

“新工科”背景下物理化学课程的教学改革与创新

魏云霞

兰州城市学院化学工程学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2021年12月16日; 录用日期: 2022年4月18日; 发布日期: 2022年4月26日

摘要

新时期、新专业背景下的人才培养目标对传统的物理化学课程的教育功能提出多重要求。在对《物理化学》课程的教学改革实践中, 首先对内容进行模块化归纳整理, 并提出了具有创新性的教学改革方法, 阐述物理化学教学的新方法、新思路。并将思想政治教育融入物理化学的教学活动中, 以期发挥立德树人的根本任务, 达到德育教育的目标。同时提高学生参加实践、实验、科研的“参与度”, 加强了学生对物理化学课程的学习兴趣, 提高了学生的综合素质。

关键词

新工科, 教学改革, 教学创新, 课程思政

Teaching Reform and Innovation of Physical Chemistry Course under the Background of “New Engineering”

Yunxia Wei

College of Chemical Engineering, Lanzhou City University, Lanzhou Gansu

Received: Dec. 16th, 2021; accepted: Apr. 18th, 2022; published: Apr. 26th, 2022

Abstract

In the new era and under the background of new specialty, the goal of talent training puts forward multiple requirements on the educational functions of traditional physical chemistry courses. In the practice of teaching reform of “physical chemistry” course, the contents are summarized in modularization at first, and innovative teaching reform is put forward, and new methods and

ideas of physical chemistry teaching are expounded. And the ideological and political education into the physical chemistry teaching activities, in order to give play to the basic task of moral education, to achieve the goal of moral education. At the same time, it improves students' participation in practice, experiment and scientific research, strengthens students' interest in physical chemistry courses and improves students' comprehensive quality.

Keywords

The New Engineering, Teaching Reform, Teaching Innovation, Course Education

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2020年5月,教育部决定在高等学校培育建设一批未来技术学院。目的是推进新工科建设的再深化、再拓展、再突破和再出发,推动高校加快体制机制创新,为做好未来科技创新领军人才的前瞻性和战略性培养,抢占科技发展的先机[1]。目前,随着“新工科”建设的深入推进,急需加快人才培养模式、课程体系和课程教学的改革。

物理化学是化学学科的一个重要分支,它是以物理学的思想、实验手段和数学科学来研究化学体系中最一般的宏观和微观的规律及理论,是化学学科的理论基础[2]。《物理化学》作为化学、化工及相关专业人才培养的核心课程,已经进入了一个全新的发展阶段,其内涵逐渐丰富,涉及多个层面:从宏观深入到微观、从定性走向定量、从描述过渡到推理、从静态推进到动态、从平衡态拓宽到非平衡态、从体相外延到表相等[3]。因此,在《物理化学》课程的教学内容和教学方法上必须与时俱进,深入开展课程创新设计与教学方法的改革。

我们秉承“以学生为中心,以目标为导向”的教学理念讲授《物理化学》。采用启发式的教学模式,从科学发展的角度出发,阐述基本概念、基本定律,并适时将学科前沿引入课堂,培养学生的创新意识和科学的思维方法。

2. 教学实践经验与反思

2.1. 内容上

首先,授课教师需对学生的培养目标进行进一步的深入了解,将学生专业和物理化学理论知识密切结合,对特定专业的教学设计进行进一步的完善和改进,以突显专业特点。更要体现方法论、突出逻辑框架、贯彻“少而精,博而通”。以授课对象为化工专业学生为例。我们将物理化学内容分为四个板块。第一个板块,物理化学中的基本理论。内容包括热力学第一定律、热力学第二定律及热力学第三定律。第二个板块,热力学理论的基本应用。内容包括多组分系统热力学及其在溶液中的应用、相平衡及化学平衡。第三个板块,物理化学基本分支,内容包括电化学基础、动力学基础及表面化学。第四个板块,化工中的物理化学理论。这部分内容可以自选一些与化工专业相关的实例进行讲解。另外,在讲授的过程中也是按照知识的逻辑顺序进行,而不是单纯的按照教材中的内容的顺序。

目前,环境、材料等行业迅速发展,为工科专业学生提供了广阔的就业市场及前景。以环境、材料等行业为依托,以学生就业为导向,将物理化学课程教学内容与工科学生专业密切联系起来,必将学生

所学理论知识与所学专业实现良好的结合,进一步吸引学生学习物理化学课程的兴趣,提升学生的综合能力,实现学生学以致用,最终达到专业培养目标。我们对物理化学课程的教学内容进行了优化和调整,依据工科学生所学专业方向的差异对部分内容进行一定增减,对不同专业的学生有所侧重,重新优化整合。结合专业的实际情况及发展前景,将专业和生产生活实际与物理化学理论知识联系起来,穿插到课堂教学过程中。如作者在对化工专业学生的教学过程中,教学内容强化相平衡和相图的理论知识,精讲细讲精馏和萃取等内容。对于环境工程专业则重点讲述动力学、光催化反应与环境工程的紧密联系。

2.2. 教学方法上

2.2.1. 合作学习, 提高学生积极性

在《物理化学》的学习中,将学生按照学生的“学习性格”进行分组,组内每人都有任务,目的是使他们在学习中互相督促、合作共赢。在实践中我们发现合理的划分学习团队,能够凸显出学生的核心位置。围绕不容易掌握的知识点,学生之间各自发挥自己的作用,吸取每一位成员的优点,以此来弥补自身的不足,通过课堂深入的沟通,进而达到学生学习能力提高的结果。站在学生学习兴趣调动方面,首先需要教师与时俱进,积极的革新过去灌输式的教学方式,将基本知识规律及抽象难理解的概念制成课件,并插曲动画图片,整合微课教学模式,引导学生能够自我总结,在强烈的学习积极性下,也能够有效的养成合作意识。除此之外,根据教材讲解内容,教师可以适当的为小组设置针对性的学习任务,目的就是希望小组成员之间能够展开全面的沟通。每个小组挑选出一名成员,在班级上阐述组内的观点,教师对其做出针对性的评价。经过实践调查可以看出,教师应用合理的小组合作教学方式,正因为每一个小组内部成员学习基础等存在很大的差异,达到共同进步的同时,学生之间也能够取长补短,全面掌握所学内容。

2.2.2. 引导学生自学, 培养学生的主动性

对于预习的重要性这里再不强调了。根据将要学习的内容,我们提前给出预习提示鼓励学生根据提示自己去搜集一些相关的资料。目的是尽量引导学生自觉的去发现问题、提出问题,能主动的积极的去思考。这样不仅可以调动学生的学习积极性,还可以有效的提高课堂教学质量。总之,我们是想办法挖掘每一位学生的潜能,让每一位学生充分发挥自身的优势。

比如在讲授热力学第一定律之前,我们提前给学生的预习内容是,在热力学第一定律的发现过程中,有三位科学家做出了巨大贡献,让同学们查三位科学家的经历并在课堂上进行讲解。通过讲解不仅学生能了解热力学第一定律的发现过程,教师还能乘此融入讲解社会主义核心价值观—奉献精神。再比如在讲授光催化内容之前,我们提前给学生的预习提示是被誉为“光催化之父”的藤岛昭是怎么发现光催化现象的,他为中国培养了许多化学领域的人才,多次帮助中国留学生回到中国建立个人研究室的事迹。

2.2.3. 适时融入课程思政, 培养学生的家国情怀

课程思政是一种新型的思想教育方式,构建一种以全员参与为基础的育人格局[4],将思想政治理论课和各类课程同向同行,形成协同效应,把立德树人作为教育的根本任务,提出新形势下的综合教育理念,将社会主义核心价值观等新时代先进的思想融入教育教学工作中,推动课程思政与学科知识融合发展下的大学生思政教育的进步。

物理化学课程知识点抽象、公式多,容易造成学生记忆困难,容易使学生产生厌倦心理。在课程讲解中适当穿插思政内容,增添课程人文色彩,使公式定义以历史人物故事的形式逐一展开,可以唤起学生的学习兴趣。同时,可以引导学生进行思考,面对困难不气馁,产生积极的影响[5]。

以讲解热力学第一定律为例。热力学第一定律即能量守恒定律。经过半多个世纪迈耶、焦耳、亥姆

霍兹三位物理学家冲破传统观念的束缚而做出不懈努力，1850年，三位物理学家一致公认能量守恒与转化定律为自然界普遍规律，且为独立发现者。教育引导学生在向物理学家学习，为探索科学和社会进步的无私奉献精神。同时，可以融入“中国奇迹靠什么”习近平给出的三个关键词，即，告诉每位学生心中要有梦想、创新、实干这三个词，无须提供能量而又不断对外做功是不可能的，现在就要努力学习，增长学识，储备自身能量，将来才有的付出，才能对社会做出贡献。

热力学第二定律的本质是指在隔离系统中，由比较有秩序的状态向比较无秩序的状态变化是自发变化的方向[6][7]。这也符合当下大学生乃至所有人的发展规律，人的本性总是更喜欢舒适安逸。需要通过后天的引导和教育树立吃苦耐劳，积极进取的精神。在讲解热力学第二定律专业知识的同时，启发学生人生如逆水行舟，不进则退。告诫学生，尽管成长路上风雨不断，时时处处充满竞争和挑战，唯有积极进取才得以鼓足人生的风帆，乘风破浪勇往直前。具体在授课过程中，一方面结合热机的工作原理和热机效率问题，穿插简介热机的发展历史，并自然地引入国人引以为豪的中国高铁。当今“中国制造”的高铁技术令人震撼，正在“一带一路”建设中发挥着日益重要的作用，同时我国在下一代超级高铁研发方面的技术贮备也位列国际前列。通过这些介绍，激发了学生的爱国热情和民族自豪感，引导学生进一步坚定“四个自信”，厚植家国情怀；另一方面，结合第二类永动机的不可能性，强化学生对“实践是检验真理的唯一标准”的理解：任何认识成果，只有通过实践检验才能最终知其是否是真理；只有实践才能检验真理，实践标准是无可替代的。由于第二类永动机的不可能性，必须牢固树立绿色发展理念，走可持续发展之路，保护资源，爱护环境。

2.2.4. 建立思维导图

思维导图可以帮助学生对零碎知识进行整合和归纳，进而帮助学生进行理解和记忆[8]。建立思维导图还可以培养学生的归纳思维、发散思维、逻辑思维等化学核心思维。物理化学的知识逻辑性比较强，建立思维导图更能理清思路，使学习达到事半功倍的效果。关键是教会学生建立物理化学思维导图的方法。

就以讲解热力学第一定律为例。首先要讲清楚这一章的核心是什么。其实就是 $\Delta U = Q + W$ ，因为热力学第一定律就是能量守恒定律，要将这个自然界普遍的定律作为一种工具应用，那就牵涉到两个问题，如何求 W 和 Q ，这也就是热力学第一定律这一部分的所有内容。要解决 Q 的计算，就引出了 Q_v 和 Q_p 两个概念和热容的概念。进而产生 ΔH 的概念。而 Q 的求法根据 T ， p ， V 的变与不变就有了不同的求解情况。解决了这个问题以后就考虑了理想气体和实际气体的两种特殊情况。就有了节流过程。最后的卡诺循环相当于对热力学第一定律做了一个应用。而卡诺循环的真正意义在于热力学第二定律中熵的概念的引入。熵的引入带来Gibbs函数的引入等等。多组分热力学中化学势的概念其实还是围绕在 ΔG 上，不过用 μ 做了简化。其实公式只有一个，即 $\mu = \mu^0 + RT \ln a$ （ μ^0 指的是标准化学势），公式的区别就在于 a 的表达不同，对于气体用压强，对于溶液用什么，对于理想液体混合物用什么，仅此而已。

3. 教学创新

课程的教学改革的重点在于如何激发学生的学习兴趣和学习积极性，将其对课程的畏难情绪转化为知难而上的勇气，提升学习效果，为未来科学研究和职业发展做准备[9]。我们在教学过程中一直对教学创新进行思考并屡次尝试，有成功的经验，也有失败的教训。通过总结这些失败的教训继续创新。

3.1. 教学模式创新

3.1.1. “四结合”立体化教学模式

“四结合”立体化教学模式：教材内容与习题指导相结合；课堂教学与视频资源相结合；教师主讲与学生讨论相结合；基础知识与科学前沿相结合[10]。

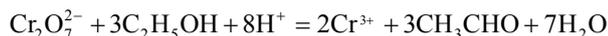
采取“四结合”立体化教学模式，将专业教育与思政教育有机融合。不仅传授物理化学基本知识，而且还能培养学生的自主学习能力和创新意识，建立理性思维方式，树立家国情怀。

3.1.2. 基于案例分析微视频教学模式

通过不同的授课方式，借助案例分析，在 5 分钟左右的时间内，将课程重、难点知识讲清楚、讲透彻。基于案例教学和专题研究的微视频教学，是选择重点、难点的授课方式，不是面面俱到，不必涉及到每一个知识点。这就要求需要提前学习一定的基本知识概念，就会增强学生的参与性，避免满堂灌输的缺点，使学生真正成为了课堂的主人。

基于实际案例分析制作的微视频教学片断，将抽象理论与实际应用结合起来，通过短小精悍的微视频方式，容易激发学生的学习兴趣，克服畏难情绪，这样可以有效的掌握理论知识的来源、意义，并能实现灵活应用。列举如下两个案例：

案例一：交警用酒精仪测酒驾，如果测定仪中橙红色的物质变为绿色，就被认为是酒驾。原理是酒精仪中橙红色的重铬酸钾遇乙醇，就会发生如下反应：



因为 Cr^{3+} 是绿色的，所以看到酒精仪中的颜色变化如果是橙红色变为绿色，就认为是酒驾。然而酒精测定仪中还需要加入硫酸。这是因为，一方面上述反应要在酸性溶液中进行，另一方面要防止 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转化为 CrO_4^{2-} 。

即： $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，这就是酒精测定仪中的化学平衡。

案例二：工业上，经常根据溶液凝固点降低的性质制备合金。Pb 的 K_f 较大，所以当向 Pb 熔液中加入少量的其他金属，Pb 溶液的凝固点就会大大的下降。金属热处理要求是在较高的温度下进行，但又要避免金属工件受空气的氧化或脱碳，往往采用盐熔剂来加热金属工件。例如在 BaCl_2 (熔点 1236 K) 中加入 5% 的 NaCl (熔点 1274 K) 作盐熔剂，其熔盐的凝固点下降为 1123 K，若在 BaCl_2 中加入 22.5% 的 NaCl，熔盐的凝固点可降至 903 K。

3.1.3. 科教融合的教学模式

将物理化学的理论知识与生产实践、科研前沿相融合，突出课程的“应用性”和“科学性”。将物理化学重大研究成果和最新科学前沿融入课程教学。邀请知名专家录制讲座视频；建设与课堂知识点密切相关的典型案例库；带学生参加学术会议，鼓励学生自己撰写科研小论文。让学生深入了解物理化学基本原理在科学前沿中的应用。

3.1.4. 以学科竞赛为平台促进教学改革

学科竞赛可以让教师和学生之间互相学习。教师需要思考怎么把知识传授给学生，学生需要思考自身应该如何去学习。我们在讲授《物理化学》过程中鼓励学生参加学科相关竞赛，教师积极组队，带领学生参赛。通过竞赛，可以帮助教师改变教学模式和教学方法，进而保证课堂的授课质量，更好地帮助学生掌握和理解课程内容。在比赛的过程中，学生充分地利用自身学到的技能进行比赛，教师在教学中可以利用竞赛来引导理论的教学，在此基础上，可以获得改革和创新，进而激发学生的学习欲望，让学生更加喜欢学习。

3.1.5. 积极推动线上线下混合教学模式

为了充分凸显“以学生为中心、以教师为主导”等教学理念，我们通过课堂教学改革创新，使得本身让学生听起来就比较乏味的理论课就变得生动有趣。利用课堂教学的平台充分发挥了教师专业知识讲授和思想引领的双重功能，将课堂教学与学风建设、专业学习与思政教育充分结合。另外，我们根据本

科专业设置特点, 调整讲授内容安排, 对不同的专业侧重不同理论知识的讲解。同时, 在课程的讲授过程中引入课程思政的内容。培养热爱祖国、具有良好的科学文化素养和高度社会责任感的人才。

3.2. 评价创新

不同于过去的以考试定成绩的评价方法, 强化全方位、过程化考核成绩评定, 包括课后作业、期中期末考试、章节测试、视频学习、学生互评、分组讨论、个人展讲等。

增加与课堂知识点密切相关的科学前沿成果案例和文献阅读, 并组织相关内容如非平衡态热力学等开卷考试, 培养学生批判性思维和创新意识; 将翻转课堂、研究性学习、文献展讲与讨论的课时比例提高到 20%, 并逐步提升平时成绩在总评成绩中的比例, 激发学生平时长效学习的动力。

4. 总结

新时期、新专业背景下, 我们深入开展了《物理化学》课程的创新设计与教学方法的改革。在教学的过程中, 我们遵循从基础理论到基本应用再到高阶性研讨的循序渐进的规律, 借助启发式问题引导的教学方法, 从人类认识自然的过程、科学发展的历史角度, 深入浅出地进行知识点讲解, 不断的激发学生的兴奋点, 引导学生参与到课堂讨论、分析、评判等教学过程中, 提升高阶思维能力, 培养创新意识, 并适时融入课程思政, 使学生在建立理性思维的同时树立家国情怀。这种教学设计能更好地激发学生探求未知的兴趣和积极性, 培养学生的团结协作意识及创新思维能力, 具有普适性、具有推广价值。

基金项目

2021 年甘肃省重点人才项目, 2021 年甘肃省大学生创新创业训练计划项目。

参考文献

- [1] 教育部办公厅关于印发《未来技术学院建设指南(试行)》的通知[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-05/24/content_5514379.htm, 2020-05-15.
- [2] 黄雅丽, 张燕杰. 基于创新型人才培养的物理化学教学改革与实践[J]. 教学研究, 2020(23): 110-112.
- [3] 赵瑛祁, 王和峰, 邵宝旭, 孙悦, 丁洪生. 物理化学在教学中的创新性改革[J]. 实验室科学, 2020, 23(1): 85-91.
- [4] 张帆. 课程思政建设的关键要素与实施途径探析[J]. 北京教育(高教), 2022(2): 62-64.
- [5] 郑璇. 《物理化学》课程思政改革探索[J]. 广州化工, 2021, 48(18): 281-282.
- [6] 党承林, 王崇云. 生态系统的能量冗余与热力学第二定律[J]. 生态学杂志, 1999(1): 53-58.
- [7] 倪穗, 陈增鸿, 潘晓东. 能量生态学研究概述[J]. 科技通报, 1999(2): 104-108.
- [8] 冯悦兵. 浅谈思维导图在工科物理化学教学中的应用[J]. 化工时刊, 2022, 36(1): 47-48.
- [9] 纪敏, 王新葵, 孙延波, 王旭珍, 王新平. “双一流”建设背景下物理化学课程教学改革与实践[J]. 大学化学, 2021, 36(1): 2007041-2007047.
- [10] 郭东升, 阮文娟, 朱志昂. “四结合”立体化教学模式——南开大学物理化学一流课程建设探索[J]. 化学教育, 2021, 42(18): 70-73.