

冶金、材料类专业物理化学课程教学改革与实践

肖利, 刘建华, 唐娴敏, 王春雄, 高泽平

(湖南工业大学 冶金工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 针对目前物理化学教学中存在的问题, 对教学内容和方法进行了改革。提出了新的教学内容, 特别是将物理化学实验分为3类: 验证型实验、综合设计型实验和研究创新性实验, 并对实验方法进行了研究与探讨。

关键词: 物理化学实验; 教学改革; 创新能力

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)03-0093-04

Reform and Practice of Physical Chemistry Course Teaching in Metallurgy and Materials Discipline

Xiao Li, Liu Jianhua, Tang Xianmin, Wang Chunxiong, Gao Zeping

(College of Metallurgic Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: For the present problems existed in physical chemistry teaching, the teaching contents and methods were reformed. The physical chemistry experiments were divided into three categories, such as verification experiments, comprehensive experiments and innovative experiments. The experimental methods were researched and discussed respectively.

Keywords: physical chemistry experiments; teaching reform; Innovative capacity

0 引言

国家自然科学基金委员会在自然科学学科发展战略调研报告物理化学卷中指出: 实践表明, 凡是具有较好物理化学素养的大学本科毕业生, 适应能力强, “后劲”足。由于有较好的理论基础, 他们容易触类旁通、自学深造, 能较快适应工作的变动, 开辟新的研究阵地, 从而有可能站在国际科技发展的前沿……^[1]。物理化学课程是冶金工程和金属材料等专业的必修专业基础课。它研究冶金过程与金属材料加工过程中的化学变化、相变化及其有关的物理变化的基本原理^[2-8]。物理化学课程在冶金、材料

类专业工程技术人员的整体知识结构及能力结构的培养方面具有极其重要的作用, 同时也是后续专业课程的基础。物理化学课程的先修课程有: 大学化学、大学物理、高等数学、大学化学实验、分析化学实验等; 后续课程有: 金属学与热处理、钢铁冶金原理、有色冶金原理、粉末冶金原理等。

通过本课程的学习, 学生应掌握物理化学的基本概念、基本原理和基础理论知识, 同时掌握高温物理化学的基本计算方法。本课程的教学应注重一般科学方法的训练, 使学生牢固掌握物理化学的热力学方法、表面化学方法、化学动力学方法等, 提高分析和解决物理化学问题的能力。科学方法的训

收稿日期: 2011-02-14

基金项目: 湖南工业大学精品课程建设基金资助项目(湖工大教字[2010]6-8)

作者简介: 肖利(1973-), 女, 湖南湘潭人, 湖南工业大学副教授, 博士, 主要从事材料物理化学教学与研究,

E-mail: xiaoli_CSU@163.com

练贯穿于课程教学的整个过程。通过热力学和动力学的教学,教师应当使学生初步掌握从实验结果出发进行归纳和演绎的一般方法,熟悉由假设和模型上升为理论的方法,并使具备根据具体条件应用理论知识解决一般工程问题的能力^[9-10]。然而目前在该课程的教学存在着许多问题,需要任课教师对课程教学加以改革。湖南工业大学冶金工程学院的教师在这方面做了一些尝试,本文拟介绍其做法,以期抛砖引玉。

1 教学中存在的问题

目前,物理化学课程教学中存在的问题,主要体现在以下几个方面^[7-10]:

1) 理论教学内容系统性和逻辑性不强,与现代物理化学的研究内容和方法衔接较少,不利于学生创新能力的提高。

2) 理论教学手段单一、落后,严重影响学生对课程的兴趣,不利于实验课教学质量的提高。

3) 学生实验主要是参照实验教材进行实验操作,是机械的,因此学生对实验课不够认真。

4) 实验开课经常采用大循环模式,部分实验内容甚至超前于理论教学的进度,无法达到预期的教学效果。

2 教学环节和教学内容改革的实践

2.1 课堂教学

课堂教学的方法和形式一般由教师根据教学内容、教学对象、教学条件和各自的教学经验确定。原则上采用多媒体课件与黑板板书相结合的教学方式,合理运用问题教学或科研项目教学。

1) 理论课 对课程的基本理论部分进行系统讲授。在讲课的内容上注意系统性和逻辑性,增加现代物理化学的研究内容和成果介绍,适当讲授理论知识在科研实际中的应用,并介绍有关工程实例。教师在讲课时力求做到概念准确、层次清晰、条理分明、重点突出、板书清楚,并能承前启后。

2) 习题课(含讨论课) 通过习题课和讨论课来加强学生对基本概念的理解,增强学生对基础理论的应用能力。在习题课的讲授过程中注意引导和启发学生思维,展开讨论,培养学生分析问题和解决问题的能力以利于研究创新性实验的开展。

2.2 作业和课外辅导

学生按时独立地完成作业是学好物理化学课程的关键之一。作业是教学的主要环节之一,它能起

到巩固知识,提高分析问题和解决问题能力的作用。对作业的要求分2个方面。

1) 教师方面 作业量布置量适当,平均每2学时3-5题,习题力求涵盖课堂教学的主要内容;题型力求多样化以培养学生多种能力,题型一般包括:计算题、问答题、证明题等。对于每次作业教师全部批改,记录好完成情况,作为评定学生平时成绩的依据。

2) 学生方面 要求学生在复习所学内容后按时、按质、按量完成作业,对迟交、缺交和抄袭作业的学生用适当方式进行批评教育。

课外辅导是教学的必要环节,它能解决学生学习中的疑难问题,能帮助学生系统地掌握知识。针对目前学生学习情况,教师在每章都安排答疑时间,具体形式上采用网络答疑和教室现场答疑。

2.3 教学内容

要在有限学时内让学生对物理化学基础知识有较深入的理解和掌握,教师对教学内容进行了系统研究和改革。改革后的内容主要包括:

1) 热力学部分 热力学第一定律这章,主要讲授热力学基本概念,热力学第一定律的表达,焓、热容、热力学第一定律的应用,热化学,通过这些内容的教学使学生能运用热力学函数计算不同温度下化学反应过程热效应。热力学第二定律这章,主要讲授卡诺循环,热力学第二定律的文字表述,热力学第二定律的表达式,熵、商变的计算及应用,亥姆霍兹函数、吉布兹函数、热力学函数间的关系,克拉佩龙方程,这部分内容能使学生对整个热力学第二定律和热力学基本方程有全面的了解,学会运用热力学函数判断化学反应过程能否进行。化学平衡,主要讲授各类平衡常数、化学反应等温方程、热力学第三定律、化学变化过程熵变的计算、温度对标准平衡常数的影响,要求学生运用等温方程和范特霍夫等压方程判断化学平衡移动的方向,计算平衡转化率和平衡常数。多组分系统热力学,主要讲授偏摩尔性质、化学势、稀溶液的气液平衡、理想稀溶液、稀溶液的依数性、理想溶液、活度、活度和活度系数的测定,其中活度是重点和难点,要求学生分析多组分系统的平衡问题,分析稀溶液的依数性,了解理想溶液的特点。相图,主要讲授单组分相图、相律、两组分系统的气液平衡相图、液体部分互溶型的二组分相图、固相完全不互溶的共晶型二组分相图、生成固溶体的二组分相图,补充讲授三元相图基本知识,为学习后续专业课程打下基础。

2) 表面现象与分散系统部分 表面现象与分散

系统,主要讲授表面张力与表面自由能、弯曲液面压力性质、亚稳状态、润湿现象、吉布斯等温方程、气体在固体表面的吸附、吸附等温方程,强调物理吸附与化学吸附的区别。

3) 动力学部分 化学反应动力学,主要讲授化学反应速度、速率方程、反应级数是正整数的零级反应、典型复杂反应、化学反应动力学数据的获得与处理、温度对速率的影响、链式反应,强调运用阿累尼乌斯方程计算不同温度下反应速率。

一般院校都讲授的电化学章节,因为在大学化学课程里已经详细讲授,所以物理化学课程中不再重复。

3 实验教学改革与实践

为了使物理化学实验内容具有前瞻性、教学方法具有创新性、教学手段具有现代性,总结以前物理化学实验教学不足,结合湖南工业大学在实验教学中存在的问题,进行了或正在进行以下教学改革,以促进物理化学实验教学质量的提高。

3.1 对实验课程教学内容进行分类

以全面推进素质教育为目的,以培养学生创新精神、提高学生实践能力为重点,建立物理化学实验课程新的教学体系。为使实验教学质量以及学生的创新意识和能力达到一个新的水平,结合湖南工业大学冶金和金属材料的高温特色,加入了炉渣粘度测定实验和减重法测定铁矿石的还原度的实验。将实验分为“验证型实验”、“综合设计型实验”和“研究创新性实验”3种类型,如表1。

表1 实验内容及分类

Table 1 Experiment contents and classification

编号	实验名称	实验类型
1	溶解焓的测定	验证型
2	燃烧热的测定	验证型
3	液体饱和蒸汽压的测定	验证型
4	步冷曲线法绘制二元合金相图	验证型
5	原电池电动势和溶液 pH 值的测定	验证型
6	皂化反应速率常数及活化能测定	综合设计型
7	电泳	综合设计型
8	凝固点降低法测摩尔质量	综合设计型
9	溶液表面张力的测定及等温吸附	综合设计型
10	炉渣粘度测定实验	研究创新型
11	减重法测定铁矿石的还原度	研究创新型

3.2 根据实验类型采用相应的训练方式

对于“验证型实验”,通过完善网络教学平台和网络管理平台,实施开放实验教学。要求学生在网上预习,并加入科学语言表达训练和科学实验表述

训练环节,使学生适应科研表达氛围。在实验技能方面,导向性地引入与生活 and 生产工艺息息相关的实验内容,提高学生的兴趣。

对于“综合设计型实验”,通过开设特色实验使学生初步具备从事科学研究必不可少的动手能力、分析和解决问题的能力。以2人或多人一组,选择特色实验内容,如:能源交通材料、储氢材料、储能材料、胶体化学、溶液热力学和相平衡等研究方向且与教师科研相结合的,具有未知和可探索性的项目,由学生自我组织、协调进行实验,并进行自我总结评价。根据实验内容的需要,教师要制定合理的人、材、物管理制度以及教学各环节的详细要求与规范。

对于“研究创新型实验”,通过自主选题研究创新实验项目,培养学生具有独立的实验设计能力、对未知事物的探索能力、对学科热点和前沿的把握能力。将物理化学精品课程的开放教学内容向创新实验教学内容转移,提高学生注意力,培成创新思维和创新意识。教师在创新实验过程中参与讨论,引导学生解决实验中出现的困难和问题,从而使学生养成良好的思维习惯。对学生在创新实验中涌现的科学意识和创新思维,要给予鼓励和赞赏,从而激发学生求知欲、创造欲和成功欲。

3.3 完善实验课程考核制度

物理化学实验课程的成绩评定采用平时考核与期末随机抽考相结合,平时成绩与抽考成绩各占50%,期末未抽考到的以平时考核成绩为准。实验教师根据学生的实验预习情况(占10%)、实际操作情况(占50%)、实验报告情况(占40%)以及遵守实验规程情况(酌情加减分)予以全面考核,综合给出平时考核成绩。

物理化学教学改革是一项长期而艰巨的任务,笔者只是在某些方面作了些探索和实践,取得了一定成效;但还存在不少问题和困难,有待进一步研究和探索。

参考文献:

- [1] 国家自然科学基金委员会. 自然科学学科发展战略调研报告: 物理化学[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1. National Natural Science Foundation of China. Physical Sciences Development Research Report: Physical Chemistry [M]. Beijing: Science Press, 1994: 1.
- [2] 傅敏, 郑旭煦, 古昌红, 等. 物理化学在基础化学课程体系中的龙头作用[J]. 重庆工商大学学报: 自然科学

- 版, 2004, 21(6): 633-635.
- Fu Min, Zheng Xuxu, Gu Changhong, et al. Leading Role of Physical Chemistry in System of Fundamental Chemistry Course[J]. Journal of Yuzhou University: Natural Sciences Edition, 2004, 21(6): 633-635.
- [3] 陈芳, 胡珍珠, 王卫东. 物理化学课程教学中学生素质能力的培养[J]. 高等理科教育, 2005(3): 97-99.
- Chen Fang, Hu Zhenzhu, Wang Weidong. Students' Quality Training in Physical Chemistry Teaching[J]. Higher Education of Science, 2005(3): 97-99.
- [4] 周建敏, 蔡洁, 张业. 物理化学课堂教学的科学设计[J]. 广东化工, 2008, 35(10): 156-157.
- Zhou Jianmin, Cai Jie, Zhang Ye. The Scientific Design in the Classroom Teaching of Physical Chemistry[J]. Guangdong Chemical Industry, 2008, 35(10): 156-157.
- [5] 冯良东. 在物理化学教学中加强学生的逻辑思维能力[J]. 广西轻工业, 2009(3): 149-150.
- Feng Liangdong. Enhance the Students Ability to Think Logically in Physical Chemistry Teaching[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2009(3): 149-150.
- [6] 张予辉, 叶天旭, 张在龙. 物理化学课堂教学的实践与体会[J]. 化工高等教育, 2009(3): 60-63.
- Zhang Yuhui, Ye Tianxu, Zhang Zailong. Experience on the Practice Teaching of Physical Chemistry Course[J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2009(3): 60-63.
- [7] 杨学稳, 廖晓兰, 雅菁, 等. 材料类专业“物理化学”系列课程内容的教学研究[J]. 天津城市建设学院学报, 2005, 11(3): 220-223.
- Yang Xuewen, Liao Xiaolan, Ya Jing, et al. Study on Teaching of Physical Chemistry Series Course Contents of Materials Discipline [J]. Journal of Tianjin Institute of Urban Construction, 2005, 11(3): 220-223.
- [8] 侯向阳, 高楼军, 李东升, 等. 物理化学实验教学改革的实践与再思考[J]. 实验室研究与探索, 2006, 25(11): 1423-1425.
- Hou Xiangyang, Gao Loujun, Li Dongsheng, et al. Practice and Reconsideration of the Physical Chemistry Experimental Teaching Reform[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2006, 25(11): 1423-1425.
- [9] 甘礼华, 陈龙武, 钱君律. 多层次物理化学实验教学的再思考[J]. 实验室研究与探索, 2002, 21(6): 8-10.
- Gan Lihua, Chen Longwu, Qian Junlv. Reconsideration of Multi Arrangement Teaching of the Physical Chemistry Experiment[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2002, 21(6): 8-10.
- [10] 王基镕. 《物理化学》与《无机化学》等课程的协调[J]. 教育与现代化, 2006(1): 22-25.
- Wang Jirong. Coordination of the Courses in Physical Chemistry and Inorganic Chemistry[J]. Education and Modernization, 2006(1): 22-25.

(责任编辑: 邓光辉)

(上接第26页)

方程组求出展开式中的系数, 最终给出未知函数。这种方法方便、有效、稳定, 并且随着展开式阶数的增加, 相应的误差会变小; 当未知函数是多项式时, 此方法得到的是精确解。

参考文献:

- [1] 刘明会. 两点边值问题的一种高精度差分方法[J]. 上海理工大学学报, 2005, 27(1): 68-70.
- Liu Minghui. High-Order Finite Difference Method for Solving Two-Points Boundary Value Problem[J]. Journal of University of Shanghai for Science and Technology, 2005, 27(1): 68-70.
- [2] 方敏, 李显方. 二阶线性常微分方程的两点边值问题的泰勒展开式解法[J]. 数学理论与应用, 2006, 26(3): 74-76.
- Fang Min, Li Xianfang. Taylor's Expansion for Solving Two-Point Boundary Value Problems of Second-Order Linear Ordinary Differential Equation[J]. Mathematical Theory and Applications, 2006, 26(3): 74-76.
- [3] 老大中. 变分法基础[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004: 37-48.
- Lao Dazhong. Calculus of Variations[M]. Beijing: China National Defense Industry Press, 2004: 37-48.
- [4] Cash J R. Runge-Kutta Methods for the Solution of Stiff Two-Point Boundary Value Problems[J]. Applied Numerical Mathematics, 1996, 22 (1/2/3): 165-177.
- [5] Ha S N, Lee C R. Numerical Study for Two-Point Boundary Value Problems Using Green's Functions[J]. Computers and Mathematics with Applications, 2002, 44(12): 1599-1608.

(责任编辑: 邓光辉)