

基于核心素养培养的医学基础化学实验混合式教学模式研究

刘敏, 冯清*

华中科技大学化学与化工学院, 武汉 430074

摘要: 以核心素养培养为目标, 改革医学基础化学实验课程, 设计并实施医学基础化学实验混合式教学模式, 实现在知识技能培养过程中全程育人的目的。

关键词: 核心素养; 基础化学实验; 混合式教学模式; 全程育人

中图分类号: G64; O6

Hybrid Teaching Model of Medical Basic Chemistry Laboratory Based on Core Literacy Cultivation

LIU Min, FENG Qing *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. China.

Abstract: With the aim of cultivating core literacy, the course of basic medical chemistry laboratory was reformed. Hybrid teaching model of medical basic chemistry Laboratory was designed and implemented. The goal of educating people in the whole process of training knowledge and skills was achieved.

Key Words: Core literacy; Basic chemistry laboratory; Hybrid teaching model; Whole course education

中共中央关于推进“世界一流大学和一流学科建设”的重大决策, 是提升大学教育创新能力和核心竞争力所必须遵循的根本要求, 具有划时代的意义。2017年教育部发文强调培养中国学生的六大素养, 即: “人文底蕴、科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新”, 是全面深化课程改革, 落实“立德树人”根本任务的指导意见。我校医学基础化学实验涉及学生约1000人, 是医学专业第一门必修实验课。该课程不仅帮助学生深入理解理论知识, 学习科学实验方法, 强化“量”的概念, 而且培养学生养成规范操作习惯和严谨求实科学作风, 训练动手、观察、思维和表达等综合能力, 激发创新能力和培植医德医风, 直接影响医学本科生“核心素养”的形成。为将现代教育理念、理论、技术和方法融入到教学中, 我们探索实践了基于线上线下互动的混合式教学模式, 取得了良好的效果。

1 教学顶层设计

依据“教育信息化2.0行动计划”+布鲁姆教育目标分类学, 我们以混合式教学模式为突破口, 以医学基础化学实验课程为载体, 以核心素养培养为目标进行了顶层设计(见图1)。一方面通过布鲁姆教育目标分类法中的第一维度即知识维度, 事实性知识-概念性知识-程序性知识-反省认识知识,

收稿: 2019-10-14; 录用: 2019-11-04; 网络发表: 2019-11-08

*通讯作者, Email: fengqing@hust.edu.cn

基金资助: 湖北省高等学校省级教学研究项目(2018050)

创建人文关怀的线上学习环境,引导学生自主学习,归纳和整理疑难问题;另一方面通过线下(课上)多元教学模式的针对性指导:实验原理课堂翻转-操作比拼-现象观察思考-结果记录分析,让学生在不断学习和解决问题的过程中,推进知识与技能的深度学习,围绕核心素养与辩证思维、实践创新展开对话,使教学成为核心素养落地的抓手,从而达成全员育人、全程育人的目的。

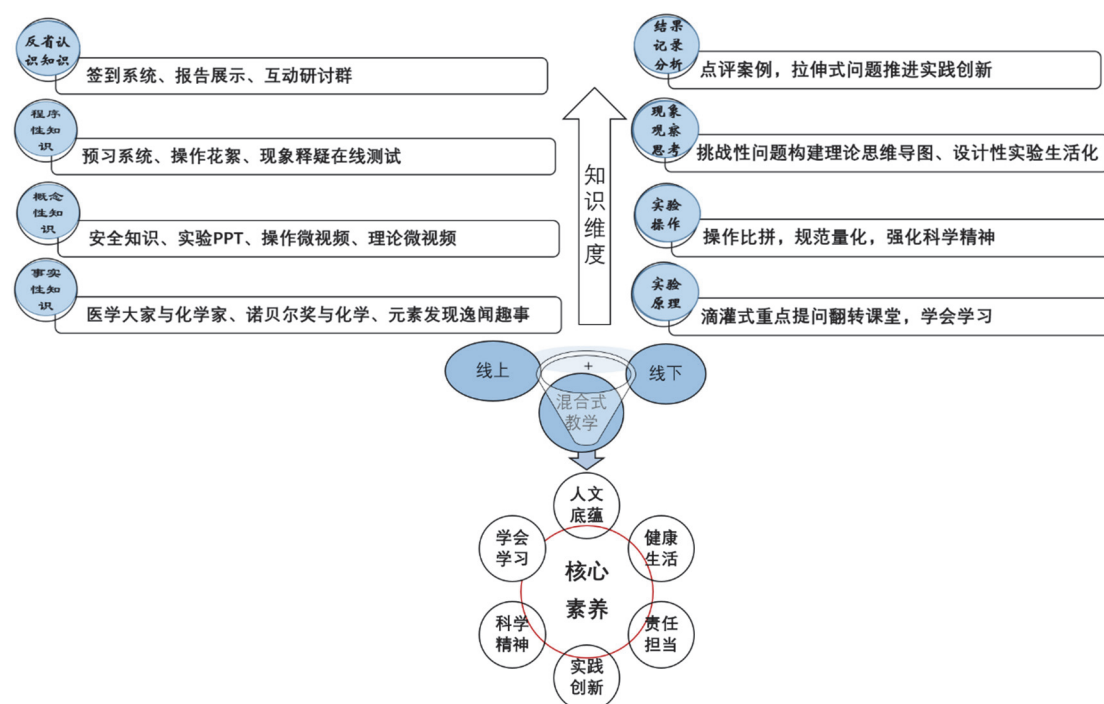


图1 混合式教学模式的顶层设计图

2 教学实施策略

2.1 厚植人文底蕴，培养医者仁心

任何科学都需要经过试验进行观察、假设、试错、总结、淘汰和析取，医学科学具有直接针对生命的实践性和敏感性，所以，必须在课堂和实验室环节养成严谨、细致、求实的优秀品质，规避错误和风险，找到维护健康、治愈疾病的有效途径和方法。通过科学实验训练，让医学生充分认识到自己的每一个步骤、举措，都将决定性地影响病患健康甚至生命安全，以培育学生对生命的敬畏，强化对所从事工作重要性的认知，启发学生对每一个决定和行为进行严密的思考，审慎做出决策。为此，我们“以人文底蕴涵养生命宝贵的意识，以追求精湛的医术实现报国爱民的抱负”作为化学实验课的起点，从线上分享了来自2015年诺贝尔生理学或医学奖颁奖典礼，观看中国科学家屠呦呦现场报告。线下讲述医界丰碑屠呦呦的故事：从她源于传统中医药的积淀认知^[1]，提取青蒿素，挽救无数生命，展示出中国科学家在研究过程中敏锐的洞察力，艰苦条件下顽强的意志力，从不言败的科研精神，带头试药的无私奉献，诠释“心中有国家、造福无国界”的大爱情怀。此外，我们还用医学泰斗裘法祖先生的至理名言：“德不近佛者不可以为医，才不近仙者不可以为医”。教育学生为医者就要德才兼备，实验的严谨细致可以造成“一刀成佛，一刀成魔”的天壤分野，千里之行始于足下，今天的医科学生就是明天的生命代言人和呵护者。

2.2 强调实验室安全，培育责任担当

医学的发展经历了非常漫长的过程，人类为之付出了非常沉痛的代价，产褥热就是一个典型的例子，泽梅尔维斯发现产褥热后，通过对医护人员、所用器械、敷料等分步骤进行严格消毒，使欧

洲产妇的死亡率从> 20%降至< 1%。泽梅尔维斯的发现,挽救了无数产妇的生命。但整个发现的过程,也是生命代价的付出的过程。总之,现有每一项安全注意事项的背后,都有沉重的故事和惨重的代价。而尽量减少甚至消除生命与健康的代价,就是学生在实验室学习过程中的使命。没有这样的责任意识和担当精神,就不是一名合格的医生。为此,我们在线上开辟专栏:实验安全知识,供学生学习,内容包括化学实验室安全事故的主要类型、主要原因、典型案例和防患措施,课上针对性地让学生以4人为一组,按角色互换表演模拟实验室安全事故的发生及防患措施,如火灾、爆炸、中毒、触电、灼伤等,学生表演后编写顺口溜:实验室里禁忌多,熟悉制度不能拖;易燃易爆有毒品,登记使用保安全;废物处理要及时,保护环境不延迟;事故发生非等闲,防护措施要齐全。通过这种线上学习与线下表演相结合的模式,使学生身临其境,感受到实验室安全是关系自己、他人乃至社会安危的大事情。“三废”处理是一种社会责任,细致入微的规范操作将是关系“健康所系,生命相托”的医学生所必须具备的责任担当。

2.3 实验原理翻转课堂,教导学生学习方法

在学生线上学习实验PPT和理论教学微视频化学知识的基础上,实验原理采用滴灌式的重点提问翻转课堂^[2],通过一连串深度逐级递增的相关问题,引导学生层层思考,形成点→面→线的有序思维,分析总结其内在规律,有效构建和内化知识体系,学会学习。如,实验“缓冲溶液的配制与性质”,滴灌式逐级递增、重点提问、翻转课堂等见图2。

	教师提问	学生回答	教师强调及备注
点	什么是缓冲溶液? 缓冲溶液组成?(以 $\text{KH}_2\text{PO}_4\text{-K}_2\text{HPO}_4$ 为例) 缓冲溶液作用机制? 缓冲溶液pH值计算公式?	抵抗外来少量强酸、强碱或稍加稀释,保持溶液pH基本不变 缓冲溶液由共轭酸碱对组成 酸碱反应和平衡移动 Henderson—Hasselbalch方程式 $\text{pH}=\text{pK}_a+\lg\frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$ 或 $\text{pH}=\text{pK}_a+\lg\frac{n(\text{B}^-)}{n(\text{HB})}$	“少量”和“基本不变” 仅相差一个质子 后者常用
面	在缓冲溶液中加入少量强酸, pH值如何计算? 如何选择浓度均为 $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的三种溶液中(KH_2PO_4 、 NaOH 、 HCl)两种配制出 $\text{pH}=7.40$ 的缓冲溶液 30.00mL 。 缓冲溶液(组织液)的配制有几种方法?	$\text{pH}=\text{pK}_a+\lg\frac{n(\text{B}^-)-n(\text{H}^+)}{n(\text{HB})+n(\text{H}^+)}$ 选用 pK_a 与pH接近缓冲系, KH_2PO_4 (pK_{a2} 接近7.4) 和 NaOH 反应获得 $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$ $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{pH}=\text{pK}_{a2}+\lg\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_2\text{PO}_4^-)-n(\text{OH}^-)}$ $7.40=7.21+\lg\frac{0.2V}{0.2(30-V)-0.2V}$ 计算体积 三种方法: $\text{HB}+\text{B}^-$ $\text{HB}(\text{过量})+\text{OH}^-(\text{全部反应})\rightarrow\text{B}^-+\text{H}_2\text{O}$ $\text{B}^-(\text{过量})+\text{H}^+(\text{全部反应})\rightarrow\text{HB}$	同理,解决加碱计算pH问题,找规律 H_3PO_4 ($\text{pK}_{a1}=2.12$) H_2PO_4^- ($\text{pK}_{a2}=7.21$) HPO_4^{2-} ($\text{pK}_{a3}=12.67$) 写出相应计算公式
线	浓度均为 $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ H_3PO_4 10mL 和不同体积(10、15、20、25、30mL) NaOH 混合,最终产物和溶液pH值的计算方式有什么区别吗?你能总结出规律吗?	总结出 H_3PO_4 和 NaOH 反应量与最终产物、pH值相互关系,找出两种溶液混合求pH的步骤和规律 ^[3]	融合第二章电解质溶液与第四章缓冲溶液所学内容

图2 滴灌式逐级递增重点提问翻转课堂示例

2.4 培育量化意识,培养科学精神

化学实验一方面能加深学生对理论所学知识的理解与应用,另一方面对传授科学实验方法和规范操作,建立“量”的概念,具有重要意义。为此,在学生线上观看视频的基础上,由学生进行实验操作演示,教师点评操作过程的正误,并在实验过程中纠正每个学生的失误。为了使学生意识到规范操作的重要性,在全年级1000名学生中开展了操作比拼活动,让学生拍摄并上传至线上关于减压过滤、离心机、分析天平、滴定管、移液管、容量瓶、酸度计、分光光度计等操作小视频和图片,对典型案例中错误花絮进行纠正;对优秀作品评选出一、二、三等奖,并予以奖励,极大激发学生

实验热情和科学研究积极性,把实验过程变成了科学研究的重要环节。同时,结合实验现象进行在线测试,实验过程中开启问题引导的破冰之旅,强化师生互动式交流,运用挑战性问题,使学生把现象与理论知识联系起来,知识记入脑,理论浸入心,形成发散性科学思维,由实验导出理论知识点的思维导图^[4]。如实验“氧化还原反应和电极电位”中,在2支各盛有10滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ KBr}$ 溶液的试管中,分别加入5滴 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ H}_2\text{SO}_4$ 溶液和5滴 $6.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ HAc}$ 溶液,然后各加入1滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ KMnO}_4$ 溶液,观察2支试管中溶液褪色的快慢。围绕实验预习系统中滴管和试管操作,纠正错误操作。同时针对实验现象,提出系列问题,构建氧化还原反应与电极电位和化学反应速率两章的知识要点与异同点的思维导图,见图3。其中, E 为电池电动势, φ 为电极电势, K 为反应平衡常数, n 为反应转移电子数, G 为吉布斯自由能, Q 为反应熵, F 为法拉第常数, Θ 表示标准态。

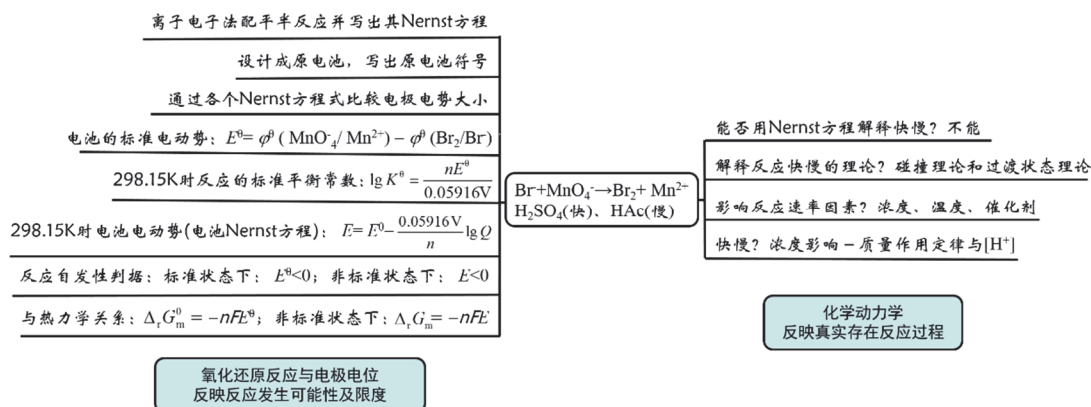


图3 实验导出理论知识要点与异同的思维导图

2.5 拉伸式问题与设计实验相结合, 启发创新意识

实验报告注重理论对实验现象的解释和思考题,通过拉伸式问题,把学生从一个层次带到另一个更高的层次,综合运用已经学习的各种理论,采取不同的形式,如图表转成文字计算等;不同的方法和思路,找寻最佳路径来释疑复杂问题,并启发学生思考一些前人没有想过的问题。融合线上互动平台和课堂释疑,师生、生生相互研讨,学生分析和评价自身学习状况,查漏补缺,有效地培养学生的思维品质,启发创新意识。如“配合物的生成和性质”^[5]的实验现象解释中包括: H_2O_2 不能将 Co^{2+} 氧化成 Co^{3+} ?在 CoCl_2 溶液中加入过量浓氨水后,加 H_2O_2 ,能将 Co^{2+} 氧化成 Co^{3+} ?再加入 HCl 酸化,从颜色判断 Co^{3+} 还原成 Co^{2+} ?学生需要运用教材中的理论和计算等来解释实验现象。首先是利用氧化还原反应与电极电势判断氧化还原反应自发性:标准状态下, $E^\ominus > 0$,反应正向自发进行;非标准状态下,自发性判据: $E = E^\ominus - \frac{0.05916}{n} \lg Q$, $E > 0$ 或当 $n = 2$, $E^\ominus > 0.2\text{ V}$ 时($n = 1$, $E^\ominus > 0.4\text{ V}$ 时)或 $K^\ominus > 10^6$,正向进行。所以 $\varphi^\ominus(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}) = 1.92\text{ V} > \varphi^\ominus(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.776\text{ V}$,可以得出 H_2O_2 不能将 Co^{2+} 氧化成 Co^{3+} 。接着利用配位化合物的四大平衡相互关系,明确当加入过量浓氨水后电对 $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$ 变成电对 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}/[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$,需要计算298.15 K时, $\varphi^\ominus([\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}/[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}) = \varphi^\ominus(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}) + 0.05916 \lg \frac{K_s(\text{Co}(\text{NH}_3)_6)^{2+}}{K_s(\text{Co}(\text{NH}_3)_6)^{3+}} = 0.14\text{ V} < \varphi^\ominus(\text{H}_2\text{O}_2/\text{OH}^-) = 0.87\text{ V}$, K_s 为配位平衡常数,即 H_2O_2 能将 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 氧化成 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$,在此引导学生思考为什么此条件下的 $\varphi^\ominus([\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}/[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}) = \varphi^\ominus(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+})$?氧化后的 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 中加入 HCl 酸化会发生什么?酸效应: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} \rightleftharpoons \text{Co}^{3+} + 6\text{NH}_3$ ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$),离解的 Co^{3+} ($\varphi^\ominus(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}) = 1.92\text{ V}$)与 H_2O_2 ($\varphi^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0.695\text{ V}$)反应生成起始反应物 Co^{2+} ,颜色复原。通过整

个实验的解释,唤起学生探究的热情,触及学生思维盲点,举一反三,融会贯通。此外,围绕“设计性实验(二):水样中铁含量测定”,学生通过自己设计、交互分享、教师点评、探索方案优劣、实施测量,享受“实践出真知,创新促思维”的乐趣,最后测定教学楼自来水、超市购水、湖水和茶叶水中的铁含量。

2.6 引入生活化实验,树立健康生活理念

在初步掌握化学实验的基本方法和基本操作的基础上,引入生活化“设计性实验(三):果蔬中维生素C含量的测定”,学生设计实验方案并研究烹饪方式对食材中维生素C含量的影响。通过文献阅读及实验结果分析,学生意识到VitC堪称“万能解毒剂”,能提高人体免疫力,阻断致癌物亚硝胺的生成,防治癌症等功效。但VitC易溶于水,极不稳定,遇空气、热等都会被氧化破坏。所以,为了获得充足的维生素C,果蔬选择上有技巧;食物尽量生食营养价值更高,即使需要炖汤吃,最好加入具有还原性巯基(-SH)的淀粉或肉类,以保护维生素C不被氧化或少被氧化。通过这些实验,使学生树立起科学健康的饮食习惯和生活理念。

3 成效

通过改革,教师从知识“占有者、传授者”,演变为激发学生创新的“组织者、引导者”,从课程“执行者、教书匠”演变为课程“开发者、研究者”,这对教师自身素质提出了更高的要求;教师将实验科研化与生活化,使学生从被动学习的“考试学霸”转变为主动研修的“创新学神”。学生的课后反馈,为此提供了鲜活的观照。关于人文情怀,学生写道:“这是一个神奇的地方……开始的开始,我们都是孩子,最后的最后,渴望变成天使……。”“吾之于天,不过一叶草……且行孝行善,且心系苍生。”关于自主学习意识的提升,学生写道:“老师让学生带着问题学习的教学方法,加强了我们的主动学习和自主学习的意识”;“所谓学在华科,说的不仅仅是图书馆那并不存在的空位,不仅仅是东九连廊立于清晨寒风中的身影,人生情痴,无关风月,感谢老师一往情深,支撑苦读学子的除却勤谨,便是师恩手动。”关于责任担当,学生写道:“每次化学实验都感觉自己是掌握人类命运的科学家,爱魔法世界。”在实践创新方面,学生围绕实验研讨群制作视频“一花一世界,一师一生情。”学生对实验课程整体评分达到94.6/95.0(总分),也证明了改革的卓有成效。

参 考 文 献

- [1] 彭鑫. 中医健康养生, 2015, No. 12, 66.
- [2] 张萍, DING Lin, 张文硕. 教育学报, 2017, 13 (1), 46
- [3] 刘敏, 冯清. 华中师范大学学报(自然科学版), 2015, No. 3, 106.
- [4] 陈亚苟, 宁清茹. 大学化学, 2017, 32 (3), 24
- [5] 冯清主编. 医学基础化学实验(双语版). 第1版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2007: 88.