

文章编号: 1007-3051(2010)04-0042-04

中科大少年班的化学课程设计与教学

罗 渝 然

(中国科学技术大学化学与材料科学学院,安徽 合肥 230026)

摘 要:介绍作者在中国科技大学少年班学院讲授化学课程的创新举措:包括吸收美国教材的长处;利用多媒体教学;布置思考型和讨论型课外作业;邀请学生到家中交流;开卷考试;支持学生设计科学小实验,鼓励他们做科学演讲等。实践表明,美式教学方法与国内情况结合,有利于调动学生主动学习现代科学知识的积极性,已受到学生及家长的欢迎和关注。

关键词:少年班;化学;教学改革;美式教学法

中图分类号: G642.42

文献标识码: A

Design and Teaching of a Chemistry Course for the Class of Gifted Young at USTC

LUO Yu-ran

(University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026)

Abstract: Innovative features in the teaching of a chemistry course for the Class of Gifted Young at USTC are presented, including the utilization of advantageous American textbooks, multimedia teaching, thought-provoking and discussion-type assignments; close communications between teachers and students; open examinations; assistance for student-designed experiments, and encouragement for science presentations by students. Evidence shows that the adoption of good American teaching methods is beneficial to motivating students and welcome by both students and their parents.

Key words: the Class of Gifted Young; chemistry; teaching reform; American teaching method

中国科技大学创建少年班已有 30 余年历史,最初,少年班是五年制,“普通化学”是必修课之一。自从我国大学普遍改为四年制后,科大少年班砍掉了化学课。2008 秋,新一轮教改启动后,又重新恢复化学课程(74—76 学时)设置。

笔者认为,这样的举措顺应了现代科学技术发

展的大方向。因为深入研究物质类型的科学,如能源、材料、环境和信息,都离不开化学知识。为了巩固和发展科大人才培养特色,让学生有宽厚的理论基础,恢复少年班化学课程教学很有必要。本文详细介绍作者对科大少年班实施化学课教改的具体做法。

收稿日期:2010—02—26

作者简介:罗渝然(1941—),男,重庆人,博士,中国科技大学客座教授,美国南 Florida 大学海洋科学学院 Courtesy Professor.

基金项目:本文受中国科技大学 2008 年度教学研究项目“少年班‘化学原理’课程建设”资助。

一、针对学生特点,确定化学教学内容

什么是合理的化学教学内容?笔者认为,少年班学生的大一化学课,应当区别于化学、化学工程和生物专业的化学课。应在很有限的课时内,不仅传授化学的最基本原理,而且应当介绍这些原理在现代社会、在我们生活以及在科学技术中的应用,特别是在现代新兴学科中的应用。

我们有适当的化学教材吗?检索国内已有的“普通化学”、“化学原理”、“大学化学”等大一教材,都不具备以上特色。检索国外出版的相应教材,一部分书籍具备我们期望的特色,例如 J. A. Suchocki 编写的 *Conceptual Chemistry — Understanding Our of Atoms and Molecules*^[1]。它已被我国的“国外高校优秀教材审定委员会”推荐,购买了在大陆境内发行影印本的权利,由机械工业出版社影印发行(2002 年印刷),中文书名定为“化学原理”。2007 年出版的第 3 版比第 2 版(2002)增加了 121 页。Suchocki 的教材分两大部分,前 12 章介绍化学基本原理,后 8 章是介绍化学与生活中的化学物质、药物化学、食品与粮食生产、水资源、空气资源、新材料、能源,以及生物聚合物。这些广博的内容和新知识无疑会吸引青年学生的兴趣,有利于他们日后进入社会时更好地发挥综合才能。

Suchocki 的教材很少介绍量子力学和热力学的內容。而这两项科学内容,国内的大一教材,却花了很多笔墨和学时。国内教材这样的安排,未必适合于大一的非化学专业的学生(包括少年班),因为

他们将在后续的物理学课程中系统深入地学习量子力学和热力学。

阅读美国的相应教材,不难发现,他们教材的起点要比国内的大一教材低得多。原因是美国的高中教育水平,不值得称赞。美国中学生的数理化教学平均水平低,在口头表达方面比国内学生要强,但笔头和应试方面比我们的差。Suchocki 教材的低起点适合于美国的国情,但未必适合于中国。我们经分析后认为,尽管 Suchocki 教材和海外类似书籍中的许多优点值得借鉴,但不适合作为中科大少年班学生的化学教材。

教材很像“剧本”,它对教学过程有重要作用。正是基于这样的认识,本人竭尽全力寻找有优秀海外教材特点那样的中文教材,但没成功。只好于开课前七天选定了北京大学华彤文老师主编的《普通化学原理》(第 3 版,2008 年印刷),作为教学参考,因它被评为国家级规划的“优秀教材”,声誉很好。^[2]但在日后的两个年度的教学实践中,我们发现,这本化学系学生用书,虽 17 年内,三次修订改编,仍然有一定程度的“难、繁、偏、旧”的缺陷。例如,原子结构与分子结构那两章的内容偏繁和偏难(与大学微积分的教学进度不协调、不衔接),某些章节的部分内容陈旧,没有反映近 20 年来化学科学发展的新前沿,十余多处科学论述欠妥当,个别公式推导和数值计算也有问题。为此,我们只能结合课堂教学对有关内容进行更正,调整和充实。

二、着眼未来,确定化学教学大纲

尽管国内尚无有特色的优秀中文化学教材,但教学工作不能局限于此。为了满足学生未来专业发展的需要,我们借鉴国外的经验,以创新的视角确定教学大纲,包括两大篇,共二十三章。

第一篇讲授化学基本原理,下分 15 章,介绍化学科学的四大基本板块:

- 物质和物质结构
- 热力学四大定律
- 化学平衡
- 化学动力学与催化

在课堂上讲述这些传统板块时,笔者结合具体

科学内涵,适时地、恰如其分地插入现代社会和科学技术的许多新内容,例如:离子液体、软物质、元素起源、原子簇(团簇)、超分子、可燃冰、石墨烯、纳米技术和纳米材料、量子化学、超强酸、细胞膜中的水和离子通道、化学“第零”定律、振荡反应、化学反应的三层次、表面上的原子簇、表面过程的基本类型、光化学与视觉化学、绿色化学、大气层演化、生物聚合物等等。

第二篇讲授化学催生新学科、新前沿、新热点。运用生动的实例,扼要介绍化学与目前重大科学技术问题的紧密联系,下分 8 章:

- 地球与化学
- 海洋与化学
- 大气与化学
- 环境与化学
- 能源与化学

- 材料与化学
- 生命与化学
- 健康与化学

学生对课堂介绍的新颖科学内容,眼界大开,表现出很高的学习兴趣,常有掌声、笑声和惊讶声。

三、考虑科学发展新动向,设计课外作业与思考题

为了培养学生的综合素质,本人设计了目前“题库”中没有的课外作业。例如:

(1)利用 Internet,查阅什么是暗物质? 写出 50—500 个字的简短回答。

(2)2028 年,科大 70 周年校庆时,“中国科大 1 号”载人飞船进入外太空。宇航员张小虎博士测量得到,飞船周围每升平均一个粒子。请你预测外太空的压力是多大?

(3)关于 $^{235}\text{UF}_6$ 和 $^{238}\text{UF}_6$ 的扩散速率之比,北大教材的第 19 页给出值是 1.004,但课堂上罗老师给出值是 1.00429816。请回答,哪个答案符合误差理论? 你能找出第 19 页例 2.9 计算时的问题吗? 假如你是该工程的设计师或负责人,你愿取哪个值? 为什么?

(4)邀请你担任一次稿件和书籍的评审员 (reviewer)。对比北大教材 p. 55 和 p. 33 两张表格中的数据,说说你对作者(投稿人)有什么建议。

(5)人们已测定宇宙中的元素丰度。你能利用这些信息,推测出宇宙中头三种丰度最高的分子吗?

(6)请对比北大教材 285 页的表 12.5 和 94 页的表 5.2。你还相信平均键能概念是可靠的吗? 为什么?

(7)从 2004 年起,石墨烯(graphene)成了物理学和化学中最热门的议题之一。你知道为什么吗? 请给出 200—500 字的回答。

(8)在常温和常压下,热化学的数据表明,从金刚石到石墨的过程是自发的。请利用手册的资料,计算这过程的 ΔG 。请猜想,为什么你没在常温和常压下观测到该过程?

此外,我还结合当前的科研新动向,给出课外思考题。例如:“请写出水的分子式”,同时告诉学生,科学是无止境的,目前这问题至少有四种答案。你

的回答,折射出了你目前的学术水平高低,你是高中生(~220 年前)水平? 大学生(~80 年前)水平? 水溶液科学的研究生水平或专家水平? 相当多的学生对这类“怪”问题有很浓厚的兴趣。有的同学把我们的思考题,送到《百度》等网站上,传给在其他高校的好朋友(如清华大学),寻求其答案。国内某些高校教师也计划把这些“题库”中还没有的思考题用于他们今后的教学之中。

在布置的课外作业中,有的思考型题目偏难、偏深、偏怪。某些学生对自己的得分不满意。我允许学生重新思考,重新做,重新交作业,同时也重新给他们评分。在不降低评分标准的前提下,我们记录学生两次成绩中的较高者,不希望挫伤学生学习科学的积极性。

仿效美国受学生欢迎的名教授的做法,笔者经常深入学生自习教室,一对一地答疑,听听学生的反响,与学生谈心。这样,能及时地了解到学生在学习上的困难,适当调整课堂教学。

我很赞赏广为流传一句话:教材像相对静止的湖水,课堂教学才是流动的小溪。因此,常运用多媒体,放动画片和幻灯片,把一些抽象的概念和教学内容,生动形象地展现给学生,有时还介绍有趣的网站和优秀的工具书,希望学生受益多年。除此之外,还提供一些与教学有关的科普材料、科学史与历史人物的故事,放在少年班学院的网上,安排学生课外阅读和讨论。

参照美国教学方法,邀请部份学生(约占 1/3)分期分批地到家中做客,交朋友。我们畅聊人文、历史、哲学、社会和海外见闻等。近距离地和学生接触,友善地与同学们聊天,熟悉了学生们的个性、爱好、现况、要求和期望。“因材施教”,不再是一句空话。

四、推行灵活有效的考核方式

在学业考核方面,本人不把书面考试作为评审学生成绩的唯一方式,而是比较注重学生平时的努力和学习主动性,故安排十多次课外作业,占总成绩40%,见下表:

考核方式	成绩
课外作业	40%
期中笔试(1 hrs,开卷)	20%
期末笔试(2 hrs,开卷)	40%
期末 Seminar (自选)	20%(加分)
总成绩	100%(加分)

期中和期末,各安排笔试一次,开卷考试,允许学生携带任何材料,这包括笔记、课件、任何习题解答与参考书、计算机等。但不许交头接耳与外界通讯作弊。有趣的是,期末笔试虽然完全开卷,但08级160位学生的成绩范围是58—99分,09级141位学生的成绩范围是48—98.5分,两届都无人满分!

针对国内学生不如美国学生那样爱张扬,不善于与朋友交流合作,不敢向演讲人提问,口述科学能

力比较差等现象,特意设计了期末 Seminar 的自选项目。凡演讲与化学有关的题目,都允许。08级和09级的两届学生之中,分别有88%和98%的学生报名参加了演讲会。每人演讲八(08级)或十分钟(09级),限三人提问,提问者获加分鼓励。同时,将演讲题目相似的同学合并,成为演讲小组。许多学生对口述科学的训练方式,兴趣很高。特别是,几组学生在化学实验课老师的帮助下,独自设计他们有兴趣的化学实验并录像,挑战 YouTube 和 Google 网站介绍的结果,讲述自己观点。09级的同学独立设计和动手制造新型纸质电池,很有新意,挑战美国 Stanford 大学的相似报导。有两位同学挑战目前最畅销的科普读物《水知道答案》(日本江本胜著,2009),并用中科大食堂的大米饭做了对比实验。他们连续观测的结果表明,日本学者称水和食品等具有“情感”,能听又能看,并没有事实依据,是伪科学。经作者们允许,这样的素材可用来充实今后的化学教学。

五、教学效果及社会反响

我在少年班大一的化学课程采用美式教学方法,不仅深受学生欢迎,而且很快引起了不少学生家长的关注。有的家长主动发电子邮件给我,转叙其子女对我们新颖生动的化学课的兴趣。在中科大网站的家长 bbs 上,有十多条家长评论和留言,表达了家长们对尝试美式教学方法的支持和鼓励。

笔者曾将自己教学试验的相关信息,发至《科学网》,恳请教师和专家指点。这一博文引起了海峡两岸高校教师的兴趣,有二十多条网友的评论和留言,赞许这种国内非传统的教学方式。社会对我们教学试验的关注和支持,社会的良好反响,是鼓励我们继续探索教学试验的动力之一。

参考文献:

- [1] J. A. Suchocki. Conceptual Chemistry(3rd)[M]. Prentice Hall, 2006.
- [2] 华彤文,陈景祖. 普通化学原理(第3版)[M]. 北京大学出版社,2008.
- [3] 江本胜. 水知道答案[M]. 南海出版社,2004.