

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201807056

www.dxhx.pku.edu.cn

无机及分析化学课程的教学思考与实践

张三兵*, 周文峰, 鲁润华

中国农业大学理学院应用化学系, 北京 100193

摘要: 精心设计和实施了混合式教学措施, 并探索了启发式、生活情景式与穿插化学史教学等行之有效的兴趣教学方式、方法, 提高了学生的自主学习能力和创新能力, 同时有效提升了农科无机及分析化学课程的教学效果。

关键词: 无机及分析化学; 混合式教学; 兴趣教学

中图分类号: G64; O6

Practice and Reflection of Teaching in Inorganic and Analytical Chemistry

ZHANG Sanbing*, ZHOU Wenfeng, LU Runhua

Department of Applied Chemistry, College of Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, P. R. China.

Abstract: The paper focuses on designing carefully and carrying out combined teaching methods. Meanwhile, some effective teaching methods, including chemical history teaching, situational teaching and heuristic teaching, are used to cultivate students' interest. In general, the teaching reforms have shown that the educational reform can improve self-learning abilities and cultivate innovation ability of students, and thereby improve the teaching quality of agricultural inorganic and analytical chemistry effectively.

Key Words: Inorganic and analytical chemistry; Blending teaching; Interesting teaching

根据《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》等精神, 我校于 2018 年 1 月正式公布《中国农业大学一流大学建设方案(精编版)》, 其中在“一流本科人才培养计划”任务中明确提到“建设一批优质课堂(课程), 开展优质课程与优质课堂评选, 建设一批高水平在线课程”^[1]。基于此次双一流建设的要求, 我校新一轮本科教学改革相继展开。

无机及分析化学课程是高等农业院校农、理、工科等学生必修的化学基础课程, 是为后续化学课程的学习和解决化学相关技术问题打好基础的一门重要课程^[2]。我校从 2016 年秋季起将普通化学和分析化学合并为无机及分析化学课程, 该课程的特点是: 基础性强, 是后续诸多专业和专业必修课程的先导课程; 内容繁多, 学时紧凑, 贯穿整个秋季学期, 在教学内容基本未缩减的情况下, 学时由原先两门课程的 56 和 32 学时合并压缩到 64 学时; 专业和人数涉及面广, 我校近 20 个专业约 1500 名学生必修。通过研究教师和学生特点, 结合课程建设要求, 从教学方式、方法等方面进行改革, 探索出了一套适用于农业院校的教学模式, 提高了农业院校农、理、工科学生对无机及分析化学课程的学习兴趣, 从而提升了农科无机及分析化学课程的教学效果。

收稿: 2018-07-31; 录用: 2018-10-15; 网络发表: 2018-11-08

*通讯作者, Email: san3zhang@yeah.net

资金资助: 中国农业大学理学院教改项目

1 无机及分析化学课程教学面临的问题

首先,该门课程开设对象是大一新生,学生习惯于中学教师的透彻阐述以及教师引导下反复训练习题的学习方式。而大学学习与中学学习是截然不同的两种模式,大学学习是教辅与自学相结合的素质教育形式。无机及分析化学的内容繁多复杂,学时有限,授课教师不可能像中学教师那样细致教授和透彻阐述,如学生不能及时改变学习方法来适应大学讲课的快节奏和学习方式,学习起来就会有点力不从心。

其次,化学作为一门自然科学,其理论知识相对枯燥乏味,有些概念艰涩难懂,还涉及很多较难的计算过程,加之非化学专业的学生认为化学不是本专业的课程,容易产生学习懈怠,到期末考试总测验时,就会出现很多学生成绩不理想的后果。

再次,在现行的高中课程结构和高考制度下,我校所招收学生的化学基础不尽相同,知识储备量差别较大。参加过化学科目高考的学生,在高中阶段学习过化学必修和选修内容,这部分学生的化学知识容量相对丰富;但有的学生没参加化学科目高考,高中阶段只学过化学必修内容,这部分学生的化学知识容量相对较差。学生化学知识基础的差异,给教师的授课进度及授课方式增加了难度,同时给大学化学教育带来了较大的挑战。

最后,教学改革始终是高等教育教学的主题,但当前的教学改革还存在如下问题:片面追求教学方式的多样化和新颖性,忽略教学形式的适用性和实用性;过于关注教学组织形式、可量化的分数和眼前效果,忽略学生的整体和长远发展。而且各高校的人才培养方案、教学大纲要求、教学硬件条件、教师队伍水平以及学生知识水平的差异,使得教学改革不能盲目照搬。只有依据本校情况,开展适于本校状况的教学改革,才能有效提高教学效果。

针对无机及分析化学课程存在的以上问题,应探索和设计有效的教学方式、方法,吸引学生的学习兴趣,化被动学习为主动学习,提高无机及分析化学的教学效果,我们从教学方式、方法等方面进行了诸多有益的探索与实践。

2 教学思考与实践

2.1 混合式教学手段综合运用

伴随着信息技术的发展,混合式教学模式应运而生,并显示出巨大的发展潜力和应用前景。混合式教学方式不是简单的传统课堂师生面对面教学与网络教学的结合,而是把传统的教学和学习方式与互联网络在线学习的优势结合起来,是传统教学模式的提升,也是解决教学难题的最佳选择。这种教学方式要求教师在分析课程教学内容、学生学习基础、教学环境等因素的基础上,精心设计教学过程,将“线下”(课堂教学)与“线上”(网络教学和学习)进行有机结合,使其达到优势互补,从而达到教学效果的最优化。这样的教学方式既发挥了教师引导、启发和监控教学过程的主导作用,又充分体现了学生作为学习过程主体的主动性、积极性与创造性^[3,4]。

2.1.1 混合式教学的实施策略

混合式教学的重要性在于将线上和线下的教学结合起来,突破传统教育中的局限,创造一些更为灵活和有效的教学方式,为大学教学开创了新的途径。

课前,教师分析教学内容,设计教学方案,根据问题导向原则,将学习资料(教学大纲、进度安排、教学方式、成绩评价标准、自主学习任务单、PPT及视频等)上传至网络教学平台,同时推荐社会认可度较高的慕课平台(中国大学 MOOC 和学堂在线)供学生选择学习适宜课程,让学生先行在线预习,并要求学生完成相应的学习任务,促使学生通过自己查找资料来解决问题,从而培养学生的自学能力。在网络教学平台,学生可以针对学习内容中的疑难困惑相互讨论交流,教师对学生出现的学习问题及时加以解答和指导^[5]。

课堂上,教师不再做系统的知识讲授,而是根据学生课前预习反馈评价,以问题的方式导入,

选择性讲解重点和难点,同时对知识点做适当的延伸,让学生达到内化和巩固知识的学习目标。也可采用翻转课堂模式,对于大班教学一般是先建立学习小组,让学生讲解知识点,教师和其他学生提出问题,积极引导学生对存在的疑难问题进行讨论,通过思辨得到有意义的结论,从而提高学生主动学习与深度学习的能力。课堂上师生互动、学生之间团队协作更利于知识的领悟,通过解决疑难问题达成知识的内化,这一教学环节在混合式教学中是非常重要的^[3,6,7]。

以下为两个具体教学实例过程,如表 1、表 2 所示。

表 1 “化学反应速率”混合式教学具体过程

教学环节	教师活动	学生活动
课前	将 PPT 课件及教学视频上传到教学平台,启发学生自行通过查找资料或在线学习解决以下问题:1) 质量作用定律的意义和适用范围, 2) 如何在实验中测算平均速率、瞬时速率和活化能, 3) 化学反应速率理论的要点 在线解释学生疑问	学习教学平台的课件和慕课平台的视频教学 结合教师提出的课前作业和实验课上的实验过程和结果,分组讨论学习心得
课中	检测课前学习情况 讲解基元反应的概念以及质量作用定律的适用范围 结合学生在反应速率实验中的数据处理过程,通过例题阐述如何去求得复杂反应的速率方程 启发学生提出疑问,组织学生小规模讨论 布置作业	回答课前教师提问 生生、师生间进行小规模讨论
课后	阅判学生作业 通过网络教学平台、微信与 Office Hour 实时在线或现场答疑,将学生共性问题在教学平台予以释疑	完成教师布置的课后习题,就疑问通过网络教学平台、微信和 Office Hour 与教师、同学进行交流

表 2 “酸碱滴定”混合式教学具体过程

教学环节	教师活动	学生活动
课前	将 PPT 课件及视频资源上传到教学平台,给学生布置 3 个问题: 1) $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 滴定 $20.00 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HCl}$ 的滴定曲线该如何绘制? 2) 这个滴定过程应该选择何种指示剂? 3) pH 突跃范围是多少? 参与个别小组的学习讨论	自行查找资料或在线学习,结合教师提出的课前作业和实验课上的酸碱滴定实验的数据处理方法,分组讨论学习心得
课中	选择学习小组讲解课前问题,阐述解决课前问题的过程和方法以及心得,引导其他同学提出问题 总结酸碱滴定突跃范围的含义以及计算方法 布置作业: $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HCl}$ 滴定 $20.00 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 的滴定曲线的突跃范围是多少?	小组学生代表讲述,其他组学生提出问题,共同讨论 听教师讲解和总结
课后	阅判学生作业 通过网络教学平台实时在线或现场答疑,将学生共性问题在教学平台予以释疑	完成教师布置的课后习题,就疑问通过网络教学平台与教师、同学交流

学习评价是混合式教学的一个重要环节。教师通过课堂作业的完成来判断学生对知识的掌握情况,这也是注重过程性评价的具体体现。我们将课程内容的重要知识点编撰成题,题目类型与考试相似,按判断、选择和填空三种题型做成 A4 纸一页,规定 10 min 内做完收起。每次课堂作业以两章内容为宜,基本上两、三周做一次。课堂作业的有效实施可以减少学生的缺课、迟到等现象,更重要的是可以及时了解学生对所学知识的掌握程度。课堂作业成绩以 40% 计入平时成绩。我们将无机及分析化学课程分为 6 个课堂作业单元,分别为:① 分散系、化学反应基本原理(化学热力学、化学平衡和反应速率);② 酸碱平衡、沉淀溶解平衡和氧化还原平衡;③ 物质结构基础(原子结构和化学键)和配位平衡;④ 误差与数据处理和酸碱滴定;⑤ 配位滴定、沉淀滴定和氧化还原滴定;⑥ 仪器分析(分光光度法和电势分析法)。

课后,教师除了要求学生进行计入平时成绩的课后习题作业(占平时成绩的 30%)以外,还要求学生自行总结课程内容,建立自己的知识体系,并以书面形式形成课程总结报告(占平时成绩的 30%)。

传统教学方法一个很大的缺陷在于:学生和教师之间交流太少,学生遇到的学习问题只能通过短短的课间休息时间来和教师探讨,而混合式教学方式恰能弥补这一问题。利用现代通讯技术(微信、短信、QQ、网上课堂等)进行联系,教师与学生可进行实时的在线交流与讨论,不但能解决学生学习上的问题,还能增进师生情谊,利于教师掌握学生学习动态,进一步引导、教育学生。Office Hour 是国际一流大学在固定的时间、地点为学生提供课下与任课教师见面交流、沟通、答疑,进行学业指导的重要形式。我校于近年开始实行 Office Hour 制度,反响很好。课下一对一的答疑辅导,不但能够为学生解决理论知识上的疑问,还能引导学生改进学习方法,提高学习效率,同时授课教师也能及时了解学生对知识的掌握情况和发现共性疑问,可以在后续课堂上详细或重点讲解,从而帮助教师改进课堂授课方式和抓住每堂课授课重点,促进教师快速成长。

2.1.2 理论与实验教学的融合

许多高校成立了各类实验教学中心,目的是构建一体化、多层次、开放式的实验课程体系,但随之带来的可能是理论课教学和实验课教学相互独立,教学内容脱节,教学进度不同步,始终无法完美契合,影响教学效果。我校的无机及分析化学课程教学中,理论课教师须承担相应的实验课教学,且理论和实验课程的教学内容和教学进度尽量协调一致。教师在理论课和实验课课堂上将理论课和实验课的讲授内容相互联系,让学生在掌握化学理论基础知识和基本原理、训练基本实验技能的同时,达到理论联系实际,从而领会解决实际问题的思路和方法。例如,学生在学习酸碱平衡结束后,开始进行乙酸解离平衡常数及电离度的测定和缓冲溶液的配制及性质等相关实验,实验课教师也是每个班的理论课教师,所以,实验原理、操作步骤的要点等和理论课程内容相呼应,既有助于学生进行实验操作,又加深对理论课上酸碱平衡常数和缓冲溶液等内容的理解,相得益彰。又比如在氧化还原滴定法中有关高锰酸钾标定的注意事项内容讲授后,开始进行标定高锰酸钾和测定双氧水含量的分析实验,直观地将标定高锰酸钾的注意事项(酸度、温度和滴定速度)以及高锰酸钾自身充当指示剂内容体现在具体的实验内容中,使学生理解更深刻、学习效率更高。

2.2 兴趣教学方法、方式研究

在授课过程中,我们坚持以教师为主导、学生为中心,坚持教学相辅的模式。无机及分析化学课程的教学内容繁杂,学时紧凑,让学生透彻掌握相应知识点难度较大。在这种情况下,若继续沿用传统的教学方法,难以取得良好的教学效果。孔子说“知之者不如好之者,好之者不如乐之者”,爱因斯坦说过“兴趣就是最好的老师”。因此教师应该在课堂教学中从如何调动学生的学习兴趣入手,让学生真正“把头抬起来、坐到前排来、提出问题来”。兴趣教学是激发学生求知欲,化被动学习为主动学习,体现学生为主体,使学生在情感的愉悦中接受知识的一种有效提高教学效果的方法。因此,应探索和设计有效的教学方法,调动学生的学习兴趣,使学生容易接受与理解知识。据

我们的调研和实践,以下方法有助于学生学习兴趣的提高,有助于提高无机及分析化学的教学效果。

2.2.1 探索启发式教学

大一新生经过高考的紧张学习后进入大学容易懒散放纵,但他们也有快速接受新事物、勇于尝试的特点。面对这样的学生群体就需要教师的合理引导和启发。

启发式教学是指教师在课堂教学过程中,充分发挥引导作用,根据教学任务和学生认知规律,深入研究教学内容的逻辑性,以问题为基础,通过学生自主探究来解决问题,以启发学生的思维为核心,调动学生学习的主动性和积极性,增强学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

探索启发教学法有利于激发学生的主观能动性和学习兴趣,有利于引导学生主动学习。基于这种理念,我们将无机及分析化学课程教学中的任务设计为以知识点为串联模块的特定的项目和问题,并将其应用于无机及分析化学的教学实践中。比如:在讲化学反应的基本原理时,指出化学是利用化学反应来创造物质的科学,但反应能不能进行,需要逐一去尝试吗(引出问题)。当然不是,实际研究中研究者不是盲目地去尝试,而是通过理论来分析、判断所设计的化学反应有无发生的可能性,这样顺理成章地引出化学反应的方向性问题。起初人们发现自发进行的反应趋向于能量降低,且大部分是放热的,于是试图通过焓变来判断反应的自发方向,但是也有个别吸热反应也是自发的,所以用焓变来判断反应自发方向不合适。后来人们发现体系趋向于混乱度增加,于是人们试图通过熵变来判断自发反应进行的方向,引出了熵增加原理,但是由于熵增加原理对应的是孤立体系,实际操作中不现实。最后引出吉布斯自由能降低原理,通过层层推进方式一步一步找到判断反应自发方向的依据(解决问题)。那么热力学只是说明了反应的可能性问题,至于这个反应能不能真实地发生?这个不是热力学所能回答的问题,针对可能发生的反应的现实性问题,还得考虑化学平衡和反应速率,也就自然过渡到化学平衡和动力学。通过教师循循善诱的引导,学生在问题启发中慢慢思考,遵循逻辑关系,抽象的理论自然而然地就容易被领会。

2.2.2 穿插化学史教学

无机及分析化学课程的部分教学内容抽象,加之学时较短,学生在学习这一部分内容时常感到困惑,导致学习兴趣下降。优质的课堂教学要能激发学生的学习兴趣,提高学生学习的积极主动性,并且引导学生去探讨和解决问题。

在化学课堂上引入化学史,以趣味故事形式穿插于理论课堂中,调节课堂气氛,营造轻松愉快的课堂环境,可提高学生的学习兴趣,也可让学生体会到科学家为科学发现所付出的艰辛,从而激发学生学习科学家为追求真理的献身精神。比如在讲物质结构时,从古希腊哲学的朴素原子学说,到道尔顿的科学原子学说,从原子结构的汤姆逊“葡萄干布丁”模型到卢瑟福的行星模型,再到让很多人困惑的量子理论。围绕着量子论的发展,涌现了无数物理天才,普朗克、爱因斯坦、玻尔、薛定谔、泡利、狄拉克、德布罗意和海森堡等人陆续登场,他们几乎都在30岁之前对量子论做出了重大贡献,这也就是为什么在当时,量子力学被人们称为“男孩物理学”的原因。我国著名科学家钱三强曾说过“科学经历的是一条非常曲折、非常艰难的道路”,由此可以体会到科学家在科学研究中的艰辛,教育学生学习科学家为真理不断奋斗的精神。再比如讲到杂化理论时,我国著名结构化学家卢嘉锡和唐有祺曾师从杂化理论的创立者 Pauling,对我国物质结构的发展做出了杰出的贡献。讲到酸碱平衡时,可讲路易斯酸碱理论的创立者路易斯,路易斯科研和教育成就都非常突出,虽然自己没有获过诺贝尔奖,但在他领导和指导的研究生中有5名获得过诺贝尔奖,在整个科学世界里,这是何等的殊荣,堪称化学界最杰出的“伯乐”。古语云:“学高为师,身正为范。”从中可以体会到路易斯在教书育人、潜心研究方面所付出的艰辛,也是他爱岗敬业、具有高尚师德的体现。在讲到配位键理论时,维尔纳与约尔更生之间有场著名的争论。约尔更生对比自己年轻得多的维尔纳提出的挑战极为不悦。但是,约尔更生自己的实验结果意味着他输掉了与维尔纳的争论。作为出色的化学家,他做了一个有诚信的科学家应该做的事:发表了实验结果,说明自己的理论是错误的,这得有多大的胸怀,值得我们深思。

在课堂上穿插讲述化学史,可以提高学生的学习热情,有助于学生加深对课程内容的理解,而且有助于学生辩证思维能力和德育品德的培养。

2.2.3 创设生活化教学情境

化学理论中蕴含着丰富的大自然规律。在化学教学中,教师有目的地引入或创设生动具体的生活场景,将知识与生活相融合,在学生已有的知识背景和生活经验与新知识之间架构有效的桥梁,以引起学生一定的认识体验,可以降低知识的难度,吸引学生的学习兴趣,并使学生的心理机能得到发展,充分体现以学生为本的特点和要求。因此,创设生活化教学情境是有众多裨益的。

我们讲到化学反应的自发性时,认识到化学反应的自发趋向于体系能量降低和混乱度增加。这与生活中的情境非常相似,于是我们讲到人为什么更多时候能躺着就不坐着,能坐就不站着,因为躺着趋向于能量最低,连没生命的体系都可以躺着,同学们在哈哈的笑声中领会了化学要点。再说化学反应趋向于混乱度增加,我们讲到人们的言行趋向于混乱度增加,正因为有规则,才有了各位同学端坐在教室上课,规则对人的约束也就相当于对化学反应进行了做功,让其朝着非自发反应方向进行。

在学习外轨型和内轨型配位键形成原因时,我们讲到 C、N 原子电负性较小,对电子的吸引力相对不大,所以他们相对容易将电子给到金属离子的空轨道上,将金属离子的未成对电子进行重排,腾出更多空轨道,然后将 C、N 原子自己的成对电子放到重排过的金属离子空轨道上,从而形成内轨型配合物。说的形象点,就像人愿意送给别人东西时,还忙着帮对方收拾屋子以腾出足够空间放自己带来的东西。而 F、O 原子电负性较大,对电子的吸引力大,是个小气鬼,不愿意送电子给金属,所以他们不会帮金属离子收拾屋子(轨道),金属离子的原子轨道不发生重排, F、O 的成对电子只放到金属离子的外轨道,形成的更多是外轨型配合物。

2.3 提高教师的综合素质

俗话说“授人以鱼不如授人以渔”,高校教师在教学过程中不仅要传授专业知识,更重要的是要传授给学生一套正确的思维方法和研究方法,提高学生分析问题和解决问题的能力,这就对任课教师的教学水平提出了更高的要求。

在信息技术发展迅速的当今时代,教师首先要不断增加自身的知识储备,广泛涉猎相关知识,包括熟悉教材的体系结构,掌握教学大纲的要求,深入钻研教学重点和难点等,这样才能做到授课时熟能生巧,在教学中做到有的放矢。同时,教师还须参与科学研究,以了解相关领域最先进的科学进展和发展趋势,有能力激发学生的探索欲望和创新精神,达到以科研促教学。另外,教师要深入钻研课堂教学艺术,尤其是青年教师利用教学基本功比赛和教师帮扶互助关系借鉴他人优秀的教学经验,充分发挥优秀教师“传、帮、带”的作用,促进青年教师在教育教学等各方面取得突破性进步,努力提高教学效果。

3 结语

将我们的教学模式应用到我校 2016 级和 2017 级水产养殖学、设施农业科学与工程等专业的无机及分析化学课程的教学改革实践中,通过教学实践和问卷调查,分析这种模式教学的初步成果,发现:首先学生在该教学模式的引导下能够更加有效地进行自主学习,锻炼学生自主学习和探究能力的培养;其次就是在协作学习过程中,学生之间通过协作的小组讨论和小组学习,促使其相互启发、补充见解等,锻炼了学生的团队协作能力和交流能力,达到最佳教学效果。最后相较于传统教学模式,独特的混合式教学模式在激发学生学习兴趣方面有着天然优势。在 2016 级和 2017 级水产养殖学和设施农业科学与工程专业 223 个被调查的学生对象中,98%的学生认为我们的教学带给他们很大帮助,增加了对化学课的兴趣,有助于自主学习能动性和探究能力的培养,为以后工作和学习打下良好的基础。

通过我们的学习、交流,逐渐形成了这套简单易行的教学方法,实践效果良好,基本实现了“以

学生发展为中心、以学生学习为中心和以学习效果为中心”的“三中心”素质教学理念^[7,8],也可以使教师把快乐学习、培养学生的能力、开拓学生化学思维的理念落到实处。

参 考 文 献

- [1] [2018-09-01]. http://syljs.cau.edu.cn/art/2018/1/24/art_29136_554105.html.
- [2] 揭念芹. 基础化学(无机及分析化学). 第2版. 北京: 科学出版社, 2007.
- [3] 张雯, 高培红, 向丹, 唐玉海. 大学化学, **2018**, 33 (1), 24.
- [4] 曹侃. 攀枝花学院学报, **2017**, 34 (2), 106.
- [5] 范文娟, 常会, 马光强, 邓俊, 尹海英. 广州化工, **2018**, 46 (11), 142.
- [6] 李文旭, 张立珠, 肖鑫礼, 唐冬雁, 强亮生. 大学化学, **2015**, 30 (3), 18.
- [7] 解筱杉, 朱祖林. 中国远程教育, **2012**, No. 10, 9.
- [8] 张华山, 郭小峰. 中国大学教学, **2013**, No. 10, 49.
- [9] 冶杰慧, 王威, 纪利春. 大学化学, **2017**, 32 (10), 17.