

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201901029

www.dxhx.pku.edu.cn

化学原理课程小班教学方法的研究与实践

蔡苹*, 胡锴, 罗威, 程功臻*

武汉大学化学与分子科学学院, 武汉 430072

摘要: 详细介绍了化学原理课程小班教学方法的具体实施内容, 包括授课时间的分配、教师讲授和学生自学内容的分配、研讨课的组织与文献的阅读以及学生创新能力的培养。同时介绍了在此方法实施过程中所做的教学内容与教学方法的改革。

关键词: 化学原理; 小班教学; 研究与实践

中图分类号: G64; O61; O6-0

Study and Practice on Small-Class Teaching of Chemical Principles

CAI Ping *, HU Kai, LUO Wei, CHENG Gongzhen *

College of Chemistry and Molecular Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China.

Abstract: In this paper, the contents and methods of small-class teaching of chemical principles were introduced in detail, including the allocation of teaching time, the allocation of lecturing and self-study contents, organizing seminar and literature reading, as well as the cultivation of students' innovation ability. The reform of teaching content and teaching method in the process of implementing were introduced.

Key Words: Chemical principles; Small-class teaching; Study and practice

“基础学科拔尖学生培养试验计划”(简称“拔尖计划”)旨在培养中国自己的学术大师。自该计划于 2009 年开始实施以来, 各参与高校不断探索, 积极展开了人才培养模式、课程体系、教学内容、教学方式、教学方法等方面的改革与创新, 取得了令人瞩目的成效^[1-4]。

武汉大学化学与分子科学学院一直在教育教学中积极创新, 早在“拔尖计划”实施前就开展了拔尖学生培养模式的探索: 学院于 2003 年开始建立“教学改革试验班”, 摸索了化学学科理论课程体系和教学内容与顺序的改革; 在教务部的支持下, 学院在 2009 级学生中选拔 25 名学生成立了“星拱化学拔尖人才培养试验班”——弘毅班, 为拔尖学生培养计划进行了先行先试, 在理论课程体系和实验课程体系均尝试进行了改革, 积极开展教学理念、模式、内容和方法的创新与探索, 在骨干专业基础理论课程教学中尝试探讨了小班讨论式教学, 实行了滚动淘汰制, 鼓励学生参与科学研究活动, 培养他们的科研兴趣和基本科学研究技能, 鼓励他们有更远大的志向, 为成为德才兼备的学者而努力。通过十多年以来的不断改革与探索, 我们取得了不少的成果, 也积累了一定的拔尖人才培养方面的实践经验, 比较突出的是小班教学模式(包括教师讲授和师生研讨)受到了广大师生的积极评价, 并在武汉大学弘毅学堂大理科, 即物理、化学、生物类专业的教学中得以推广并持续改进。

收稿: 2019-01-24; 录用: 2019-03-20; 网络发表: 2019-04-10

*通讯作者, Email: caiping@whu.edu.cn; gzcheng@whu.edu.cn

基金资助: 2018 年“基础学科拔尖学生培养计划”研究课题(20180306)

小班教学可以强化师生的互动,教师在互动中更容易了解学生对知识掌握的程度,是因材施教、满足个体差异的需要、突出个性化培养的有效途径,可以大幅度地提高课堂学习的效率,同时对提高学生的兴趣、促进学生的主动思维、提高学生分析问题和解决问题的能力等方面均可以起到非常好的促进作用。下面以武汉大学化学与分子科学学院面向弘毅学堂大理科——物理、化学、生物类专业学生所开设的化学原理课程为例,从课程开设模式,课堂安排,以及教学方式、方法等方面进行介绍和总结。

1 化学原理课程简介

化学原理课程是武汉大学弘毅学堂大理科,即物理、化学、生物类专业的第一门专业骨干基础课,对中学化学和以后专业课程的学习起到承上启下的作用;对学生专业知识的学习、科学素质的培养、创新能力的提高以及专业兴趣的培养起着重要的作用,教者深感责任重大。

武汉大学弘毅学堂大理科班的化学原理课程分为两个阶段:第一阶段为包括数学、物理在内的所有大理科班的基础课程,为了达到较好的教学效果,分为三个小班开展教学活动;第二阶段只有化学和生物专业的学生参与,针对不同的专业需求,分为两个小班教学。如何将这两门课程教好、学好,更好地培养学生的自主学习能力,需要坚持不懈的努力与探究。

2 授课模式的总体设计

化学原理课程学习的基本目标是尽量减少课堂讲授,提高学生自己获取知识的能力。同时提高学生的表达能力,让每个学生都能掌握基本理论,培养自学、质疑、探究的能力。

(1) 时间分配。化学原理课程的重点在于基本理论的学习和应用;其中穿插的研讨课重点在不同阶段各有侧重,前 2/3 左右的时间花在基本理论的掌握和解决各类相关问题上;后 1/3 的时间用于文献的学习、分析和掌握。

(2) 教师讲授和学生自学内容的分配。按照目前的设计,化学原理课程包含传统无机化学和化学分析两个部分的内容。

需要重点讲授的内容有:化学热力学、化学动力学、原子结构、分子结构、化学键理论、分子间力、酸碱理论、电子转移反应、配位化学。

学生在中学化学中对化学平衡的知识点就已经有了比较好的基础,这样针对酸碱平衡、沉淀溶解平衡就很容易自学,因此安排学生对部分内容自学、观看本课程的精品资源录像。学生自学后,鼓励学生自主提问,让学生将困惑、不解的问题拿到课堂讨论,先鼓励学生之间互答、探讨,教师再参与探究、讲解、解释,并用实例进行分析。

元素化学部分大多数知识点是对前面所学基本原理的应用,鼓励学生先多阅读教材,观看课程视频,然后自己总结,通过基本原理将零散的元素化学知识串联起来,再结合最新的研究进展,对重要元素的性质做全面的掌握。

(3) 研讨课的组织与文献的阅读。化学原理研讨课是化学原理课程的一部分,其大部分时间用在化学原理基础理论的探究上,课堂以问题讨论为主,问题部分来自学生的学习过程,部分由教师准备。教师准备问题的选取一部分来自自己多年来在教学过程中学生所提问题的积累,一部分来自最新专业文献学习的心得,就一些最新发现的成果与所学理论知识关联,提出问题,让学生思考、质疑、讨论,形成解决方案;这样,一些问题就不会有标准答案,更多地让学生体验发现问题、分析问题、解决问题的过程,可能形成的只是一个方案、一个实验课能验证的路线。在课程完成了基本理论的学习后,我们一般选取 *Science* 或 *Nature* 及其子刊上最近一两年跟课程基本理论相关的 2-4 篇文献作为学生的学习资料,他们被要求阅读、分析、提问、一起探究,教师也不断参与其中^[5,6]。

有关文献学习,我们也尝试过让学生学习更多的文献,最后的结果是每个学生只关心自己负责的一部分,其他同学负责的部分被忽视,总体的学习效果不佳。所以,不再追求文献的数量,让每

一个人有所收获才是更加重要的。

学起于思，思起于疑。在课堂教学中，鼓励学生质疑，让学生意识到权威和现成的答案并不总是正确的，通过自主学习和独立思考，可以提出自己独到的见解。在课堂上，我们鼓励学生谈自己的观点、看法、见解和意见，甚至鼓励学生与教师对垒；营造宽松、和谐、民主的教学气氛，要让学生明白任何事情都有一个“为什么”，都值得去探究；不要怕问题过于简单而丢了面子，使课堂成为一个真正宽松自如的天地，成为学生自由发表意见的王国；同时，让学生“问”有保障，使有效的自主学习得到积极的评价和鼓励。当学生的才能为老师所承认时，就会产生一种发挥更大才能的心理。课堂上，努力捕捉学生星星点点的智慧火花，不失时机地给予积极评价，使学生时时有一种愉悦的心理体验，感受到思考本身的乐趣，只有这样，创新思想才有可能产生。

将基础理论的学习与学科前沿紧密结合。我们及时把教学研究成果、学科前沿知识以及新技术和新方法引入课堂。通过将学科前沿的内容引入化学原理的教学，丰富课程的学习内容，拉近学生与学科前沿的距离。将前沿知识贯穿到全课程的教学当中，也有利于提高学生的学习兴趣。开拓了学生视野，扩展了教学内容，还可以培养学生的创新意识，领悟科研成果的创造方法。

(4) 创新意识的培养。在教学过程中强调基础理论的重要性、鼓励学生的质疑精神、帮助学生提升解决问题的能力等做法，其最终目的都是为了能培养出有创新能力的拔尖人才。一方面，我们鼓励学生多质疑、多思考；另一方面，对教师也提出了更高的要求，因为教师的言传身教能起到因势利导的作用，所以教师在教学过程中更应注重创新，多阅读文献，结合文献报道，选择有价值的内容介绍给学生，并引导学生阅读相关资料，以帮助学生加深对教材上部分未解释现象的理解，利用学生已经掌握的基本原理，做出合理的解释，使学生能够从教学过程中真正体验、学习到如何开展科研创新。例如：结合干燥条件下的静电现象，以及 2004 年 *Science* 杂志上有关水合电子的研究结果，即水合电子的寿命只有 10^{-5} s，引导学生思考为什么在潮湿条件下难以出现“打电”现象，指出水在不同现象中所扮演角色的差别。继而结合非水溶剂体系中的溶剂化电子结果，向学生提出了水合电子寿命结束后电子的出路问题，引导学生的深入思考。然后与学生们讨论，倾听他们的见解。最后，将这些结论推广，引出固体与液体的“摩擦生电”现象，导出电极电势的形成机理等。这样，将物理和化学知识紧密结合，将实践中常观察到的现象与基础的物理、化学原理相结合，引导学生巩固基础知识，灵活应用基本理论和科学研究成果等多方面知识的能力，提高了学生的学习兴趣，牢固掌握基础理论、基本概念，培养学生综合问题、分析问题、解决问题的能力，最终实现培养他们创新思维的目的。对学生的创新意识起到示范作用。

3 教学内容与教学方法的改革

(1) 优化化学原理课程的教学体系。

国内广泛采用的武汉大学等校编写的《无机化学》教材最初成书于 20 世纪 70 年代末，由于历史的原因，该教材的教学体系或多或少地受原苏联教材体系的影响。后来几经修订、改编，不少内容获得了补充。但由于版权争议等历史原因，该教材在第 3 版后没能继续更新，因而内容相对比较陈旧，某些部分的内容已跟不上现代科学技术发展的需要，国内其他教材也存在类似情况。我们选用了美国 Illinois 大学 Steven Zumdahl 等编写的《Chemistry》教材^[7]，在参考国内外优秀化学原理教材的基础上，我们对化学原理课程的教学内容不断调整、更新，逐步形成更加完善的化学原理教学体系。

原子结构与分子结构先行。在学习气体、固体结构等内容之前，先学习原子结构的知识，认识真空中孤立原子的波动行为。将两个无限远的原子慢慢移近在一起后产生原子之间的结合，形成化学键，生成分子。再继续学习经典的 Lewis 结构的画法、价层电子对互斥理论、价键理论、分子轨道理论。循序渐进，由易到难。

以分子间作用力为主线。将多个分子放在一起，在温度较高时会形成气体，分子与器壁的碰撞，

产生压力的概念,他们之间在分子数量不多时几乎不存在相互作用,得到理想气体。当数量较多后,分子间相互作用力慢慢发生作用,形成实际气体。当这种作用强烈后,液体便开始形成。当分子间的平动、转动运动减少,固体便开始形成。以分子间作用力为主线,一环套一环,环环相扣,形成紧密的知识链。

将各种平衡体系统一学习,对比掌握。化学原理课程中的化学平衡包括:化学平衡的基础知识,酸碱平衡,沉淀平衡,配位平衡和氧化还原平衡。它们都基于 Le Chatlier 原理,但又有各自的特点。将他们统一学习,互相对比,了解他们的异同对学生掌握相关知识有很大的帮助作用。

元素化学的学习最大程度地发挥学生的主观能动性。化学原理的元素部分内容涉及的化学现象和反应式很多,在学习过程中常感到杂乱无章、枯燥无味、记忆困难、重点不易掌握。我们鼓励学生总结规律,写出总结报告:元素和化合物的性质千差万别,但某些物质性质之间却存在着明显的规律性。把众多的化学事实进行系统的整理,从中找出规律性的东西,就能把零乱的、分散的知识纳入一个系统,便于掌握和记忆。我们也鼓励学生自己走上讲台,将他们通过分析比较所获得的规律与同学们一起共享,提高了他们的学习兴趣,鼓励了他们的学习积极性。

(2) 改革化学原理课程的教学方法。

在教学方法上,大胆创新,加强师生互动、新老学生间的互动,提高教学效果;引导学生批判性地接受前人的知识,提倡双向思维;精简课堂学时数,将时间留给学生学习自己感兴趣的内容,鼓励学生尽早进入自己感兴趣的课题组,积极了解最新的科研动态。在注重课堂学习的同时,注意因材施教,课堂内外相辅相成;增加讨论、讲座等丰富多彩的课外活动;鼓励一部分优秀学生积极参加业余科研,提高他们的创新能力和从事科学研究的能力。逐步试验以优秀高年级学生作为带头人的小组讨论式学习法,提高他们独立学习、相互协作的能力,更能适应社会发展的需求。

在课堂教学中,教师利用板书教学形式,将重、难点突出,保证教学中的难点问题能够通过板书给学生仔细体会的机会和时间,提高学习效果。

对于教学中那些难以用语言表达清楚的内容,则突破传统的教学模式,大量使用信息辅助工具协助教学。在上课时,通过制作的各类课件直接发挥计算机信息辅助工具的多媒体功能,充分调动声音、颜色、动画、模型等,演示出一幕幕有声有色、有动有静的生动画面,使抽象的理论以直观的形象展现在人们面前。努力实现将传统的教学方法和现代教育手段完美结合,提高教学的效率和学生的学习兴趣,提高教学效果。

同时,积极有效地利用国内外化学原理课程资源,如我们自己建设的课程资源、国内同行的优秀课程资源,以及国外特别是英美等国的课程资源,鼓励学生对比观看,在探索中学习。

改革考试方法,进行全面成绩评定。以往,学生基础理论课程的成绩以期末考试成绩为主,不论学生实际学习情况和对基础知识掌握的程度,一次考试就决定了学生成绩的好坏,这对于全面、科学地评定学生实际的学习成绩是不利的。为了能合理地、真实地评定学生的学习成绩,我们采用平时测验、课程小结、学习论文等多种方法,加重平时成绩的比例,加强平时成绩的评定,以期改变期末一次考试定终身的情况,达到提高教学质量的目的。

4 实施过程中的思考

化学原理课程小班教学方法在实施的这几年里,受到了师生们的一致好评,但是,在实施过程中依然面临着诸多挑战。首先,对教师有了更高的要求,优秀师资紧张,因为这种授课模式需要教师投入较多的时间和精力,而且要不断更新自己的知识体系。其次,因为学生知识获取途径有了较大的改变,出现过极少数学生不能适应的现象,有的学生自觉性不够或者自主学习能力不够强,导致学习效果较差。

针对这两种情况,我们或许可以采取中班授课结合小班研讨的模式,同时加强对学生的督促和管理。

总的来讲, 小班教学方法的优点是可以强化师生的互动, 真正做到因材施教和个性化培养, 同时大幅度地提高课堂学习的效率, 实施的困难之处在于办学成本较高。但从培养拔尖人才的角度来看, 这一方法无疑是行之有效且值得推广的。

参 考 文 献

- [1] 潘云鹤, 路甬祥, 韩祯祥, 吕维雪, 吴健. 中国大学教学, **2005**, No. 11, 21.
- [2] 姚期智. 中国高教研究, **2011**, No. 12, 1.
- [3] 张倩, 张睿涵. 继续教育研究, **2015**, No. 10, 91.
- [4] 田玉敏, 崔三常. 学术论坛, **2014**, No. 12, 177.
- [5] Lin, M. C.; Gong, M.; Lu, B. G.; Wu, Y. P.; Wang, D. Y.; Guan, M. G.; Michael, A.; Chen, C. X.; Yang, J.; Hwang, B. J.; Dai, H. J. *Nature* **2015**, 520 (7547), 325.
- [6] Algara-Siller, G.; Lehtinen, G.; Wang, F. C.; Nair, R. R.; Kaiser, U.; Wu, H. A.; Geim, A. K.; Grigorieva, I. V. *Nature* **2015**, 519 (7544), 443.
- [7] Zumdahl, S. S.; Zumdahl, S. A. *Chemistry*, 9th ed.; Cengage Learning: Stamford, 2014; pp 189–877.