

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2013.02.036

《物理化学》课程教学改革的相关探索与实践

胡碧茹, 吴文健

(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

[摘要] 对新课程体系下物理化学教学中存在的问题进行了分析, 通过以“博而通”和“少而精”思想为基础搭建知识框架、加强研讨型教学、将科研带进课堂等方式, 探讨了相应的改进措施。

[关键词] 物理化学; 教学改革; 探索实践

[中图分类号] G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)02-0113-03

Exploratory Practice in Physical Chemistry Curriculum

HU Bi-ru, WU Wen-jian

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: On the basis of the characteristics of Physical Chemistry and the analysis of the problems in the new turn of teaching process, teaching reform is taken into consideration to improve the teaching quality and training level through the establishing the frame of the curriculum system according to the principle of exactness and width, enhancing the discussion in the teaching, introducing the research project to the class, adopting more flexible assessment methods, etc.

Key words: practical physical chemistry; teaching reform; exploratory practice

一、引言

物理化学是从物质的物理和化学现象的联系入手来探求化学变化基本规律的一门科学, 主要研究和解决物质状态变化和化学变化的方向和限度、化学反应的速率和机理、物质结构和性能之间的关系等方面的问题, 是化学化工类及相关专业的主干课, 对培养学生思维能力、实践能力、分析问题及解决问题的能力具有重要的作用。按照国内化学专业课程设置的特点, 物理化学课程先修的基础理论课程主要是大学物理、高等数学、无机化学、分析化学和有机化学, 在其之后再行开设化工原理、生物化学、材料化学和高分子化学及物理等专业课程。因此, 物理化学课程是介于通用理论层次和专业理论层次之间, 起着承上启下的枢纽作用。我国各高校在化学专业教学计划安排上主要采用这种模式, 但是这种模式存在一定的问题, 即无机化学和大学物理中的原子结构与热力学、分析化学中的平衡原理与波谱方法、有机化学中的分子结构与化学键等内容与后续的物理化学课程有较大程度的重复。是否将物理化学课程设置成化学专业的第一门基础理论课程的争论由来已久, 但由于涉及到化学专业整个课程体系设置的重新调整, 改革力度相当大, 另一方面也担心学生不好接受, 因此该方面的改革始终未能深入进行。

实际上, 上述体制是沿用了前苏联的教学模式, 而西

方国家关于化学课程体系设置差异较大, 并未严格按照国内传统的无机化学、分析化学、有机化学和物理化学四大基础化学课程体系进行授课, 甚至也少有独立的分析化学课程, 而物理化学主要按热力学、动力学等方面进行分批开出, 不是特别强调化学知识分类的系统性。

按照素质教育的要求, 并考虑学时紧张的实际情况, 我校在2009年培养方案调整中, 针对现有课程设置中的相关问题, 对应于化学专业的课程体系进行了较大的调整。将物理化学课程调整为化学专业的第一门专业课程, 安排在大一下学期和大二上学期授课, 使学生一开始就建立严谨、规范和厚实的共性理论基础, 树立物理化学课程在化学系列课程的中心地位及化学各分支学科和专业课程的关联性。经过2009级、2010级和2011级三年的教学实践, 取得了明显的效果, 主要体现在: 一是大大提高了有限专业课学时的利用效率; 二是学生的专业素质起点高; 三是减轻了后续课程的教学负担, 有助于各课程教学改革及学生的技能拓展。但是, 我们也发现一些问题, 对此采取相应的措施进行一些探讨和实践, 并将相关的探索和研究成果应用于2012版教学方案的修订。

二、新课程体系下存在的问题

物理化学是一门概念性、理论性、系统性和逻辑性很强的学科, 涉及的公式、定律相对比较复杂。这些特点决定

[收稿日期] 2013-04-08

[基金项目] 国防科学技术大学本科课程教学团队建设项目的

[作者简介] 胡碧茹(1972-), 女, 四川成都人, 国防科学技术大学理学院化学与生物学系副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事仿生生物学的教学科研工作。

了该课程能有效地培养学生的化学素质,提高抽象思维能力以及分析解决实际问题的能力,但同时也使学生学习起来普遍感到比较困难。经过新课程体系三年的教学实践,对初学物理化学的大一学生来说,主要存在以下问题:

(一) 化学的底蕴明显不足,难以理解“物理化学”在化学系列课程中的“灵魂”地位

学生在中学阶段的化学课学习,主要是从外在现象、宏观角度、定性方式等表现的层面了解物质的性质及其发生什么样的反应,由于知识掌握程度和学习难度,通常是“知其然而不“管”其所以然”,难以理解事物的本质,而大学中物理化学课程的学习则是从内在本质、微观尺度、定量程度等方面考虑问题,主要用物理学中的方法研究化学反应的一般规律,包含最基本的化学反应热力学、化学反应动力学,分别讨论的是化学过程中核心和内在的本质问题,即反应的方向、限度、速率以及机理等,因此学生对这门理论性非常强的课程的认识与中学期间对化学的认识反差很大,在课堂上从喜欢看演示实验一下子变为记概念、背公式,一时难以适应,有学生甚至认为“这不像化学”。而原来课程体系,物理化学安排在大三上学期,学生经过前两年无机化学、分析化学、有机化学等理论课程和实验课程的学习,能够逐渐理解无机化学主要是研究无机物的性质及其变化规律,相当于人体的“四肢”;有机化学是研究有机物的性质及其变化规律,相当于人体的“躯干”;而分析化学是研究物质的组成及其鉴定方法,相当于人的“眼睛”。^[1]因此,学生对化学的感觉绝不再是停留在表观的反应上,而是自然地提出问题,是什么在“掌控”着这些反应和变化?因此,对后续将学到的《物理化学》相当于人的“灵魂”的理解就容易多了。

(二) 对相关的高等数学和大学物理知识的应用理解欠深入,产生对物理化学的畏惧

物理化学在公式的推导、概念的理解及原理的应用较多地涉及高等数学中的偏微分方程、大学物理中的量子力学理论等高深的知识,初入大学的学生还没有深刻地掌握与理解,存在畏难情绪和排斥心态。而无机化学、分析化学所用的数学、物理知识较为常规,适宜于从中学到大学的过渡。例如,对于原子结构,无机化学中基本采用与传统观念相匹配的“轨道”模式,而物理化学中要求更新到量子力学的“概率”与“统计”的全新思维。学生知道新概念是对的,但仍难以从旧模式中转过,或是无意识地又返回到了传统观念。例如,物理化学中的许多理论和公式需要求解偏微分方程,虽然学生已在高等数学中系统地学习过,而且物理化学课程并不要求学生自己求解,但他们仍从内心里敬畏所学知识的深度和难度,大部分学生的学习因此受到影响。

(三) 大一学生还未能完全适应大学的学习方法,常拘泥于细节的纠缠而难以认识该门课程的重点课程的总体结构

大一学生的共同特点是非常用心地抓住每一个细节不放,这样的结果往往是“拣了芝麻丢了西瓜”。物理化学是一门十分强调概念和逻辑方法的基础理论课程,科学的方法论贯穿着整个内容,如果仅局限于细节的纠缠,必然会导致“只见树木,不见森林”,忽略了对物理化学整个知识体系结构的理解,学完该门课程后可能仅留下对一些概念

模糊而零散的记忆,并未在头脑中形成较为清晰的框架,今后解决相应的实际问题就会十分茫然。因此,在其认知及学习能力有限的情况下,首先学习该门高难度的重点课程,确实存在较大的挑战。

三、物理化学课程教学改革举措

针对新课程体系设置中存在的相关问题,我们通过教学内容、教学方式方法的改进以及课堂教学的精心设计,探索了一些颇有成效的方法,在实际教学过程中取得了较好的效果。

(一) 建立物理化学的知识体系结构,注重“少而精”和“博而通”

物理化学本身内容十分丰富,再加上学时数有限,在教学过程中不可能面面俱到。在面向21世纪工科化学系列课程改革中,胡英院士提出了“少而精”和“博而通”的教学思想,可在一定程度上减轻学时数有限的困惑,而且还能很好地在物理化学的教学中把握“既见森林,又见树木”。所谓“少而精”,是指教学突出重点、教深教透,使学生能够举一反三、触类旁通。“博而通”是指广博的知识面,学生在解决问题时思维活跃,能够融会贯通。因此,尽管学时数较少,但必须要给学生物理化学完整的两个方面(平衡和速率)以及每个方面的三个层次(宏观、从宏观到微观、微观),帮助学生建立起比较完整的知识体系结构。这好比建一栋房子时,首先应该明确将框架搭好,水电煤气都通,然后重点装修几个样板房,大量的房子是空的毛坯房,以后由学生自己来填,这样就做到了“少而精”;但这并不是对学生的长远要求,在今后工作中,需要“博而通”,“少而精”就是为今后“博而通”打下基础。^[2]在这样一个构架下,学生对物理化学的知识框架和脉络结构就比较清晰,各个知识点之间的串接和联系相对容易。

为此,在教学过程中,我们始终从物理化学框架图出发,引出相关章节,然后再导出章节框架图,理清重难点并进行着重讲解,容易掌握和理解的让学生自学。这样,让学生时刻明确在学习中“我在哪儿”,需要掌握什么,还要知道“我往哪儿去”以及“怎么去”,即如何根据所学到的知识和获得的能力去解决相关联的其它问题。通过这种教学思想的渗透,可以在学时数有限的情况下,最大限度地让学生从总体和局部把握物理化学,理解物理化学在化学学科中的重要作用,在学习中做到有的放矢。

(二) 加强研究型教学,积极发挥学生的主体作用

研究型教学是将传统的以“教师、课堂和教材”为中心的传输型教学模式转化为三个突出的理念,即突出学生的主体地位、研究的重要作用以及突出以知识、能力、素质三维度的教学目标。^[3]它要求在教学过程中体现研究的本质特征,注重科学研究精神、态度和能力的培养,最终达到创新思维和创新能力的培养,全面提高学生的综合素质。因此,教学中应将传统的传授知识转移到以探索、研究为基础的教学中,以学生为主体构建物理化学的知识框架。

针对前述的“少而精”和“博而通”教学思想,我们采取了两类研究型教学方式,一是对已学的知识进行凝练和探究,不仅关注知识框架的构造,而且注重之间的关联,如热力学部分学完以后,我们拟出综合性较强的问题“化

学热力学主要解决什么问题?其解决问题的方法是什么?包括哪些重要的状态函数?它们是如何推导出来的?之间有什么关联?其相应的物理意义是什么?”让学生进行探究和讨论,这样做到了“博而通”;二是对具体重点难点的知识深入挖掘和拓展,内容包括“热机的效率”、“可怕的嫡”、“达尔文进化论和克劳修斯热力学第二定律之间的矛盾”、“神奇的界面与催化”、“稀溶液的依数性及其应用”等专题,让学生在对知识具体应用中来理解重难点,做到对重点问题的“少而精”。通过这些问题的抛出,学生进行相应分组学习与研讨,引导学生去自学、备课,然后在课堂中进行讲解和答疑。

通过这种方式,学生收获很大。在以前传授方式中,他们是被动的,对重要概念的理解仅限于机械的获得和记忆,通常会现出下述现象,以为自己理解了某个概念,但实际讨论时,经常会现出本来清楚的内容却被别人或自己越搞越糊涂,本想说服别人的却变得怀疑自己了,其根本原因是自己并未对知识进行独立深入的思考和内化,而通过研讨型教学方式,通过自己课外资料的查阅、消化、整理、讨论和讲解这一系列的方式,充分调动了自主学习积极性,学生在讲解过程提出了自己在思考过程中的疑惑,激发大家共同思考和讨论,这样增强和锻炼了学生积极主动的思维能力,同时,也深切体会到了备课的艰辛和不易,“要想给别人一杯水,必须储够一桶水”,经过这样的投入,学到的知识是自己主动获得,印象比传统接受型深刻得多。

(三) 理论联系实际,以科研促教学,培养学生的创新能力和探索精神

当今科技迅猛发展,物理化学经典理论的应用领域不断拓宽,教材改革的步伐无法赶上学科的发展。如何联系实际,将物理化学的理论指导地位彰显出来,最好的办法就是将科研与教学有机结合起来,将科研项目作为教学案例,使学生通过对相关研究内容、思路、方法的了解,加深对课本理论知识的理解,使学生对高深的理论有明确的感性认识,开阔了眼界,开拓了思路,也培养了学生的创新意识和探索精神。^[4]

例如,我们在课题“大面积人工造雾”的研究中,需要解决的关键问题是某类凝结核如何能在较短的时间内快速凝水形成稳定的大面积雾障?针对该关键点,我们拟出以下问题:施放在空气中的人工固态凝结核能否凝结空气中的水汽,并持续增长形成雾滴?形成雾滴的速度如何?凝水饱和后形成雾滴的平衡粒径为多少?要从理论上进行该问题的指导,完全涉及到物理化学中热力学、动力学等知识。为此,在物理化学课程学习后,我们设计了一个专题,根据所学习的物理化学知识分析人造雾凝结核凝水增长形成雾滴的具体物理化学过程,涉及的知识点包括:溶液理论、拉乌尔定律以及弯曲液面的蒸汽压的计算等等。通过对该科研课题关键问题的巧妙设计,使学生了解了物理化学中热力学、动力学的总体内容,以及其中的重点和知识关联性。

四、结束语

通过对化学专业课程体系改革和物理化学新大纲的实施,在一定程度上解决了新课程体系设置下的相关问题。同时,通过该门课程的教学改革和实践,也获得了重要的经验,为2012版培养方案的设计提供了有效的指导,主要

体现在以下方面:

(1) 化学系列课程的开课顺序及学期的调整。传统课程计划中,无机化学、分析化学、有机化学在前两学年开设,物理化学在第三学年开设;2009版培养方案中,物理化学在第一学年下学期作为专业课程最先开设,而2012版培养方案综合了传统方式和2009版的探索经验,采取了折中的方案,即第一学年上学期和下学期分别开设无机化学和分析化学,并对与后续物理化学课程学习相重复的部分缩减内容和相应学时数;第二学年开设物理化学,此时学生已有一定的化学知识素养,而且高等数学和大学物理刚好学完,基础很好,是开课的最佳时期,并且,72学时的物理化学课程拆分成两个学期完成,同步开设相应的物理化学实验课程,减轻了学生集中学习的压力。即2012版中,物理化学既不遵循传统地安排在三大化学基础课程之后,也不是“创新性”地设置为第一门专业课,而是安排在中间开设,这样就很好地解决了传统方案中学时紧张、内容重复以及2009版方案中前期知识学习与能力训练不足而导致的畏难情绪等矛盾。

(2) 物理化学与结构化学的关系问题。国内化学课程体系设置中,物理化学和结构化学通常是分开的,合在一起开课的很少。国外基本上没有开设独立的结构化学课程,而是将其内容并入物理化学。我校在以前的传统开设计划中,物理化学和结构化学是两门课程分开授课的,在2009版教学计划中,结构化学并入物理化学作为一门课程讲授。结构化学的学习难度更大,同时开设更加重了学生的负担。因此,在2012版方案中,再次将结构化学和物理化学分开,进行分段和分批次的学习更为适宜。

(3) 教学内容与教材的调整。国内物理化学教学内容丰富,如果一味地全盘掌握和消化,将有一定的难度。而国外授课并不指定特定的教材,而是重点参考几本教材,教师根据专题进行讲授,并且布置相关的问题,通过学生查阅大量的文献,以小组讨论、总结、大作业等方式完成。因此,在本门课程设置中,我们借鉴国外的教学方式,对教学内容进行较大的改革,不苛求知识讲授的全面和系统,而更多地注重框架联系、知识及实际应用上,少讲、精讲,尽可能通过研讨型教学方式,更有效地发挥其自主学习的能力,切实地领会物理化学的精髓。为了更好地借鉴中西教学理念与方法,我们在2012版培养方案中,技术类和合训类分别采用国内和国外不同的教材与知识体系,希望通过新一轮的教学实践,使我们对物理化学课程的教学教改有一个更高的提升,并将此课程的经验延伸拓展到其它相关课程。

【参考文献】

- [1] 朱志昂. 主讲基础课21年的体会[J]. 中国大学教学, 2006(5):15-16.
- [2] 胡英. 化学科学与化学教学[D]. 大学化学化工课程报告论坛, 2007;3-9.
- [3] 李志义. 高水平研究型大学本科教育模式的选择[J]. 中国高等教育, 2007(23):20-22.
- [4] 方文军,雷群芳,王国平,许佩新. 工科物理化学教学改革与实践[J]. 化工高等教育, 2005(2):33-35.

(责任编辑:卢绍华)