

英才班基础化学原理自主学习模式的构建与实践

解从霞*, 王小燕, 赵秀秀, 林洁华

青岛科技大学化学与分子工程学院, 山东 青岛 266042

摘要: “创新教学”是最适于拔尖创新人才培养的教学模式。学生的自主学习能力培养是“创新教学”的核心内涵。尝试构建了高分子工程专业英才班基础化学原理自主学习模式, 并从“引导师生转变观念、构建自主学习平台、激活课堂教学、PBL 教学法与‘翻转课堂’互补融合、课外自学‘一条线’、归纳总结‘点-线-面’”等 6 个方面进行了教学实践。

关键词: 英才班; 拔尖创新人才; 基础化学; 自主学习

中图分类号: G64; O6

Construction and Practice of Autonomous Learning Mode in the Course of Principles of Basic Chemistry for the Elite-Class

XIE Congxia*, WANG Xiaoyan, ZHAO Xiuxiu, LIN Jiehua

College of Chemistry and Molecular Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, Shandong Province, P. R. China.

Abstract: “Creative teaching” is the most suitable teaching pattern for the training of top-notch talents and the core is the cultivation of elite-class students’ autonomous learning ability. We have tried to build the autonomous learning mode in the course of Principles of Basic Chemistry for the elite-class major in polymer materials engineering. The teaching practice has been carried out in six aspects that are “leading both teachers and students to change minds, constructing autonomous learning platform, activating the classroom teaching, complementary integration between PBL teaching method and ‘the flipped classroom’, ‘a line’ for extracurricular self-study, and ‘point-line-face’ generalization and summarization”.

Key Words: Elite-class; Top-notch innovative talents; Basic chemistry; Autonomous learning

英才班是为培养拔尖创新人才而设立的教育模式。拔尖创新人才的培养关系到我国创新型国家的建设和中华民族的伟大复兴^[1]。在高等教育大众化、新常态的背景下, 重视拔尖人才的培养是普通本科大学要履行培养创新人才的职能需要^[2]。因此, 近年来各高校纷纷开展拔尖创新人才教育, 我校也于 2013 年启动了工科“英才计划”。

拔尖创新人才的培养亟须教学模式的改革^[3]。然而, 目前高校普遍缺乏教学改革的自觉意识, 仍然习惯于传统的讲授式或灌输式教学模式, 习惯于让学生被动地接受知识, 导致学生的创造力很难被激活。“创新教学”是最适于拔尖创新人才培养的教学模式^[4]。大学创新教学明确以培养“创

收稿: 2018-03-16; 录用: 2018-04-04; 网络发表: 2018-04-23

*通讯作者, Email: xiecongxia@126.com

基金资助: 山东省 2016 年高水平应用型重点立项建设专业(群)建设项目(鲁教高字[2016]11 号); 青岛科技大学本科高水平教学团队(基础化学教学团队)项目(青科大字[2017]84 号); 青岛科技大学 2016 年度精品在线开放课程(基础化学原理)项目(青科大字[2016]81 号)

新人才”为目标,其教学观念的重心是把“知识传授”转变为“知识探究”,把“知识接受”转变为“能力培养”;主张知识由学生自我构建而成,要求引导学生主动学习、主动思考和主动实践,自主地发现问题、分析问题和解决问题,从而达到积累知识、培养能力和提高素质的目的^[5]。可见,学生的自主学习能力培养是“创新教学”的核心内涵,亦即是拔尖创新人才培养的前提。我们从2013年开始,在分子工程专业尝试构建英才班“基础化学原理”(无机及分析化学)自主学习模式,并从以下6个方面进行了教学实践,收到了较好的效果。

1 引导师生转变观念

教师和学生是实践教学过程的两个方面,只有师生双方共同努力“颠覆传统教师知识传授、学生知识获取”式的教学观念,才能构建自主学习的模式,培养出真正的拔尖创新人才。

1.1 教师率先转变教学理念

教师是教学的引导者和实施者,欲培养学生的自主学习能力,教师首先要转变教学理念,摒弃传统的“教师一言堂”的模式,尊重学生、信任学生,充分发挥学生的主体作用。设置场景,引导和鼓励学主主动思考,主动提出问题、解决问题,构建学生自主学习模式,促进学生创新精神和创新能力的培养。

1.2 上好绪论第一课,奠定学生自主学习基础

基础化学原理是为高分子材料专业大一学生开设的第一门专业基础课,绪论课又是这门课程的第一课。因此,上好基础化学原理绪论课至关重要,既能为学生排忧解难,又能督促学生学习理念、学习方式的转变,为学生自主学习模式的构建奠定坚实的基础。

针对社会上有人认为“化学发展速度已很慢,或已走下坡路,没有什么发展前途”“21世纪的化学将在物理学与生物学的夹缝中逐渐消微”以及化学化工污染问题等偏见而导致一些青年学生质疑学习化学的意义的现象,我们在绪论课中引入了徐光宪院士关于化学的定义及其发展趋势^[6,7],陈懿院士关于“化学-让生活更美好”的报告,中国科学院关于2011年国际化学年“化学,我们的生活,我们的未来”图片,清华大学、华东理工大学、南京大学、太原理工大学等学校共同创作的《探索化学化工未来世界》系列科普片介绍视频(要求学生课下观看)。结合高分子材料专业的特点,重点介绍百年来三大合成材料的出现及其发展等内容。使学生明确:在过去100年中,化学对人类日常生活和文明进步的贡献居功至伟,世界因化学而美丽。21世纪的化学绝不会消微衰亡,而是要更加辉煌。面对未来发展的机遇与挑战,为实现人类社会科学发展和可持续发展的目标,化学责无旁贷,大有可为。从而教育学生热爱化学,憧憬化学的美好未来,并从内心深处为化学“正名”。进而引导学生热爱自己的专业并为之献身,增强学生对人类社会的责任感、使命感,并化为自主学习的不竭动力。

针对大一新生学习心理反差大、学习目标不明确、思维方式僵化、学习方法不适应、学习依赖性强、易遇到点挫折便感到困惑迷茫而不知所措等问题^[8-10],我们在绪论课上除了为学生进行上述人生观和价值观教育,引导学生确立自身发展目标,并鼓励其为之努力奋斗外,重点引导学生从督学到自学角色转变,既从正面指导学生掌握正确的学习方法,加强自主学习;又明确学习要求,并采用淘汰制,从而避免那些缺乏进取精神的学生在英才班滥竽充数。督促学生从第一课就下决心主动努力学习。

2 构建自主学习平台

青岛科技大学基础化学原理课程2008年获批山东省精品课程,建设了精品课程网站,提供基础化学原理学习资料。内容包括课程简介、教学大纲(包括重点、难点)、自学课件和自测题、习题解答、相关科学家简介、基础化学趣味化学、师生论坛等。青岛科技大学基础化学实验中心2009年获批山东省示范实验中心,中心网站有基础化学原理实验基本操作(基本操作模拟)视频、学生预习课件、典

型案例(典型实验讲授)、教学案例(实验的关键及注意事项等)、应知应会知识、师生交流平台等栏目。学生可以登录网站学习课内外知识。目前,基础化学原理及实验课程正在积极建设在线开放课程(2016年校教改立项),进一步完善学生自主学习平台。

3 激活课堂教学,充分发挥学生主体作用

在高等教育大众化的今天,乃至未来很长一段时间内,班级授课制仍然是大学基本的教学组织形式。如果在班级授课制中能够引入研讨、质疑等方法,即是一种创新教学^[5]。以此激活课堂,达到培养学生自主学习的目的。

3.1 调整教学内容

为使学生尽快转变学习观念,适应大学学习生活,培养学生自主学习的习惯和能力,我们适当调整了教学内容。如在课程初期,首先学习第3、4、5章(误差与数据处理、酸碱平衡、酸碱滴定)^[11],以利于学生大一新学知识与高中所学知识的衔接和实现理论课与实验课的同步。同时,通过相关的计算在课程初期强化学生的训练(强化作业、严格批改),规范学生的学习,随后将逐步进行递进式自学。鉴于英才班的学生教学要求较高,课堂上一些例题的解答过程不再作详细的讲解,重点分析解决问题的思路,部分内容不在课堂上讲授,做到有所为有所不为。

3.2 采用传统方法与现代教学手段相结合的教学方法

基础化学原理课程包括无机化学和分析化学的内容。如利用多媒体教学手段,在3D动画里实现抽象概念形象化(如原子轨道、电子云、晶体的立体结果图等),这部分知识既直观又易懂,而且增大了课堂信息量,有利于激发学生的学习积极性。

3.3 启发式和类比归纳法相结合

在基础化学原理中,存在许多包括公式、定义和理论的一致性。这些一致性的内容在课堂教学中采用启发式^[12]和类比归纳法^[13]相结合的方式进行教学。如在讲解弱酸的分配系数时,首先教师推导出一元弱酸(HAc)的分布系数表达式;然后,引导学生迅速推导二元弱酸(H₂C₂O₄)的分布系数;随后分析一、二元酸的分布系数的个数、分布系数的表达式的特点,引导学生归纳并口述出三元酸(H₃PO₄)分布系数表达式。

再如,在讲解标准摩尔生成吉布斯自由能($\Delta_f G_m^\ominus$)时,引导学生回忆标准摩尔生成焓($\Delta_f H_m^\ominus$)的定义的概念,引导学生类比口述出 $\Delta_f G_m^\ominus$ 的定义,并继续说出哪些物质的 $\Delta_f G_m^\ominus$ 为零,进一步让学生写出相关的计算式: $\Delta_r H_m^\ominus = \sum \nu(B) \Delta_f H_m^\ominus(B)$ ($\Delta_r H_m^\ominus$ 为标准摩尔反应焓,B为包含在反应中的物质, ν 为物质B的化学计量数)、 $\Delta_r G_m^\ominus = \sum \nu(B) \Delta_f G_m^\ominus(B)$ 、 $\Delta_r S_m^\ominus = \sum \nu(B) S_m^\ominus(B)$ ($\Delta_r S_m^\ominus$ 为标准摩尔反应熵变),随后启发学生对比 S 与 G 、 H 的差别,问是否有 $\Delta_f S_m^\ominus$?

类似的内容在基础化学原理课程中还有很多。如四大滴定的相关原理^[14]、结果的计算^[11]以及大约占总公式数目21%左右的公式^[15]和一些化学反应均具有一致性。通过启发式和类比归纳法相结合的教学方法,把零散的知识点统一起来,收到了事半功倍的效果。

3.4 质疑法

古人云:“学起于思,思源于疑”。在课堂教学中通过教师设疑来激励、引导学生主动思考、主动学习。

首先,教师不断吸收新的科研成果,摒弃错误的内容。例如,在讲解化学键和分子结构一章时,涉及到大 π 键的相关内容。最早讲解大 π 键的形成条件之一是所有原子共平面,然而自20世纪80年代中期发现了C₆₀(足球烯)之后,认识到在C₆₀中60个C的2p轨道沿球面相互重叠形成一个 π_{60}^{60} 大 π 键。所以,形成大 π 键的条件之一是“共面”而非必须“共平面”。而且有人认为C₆₀(包括C₄₄、C₅₀、C₇₀、C₈₀、C₈₄、C₁₂₀、C₁₈₀,……等分子态碳)称为“富勒烯”不科学^[16]。通过这些内容的讲解,从而引导学生敢于“质疑”。

其次,教师在教学中人为“设疑”,供学生评判。如在讲稀释定律的数学表达式后得出结论:

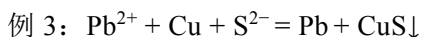
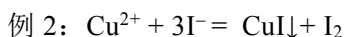
“氨水的浓度越小,解离度越大,溶液中 $[\text{OH}^-]$ 也越大”。在讲沉淀的转化时得出结论:“沉淀能否转化及转化的程度,取决于两种沉淀溶度积($K_{\text{sp}}^\ominus$)的相对大小,一般 $K_{\text{sp}}^\ominus$ 大的沉淀容易转化成 $K_{\text{sp}}^\ominus$ 小的沉淀,而且两者的差越大,则转化越完全。”让学生分析得出的结论是否正确。

学生通过“质疑”和辨析获取知识,训练其逆向思维并化作创新意识,创新意识与探究习惯相结合就形成了学生的创新精神。

3.5 强化学生“动脑”“动手”又“动口”

毋庸置疑,基础化学原理教学中引进现代教育技术以及采用多媒体教学具有诸多优越性,但也不容忽视多媒体教学存在一定的弊端。学生面对屏幕往往处于被动接受的地位,限制了学生自发探索、自我感悟的过程。为此,我们尽量采取多媒体与板书相结合,并设法最大限度促使学生在课堂上“动脑”“动手”又“动口”。

如在讲解平衡常数、溶度积规则及电极电势的应用前,引导学生思考这些应用能解决什么问题(有几类计算题)?在讲解原电池的内容时,对照动画形象化原电池实物图得到原电池符号:(-) $\text{Zn}|\text{ZnSO}_4(c_1)||\text{CuSO}_4(c_2)|\text{Cu}(+)$ 。明确符号中的各项意义后,让学生逐一写出如下反应的电池符号。



由于学生对电极的种类及其反应的书写还不是很熟练,很可能会掉进“陷阱”里(遇到难点),产生挫败感而受到较强烈的刺激,而这恰恰是学生探究和主动学习的动力。最后师生共同口述总结书写电池符号的步骤和要点。类似的教学内容还有诸如质子条件式的书写、溶度积常数与溶解度的关系等。

4 PBL 教学法与“翻转课堂”互补融合

PBL 教学法(Problem-Based Learning, 也称作问题式学习法)与“翻转课堂”教学法都是在教师提供自学资料(视频、讲义、案例、课件等)的基础上,学生通过自学完成知识的构建。“翻转课堂”能够在现代信息技术支撑下顺利实现学生的课前自主学习环节,而 PBL 教学法具有充分发挥其以问题为导向、以解决问题为目的的教学特点,有效实现知识的内化^[17]。PBL 教学法与“翻转课堂”互补融合在基础化学原理课程中应用,能够充分发挥二者的优势,激发学生的创新能力,培养团队精神。

如杂化轨道理论的教学:教师在为学生提供必备的自学资料的同时,以问题的形势下达任务书。

1) 据价键理论 C 和 H 应形成 CH_2 分子,且键角应为 90° ,而事实上 C 和 H 形成 CH_4 分子,且分子构型为正四面体,键角为 $109^\circ28'$,为什么? 2) 为什么 NH_3 分子构型为三角锥,键角为 $107^\circ18'$? 3) 为什么 H_2O 分子构型为角形,键角为 104.5° ? 4) 总结杂化轨道理论的要点。学生自学、小组讨论后,全班讨论并选出代表作主题发言,以促进学生对知识的内化。类似的可以采用此教学方法的还有共价键理论、分子轨道理论、配合物的价键理论、价电子互斥理论以及大 π 键理论等,均可以在自学理论要点的基础上,通过解决实际问题深入内化。

实践证明,采用 PBL 教学法与“翻转课堂”互补融合教学法,有利于学生对知识的掌握和自主学习能力的培养。鉴于大一工科新生的基础、教学目标、教学学时、内容安排等特点,学生自学和 PBL 教学法与“翻转课堂”学时一共不得超过总学时的 20%^[18],即对我们高分子材料专业(64 学时),该教学法实行 1-2 理论的教学,并且时间要间隔 2 周以上。

5 课外自学“一条线”

针对大一新生自学能力较差的现状,我们在教学中采取“自学补课-自学部分内容-翻转课堂”等一条线循序渐进的自学方式。

5.1 自学补课

目前,高中化学采用“模块化”,这与基础化学原理教学内容既有交错重叠,也存在着知识的断层现象^[8]。对近5年我校高分子材料专业英才班新生进行的调查结果显示,90%以上的学生在高中阶段没有选修“物质结构与性质”。所以,面对基础化学原理中的“原子结构”和“分子结构”中的内容,学生感觉知识跨度大,内容晦涩难懂。为此,我们在课程初期就要求学生自学原子结构一章,“补上”高中的物质结构选修课,这是学生课下自学的第一层次,要求达到预习基础化学原理原子结构内容的目的。

5.2 自学部分内容

对部分易懂、记忆性较强的内容,要求学生课下通过“自学教材-观看课件-回答思考题”等完成自学,如教材中的重量分析法、元素个论部分等,这部分内容不作为重点考试内容,甚至不考。这是学生自学的第二层次。该阶段要求学生理解相关内容,不必死记硬背,但在该阶段更注重学生的自学意识和习惯的培养。所以还是要督促检查,要求学生写出章节总结并完成教师布置的思考题。

5.3 PBL 教学法与“翻转课堂”相融合的自学

如前面4小节所述,PBL教学法与“翻转课堂”相融合的教学模式是以问题为中心,以学生自主学习为主。这阶段的自学是学生自学的第三层次,该阶段对学生的自学提出了较高要求,必须进行深入的理解和探讨,进而在解决问题的过程中实现知识的内化。

6 归纳总结“点-线-面”

对所学的知识进行归纳总结是自主学习的重要环节和必备的能力。因此,我们非常重视学生总结归纳意识和能力的培养。采用总结“点-线-面”的方式使归纳总结贯穿教学始终。

6.1 课堂教学适时总结归纳“知识点”

在课堂教学中,适时针对某一知识点引导学生总结。如在讲状态函数的概念和性质后,给学生一分钟的时间让学生总结,随后教师总结为:状态函数有特征,状态一定值一定,殊途同归变化等,周而复始变化零。关于化学平衡也可用同样方式总结:恒温、封闭体系、可逆反应是平衡建立的前提,正逆反应速率相等是平衡建立的条件,反应体系中各物质的组成不变是平衡建立的标志,平衡态是封闭体系反应的最大限度,化学平衡是动态平衡、相对平衡,条件改变则平衡移动,再建立新的平衡。类似的还有滴定分析结果的计算四步法^[11]、影响沉淀平衡的因素、化学平衡常数的书写等。几乎每个重点知识点都可给予总结归纳,既调动学生的主动学习积极性,又强化了学生知识的内化。

6.2 课上课下总结归纳“知识线”

每次课(2学时)和每章的教学内容,都以主要内容为“知识线”,具有一定的系统性。我们利用每次上课开始的约5 min时间,通过提问的方式,要求学生回顾、总结、复述上次课的主要内容(知识线)。在每章学习结束后,要求学生写出本章的知识框架图。实现本章知识“线”的归纳总结,以促进自主学习习惯的养成。

6.3 课下总结归纳“知识面”

在基础化学原理中,相关知识相互联系、相互渗透,可谓形成了知识网。引导学生将这些知识点通过章(线)与章(线)连成“知识面”。如在基础化学原理教材中^[11],能够把 Mn^{2+} 氧化成 MnO_4^- 的氧化剂有 PbO_2 、 NaBiO_3 、 H_5IO_6 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 等4种物质,要求学生写出反应式。类似的在元素部分还可以总结出很多。再如关于反应方向的判断共有4种类型题,即最基本的反应方向的判据是反应的吉布斯自由能变化 $\Delta_r G$,由 $\Delta_r G$ 又派生出通过求反应商 Q 、离子积 Q 和电动势 E 等进一步判断反应的方向。关于平衡常数的计算在基础化学原理教材中大体可以总结出5种计算类型等等^[9]。

7 结语

2013年至今,我校开展英才教育已有5年的时间,基础化学原理英才班教学也相应进行了

5 轮。基于英才班创新型人才的培养目标,构建了基础化学原理自主学习模式并进行了教学实践。实践证明,该教学模式有效培养了大一(英才班)新生自主学习的意识和能力。随着教育部“教育信息化十三五规划”的实施和信息技术与教育教学融合的进一步深入,对教师信息化教学能力、学生的信息化素养提出了新的要求。基础化学原理教学正在实现以在线开放课程(2016 年校教改立项)为载体引领教学模式的转变,将进一步顺应移动互联网时代的发展,逐步将“移动教学”引入课堂,开展混合式教学,促进信息技术与教育教学的深度融合,从而促进拔尖人才(英才班)的培养。

参 考 文 献

- [1] 杜玉波. 中国高等教育, **2014**, No. 2, 4.
- [2] 孙占利. 河南工业大学学报(社会科学版), **2016**, 12 (1), 101.
- [3] 王洪才. 教育学术月刊, **2016**, No. 12, 3.
- [4] 路丽娜. 大学教育科学, **2012**, No. 2, 74.
- [5] 王洪才, 刘隽颖, 解德渤. 中国大学教学, **2016**, No. 2, 19.
- [6] 徐光宪. 大学化学, **2003**, 18 (1), 1.
- [7] 徐光宪. 化学通报, **2003**, No. 1, 1.
- [8] 戴红霞, 陈晖, 张浩波, 施小宁. 甘肃中医学院学报, **2015**, 32 (6), 104.
- [9] 黄良仙, 刘侠, 刘冰. 中国现代教育装备, **2015**, No. 225, 49.
- [10] 吕琳, 徐丹悦, 吴星, 张俊贵. 化学教育, **2009**, No. 7, 25.
- [11] 傅洵, 许泳吉, 解从霞. 北京: 科学出版社, 2012: 40-101.
- [12] 张青芳, 曾明, 蒋银燕. 化学教育, **2016**, 37 (20), 56.
- [13] 黄延春. 内蒙古师范大学学报(教育科学版), **2014**, 27 (9), 142.
- [14] 柳玉英, 王平, 刘青, 蔺红桃. 大学化学, **2016**, 31 (9), 43.
- [15] 余新武, 陈紫妍. 高师理科学刊, **2009**, 29 (4), 101.
- [16] 吴国庆. 大学化学, **1998**, 13 (5), 24.
- [17] 刘家瑛. 陕西教育(高教), **2017**, No. 5, 53.
- [18] 刘馨竹, 霸元婕, 臧一凡, 刘玉宇轩, 赵柏翔. 高教研究与实践, **2016**, 35 (3), 16.
- [19] 解从霞, 傅洵, 许泳吉. 北京: 科学出版社, 2012: 12-13.