物理化学在线开放课程的建设与应用

郭琳, 侯文华*

南京大学化学与化工学院, 南京 210023

摘要: 介绍了南京大学物理化学在线开放课程的建设工作及特点, 结合疫情期间进行物理化学线上教学的实践经验, 讨论了物理化学在线开放课程的应用, 为物理化学课程的线上教学提供参考。

关键词: 物理化学; 在线开放课程; 建设; 应用

中图分类号: G64; O6

The Construction and Application of Physical Chemistry Online Open Course

Lin Guo, Wenhua Hou *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing University, Nanjing 210023, China.

Abstract: The construction and characteristics of physical chemistry online open course of Nanjing University have been introduced in this paper, and the application of physical chemistry online open course has been discussed according to the practical experience of online teaching of physical chemistry course during the COVID-19 epidemic period, which could provide a reference for online teaching of physical chemistry.

Key Words: Physical chemistry; Online open course; Construction; Application

物理化学课程是为化学、化工、化学生物学、环境科学等相关专业本科生开设的重要基础课程^[1]。通过该课程的学习, 可以为学生今后的学习、研究和工作提供重要的化学理论基础。南京大学物理化学课程是首批国家级精品课程, 所在的物理化学基础课程教学团队2009年被评为国家级教学团队。傅献彩先生等人^[2]编写出版的第1版至第5版《物理化学》(上、下册)教材, 在国内高等院校中有非常广泛的影响力, 是迄今为止累计发行和使用量最多的一套教材。其中第3版曾获国家教委优秀教材一等奖(1987年), 第4版和第5版分别入选教育部普通高等教育“十五”及“十二五”国家级规划教材。

2015年4月, 教育部出台了《关于加强高等学校在线开放课程建设应用与管理的意见》。该意见指出, 要紧紧围绕立德树人的根本任务, 遵循教育教学规律, 深化高等教育教学改革, 主动适应学习者个性化、多样化发展和终身学习需求, 立足国情建设在线开放课程和公共服务平台, 推动信息技术与教育教学深度融合, 促进优质教育资源的应用与共享, 全面提高教育教学质量。因此, 物理化学在线课程的建设势在必行。

收稿: 2020-10-30; 录用: 2020-11-02; 网络发表: 2020-11-16

*通讯作者, Email: whou@nju.edu.cn

基金资助: 中国高等教育学会“十三五”高等教育科学研究重大攻关课题【“互联网+”课程——在线开放课程群建设的创新与实践】子课题“物理化学在线开放课程群建设的创新与实践”(16ZG004-14); “十三五”江苏省高等学校在线开放课程立项建设项目(物理化学, 114号, 苏教高函(2017)13号)

本文结合南京大学物理化学教学团队的物理化学在线开放课程建设, 结合疫情期间进行线上教学的实践经验, 介绍了物理化学在线开放课程建设的内容、特点以及应用。

1 物理化学在线开放课程及相关教学资源建设

在中国高等教育学会和高等教育出版社等相关部门的支持下, 南京大学作为牵头负责单位, 联合天津大学、大连理工大学、武汉大学、山东大学、扬州大学、吉林大学、西北大学、北京师范大学等, 共同完成了中国高等教育学会“十三五”高等教育科学研究重大攻关课题“‘互联网+’课程——在线开放课程群建设的创新与实践”子课题“物理化学在线开放课程群建设的创新与实践”, 分别建设了多门不同类型的物理化学在线开放课程, 包括理科多学时(南京大学)、理科少学时(武汉大学)、工科多学时(天津大学)、工科少学时(大连理工)、师范类(北师大)等, 从而形成了物理化学在线开放课程群, 可满足各类学习者的不同需求。

南京大学还作为牵头负责单位, 联合天津大学、大连理工大学、山东大学、扬州大学、吉林大学、西北大学、武汉大学、华中师范大学等, 共同完成了物理化学在线开放课程群资源建设项目, 内容包括: 理科和工科物理化学试题库、“典型课堂演示录像”“应用案例及典型案例剖析”“物理化学家小传及物理化学发展史”“物理化学前沿、热点”和“若干典型物理化学研究方法专题”。

另外, 南京大学还作为牵头负责单位, 联合扬州大学、陕西师范大学、大连理工大学、山东大学、华中师范大学和南京师范大学, 共同翻译了国际著名的物理化学教材《Atkins物理化学》第11版, 即将由高等教育出版社出版, 使课程的国际化迈出了坚实的脚步。

2 南京大学物理化学在线开放课程的特点

2017年9月, 南京大学物理化学(上)在线开放课程于爱课程网正式上线(<http://www.icourse163.org/learn/NJU-1001754342>), 随后物理化学(下)课程也于2018年2月正式上线(<http://www.icourse163.org/course/NJU-1002580002>)。该课程于2017年11月获得南京大学“百”层次优质课程奖, 2019年1月物理化学(上)被评为教育部国家精品在线开放课程, 相关项目“全面提升物理化学教学质量的实践与探索”也曾获江苏省教学成果一等奖。该课程具有如下特点。

2.1 教学科研相结合的教学团队

南京大学物理化学教学团队目前主要由7名教师组成, 其中教授5名, 副教授2名, 全部具有博士学位, 教师队伍年富力强, 结构合理。另外, 陈懿院士和沈文霞教授是团队的顾问, 提供指导和建议。侯文华教授是本课程的负责人, 具体负责本课程的整体规划、内容设计和方向把握。团队成员不仅长期工作在教学第一线, 同时还长期战斗在科研第一线, 大都承担了国家自然科学基金等大量的科研任务, 是一支教学科研相结合的教学团队。因此, 在上理论课的同时, 可以结合授课教师自身研究方向, 将相关领域国际前沿和最新进展与学生进行分享, 开拓视野, 为提高学生综合素质和创新能力, 培养研究型人才提供了良好的条件。

2.2 系统深入的教学内容

与传统线下课堂教学不同, 在线开放课程的学习可以不受时间、场地的限制, 具有时间灵活和碎片化的特点, 还可以针对性地选择自己想学的内容进行学习, 随时回看和复习。因此, 针对在线开放课程的特点, 我们改变50分钟一节课的线下教学模式, 首先根据南京大学第5版《物理化学》教材中的教学内容, 将物理化学知识点进行合理划分, 并将这些知识点有机串联起来, 确定知识树, 然后每位授课教师根据知识点的内容, 进行教学视频的录制和剪辑制作, 每个教学视频控制在3–15分钟。教学视频一般都是由授课教师自己录制并剪辑完成, 再更新上传至在线开放课程的在线教学平台。

在知识点内容的准备上, 尽量做到全面和深入。例如, 《物理化学》上册中第一章的内容, 如果在线下课堂教学中, 由于受时间以及课时的限制, 一般让学生自学。但是在线开放课程由于具有时

间灵活性、自由选择性的特点,可以不受这些条件限制。因此,在物理化学在线开放课程中,对所有知识点内容均进行系统的视频录制,并配套录制相关知识点例题讲解视频,便于学生自主学习,深入理解和掌握所学知识点内容。到目前为止,物理化学在线开放课程上下册一共录制了315个教学视频,其中上册177个,下册138个。另外还录制了配套例题讲解视频87个,教学内容丰富且深入。课程内容不仅可以满足本校学生的教学需求,其他院校及专业的学生也可以根据需要进行选择和学习。

2.3 立体的测试和评价体系

为了提升学生自主学习能力,全面检测学习效果,物理化学在线课程采用了从点、线到面的全方位立体测试体系。首先,在每个教学知识点的视频后面,配套给出相应的课堂讨论题和随堂测试题,让学生及时巩固和消化教学视频中的关键知识点,加深理解。在每一章节结束后,还配有相应的单元测试和作业,其中单元测试以选择题等客观题为主,做完后系统当场给分,考核学生对章节知识点的整体掌握情况。单元作业以计算题和问答题等主观题为主,以学生互评的方式给分,培养和考查学生综合解决问题的能力。在所有章节学习完后,进行线上期末考试,期末考试以客观题及选择题为主,做完后系统即时评分,全面考核学生学习情况。目前,物理化学在线开放课程最后成绩占比为:课堂讨论占10%,单元测验占70%,期末考试占20%,单元作业不计分。虽然单元作业不计入最后总分,但是如果取得最后的总成绩,必须要完成所有单元作业并且合格,也就是说单元作业的完成是有最终成绩的必要条件。最终成绩按百分制计分,80分至100分为优秀,60分至79分为合格。通过这些从点、线、面全方位立体的测试和评价体系,可以全面考查学生学习效果,提升学生自主学习能力。

2.4 良好的互动和交流

除了提供大量的线上教学例题视频供学习者自主学习外,本课程还通过在线讨论区栏目建设,加强师生之间的互动和交流。讨论区主要分为三大板块,即课堂交流区、教师答疑区和综合讨论区。在课堂讨论区,主要是教师针对课件中各个知识点内容,发布相应的课堂讨论;在教师答疑区,学生可以发表关于作业、测试、课件内容等希望能够得到教师回答的疑问,教学团队教师会在第一时间对学生的疑问在线进行解答;在综合讨论区,学生可以发表任何想与大家分享的经验及想法,以及关于本课程、学习、工作、生活等一般性话题。通过在线讨论区栏目的建设,不仅有助于学生进一步理解和掌握所学知识点内容,还可以让教师了解学生的学习情况,加强师生之间、学生与学生之间的互动和交流。

到2020年7月止,物理化学在线课程的选课总人数累计达到64787人,团队教师累计发布1170个课堂讨论题。学生在教师答疑区和综合讨论区一共提出了1860多个问题,对于这些问题,教学团队的教师全部做出了详细解答,形成良好的师生互动和交流,学生对此评价也比较好。

以上可以看出,物理化学在线课程上线以来,选课人数多,辐射面广,共享效果好,不仅对本校及其他学校化学及相关专业本科教学提供了便利,也为其他希望了解和学习物理化学的学习者提供了学习平台,还为不同学校之间师生交流和互相学习搭建了良好的沟通平台。

3 物理化学在线开放课程的应用

由于疫情的影响,今年春季各地高校、中小学都推迟了开学,教育部也发出了停课不停学的号召。面对这种特殊情况,物理化学课程也针对性地采用了全新的线上学习的方式,充分利用已建设完成的物理化学MOOC (Massive Online Open Course)课程,进行物理化学课程的在线教学。下面,结合疫情期间物理化学课程线上教学的实践,介绍物理化学在线开放课程的应用,为物理化学课程线上教学提供参考。

3.1 同步SPOC方式组织教学

首先,物理化学在线开放MOOC课程已经建设完成,不需要再将大量的时间和精力用于教学视

频录制和剪辑等内容, 可以充分利用已有的物理化学在线课程资源, 将更多的时间和精力投入到教学本身, 如交互式教学设计、个性化教学的开展等。另外, 考虑到SPOC (Small Private Online Course) 课程和MOOC课程具有不同的特点, MOOC是一个开放性的课程, 全国甚至全世界想学习和了解物理化学的人都可以参加, 也不需要实名认证, 而SPOC课程则是封闭课程, 只针对本校选了这门课的且实名认证过的学生开放, 便于在线教学的管理和个性化教学的开展, 因此, 本课程选择采用同步SPOC课程的形式进行线上教学。

3.2 慕课堂等方式实现在线实时互动

利用爱课程网站提供的慕课堂平台建立了慕课堂, 用于与学生的实时互动。学生可以通过手机微信扫码进入慕课堂小程序进行签到、课堂调查、讨论等, 实现在线实时互动。通过这些方法, 可以增强学生的课堂参与感, 教师能及时了解学生的学习情况, 有效提高课堂学习效率。

3.3 直播方式讲解重难点及前沿

由于建设了物理化学MOOC课程资源, 学生可以灵活安排自己的时间观看教学课件视频, 完成预习和学习, 所以在直播课堂上就可以尝试开展对重难点的集中讲解和介绍相关科技前沿。我们在上课前利用慕课堂小程序进行调查, 让学生选出本章的难点内容, 然后针对这些内容以及相关科技前沿, 利用QQ直播或ZOOM会议的形式进行集中讲解和补充, 帮助学生深入理解和掌握相关物理化学原理, 了解科技前沿。从课前调查结果发现, 大部分学生是愿意采用这种方式上课的。

课前调查对课堂教学有很好的指导作用, 因为有时学生认为的难点内容跟教师认为的或传统的重难点内容有可能相同, 也可能不一致。以电化学部分为例, 课前调查发现学生认为第八章难点内容为电解质的平均活度和平均活度因子, 有95%的学生认为第九章的难点是内电位、外电位和电势, 认为第十章难点内容为极化作用。这就跟我们认为的不一样, 因此, 我们在课堂上就主要针对学生认为的重难点内容从概念到应用, 配合例题进行详细讲解, 实现在线课程教学的精准化和个性化。

另外, 我们还注意与科技前沿热点相结合, 激发学生的兴趣。例如, 讲到电化学中二次电池相关内容时, 就介绍了2019年诺贝尔化学奖获得者美国固体物理学家约翰·巴尼斯特·古迪纳夫、英国化学家斯坦利·威廷汉和日本化学家吉野彰在锂离子电池开发方面做出的杰出贡献。不同于前几年诺贝尔化学奖, 2019年的诺贝尔化学奖授予了开发锂离子电池的三位科学家。那么, 锂离子电池究竟有何过人之处呢? 它是如何工作的呢? 这样就可以自然地引入锂离子电池的原理和应用^[3], 并进一步介绍铝离子电池^[4,5]、钙钛矿电池^[6]等相关领域的最新进展。通过相关前沿知识介绍, 学生不仅能领会教材内容, 而且还能了解当今科技的最新发展, 从而愿意主动参与课堂学习, 增强科研兴趣。

3.4 翻转课堂形式进行互动教学

教学的目标之一就是培养学生发现问题、分析问题和创造性地解决问题的能力, 学生主动与积极的参与是教学成功的关键。因此, 本课程在教学过程中采用翻转课堂以及互动式、讨论式的教学方法, 让学生主动参与课堂学习。首先, 让学生在SPOC课堂观看教学及例题视频, 进行自主预习、学习, 然后让每位学生选择自己感兴趣的知识点内容, 自己去寻找并设计一至两个问题, 独立查阅文献, 在课堂上让学生自己以直播的形式对相关知识点的背景、原理等进行讲解, 再提出问题, 组织大家进行在线讨论, 并回答问题, 引导学生对所学知识进行内化和拓展。讲完后, 还可以利用慕课堂小程序, 让其他学生对他的表现进行不记名评分, 这个评分结果可以计入平时成绩。通过这种学习, 不仅可以充分发挥学生的主观能动性, 培养学生自主学习能力和解决实际问题的能力, 还可以让学生接触和了解科研活动中从问题提出、文献查询、论文撰写到最后报告及回答问题的整个过程, 提高学生的科研素养和兴趣。

3.5 传统考试与综合素质考查相结合

传统的考试方式一般是闭卷形式, 以选择题、问答题、计算题等笔试的方法来考查学生对知识的掌握和运用, 而素质考核则更注重考核学生的创新能力、实践能力等综合素质。我们在最终成绩

考核时, 将传统的考试与综合素质考核相结合, 适当降低闭卷笔试分数的比例, 增加课程论文、口头报告和答辩等考核方式, 并计入考核成绩, 全面考核学生掌握知识的水平和综合素质。

4 结语

南京大学的物理化学课程, 设计理念系统先进, 资源建设丰富, 使用效果好, 在全国处于先进水平, 在引导学生自主学习和综合发展等方面产生了积极成效。今后, 我们将持续更新课程资源, 不断开发课程应用, 为学习者提供更加优质的资源和学习体验。

致谢: 感谢高等教育出版社陈琪琳、鲍浩波和李颖等的大力支持、帮助和指导!

参 考 文 献

- [1] 张树永, 李金林, 范楼珍, 侯文华, 刁国旺, 郭玉鹏. 大学化学, **2021**, 36 (1), 2009052.
- [2] 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬, 侯文华. 物理化学. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [3] Manthiram, A. *Nat. Commun.* **2020**, 11, 1550.
- [4] Lin, M. C.; Gong, M.; Lu, B.; Wu, Y. P.; Wang, D. Y.; Guan, M. Y.; Angell, M.; Chen, C. X.; Yang, J.; Hwang, B. J.; *et al.* *Nature* **2015**, 520, 324.
- [5] Liang, Y. L.; Dong, H.; Aurbach, D.; Yao, Y. *Nat. Energy* **2020**, 5, 646.
- [6] Hou, Y.; Aydin, E.; Bastiani, M. D.; Xiao, C.; Isikgor, F. H.; Xue, D. J.; Chen, B.; Chen, H.; Bahrami, B.; Chowdhury, A. H.; *et al.* *Science* **2020**, 367, 1135.