¹ 王季常^{2**} 牛丽明¹ 麦达勤¹

(1. 广州市第七中学 广东广州 510080; 2. 广州市教育研究院 广东广州 510030)

摘要 基于中学化学实验探究的活动类型及要素、高考考查情况、学生能力表现水平及教学现状,探讨高三实验探究教学整体设计,强调教学中应注重探究实验的多样性和层次性、情境素材的主动挖掘和有效利用、解题思路的外显及概括、实验表征手段的合理选取,促进学生实验探究能力实现“学习理解→应用实践→迁移创新”的进阶发展。

关键词 实验探究 真实情境 高三复习 整体设计

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2022080111

1 问题的提出

课标指出,要重视实验探究与实践活动,包括微型实验、家庭小实验、数字化实验、定量实验和创新实践等活动,教师应依据学生素养发展水平要求和学业质量标准,结合学生的认知发展特点,设计实验探究活动,紧密结合具体化学知识的教学来进行^[1]。专家学者、一线教师对初三到高三年级各阶段化学实验探究教学进行了有效探索,但目前大部分文献关注具体实验教学案例的设计与实践,少有高三实验探究复习整体进阶设计^[2-10]。根据我市面向一线教师和高三学生的新课程、新教材、新高考高中化学学科实施情况调查发现,当下存在的突出问题包括:高考备考内容多,而高三课堂教学课时却相对不足;部分学校对实验重视程度不足,课堂教学模式以传统讲授为主,学生缺乏主动思考的时间、缺乏知识结构化,对陌生高阶思维题目缺乏方法。基于此,结合高考综合改革对普通高中育人方式提出的新要求、新任务,高三备考的整体规划和课堂质量的提升尤为重要。本研究关注高三实验探究在不同复习阶段教学目标、教学内容

等的整体设计,以期高三备考提供借鉴。

2 高三实验探究教学整体设计依据

2.1 实验探究活动分类及高考考查情况

依据化学学科特征,结合实验活动的对象和目标,实验探究活动可以分为2大类:①应用类活动:利用性质和规律实现目标,以设计为特征,具体包括物质制备、物质检验、物质分离;②探究类活动:以探究物质变化和物质性质为目标,以假设检验和建构解释为特征,具体包括物质性质探究、反应规律探究、物质结构探究^[11]。

分析新高考背景下全国卷及各省市自主命题的化学学业水平等级性考试卷,选取2021年14套卷(全国甲卷、全国乙卷、山东卷、浙江6月卷、河北卷、湖南卷、海南卷、辽宁卷、广东卷、湖北卷、北京卷、福建卷、上海卷、天津卷等)和2022年8套卷(全国甲卷、全国乙卷、山东卷、浙江卷6月、河北卷、湖南卷、广东卷、北京卷等)中的24道实验探究综合题为分析对象,分析题目中出现的实验探究活动类型比例,具体情况见图1。

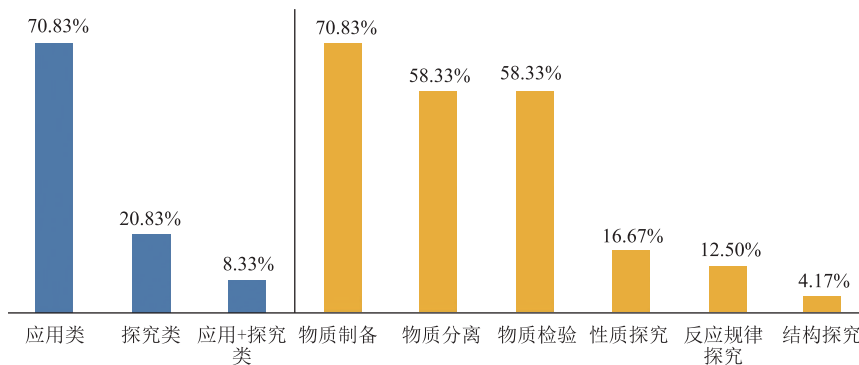


Fig. 1 The proportion of chemistry experiment types in college entrance examination

图1 新高考实验探究题中的活动类型占比

* 广东省教育科学规划课题“基于手持技术数字化化学实验的思维显性化教学设计研究”(项目编号:2021YQJK006)

** 通信联系人, E-mail: 1481576721@qq.com

由图 1 可见,应用类活动占比较大,且基本都包括物质制备活动,同时涉及物质分离或检验;而物质检验活动中,滴定分析实验占 54%,其中又以氧化还原滴定和酸碱滴定为主,这体现了滴定分析在化学定量分析中的重要性。探究类活动集中在广东卷、北京卷、福建卷和湖北卷等,更加侧重考查学生的高阶认知水平。

表 1 新高考化学实验探究综合题考查内容

Table 1 Test content of the chemistry experiments in college entrance examination

考查内容			占比/%		考查内容			占比/%	
实验原理	化学方程式	50.00	实验装置	连接顺序	12.50	实验操作	选取	50.00	
	离子方程式	25.00		评价	4.17		过程描述	12.50	
	电极反应式	8.33		选取	8.33		先后顺序	12.50	
	文字阐述	20.83		绘制	4.17		目的分析	20.83	
实验仪器	名称	37.50		反应条件	作用	8.33	实验现象	现象描述	29.17
	选取	29.17	选取		12.50	原因分析		16.67	
	使用方法	8.33	实验方法	分析	16.67	物质分析	成分推断	16.67	
	作用	20.83		评价	8.33		用途列举	4.17	
实验试剂	选取	29.17	实验方案	阐述	20.83			性质分析	4.17
	作用	37.50		设计	20.83	定量计算		62.50	
						误差分析			33.30

表 2 教材原型实验情境素材
Table 2 Materials of the chemistry experiments from textbook

复习模块	复习内容	实验案例举例	实验类型	原型出处
基本概念	离子反应	Ba(OH) ₂ 溶液中加入稀硫酸, 导电能力变化	反应规律探究	人教版必修第一册
元素化合物	金属、钠及其化合物	过氧化钠与水反应	物质性质探究、检验	人教版必修第一册
	非金属、氯及其化合物	海带提碘	物质制备、分离、检验	人教版必修第二册
基本理论	化学反应速率	定性定量研究影响化学反应速率的因素	反应规律探究	人教版选择性必修 1
物质结构与性质	分子间的作用力	比较碘在水和 CCl ₄ 中的溶解性	物质性质探究	人教版选择性必修 2
有机化学	研究有机物的一般方法	根据核磁共振氢谱判断丙醇结构	物质结构探究	人教版选择性必修 3

题 (近变式) → 学生思考, 对实验原理分析解释, 对活动程序合理性等形成初步判断 → 根据已有知识经验、题目信息, 完成实验设计的局部或完整过程 → 师生共同总结归纳, 形成分析不同类型实验的思维模型, 教学案例列举见表 3。

表 3 关注应用实践水平的实验情境素材
Table 3 Materials of the chemistry experiments that focus on the level of application

复习模块	实验案例举例	实验类型	教学要点	素材整合参考
基本概念	利用海盐制备提纯试剂级 NaCl	物质分离	试剂添加先后顺序、操作分析、定量实验数据处理	2021 年广东省适应性测试
元素化合物	高铁酸钾的制备与性质探究	物质制备、性质探究	有气体参与的物质制备过程、定量实验数据处理	2015 年江苏高考 2018 年北京高考
基本理论	铁的电化学腐蚀类型影响因素探究	物质检验、反应规律探究	实验方案设计、实验数据曲线分析、证据推理的一般思路	2014 年福建高考 2014 年安徽高考
物质结构与性质	硫酸铜晶体的制备、硫酸铜溶液配制、结晶水含量测定	物质制备、物质结构探究	结晶水合物制备、溶液配制、热重分析	2021 年全国甲卷 2022 年全国乙卷
有机化学	苯甲酸的制备与提纯	物质制备	有机物制备实验常用仪器与操作要点、产率计算	2020 年全国 II 卷

3.2.3 关注迁移创新水平的实验探究教学

此教学过程在第 1 阶段复习的习题训练中渗透开展, 并在第 2 阶段复习中以专题形式重点开展。可开设小专题包括实验中的定量计算、方案设计与评价、控制变量思想的应用等, 注重整合高考真题、各地模拟题进行案例训练, 举例如表 4 所示。

表 4 关注迁移创新水平的实验情境素材

Table 4 Materials of the chemistry experiments that focuses on the level of migration and innovation

复习专题	实验案例举例	实验类型	教学要点	素材整合参考
方案设计与评价	葡萄酒中二氧化硫含量的测定	物质检验	实验方案设计的思路和规范表述, 实验方案的评价角度	GB-T 15038-2006、GB 5009.34-2016、2018 全国 I 卷
	铁明矾对草酸还原重铬酸根起催化作用的成分探究	物质性质探究		2013 年安徽高考
	醋酸电离平衡影响因素探究及 K _a 测定	反应规律探究		2022 年广东高考
控制变量思想的应用	探究反应速率与亚硝酸钠浓度的关系	反应规律探究	内隐变量的识别, 多变量探究实验, 思维模型建构	2021 年福建高考
	温度对氯化银溶解度影响的探究			2021 年广东高考
	物质的氧化性和还原性变化规律的探究			2021 年北京高考

4 高三实验探究教学关键策略

根据教学目标、内容和学情等, 可以选用以下教学策略, 促进学生能力进阶发展。

(1) 注重探究实验的多样性和层次性。一方

面, 教师应为学生提供不同类型化学实验活动的体验机会并进行变式应用, 引导学生形成对应的核心活动经验, 如制备类活动关注路线的设计与优化, 检验类活动关注干扰的排除, 反应规律探究类活动

关注变量识别、变量关联及基于证据推理论证等；另一方面，活动任务按情境简单与复杂、熟悉与陌生可以组合成 4 种类型，对应概括关联、说明论证、分析解释、推论预测、简单设计、复杂推理、系统探究等不同开放度的能力表现^[11]，可以根据不同复习阶段、不同层次的学生开展针对性训练。

(2) 呈现真实情境，设置驱动问题。针对高考化学关键能力考查的实施路径，教育部教育考试院单旭峰强调呈现真实情境，并指出根据建构主义理论，知识在具体实践活动中产生和发展，并在具体情境应用于问题解决^[12]。教师应该主动挖掘中学及大学教材、考题、文献、生活生产实践等中的各类化学情境并在课堂教学中加以渗透，基于教学目标对素材整合重组，同一素材可以侧重不同层面的考查；针对高频考点设计问题链，呈现方式包括文字阐述、多种形式的图表、实验视频等，要求学生从中提取和筛选关键信息。此外，教师应注重设疑，提问“为什么、怎么样、以哪样方法”等具有发散性和挑战性的本原性问题^[13]，从不同视角设置分析原因、说明目的、阐释理由、用图像表示结果等类型的问题^[12]；留给学生足够时间进行全面深度思考和完整表达。

(3) 关注思维外显，建构认知模型。在组织学生分析执行实验探究活动过程中，设置有梯度的问题串，通过学生书面或口头作答，反映其思维过程；通过教师提示、追问、评价等，帮助学生概括活动经验；通过回顾整体活动过程，总结问题解决的有效思路，外显实验探究活动程序，分析关键策略，建构认知模型，并在案例训练中不断巩固。此外，可以通过学生讲题，将其内隐的问题解决思路外显化，为教师和其他学生发现其思维闪光点与障碍点提供依据；而讲评的学生站在教师的角度审视问题，有助于其多角度、深D层次挖掘题目的内涵和外

延^[14-15]。学生讲题的形式可以多在课堂常态化开展，包括课堂随机提问即时讲题、学生代表课前准备课堂讲题、小组分工准备后课堂讲题（流程如教师布置任务及要求→组长带领组员分工整理资料→选出讲解员→组内讲解练习交流，组员评价完善）等。

(4) 明确逻辑关系，优选表征手段。在实验探究活动中，引导学生明确假设、原理、目的、操作、证据、结论之间的完整逻辑关系。此外，注重根据实验需求选择最佳表征手段，创新实验方案，走进实验室体验探究过程，而非一直停留于纸上谈兵的层面。其中，不同类型的实验技术有各自独特的优势，如手持技术数字化实验能通过不同类型的传感器，定量测定不同物理量，实时呈现数据变化曲线；微距实验通过微距镜头，等比例放大拍摄主体，有利于捕捉肉眼难以直接观察到的实验细节^[16]。图 2 是微距实验操作：将微距镜夹在手机摄像头上，平放到铁架台上，点击视频录制，记录实验过程，选取 2 块相同规格光亮洁净的铁片，在其中一块铁片上滴加 1 滴 1 mol/L 盐酸，再滴加铁氰化钾溶液；在另一块铁片上 2 个位置各滴加 1 滴质量分数为 5% 的 NaCl 溶液，向其中一滴滴加铁氰化钾溶液，另一滴滴加酚酞溶液；图 3 为通过手机屏幕观察到的实验现象，不同条件下的反应差异直观呈现，能够为教学中引导学生分析液滴中发生的反应提供证据支持。

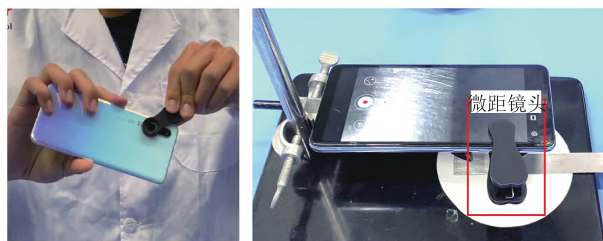


Fig. 2 The experimental operation

图 2 实验操作

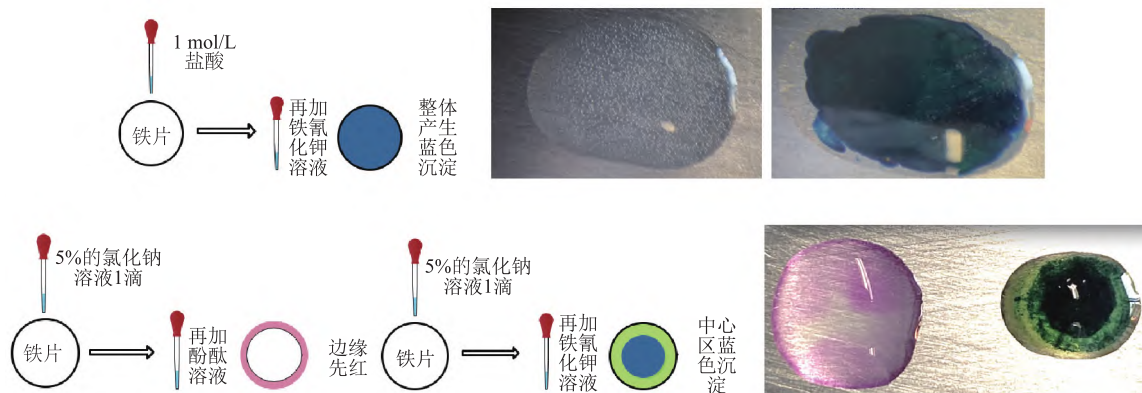


Fig. 3 The experimental phenomena through the macro lens

图 3 微距镜头下的实验现象

(5) 关注主题式教学, 考题整合使用。主题式教学以有机整合的思维方式为主导, 以一种物质、一个化学反应、一道考题等串联多个知识点、高频考点、学生易错点, 实现结构化体系的建构, 该教学方式与考题呈现形式相契合, 有助于高效备考。其中问题链的设计要多维度、多层次、相关联、互补充^[2], 高考题的选取整合体现其在思维方法、学习掌握、实践探索方面的引领作用。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准 (2017 年版 2020 年修订). 北京: 人民教育出版社, 2020: 72—73, 82
- [2] 王冬. 中学化学教学参考, 2016 (11): 33—36
- [3] 许美菱, 张贤金. 化学教育 (中英文), 2022, 43 (11): 37—45
- [4] 苏华虹, 陈博殷, 王怀文, 等. 化学教育 (中英文), 2021, 42 (15): 32—38
- [5] 史文杰, 郭玉林, 李冉, 等. 化学教育 (中英文), 2021, 42 (7): 50—55
- [6] 孙亚红, 熊辉, 申敬红, 等. 化学教育 (中英文), 2021, 42 (3): 20—24
- [7] 王星乔, 包朝龙. 化学教育 (中英文), 2020, 41 (21): 35—41
- [8] 高佳玉, 张援, 王伟群. 化学教学, 2020 (10): 56—60
- [9] 韦新平. 化学教学, 2020 (1): 37—42
- [10] 刘臣, 于春华, 贾同改. 化学教育 (中英文), 2019, 40 (21): 20—26
- [11] 王磊, 等. 基于学生核心素养的化学学科能力研究. 北京: 北京师范大学出版社, 2017: 154—205
- [12] 单旭峰. 课程·教材·教法, 2022, 42 (6): 139—146
- [13] 曾德琨. 化学教育 (中英文), 2017, 38 (21): 36
- [14] 丁革兵. 中学化学教学参考, 2012 (12): 7—11
- [15] 白建娥. 化学教学, 2011 (8): 51—54
- [16] 凌一洲. 化学教育 (中英文), 2018, 39 (7): 57—59

Integrated Design of Experimental Inquiry of Senior Three Based on Real Situations

CHEN Bo-Yin¹ WANG Ji-Chang^{2**} NIU Li-Ming¹ MAI Da-Qin¹

(1. Guangzhou No. 7 Middle School, Guangzhou 510030, China; 2. Guangzhou Institute of Education, Guangzhou 510030, China)

Abstract Based on the chemical experimental types and factors in high school, test content in college entrance examination, students' ability level and teaching reality, this study discussed the integrated teaching design of experiment inquiry review in senior three lessons. Teachers should pay attention to the diversity and different level of the experiment explore, take the initiative to find and use the real situation, as well as the display and summary of solving problems process. The reasonable selection of characterization methods was also important. In addition, this was conducive to the formation of students' chemistry core activity experience and their competence development from learning and understanding, applications and practice to transfer and innovation.

Keywords experimental inquiry; real situation; review class in senior three; integrated design