

高等农林院校物理化学教材新体系的构筑*

董元彦, 郑新生, 尹业平, 王嘉讯, 张谨华

(华中农业大学理学院, 湖北 武汉 430070)

摘要 根据农林院校对人才培养的需要和物理化学学科的发展, 从物理化学系统性的知识框架、教学内容的更新、理论与实践的结合三方面构筑高等农林院校物理化学教材新体系。

关键词 农林院校; 物理化学; 教材体系

中图分类号: G423.3 文献标识码: A 文章编号: 1008-3456(2009)06-0145-03

On Building New System of Physical Chemistry Textbook in A&F Colleges and Universities

DONG Yuan-yan, ZHENG Xin-sheng, YIN Ye-ping, WANG Jia-xun, ZHANG Jin-hua
(College of Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070)

Abstract Based on the needs of talent cultivation in A&F colleges and development of physical chemistry discipline, this paper analyses the building of physical chemistry textbook system in A&F colleges from such aspects as systematic knowledge frame of physical chemistry, update of teaching contents and combination of theory and practice.

Key words agricultural and forestry colleges; physical chemistry; text system

高等农林院校非化学类专业的物理化学课程主要面向农业资源与环境、环境科学、环境工程、食品科学与工程、食品质量与安全、生物科学、生物技术、生物工程、植物保护等专业, 是一门重要的基础理论课程。

随着社会的发展, 创新型社会的建立, 需要大批的创新型人才。为适应高等学校培养创新人才的要求, 人才培养体系必须作出相应的调整 and 改革, 当然也包括教材体系的调整与改革。

随着 21 世纪科学的发展, 特别是化学学科的发展, 化学与生命、材料、资源与环境等学科相互渗透日益加深, 使物理化学学科面临大量新的信息和新的问题。时代迫切要求物理化学课程教学要随着科学的发展, 社会的进步作出相应的调整 and 改革。必须依据时代和社会对人才培养的新要求, 构筑物理化学教材新体系; 跟踪化学学科发展, 教材内容推陈

出新; 加强基础理论, 注重理论与实践的结合, 为培养创新型人才作出贡献。

一、根据人才培养要求, 搭建教材知识框架

物理化学是介于通用理论课程如数学、物理学、无机化学、有机化学、生物化学等与专业理论课程如化工原理、生物工程、环境工程等之间的基础理论课程, 处于承上启下的枢纽地位。其主要内容包括研究物质变化或迁移的方向和限度的化学热力学、研究化学反应速率和机理的化学动力学、研究物质结构和性能之间关系的结构化学^[1-3]。

国外的物理化学教材一直涵盖结构化学的内容^[4-5], 在我国由于历史的原因, 结构化学一般不包含在物理化学教材之内, 而另设课程讲授。近年来

收稿日期: 2009-05-22

* 教育部课题: 21 世纪中国高等农林专业数理化基础课程的创新与实践。

作者简介: 董元彦(1944-), 男, 教授; 研究方向: 物理化学教学。

这一情况发生了变化,一些新出版的工科院校物理化学教材已经包含了结构化学的内容^[6]。

农林院校非化学类专业通常不开设结构化学课程,造成上述相关专业的学生只学习宏观层次的化学变化规律,而不了解微观世界的变化本质,学生的知识结构产生断层。为此在农林院校非化学类专业“十一五”规划教材《物理化学》修订中,我们增加了结构化学基础、光谱学简介的内容。提高了农林院校物理化学教材的系统性,更加符合相关专业实际发展的需要^[7]。

在教材内容的选择上,既注意物理化学学科本身的完整性、系统性,也注意到了农林院校的实用性和特色。全书分为十二章,根据农林院校学科的发展和培养创新人才的要求,适当强化了化学动力学、表面化学和胶体化学的内容,精简了经典热力学部分,增加了非平衡态热力学、生物电势和膜电势、结构化学基础、光谱学简介等章节。全书内容分为三个层次:第一层次是教学基本要求的内容;第二个层次是深入提高的内容,用星号表出,供教学中选用;第三层次是拓宽知识面的内容,用小字印刷,供学生阅读参考。

在构筑的物理化学教材体系中,为了让学生得到一个比较完整的知识框架,进得去出得来;有利于让学生学会自己学习、总结和发展。我们对物理化学所研究的平衡、速率、物质结构三个方面,努力遵循从简单到复杂、从理想到非理想、从纯物质到混合物、从平衡态到非平衡态、从体相到表相、从静态到动态、从宏观到微观的不断深入的认识过程,使物理化学基本知识的骨架和脉络比较清晰。同学们通过学习,容易建立起自己的知识体系,也容易把不同章节的知识点联系起来,深刻领会到其中奥妙所在,做到举一反三,融会贯通,运用自如。

物理化学是化学理论教学承上启下的枢纽,在物理化学教材体系的构筑中充分考虑了物理化学与基础化学(无机及分析化学、有机化学等)及与各专业课程的衔接。物理化学新教材的基本定位是:进一步系统阐述化学理论,为相关专业学习可提供更直接的理论基础。将物理化学的部分内容融入无机及分析化学中,如热力学和动力学初步以及四大平衡中的一些问题,既缩减了热力学部分的篇幅,又使其内容更加顺畅,与基础化学衔接更加自然。在物理化学教材中用少量的篇幅介绍物理化学的理论在相关专业的应用,如在编写自由能、化学势和溶液之

后,简单介绍一下土壤养分势和水势,突出了热力学理论的应用,也为资源环境类专业的学生学习专业奠定良好的基础。又如在电化学编写中,除编写了电解质溶液、可逆电极电势等核心内容外,又用少量的篇幅介绍了生化标准电极电势相关内容,激发学生的学习兴趣,又能妥善解决物理化学与生物技术相关专业课程内容的衔接。

二、跟踪学科发展,教材内容推陈出新

当今科技发展迅猛,物理化学经典理论的应用领域不断拓宽,实验技术不断突破,新的理论、方法不断产生。作为一本新教材应尽可能地把学科发展的新动向、新趋势、新成就在教材中反映出来,使学生深刻体会所学知识的意义和价值,也使学生真正感到物理化学理论的重要性和广泛实用性。

例如在编写平衡态热力学之后,增加非平衡态简介,让学生看到,在平衡态的条件下,体系的变化方向是从非平衡态变为平衡态,有序变为无序的退化式变化。而在非平衡态,尤其在远离平衡态的条件下,体系的变化方向有可能从无序到有序,由简单到复杂,由低级到高级,从理论上解决了热力学体系的变化方向与生物体系的变化方向有相反时间箭头的矛盾。不仅使学生开阔了眼界,也帮助学生建立起动态的科学发展观。

再如在化学动力学中增加了酶催化反应动力学,通过分析酶催化反应的高催化活性、高选择性和反应条件温和的特点,指出酶催化剂在科技前沿的发展动态,如利用脂肪酶催化剂生产生物柴油,取得了充满前景的应用成果,使学生觉得知识就在身边,有“看得见,摸得着”的感受。从而激发学生的学习兴趣和创新热情。

物理化学长期发展的经典理论体系为物理化学乃至化学学科奠定了理论基础,但是经典原理,随着整个科学的发展又有了新的认识和内涵。我们在构筑物理化学教材体系时充分注意了这一点。以熵为例,首先出现 Clausius 提出的体系的熵变等于可逆过程的热温商,隔离体系在平衡状态下达到该宏观约束条件下的最大值。进而引出 Boltzmann 的熵定理,熵是体系的微观状态数(混乱度)的量度。通过非平衡态热力学简介,指出体系的熵变可分为熵产生和熵流两部分,从而引入负熵的概念。通过这样的教材体系,使学生在学的过程中,体会到教材的字里行间蕴藏着科学的不断发展,经典内容的现

代诠释。

物理化学理论体系形成的同时,相应地形成了有价值的物理化学基本方法。因此,在教材体系的构筑时,除对物理化学的经典内容给出现代诠释外,还注重教材内容逻辑框架的推陈出新,通过基本概念、逻辑推理、典型例题,表现出物理化学的思维方法。例如从状态函数的概念、作用、性质,到状态函数的计算,提炼出“状态函数法”,即在相同的始终态间,能动地设计可进行计算的过程来解决问题;当这些状态函数中有的不能用实验直接测量时,则通过变量变换转化为实验可测量的量来表述;当这些状态函数如熵无法确定绝对值时,则通过确定标准态,把某个状态的热力学量表示为与标准态的差值,犹如地球上的高度以海平面为零高度一样。这些方法都是状态函数特性的体现。由“状态函数”提升为“状态函数法”,其内涵得到了充分的发掘,其作用几乎贯穿于整个平衡态热力学的推理及解决问题之中,既是物理化学科学思想的体现,又是解决问题的重要方法。

三、加强基础,注重理论与实践有机结合

农林院校的物理化学是多个专业的理论基础课,其教学目的是满足学生学习专业课的需要,为学生今后的发展打牢基础,使学生具备坚实的自然科学理论基础,对于他们将来从事创造性的工作起着重要作用。因此,在“十一五”规划教材物理化学体系的构筑中,特别加强了教材中的基础理论的编写。这些理论不仅是构成本学科的基石,也是构筑新领域的基石;这些基本规律,能长时间发挥作用,能够以此为出发点,通过渗透、融合伸向本学科和相关学科。如热力学的基本公式、熵、化学势等,不仅在第一次出现时,要写清楚,而且作为整个教材体系中的主旋律,多次出现,反复加深,不断应用,逐渐融入学生的思维之中。

物理化学课程不仅能使学生获取解决问题所需要的基本概念、基本理论和基本的技能,更重要的是能够培养学生的思维能力,解决实际问题的能力。作为高等农林院校物理化学的教科书,可删减不必要的繁杂的数学推导,注重推导过程中的各种条件、结论以及相关的物理意义、使用范围,注重理论与农业科学、生命科学、生活实际的结合,把概念、公式、理论的应用放在突出位置。在每章基础理论讲解之

后,都编写了一定量的理论联系实际的例题和习题,给学生提供一个施展才华的广阔舞台。

学生在全面学习课本上的知识的同时联系生产实际,加深了对理论概念的理解,运用课堂上学习到的知识指导生产实际,激发学生学习物理化学课程的兴趣,切实地感到“学有所用”。也把日常生活现象中孕育着的物理化学原理介绍给学生。比如,盐碱地里的植物容易枯萎,人穿冰刀滑冰非常顺畅等可用化学热力学的知识帮助解释。热天牛奶、食物容易变质等可用化学动力学的理论加以说明。人工降雨;农民锄地既除草又能防止水分蒸发;农药中加入少量表面活性剂会增加药效等等现象均可以用表面化学的理论得到圆满解释。促使他们深刻体会所学知识的意义和价值,也使学生真正感到物理化学理论的重要性和广泛实用性。

基础理论是高新技术的先导和源泉,一旦取得突破性进展,往往会促进应用研究和技术开发。在教材中引入一些实例,说明物理化学作为化学中的基础理论对高新技术同样起到了巨大的推动作用。例如,在相平衡章节中增加了超临界流体,超临界流体萃取是分离科学中有划时代意义的科技进步,然而这一高新技术是应用物理化学中临界状态的特性、溶解度定律、三组分体系二相平衡的分配定律及焦耳-汤姆逊效应这些基本内容相结合而成。使学生了解到坚实的理论基础与创新能力的关系。可以说,前沿领域日新月异,但他们的根深植于那些并不深奥的基础理论和并不复杂的方法之中,通过理论与实践的结合,让原理在科学研究和实际应用的实例中展现其活力,提高学生的创新能力。

参 考 文 献

- [1] 韩德刚,高执棣,高盘良.物理化学[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 傅献彩,沈文霞,姚天扬,等.物理化学[M].5版.北京:高等教育出版社,2006.
- [3] 蔡炳新,主编.基础物理化学[M].北京:科学出版社,2001.
- [4] SAMUEL H M. Fundamentals of physical chemistry[M]. New York: Macmillan Publishing Co. Inc, 1998.
- [5] WHIYTAKER A G, MOUNT A R, HEAL M R. Physical chemistry[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [6] 胡英,吕瑞东,刘国杰,等.物理化学[M].4版.北京:高等教育出版社,1999.
- [7] 董元彦,李宝华,路福绥.物理化学[M].3版.北京:科学出版社,2004.

(责任编辑:陈万红)