

《结构化学》课程思政的教学实践

毛双^{通讯作者} 刘柳斜 吴洁 王晓岚

(四川师范大学化学学院, 四川 成都 610066)

摘要:《结构化学》是化学专业的一门重要的必修课,将思政元素融入课程教学,可以提高教学质量、激发学习的积极性,传播专业知识的同时发挥育人功能。本文从思政元素的挖掘、教学环节的融入、课外活动的开展等方面介绍《结构化学》的课程思政教学实践。

关键词:结构化学; 教学设计; 分子模型; 课程思政

课程思政是课程教育的重要组成部分,是课程“教书育人”功能的本源和本意。课程思政的主要目的是改变之前只重知识传授、不注重能力和素质培养,不重视开发课程育人功能的问题。专业课程开展思政教学,可起到润物细无声的效果。

《结构化学》是研究物质的结构及其变化规律的科学,作为化学专业核心课程,以微观体系为研究对象,教学内容包括微观粒子的运动状态、原子结构、分子结构、配合物的结构与性质、晶体结构等。教师利用信息技术进行资源分享、任务设定,把线上自主学习与线下课堂教学有机结合起来,教学中以小故事、小视频、图片等方式开展课程思政,更能够调动学习的积极性、提升教学质量[4-5]。本文从思政元素的挖掘、教学环节的设计、学生活动的开展等方面探讨《结构化学》开展课程思政的教学实践。

一. 课前以课程大纲为本, 挖掘思政元素

《结构化学》教学中将化学专业的学科特点与思政教育相融合,能够在传播专业知识的同时发挥育人功能。通过集体教研、文献查阅、网络收集,任课教师按照课程大纲,主动挖掘《结构化学》中所蕴含的思政元素和案例,有助于培养学生的科学素养、治学态度和研究方法,树立正确的世界观、人生观和价值观。

(一) 中国智慧, 激发浓浓的家国情怀

远在春秋战国时期,中国人提出“五行”学说,万物由金木水火土五种元素组成。这是对宇宙本质的思考,也是朴素的“元素论”。东晋葛洪发现矿物在高温高压下能够发生变化,产生新的物质,记载了雌黄和雄黄的“结晶”现象。明朝科学家宋应星注意到化学反应中各物质组成的关系,体现了“质量守恒”的思想。当代化学家徐光宪先生通过对多电子原子核外电子排布规律的研究,提出“ $n+0.7l$ ”规则。张青莲院士开展原子量的精确测量工作,为同位素的生产和发展做出巨大的贡献。唐敖庆先生的杂化轨道理论,推动价键理论的发展。卢嘉锡先生开拓中国原子簇研究领域,在化学模拟生物固氮和过渡金属原子簇化合物研究方面取得巨大的成就。课堂教学中穿插中国人、中国事、中国智慧,不仅是科学的启蒙,更能够弘扬爱国主义精神。

(二) 踏实进取, 树立不懈追求的治学态度

教师以图片或小视频展示化学家的故事和科学发展史。如玻尔与原子轨道模型、休克尔与有机共轭分子结构、爱因斯坦与光子学说、德布罗意与物质波假设、布拉格与晶体结构X射线衍射方程等。这些模型、结构、定理和公式是前辈科学家刻苦努力和坚持奋斗的结晶,能够鼓舞学生踏实进取,不懈追求。

(三) 辩证的思想, 培养正确的科学思维和方法论

微观粒子运动状态的“测不准原理”体现微观粒子运动的不

确定性,可以理解为采用科学方法测定微粒的位置而同时又做到不影响其速度是不可能的,反映了人类无法摆脱认识主体自身能力和工具条件的限制,而对客观对象进行测量和把握的哲学思想。这一基本原理的教学,不仅让学生认识到宏观物体与微观粒子运动的异同,也将辩证的哲学思想渗透入专业知识。原子结构的“核固定假设”是求解单电子原子薛定谔方程的近似方法,符合原子由原子核和核外电子构成,电子在核周围运动的原子论。但电子与原子核相比,质量轻得多,因此原子核可视为固定不动。这样的近似处理不仅简化了单电子原子薛定谔方程的求解,也能够让学生体会到“相对”与“绝对”的思想。分子结构中“变分原理”是LCAO-MO理论的基础,应用数学的行列式和物理的边界条件,巧妙地解决了原子轨道线性组合为分子轨道的问题,从单电子分子 H_2^+ 的分子轨道推广到多电子分子轨道和共轭分子的 π 电子轨道,是个别到一般的归纳演绎方法。晶体结构中的“点阵理论”,将晶体的结构基元视为一个点,复杂的晶体结构合理地分解为点阵结构和结构基元两个问题,几何元素融入化学的学习,加强了多学科的交叉融合。

二. 课程思政融入教学的各个环节

线上与线下的教学模式,可以涵盖教学的各个环节。我院《结构化学》线上教学采用雨课堂+腾讯会议的方式进行,包括课前预习、课后作业、章节测验、辅导答疑等,线下课堂以讲授与讨论为主。以《原子结构》第一课时为例,探讨课程思政的教学方法。

首先在雨课堂发布预习任务,包含“氢原子与类氢原子的波动方程及其解”的学习内容和两个视频资源。“原子模型的进化史”视频介绍古希腊“原子学说”、汤姆逊“梅子布丁模型”、卢瑟福“原子核模型”、玻尔“轨道模型”和现代量子模型,既可以复习前行课程所讲授的原子知识,也能够激发学生的学习热情,鼓励他们不懈努力,勇攀高峰。视频“世界上第一颗原子弹是怎么来的?”讲述曼哈顿计划和科学家奥本海默的故事,包含了科学家们对和平利用原子能的呼吁。科技是推动社会发展的第一生产力,同样也承担着社会责任和道德责任,倡导同学们树立正确的科学伦理观。

课堂教学从单电子原子的薛定谔方程入手,按照核固定假设、坐标系变换和变量分离等三个步骤求解氢原子与类氢原子的波动方程。课堂导入部分由教师复习量子力学处理微观粒子运动的方法与步骤,将学生注意力集中到薛定谔方程、哈密顿算符、边界条件和波函数,思考该如何研究原子的结构。接下来教师提问,学生回答,进行课堂互动:原子结构的研究历程。一方面考查学生的课前预习,另一方面借这一段上千年的研究史,指出科学的发展不是一帆风顺的,需要不懈的努力,需要一代代的薪火相传。然后教师总结,原子由原子核和核外电子构成,电子在核周围运动,该如何确定原子的运动状态,导入本课时的内容:单电子原子的波动方程及其解。

新课讲授首先由氢原子与类氢原子的特点展开,原子仅有一个核外电子。按照量子力学方法,教师引导学生书写单电子原子的薛定谔方程,并分析哈密顿算符。哈密顿算符由动能算符和势

能算符构成, 动能算符包括原子核与电子的动能, 势能算符体现原子核与电子之间的相互作用。在此组织第一次课堂讨论: 如何简化哈密顿算符来近似求解波函数?

(1) 单电子原子没有电子与电子的相互作用, 减少了势能项。

(2) 原子的绝大部分质量集中在原子核上。与电子相比, 原子核的运动慢得多。

本次讨论的目的是让学生联系研究对象的实际情况, 进行合理的近似, 使复杂的问题简单化, 培养建立近似模型的方法。紧接着, 教师讲授近似求解单电子原子波函数的三个步骤: 核固定假设 - 简化哈密顿算符的动能项; 直角坐标与球极坐标的变化 - 用 (r, θ, φ) 代替 (x, y, z) ; 变量分离 - 将一个含三个变量的波函数变换为三个含一个变量的函数 $\Psi(r, \theta, \varphi) = R(r) \cdot \Theta(\theta) \cdot \Phi(\varphi)$ 。这是本节课的重点, 要求学生掌握单电子原子体系薛定谔方程的求解过程。在此基础上, 进行拓展, 让学生思考求解多电子体系的方法, 为后面多电子原子结构的学习做准备。最后, 结合课前预习和课堂授课, 进行第二次课堂讨论, 如何精确求解氢原子和类氢离子的波函数? 教师组织学生比较简化处理前后的哈密顿算符, 以电子质量与折合质量的差异为线索, 分析不同物理模型的意义, 指出从单电子原子体系到多电子原子体系, 从能够精确求解到不能够精确求解, 正是前人对微观结构不断探索, 不懈追求的过程。科学研究是循序渐进的过程, 需要我们的踏实勤奋、需要我们的创新发展, 需要我们的努力奋斗, 与课堂导入部分相呼应。

课后利用章节拓展阅读和线上作业辅助开展思政教学。拓展阅读推荐: 《张青莲院士生平》《我国稳定同位素化学的奠基人张青莲院士》《张青莲先生的原子量新值测定》。作业设置相关习题: “张青莲院士是我国著名的化学家。1991年, 他准确测得 In 的相对原子质量为 114.818, 被国际原子量委员会采用为新的标准值。这是原子量表首次采用我国测定的相对原子质量值。请写出 In 原子的电子组态。”教师利用线上作业集中辅导, 简述张青莲院士为我国科研与教育事业所做出的巨大贡献。

三. 课后开展学生活动, 提高学习兴趣

为提高学生学习的兴趣和主动性, 任课教师课后与学生工作组的老师一道将学生活动与专业学习紧密结合。本学期, 借助学院“化学节”这一特色学生活动, 开展“分子模型比赛”。该课外活动旨在增强动手制作能力、逻辑思维能力、语言表达能力, 考查同学们对专业知识的掌握和运用, 启发创新思维, 体会化学结构之美。3月中旬活动启动以来, 通过参赛作品征集、易班线上平台投票, 共计参与活动人数达 248 人次, 进入决赛的共有 10 支团队。各比赛团队代表展示了足球烯、罂粟碱、企鹅酮、凯库勒烯、青蒿素等模型, 并上场讲解制作模型的灵感来源、创作理念、材料选取、制作过程中遇到的困难以及参与活动以来的体验与收获, 回答专业评委与大众评委的提问。

其中青蒿素模型制作团队, 从文献《Build Your Model! Chemical Language and Building Molecular Models Using Plastic Drinking Straws》中获得了创作灵感, 制作实践中发现, 太空泥容易获取, 可塑性强, 分子颜色丰富, 可以实现复杂分子的模型制作。按照确定分子结构(明确原子的数目与种类、化学键的性质与空间取向、官能团的结构与特性)、查询原子半径与化学键键长(确定碳、氢、氧、氯等原子的相对大小, 按比例裁剪不同长度的塑料棒)、设计空间构型(确定不同原子的杂化方式)和搭建模型(根据分子空间结构连接模型各组成部分)等步骤来完成模型制作。

答辩中同学说道, 自己动手制作分子模型能够有效激发主动学习, 将看不见摸不着的分子结构具体化和形象化后, 不仅提升了对于化学的学习兴趣, 调动了主动学习的欲望和能动性, 而且加深了对于抽象知识的理解和认识深度。足球烯制作团队, 选择废弃的快递纸壳作为主要模型材料, 通过废弃资源的二次利用以达到绿色环保的目的。同学们以废纸壳制作 12 个五边形和 20 个六边形模板, 形成足球烯的框架; 通过粉色和天蓝色卡纸来优化模型的视觉体验; 使用棉线、硅橡胶和牙签来连接各个模板。团队代表在参赛体验中谈到, 通过本次活动不仅让我们对足球烯的结构有了更进一步的了解, 同时也让我们感受到了化学学科的魅力, 体会到了分子结构的复杂多样性, 提高了我们对化学学科的兴趣, 有利于我们今后的学习。

专业课程教师更多更深入地走进学生第二课堂, 能够贴近学生成长, 将学生活动与专业课程紧密结合, 把人才培养贯穿于我们教育教学的全过程。模型是分析分子结构与晶体结构的重要工具。赛前, 教师为选手进行“一对一”的指导, 渗透化学键的几何特征, 键长、键角、二面角与构象; 化学键的理论, 定域与离域, 杂化与共轭等。比赛中, 点评教师以青蒿素为例, 引入我国科研工作的踏实勤奋、开拓创新; 从石墨烯 C 原子的成键方式, 简述杂化理论在多原子体系中的应用。赛后, 以同学们制作的模型为道具, 在大三年级的课堂中进行展示, 探讨改进建议, 充分调动学习的积极性。

四、结语

《结构化学》作为化学专业的核心课程, 理论性强, 涉及的数学物理知识多, 一直以来存在“教师难教, 学生难学”的情况, 如何能够以学生为主更好开展教学活动, 提高教学质量是教师的首要任务。通过多年的教学实践, 我们认识到教学中适当提取专业知识片段与思政元素的有机融合, 可以创造“有温度”的课堂。思政元素能够贯穿于课前的预习、教学流程的设计和课后的辅导等各个环节中, 传统的课堂讲授可以转化为讨论、翻转、混合式教学。课程思政的开展需要我们课前精心设计、课中用心传授、课后耐心辅导。课外, 任课教师积极与学生工作组教师交流合作, 开展第二课堂, 通过同学们结合文献资料、视频、图片, 开展自我学习, 也是课程思政的一种途径。能够更好地激发学习的兴趣, 启发创新思维, 提高学习的主动性, 将课程思政贯穿于教学的各个环节, 实现全员育人、全方位育人和全过程育人。

参考文献:

- [1] 张树永. 高校化学类专业课程思政建设目标与实现途径探讨——以物理化学课程教学为例[J]. 大学化学, 2019, 34(11): 4-9.
- [2] 孙越, 杨钻. 新时代背景下物理化学实验的课程思政教学初探[J]. 大学化学, 2021, 36(08): 25-31.
- [3] 周卫红, 苗志伟. 三全育人背景下化学专业生物化学“课程思政”探索实践[J]. 大学化学, 2021, 36(03): 277-281.
- [4] 关丽丽, 蔡颖, 宋金玲, 肖淑艳, 胡锋, 赵鑫. 混合式教学模式在结构化学课程中的探索与实践[J]. 大学化学, 2022, 37(03): 109-113.
- [5] 周彩华, 邓玲娟, 陈佑宁, 张君才. 信息技术融入结构化学课堂教学的模式探索[J]. 大学化学, 2022, 37(04): 105-111.

* 本文系基金资助: 四川师范大学 2021 年线上一流课程建设成果