首都师范大学学报(自然科学版)
第41卷 第4期 Journal of Capital Normal University No. 4
2020年8月 (Natural Science Edition) Aug. ,2020

现代仪器分析思维型教学模式创新与实践研究

李 照* 张家珩 郝怡桐

(陕西师范大学食品工程与营养科学学院,陕西 西安 710062)

摘要:现代仪器分析课程内容涉及面广、专业性强且实践要求高,如何设计问题以引导学生的创新思维发展和提高创新能力是每位教师需要面临的问题.本文结合陕西师范大学食品学院实际教学经验,通过思维型教学模式创新与实践的探索研究,希望为研究型和应用型人才的培养提出指导意见.

关键词:现代仪器分析;思维型教学模式;人才培养;实践研究

中图分类号:G642.0 **DOI**:10.19789/j.1004-9398.2020.04.015

0 引 言

仪器分析是化学学科的一个重要分支,自20世纪30年代后期问世以来,随着物理学和电子学的发展,其不断丰富着分析化学的内涵,并使分析化学理论和方法发生了一系列根本性的变化[1-3].分析仪器的快速发展,使得在线快速准确检测样品成为了现实,目前仪器分析已在物理、化学、生物、医学、材料、食品和环境等学科发展中发挥着越来越重要的作用[4-5].

仪器分析是借助复杂精密的特殊仪器,通过测量物质的某些物理或化学性质的参数或变化,对目标分析物进行定性定量分析[6].现代仪器分析方法主要包括电化学分析法、光学分析法、色谱分析法、质谱分析法、热分析法和放射分析法等.每种分析方法又可按照不同原理进行分类,如光分析法包括紫外-可见吸收光谱法、红外吸收光谱法、核磁共振波谱法、荧光分析法、原子吸收光谱法和原子发射光谱法等[7].因此,了解仪器分析方法的基本原理,掌握仪器分析的实验技术已成为相关科研工作者必须掌握的基础知识和基本技能.

现代仪器分析是高等教育包括化学、地理、生物、物理、材料、医学和食品等专业的专业基础必修课,课程要求学生认识仪器构成、了解原理、熟悉仪器使用范围、掌握仪器操作并可以熟练应用于实践.因涉及的仪器及方法多,导致需要记忆的内容及实验操作也多.同时由于教学内容多而授课学时少,导致教与学的矛盾加剧.创新是引领发展的第一动力,教育部在《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》[8]中指出:“要积极推动研究性教学,提高大学生的创新能力”.现代仪器分析课程教学也应与时俱进,不断创新,将重点集中于提升学生思维能力,实践应用能力,分析、解决问题的能力上.

思维型教学模式是一种开放性的发展思维型学习教学模式,聚焦培养学生的思维能力.其由美国学者施瓦布提出,他主张学生遵循科学规律地对学习内容进行探讨,以提升学生思维品质为目标,通过学生不断积极思考、讨论和学习知识的本质[9-10].这与现代教学理论中的“以学生为本”相契合,发展学生的创造性思维能力,是当前素质教育的重要任务,也是培养人才的需要[11-12].即在学生学习过程中,要充分遵循和利用思维发展规律,提高知识学习的效益,形成知识网络,进而发展学生的高级思维.

如何缓解现代仪器分析课程教与学的矛盾是每位从教人员需要面对的问题.张志强[13]针对现代仪器分析教学过程中存在的问题,结合环境生态工程专业的特点,针对教学方式、教学内容优化、多方位考核方式和仿真软件的应用等方面进行改革探索;何洁和吴昊[14]不仅清晰地阐述了现代仪器分析

收稿日期:2019-12-25

*通信作者:lizhao0309@snnu.edu.cn

课程教学现状,并且介绍了以问题为导向的(problem-based learning,PBL)教学法的特点及在该课堂教学中的具体实施,从学生的学业表现和学生评教等方面总结该项教学方法的改革成效.有关现代仪器分析教学的模式改革研究仍然较少,现有的研究存在忽视应用迁移和课堂反思的问题,而将课本中抽象、生硬的知识灵活地应用迁移和课堂反思,有助于完善学生的认知结构.

本文针对陕西师范大学食品学院的学生特点及学院设施条件,将思维型教学模式应用于现代仪器分析课程中,从多个方面进行探索研究,结合学生成绩和师生反馈意见等考察改革成果.希冀因材施教,对提升学生的研究能力具有现实指导意义.

1 思维型教学模式课堂设计

传统教学模式是以教师、课本和课堂为中心的教学模式.教师传授学生课本内容,由于现代仪器分析内容多,易造成学生死记硬背,不能灵活应用的现象;该课程的教授过程中,教师若侧重于示范,而不是互动参与,会造成轻视实际应用,易导致理论与实践脱节[15].如何在教学过程中引导本科阶段学生思维活动,提升学生思维品质是该课程教学改革的重点.教师在课堂设计中的能动性较强,一方面可向学生传输扎实的专业知识,另一方面可充分调动学生的主观能动性,培养强的实际操作能力.以下将基于思维型教学模式,从 4 个方面展开课堂设计.

1.1 问题导入——激发学生积极思维

现代仪器分析课程分为理论和实验 2 部分.一般来说,理论课占据 3/4 课时,学时分配使得学生的大量时间在课本中度过,而抽象的文字易使学生感到乏味,丧失学习兴趣.部分学校存在教学内容和设施陈旧,加剧了理论与现实的脱节.教师在传授课本知识的基础上,需要引入领域前沿研究进展,传播最新科技手段,以缩小教学与实际之间的差距.

理论课的教学多是枯燥的,而实验课的教学则多是吸引力十足的.因此,在理论教学中,教师可通过实际问题的引入,展开理论教学.如通过设置维生素 C(VC)如何测量引出紫外-可见吸收光谱法的内容介绍.教师通过对紫外-可见吸收光谱原理及检测条件的讲解,使学生进一步熟悉仪器分析中的定量分析方法.在教学中,教师既可从多层次设置问题,引导学生从不同角度、不同层次地进行思考,有利于学生全面掌握分析仪器原理;也可围绕知识点的本质特性,变换方式提出问题,组织学生思考解决问题的同时挖掘学生话语中的思维过程,不断向多方向引申,逐步引导学生敢于提出问题,敢于向外探索,鼓励学生间互相模仿、交流和思考,为创新性思维的形成和提升打下坚实基础.

1.2 知识形成——厘清知识来龙去脉

教材中一般呈现出的内容是一个思维结果,如仪器的操作步骤和结果计算公式等,缺少反映相关的形成过程或是解决实际问题的思维过程,导致学生只“知其然,不知其所以然”,死记硬背的结果必然带来不能灵活地解决实际问题.因此,教师可设计具有逻辑性、启发性的问题,引导学生展开头脑风暴,思考交流知识背后的发展过程,探讨仪器的发展历程,引导学生搭建完整的知识网络体系.如在高效液相色谱的教学中,先介绍时代背景,引出发明高效液相色谱的原因,即由于气相色谱对高沸点有机化合物的分析存在局限性,于是将气相色谱的理论和方法再次引入经典液相色谱,从而可以分离蛋白质和核酸等不易气化的大分子物质,高效液相色谱逐渐开始成为最常用的分离和检测手段.

问题的产生与解决的过程,也是知识不断形成和加深的过程.通过对知识本质的理解,可以形成良好的分析性思维方式和思维习惯.因此,在知识的传授过程中,不断搭建网络体系,组织架构图有助于学生从整体上去把握和理解相关知识,即厘清原理的来龙去脉,准确把握仪器的实际应用.

1.3 应用迁移——促进学生创新思维

现代仪器分析技术主要是利用已有的仪器设备进行样品分析.仪器发展趋于微型化、智能化、联用化和多功能化等,对应的分析检测方法趋向于超痕量分析和超微量分析[16-17].将所学内容进行应用迁移则是该课程学习的关键与重点,仪器分析的关键在于实际应用,实际应用又能极大提升学生学习的兴趣.部分教学内容应用迁移如表 1 所示.如用紫外-可见吸收光谱法测定饮料中的防腐剂可以帮助学生了解和熟悉紫外-可见分光光度计,掌握紫外-可见吸收光谱法测定苯甲酸的方法和原理,学习掌握用一元线性回归法作标准曲线的方法.

现代仪器分析面向全体理工科学生,因此不同专业的学生对实验仪器的应用迁移不同.如化学专业的学生侧重新化合物的结构表征及分子层次上的原理研究及分析方法建立等;生命科学专业的学

表 1　教学内容应用迁移举例

教学内容	实际问题
紫外-可见吸收光谱法	饮料、食品中测定防腐剂
红外吸收光谱法	鉴定农药乐果
质谱法	测定地下水中挥发性有机化合物
气相色谱法	测定菜籽油中脂肪酸含量
高效液相色谱法	测定天然海藻中水溶性维生素
原子荧光光谱法	检测食品中金属元素含量
气相色谱-质谱联合法	测定农药在食品中的残留含量
液相色谱-质谱联用法	测定食品中添加剂的含量
火焰原子吸收法	测定自来水中的铜含量

生更倾向关注使用仪器进行 DNA 测序,活体微生物、动物及植物样本检测等;环境科学专业的学生侧重仪器在空气、土壤和水等的监测和地质分析等;材料科学专业的学生倾向关注新材料的结构与性能的表征;药物专业在于天然药物的有效成分与结构,构效关系及药物应用等研究. 因此分析仪器的有效应用,可以激发学生积极思考,形成创新性思维.

1.4　课堂反思——促进学生发散思维

“学而不思则罔,思而不学则殆.”表明了思考的重要性. 在现代仪器分析课堂中开展反思性课堂教学,是解决仪器分析教学中遇到实际问题的有效方法[18]. 理论教学和实验教学均能培养学生的创新思维能力,而课堂反思可以深化所学知识,提高学生的创新思维能力. 同时课堂反思也能使教师掌握学生的学习情况、思维方式和思维水平. 本课程涉及的仪器众多,部分仪器价格昂贵,在课时少的情况下无法满足每个学生都有实际操作的机会. 当多种仪器操作原理类似时,可将学生分成若干小组,每组操作不同仪器,小组间不重复操作. 实验结束后,教师组织学生进行组间沟通、学习和交流,引导学生思考不同仪器之间操作的异同. 如使用气相色谱仪和液相色谱仪时,需要对待测产物有大致的了解,使用气相色谱仪可以测定能气化、热稳定性高和沸点较低的样品;但不能检测高沸点、挥发性差、热稳定性差、离子型及高聚物的样品. 气相色谱仪需要加温工作,而高效液相色谱仪则在室温下,或者高压下工作. 一台仪器可进行多个样品分析时,可鼓励学生分组并分析检测不同的样品. 实验结束后,引导学生思考分析样品的异同,从而了解仪器的应用范围.

一种分析方法可以测量具有同类属性的多种物质,而一种物质的确定也需要多种测量方法来互相佐证. 课堂反思不仅有利于提高学生的动手能力和交流能力,更发散了学生的思维能力,构建全方位知识网络体系,全面系统地把握所学内容.

2　思维型教学模式实际应用

以紫外-可见吸收光谱的教学内容,展开思维型教学模式介绍. 在教学过程中共安排了 4 名老师联合授课,每名老师负责 1 ~ 2 台仪器,学生按人数分成 4 个小组,每组安排小组长负责,采取小组轮换学习,能更加有效地提高课时效率,并且由于小组人数不多,便于老师掌握学生的学习情况,也有利于学生各抒己见.

2.1　问题导入

教学内容可从众所周知的营养元素测量引出,如 VC 的测量. VC 具有预防缺铁性贫血和抗氧化作用,而人体无法自身合成,只能从新鲜的水果和蔬菜中摄取. 那么,如何得知食材中 VC 的含量呢? 从分析 VC 的分子结构可知,VC 的双键和共轭结构(C ═C—C ═O)基团使其在紫外区有强烈吸收作用且测定灵敏度较高. 以此引出紫外-可见吸收光谱法的测量原理和应用. 详细结构如图 1 所示.

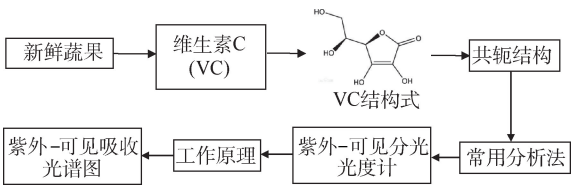


图 1　紫外-可见吸收光谱法的问题导入方式

2.2　知识形成

紫外-可见吸收光谱法的历史与发展的介绍不仅可以提高学生的学习兴趣,也有助于其了解知识形成的来龙去脉,相关组织框架如图 2 所示. 紫外-可见分光光度计价格相对便宜且应用较广,因此是很普遍的分析仪器,在众多科学研究领域中都有广泛而重要的应用. 紫外-可见分光光度计有着较长的历史,时至今日其制作也愈发成熟. 工作原理是了解一台分析仪器的核心知识,教师通过课堂 PPT 演示和实践操作向学生传授紫外-可见分光光度计的工作原理和仪器组成,这是最基础的环节,学生通过思考、理解、讨论和实践充分掌握仪器的基本原理,有助于学生对一种分析方法,一台分析仪器有全方面的认识.

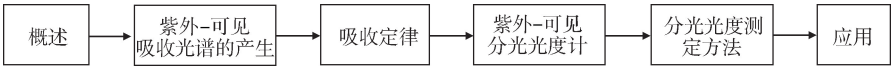


图 2 紫外-可见吸收光谱法的知识形成

2.3 应用迁移

本学院学生为食品专业,故将所学理论知识应用于与食品领域相关的实践中有利于学生做到知识迁移,发展学生思维,做到灵活运用知识. 利用紫外-可见吸收光谱法测定柠檬、荔枝中 VC 的含量,学习如何选择吸光度分析的实验条件,了解紫外分光光度计的主要结构及工作原理,掌握紫外分光光度计的操作方法及紫外定性定量分析方法. 设计实验方案大致如图 3 所示,通过标准曲线法计算实际样品中 VC 含量. 将待测物换成日常水果蔬菜这一小举动,不仅可以提高学生做实验的兴趣,同时也会让学生感受到学习的知识与日常生活密切相关,达到学以致用的目的.

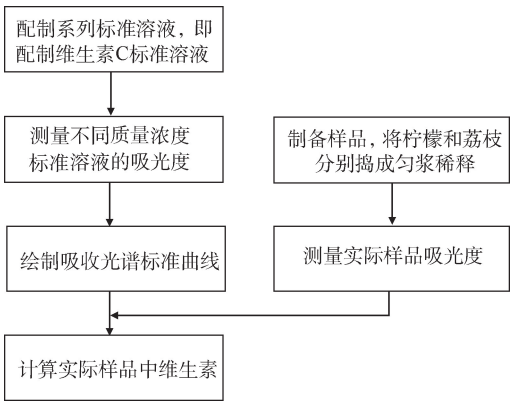


图 3 测量维生素 C 实验方案设计

2.4 课堂反思

完成 VC 测量后,需要组织学生进行课堂反思,提问包括具有哪些结构特征的有机物常在紫外光区有吸收? VC 结构中有哪些生色团? 哪些助色团? 是否能用同样的方法测定食品中的维生素 E(VE)呢? 如何操作? 食品中还有哪些成分可以用紫外-可见吸收光谱法检测? 在讨论的过程中加深对实验整体的印象,回顾实验细节,查漏补缺知识盲点,同时拓展出新的研究思路,培养学生“温故而知新”的学习方法,提高他们的探索能力和交流能力.

运用比较的方式将紫外-可见吸收光谱法与其他光谱法作比较,同样以问题的形式向学生提出,学生以小组为单位,组内头脑风暴,思考“紫外-可见吸收光谱法和红外光谱法有何异同,与拉曼光谱法有何异同,适用条件有哪些区别”等问题,从不同角度,不同层面思考问题,交流见解,得出答案.

在教学的最后交流环节中,鼓励学生对所学内容畅谈个人想法或提出感兴趣的问题. 加强对所学知识的理解和认识,引导学生思考课堂外的内容,形成完整的知识网. 如样品前处理内容,这是从事分析检测避不开的一个基础工作,但这不是现代仪器分析课程教授的内容,然而从实际操作的连贯性来说,样品前处理内容介绍是不可或缺的. 如此可将分析化学课程与现代仪器分析课程结合起来学习.

3 思维型教学模式效果检验

本研究对比了紫外-可见吸收光谱法在传统和思维型 2 种教学模式下的教学效果,采用学生成绩和教学反馈信息评价改革效果. 学生成绩采用多元考核体系综合评价学生的学习效果[19]. 理论知识采用闭卷形式,以百分制记成绩,重点考核学生对基本概念、仪器组成和工作原理等的掌握,包括填空、选择和问答题;实验部分采用开卷形式,以百分制记成绩,考核包括实验独立完成情况、仪器操作、实验设计、实验报告和数据处理等内容;课堂表现采用教师打分形式,以百分制记成绩,考核包括出勤、课堂学习态度和小组内交流合作等内容. 3 部分内容按照不同的比例汇总成总成绩,即总成绩为 40% 的理论知识成绩、40% 的实验部分成绩及 20% 的课堂表现成绩的总和. 教学反馈包括教师及学生反馈 2 部分内容.

本研究对比了 2017 级陕西师范大学食品工程与营养科学学院食品质量与安全专业 2 个班级学生的成绩. 2 个班级的学生分班是按照年龄分配,入学成绩大体一致,2 个班的学生之间差异无统计学意义. 1 班采用传统教学模式,共 60 人;2 班采用思维型教学模式,共 60 人. 统计不同分数段的学生人数及比例,不同教学模式下学生的成绩分布列于表 2. 与传统教学模式相比,思维型教学模式下学生的成绩得到了显著地提高,平均分由 80. 5 分上升到 85. 4 分. 比较不同得分区间的数据,思维型教学模式提高了高至中等分段(成绩≥70 分)学生的比例,同时也减少了低分段(60≤成绩 <70 分)学生的数量,并且学生不及格率为 0.

表 2　2 种教学模式下学生成绩分布

教学模式	成绩≥90 分		80 分≤成绩 <90 分		70 分≤成绩 <80 分		60 分≤成绩 <70 分		成绩 <60 分	
	人数	百分比/%	人数	百分比/%	人数	百分比/%	人数	百分比/%	人数	百分比/%
传统	9	15.0	24	40.0	11	18.3	12	20.0	4	6.7
思维型	12	20.0	28	46.7	13	21.7	7	11.6	0	0

根据教师反馈,与传统教学模式相比,思维型教学模式下课堂氛围更加活跃,学生积极地提出各种问题,师生间的互动明显增多,且更多学生课后会反复思考和讨论问题.根据学生反馈,与传统教学模式相比,思维型教学模式更能激发自身学习思考能力,提高动手能力.

4　结束语

本文结合陕西师范大学食品学院实际教学经验,通过思维型教学模式创新与实践的探索研究,从问题导入—知识形成—应用迁移—课堂反思 4 个方面进行实践.结果显示:开展思维型教学模式后学生的积极性明显提高,理论知识得到了更深刻的理解,对仪器操作更加熟练;学生独立发现、思考和解决问题的能力显著增强;学生成绩明显提高且师生课堂反馈意见良好.鉴于此,在今后现代仪器分析课程教学中,还要继续大胆探索,发现并解决问题,不断完善教学方式,以培养出更合格的社会应用型和研究型人才.

参 考 文 献

[1] 王坤, 郝岩平. 仪器分析-21 世纪的分析科学[J]. 中国甜菜糖业, 2003(3): 21 – 23.

[2] 康超. 在仪器分析课程中引入多元分析的教改探索[J]. 教育现代化, 2018(10): 42 – 45.

[3] 贾长英, 张晓娟, 张丹阳. 现代仪器分析及其教学改革[J]. 化工高等教育, 2007, 24(2): 45 – 47.

[4] 陈国松. 仪器分析实验[M]. 南京:南京大学出版社, 2009: 1 – 2.

[5] 杨小秋. 现代仪器分析实验教学现状与展望[J]. 广州化工, 2014, 42(4): 154 – 155.

[6] 宋志姣, 李悦, 项辉, 等. 专业特色背景下的仪器分析教学改革研究:以《仪器分析》教学改革为例[J]. 保山学院学报, 2018, 37(5): 95 – 98.

[7] 李春哲. 浅谈现代仪器分析的发展趋势和前景[J]. 石化技术, 2017, 24(12): 280.

[8] 中华人民共和国教育部. 关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见[Z/OL]. (2005-01-01) [2019-09-11]. http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_734/200507/8296.html.

[9] 叶红芳, 李静. 发展思维型中学物理教学模式的研究[J]. 新课程导学, 2016(33): 89.

[10] 刘芳. 思维型课堂教学模式初探[J]. 太原大学教育学院学报, 2009, 27(1): 7 – 10.

[11] 陈国荣, 唐枫. 思维型教学理论的实践探索:基于思维型教学的 551 课堂模式构建[J]. 教育家, 2018 (48): 22 – 23.

[12] 李维杰, 刘宝林, 王欣. “探究-参与式”教学模式在现代仪器分析教学中的应用[J]. 教育现代化, 2016(36): 169 – 170 + 179.

[13] 张志强.《仪器分析》教学改革探究[J]. 现代农村科技, 2019(4): 71 – 72.

[14] 何洁, 吴昊. PBL 教学法在现代仪器分析课程中的实施及成效[J]. 药学教育, 2018, 34(4): 54 – 57.

[15] 李贵, 魏华, 龙华, 等.《现代仪器分析》实验教学改革初探[J]. 教育教学论坛, 2019(10): 277 – 278.

[16] 刘智运. 论高校研究性教学与研究性学习的关系[J]. 中国大学教学, 2006(2): 24 – 27 + 34.

[17] 陈万明. 通过化学计量学方法优化现代仪器分析的研究[J]. 山东化工, 2018, 47(4): 58 – 59.

[18] 吴永昊. 探究开展数学课堂教学反思的策略[J]. 学周刊, 2015(13): 67.

[19] 李照,丁宁,唐晓洁. 成果导向教育理念下现代仪器分析课程教学改革[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2020, 41(3): 64 – 68.

Innovation and Practice Research of Thinking Teaching Mode of Modern Instrumental Analysis

LI Zhao ZHANG Jiaheng HAO Yitong

(College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an Shaanxi 710062)

Abstract: The content of modern instrumental analysis course involves a wide range, strong professionalism and high practical requirements. Teachers should be good at designing problems and guide students to develop innovative thinking and improve innovation ability. Based on the practical teaching experience of the college of Food Engineering and Nutritional Science of Shaanxi Normal University, this paper explores and studies the innovation and practice of thinking teaching mode, hoping to provide guidance for the cultivation of research-oriented and application-oriented talents.

Keywords: modern instrumental analysis; thinking teaching model; cultivation of talents; practice research

(上接第 77 页)

Protection and Inheritance of Island Culture Under the Tourism Gaze

——Haiwang Nine Islands and Shicheng Island as the Case

WANG Hui DU Juan

(College of Geographic Sciences, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning 116029)

Abstract: As tourist destinations with unique geographical features, islands are favored by tourists. In addition to protect the natural resources of the island, the sustainable development of island tourism should be paid attention to the protection and the inheritance of island's culture. The protection and inheritance of tourist island culture can be carried out from two perspectives of tourists and islanders, namely islander gaze and tourist gaze. Based on the field interviews with the fisher-house enjoyment operators and other islanders in Haiwang Nine Islands and Shicheng Island, it was found that they ignored the traditional culture of the island, and concluded that they should carry out cultural self-examination, and should be confident with the island's culture. Based on the analysis of high frequency words of travel notes extracted from ROST Content Mining, it was found that seascapes were more attractive to tourists, and concluded that tourists should combine scenic tourism with cultural tourism to better protect and inherit the island culture of Haiwang Nine Islands and Shicheng Island, and to better tell the story of Chinese traditional fishermen's culture.

Keywords: tourist island; islander gaze; tourist gaze; island culture; protection and inheritance