

巧用案例提高工科专业物理

化学课程教学的实践创新能力培养效果

陆振欢* 海杰峰 黄斌 刘勇平 (桂林理工大学化学与生物工程学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 实践创新能力培养是工科专业人才培养的核心。物理化学是诸多工科专业课程的基础, 在该课程教学中加强实践创新能力培养, 能极大地促进人才培养目标达成。本文将案例应用于物理化学课程教学中, 灵活运用进行合理的教学设计, 使案例与课程内容广泛和深度融合, 构建新的教学模式, 可有效提升教学质量, 大大提高工科专业学生实践创新能力培养效果。

关键词: 物理化学; 案例; 实践创新能力; 工科专业; 教学改革

0 引言

工科专业人才是经济和社会发展的基础, 其培养的核心是实践创新能力。物理化学是化工、环境、材料、医药、生物、地球等许多工科专业的核心课程的上游学科。知识发展为能力的人类活动可分为: 认知-模仿-实操。在课程教学过程中给予学生充分的“模仿”锻炼, 可提高能力培养效果。而应用案例可实现最好最全面的“模仿”锻炼, 因此成为培养实践创新能力的最有效途径。本文针对物理化学课程的特点, 研究讨论将案例应用于其课程教学中的方式, 致力于提高工科专业学生实践创新能力培养效果。

1 物理化学课程特点分析

物理化学课程内容多难杂, 实际教学过程中常存在一些不足, 如课程内容与实际差距较大, 案例仅作为课前导入, 则发挥作用较少; 理解原理概念的难度大, 导致实施翻转课堂教学法时, 学生自学较为困难, 且需师生投入的时间精力极多; 原理或公式的应用条件多且严格复杂, 对讨论题目设置提出较高要求。因此, 在物理化学教学过程中应用案例, 需进行精巧的教学设计, 深挖案例的核心要素与教学内容相融合, 灵活运用在不同教学环节中, 锻炼学生实践创新的思维和方法, 才能提高实践创新能力培养效果。

2 物理化学课程中应用案例的研究讨论

人类活动阶段	预期学生行为	环节	案例角色	针对的教学目标	案例作用	案例应用侧重点	选择案例核心要素
实践创新能力培养	认知-模仿	课前	预习资料	复习前置知识, 了解课程内容	提高预习效率, 培养意识	突出趣味性或故事性	对知识点有一定深度的分析讲解
	认知-模仿	课堂	教学设计结构单元	导入课程内容	引出课程内容, 激发兴趣	能引人注目	迎合学生兴趣爱好
	模仿		练习或讨论并转化知识	锻炼应用, 模仿实践创新活动	针对具体知识点的运用	对知识点具有明确运用和极强演示	
	模仿	课后	与课程内容体系角色反转	归纳总结知识, 锻炼思维	促进知识体系建立, 模仿实践创新思路	能总结梳理课程内容体系	理论知识中蕴含的哲学精神或科研方法
模仿-实操	课后	作业或探究任务	掌握知识, 培养能力	实践创新练习	能作为实操课题	实际且完整具体的实践创新课题	

图1 不同教学环节中的案例应用

Fig.1 Instance application in different teaching process.

根据教学过程中不同环节的目标, 并围绕预期学生行为, 选择不同的案例或者以不同的形式呈现案例, 突出案例在目标达成中所发挥的作用, 以满足“认知-模仿-实操”三个阶段人类活动, 从而提高学习效率和培养效果。不同的教学环节的案例应用如图1所示。

2.1 课前预习环节

物理化学内容理解难度较高, 预习效果参差不齐。因此, 应降低课前学习难度, 建议采用更突出趣味性或故事性的案例来呈现知识内容, 尤其需注意案例及其呈现方式必须有的放矢地对课程知识点有一定深度的分析讲解。如相平衡, 用PPT或调查报告形式分析市面上流行的真假55度杯; 化学动力学, 以微课介绍文物年代的确定方法等等。这些案例不仅趣味性十足, 能激发学生兴趣, 更关键的是其中包含步冷曲线绘制方法、一级反应动力学方程特征等相关知识点的详细讲解和应用, 体现了“认知-模仿”的过渡。由此, 达到“在玩中学”的快乐学习, 提高了预习效率, 从而潜移默化地培养学生实践创新意识。

2.2 课堂教学设计中不同步骤的案例应用

课堂教学设计的结构大致可以分为: 回顾-导入-讲授知识-练习或讨论-总结。其中“回顾”和“总结”是用于归纳知识、点出重难点, 需简洁扼要, 案例在此不适用; “讲授知识”步骤以“使学生理解知识”为判据, 决定是否采用案例, 但就算采用, 也是服务于讲解知识, 并不直接对应于实践创新能力培养; “导入”和“练习或讨论”这两个步骤是应用案例的最佳步骤, 但两者应用的侧重点不同, 需灵活应用。

“导入”的侧重点是引人注目, 案例及其呈现形式应着重迎合学生兴趣爱好, 还要指出知识点应用方向。如熵增原理, 以视频《宇宙热寂》、熵在经济学等社会科学中的应用、清华大学的科学史系主任吴国盛说: “如果物理学只能留一条定律, 我会留熵增定律。”等具有先声夺人效果的案例作为导入。

“练习或讨论”在课程后半段, 其目的是使学生回顾前面所学原理概念或前述公式应用练习, 这就要针对

课堂上所讲授的知识点来选择案例及其应用方法，核心在于案例本身要对知识点具有明确运用和极强演示。

原理概念方面，如应用科研文献实例：据相律计算纯物质最多只能有 3 个相。但 2020 年有文献研究证明，在一种物质中，存在着某个条件下可以五相共存，即一个气相、两个液晶相和两个固相，这证明了相律存在缺陷。令学生分组讨论其中原因，最终指出其中的关键是凝聚相中分子的排列方式不同，由此不仅回顾了课堂前半段所讲“相的定义”，同时锻炼了该知识点在科研创新中的应用。在此基础上，指出科学研究就是不断证伪的过程，要勇于突破思维定势、敢于探索，大胆假设小心求证，从而培养学生的科研思维。

公式方面，如应用视频展示实例：两个不同毛巾的一端分别浸入相同的水中，其一能把水吸到杯外，另一个不能。由此引出毛细管现象并讲解毛细管液面上升高度计算公式。之后再返回该视频，要求学生讨论为什么不同毛巾吸水能力不同，辅以例题练习公式应用。从而全方位地练习了公式的实践应用。

2.3 课程内容体系与案例深层次融合

课程内容与案例可以角色反转，用教学内容作为案例来解释科研方法和哲学精神，从而达到课程内容体系与案例的深层次融合，利于锻炼学生灵活应用知识的能力。这需要深挖理论知识中蕴含的哲学精神、科研方法思维，由于这两者都比较宏观，能支撑它们的案例当然是比较完整的课程内容体系，因此该方法通常用于同时总结梳理课程内容和锻炼学生的实践创新方法思维，对在学生脑海中建立知识体系具有极强的促进作用。

比如哲学原理与科学具有深层次的联系，将其发掘出来就能使课程内容与思政元素深度结合。为激发学生的好奇心，课堂上可先给学生讲解实践和认识的辩证关系原理：①实践决定认识，是认识的基础；②认识对实践具有反作用。然后以界面张力为案例，串讲表面张力、表面功、表面吉布斯函数。这三者分别从不同角度研究同一现象得到不同结果，反映了“实践决定认识，是认识的基础”；再讲述在与界面相关的力的计算、能量利用效率、变化方向和限度等不同领域的实践中，就分别需要相对应的理论指导实践才能得到正确结果，体现了“认识对实践具有反作用”。由此，促进学生的科研创新思维培养，提升逻辑思维和认知能力，锻炼了知识原理的实践应用。

2.4 课后学习环节

课后学习环节就是“模仿-实操”的过渡阶段，目标是令学生练习知识应用而培养能力。有研究者提出了案例问题的延伸设问教学模式，即课堂上提出问题后讲述知识点，再师生一起研究出答案，最后提出延伸问题作为作业，由学生课后探究解决，该方法确实有助于提高创新能力培养。而在工科专业中要进一步提高实践创新能力培养效果，就应该选择更贴合实际且完整具体的案例作为课后作业或者探究性学习题目，并且进一步引

导学生以相关问题开展创新设计型实验或作为实践创新竞赛活动的课题，从而提高实践创新能力培养效果。

3 物理化学课程中应用案例的效果

笔者将上述教学模式应用于能源化学工程和化学工程与工艺专业的物理化学教学后，对本校能源化学工程专业学生进行了问卷调查。结果显示，学生对于应用案例的认可度较高，表示对学习有帮助，知识理解更加透彻，尤其运用更灵活。学生对参与实践创新活动更加积极主动，将化学热力学、电化学、界面、化学动力学和胶体等知识与新能源材料的制备及其器件、功能性纳米异质结材料制备及性能、界面吸附或修饰和分子自组装等各研究领域实际问题相结合，发掘课题申报实践创新项目。2021 年上述两个专业本科生申请获批了大创项目国家级 3 项、广西区级 11 项、校级 10 项。

4 总结

总之，在理论课程教学中培养实践创新能力难度相对较大。物理化学作为相关工科专业的中坚核心理论课程，其延伸出了许多专业课程，是理论与实践相联系的桥梁，在其教学中加强实践创新能力培养，对工科专业人才培养具有极其重要的促进作用。围绕学生的实践创新能力培养，本文通过针对物理化学课程内容特点，深入发掘案例与课程内容及其实践创新应用之间的联系，将案例融入在不同教学环节中，针对教学目标详细分析案例的角色、作用、应用侧重点、核心要素等，由此灵活地采用不同形式呈现案例，进行合理的教学设计，以满足从学习知识发展成为能力的“认知-模仿-实操”三个人类活动阶段，从而建立实践创新能力培养效果良好的物理化学教学模式，最终为相关工科专业下一阶段的人才培养打下坚实的基础。

参考文献：

- [1] 王女, 赵勇, 刘兆阅, 等. 理论教学与实践教学互相渗透的物理化学教学模式探讨 [J]. 大学化学, 2020, 35(3): 26-31.
- [2] Peters, V. F. D., Vis, M., García, P. G., et al. Defying the Gibbs Phase Rule: Evidence for an Entropy-Driven Quintuple Point in Colloid-Polymer Mixtures [J]. Phys. Rev. Lett. 2020, 125(12):127803.
- [3] 杨风霞, 安彩霞, 王爱荣. 基于创新能力培养的物理化学教学模式探索与实践 [J]. 化学教育, 2016, 37(24):16-20.

通讯作者：

陆振欢 (1983-), 男, 瑶族, 广西河池人, 博士, 副教授, 主要研究物理化学方向的教学与科研。

基金项目：

2021 年度广西高等教育本科教学改革工程项目, 新工科背景下能源化学工程专业实践创新能力培养模式研究与实践 (2021JGB204)、 “以生为本, 直击痛点” ——《化工热力学》课程教学创新与实践 (2021JGZ123)。