

物理化学课程新质生产力培育路径探索

——以抗原检测的胶体金法为例

许晗宇* 卓琳 蒋彦可 方瑞梅 邢崇阳 刘学成

重庆工商大学环境与资源学院, 重庆 400067

[摘要] 新质生产力作为科技创新与产业升级的关键驱动力, 对高等教育提出了培养复合型、创新型人才的迫切需求。《物理化学》课程在制药工程专业中扮演着奠定理论基础、提升实践能力的重要角色。文中结合抗原检测的胶体金法案例, 探索将新质生产力理念融入物理化学课程的教学改革路径。研究通过引入实际应用案例、线上线下混合教学模式及小组协作学习, 不仅加深了学生对胶体知识的理解, 增强了其跨学科应用知识的能力, 还为课程改革提供了实践依据, 为新质生产力的教育实践提供了创新思路。

[关键词] 新质生产力; 物理化学; 制药工程; 胶体; 抗原检测

DOI: 10.33142/fme.v6i2.15399

中图分类号: G712

文献标识码: A

Exploration on the Cultivation Path of New Quality Productivity in the Physical Chemistry Course ——Taking the Colloidal Gold Method for Antigen Detection as an Example

XU Hanyu*, ZHUO Lin, JIANG Yanke, FANG Ruimei, XING Chongyang, LIU Xuecheng

School of Environment and Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing, 400067, China

Abstract: New quality productivity, as a key driving force for technological innovation and industrial upgrading, has put forward an urgent need for higher education to cultivate compound and innovative talents. The course of Physical Chemistry plays an important role in laying theoretical foundations and enhancing practical abilities in the field of pharmaceutical engineering. Combining the case of colloidal gold method for antigen detection in the article, explore the teaching reform path of integrating the concept of new quality productivity into physical chemistry courses. By introducing practical application cases, blended online and offline teaching models, and group collaborative learning, the study not only deepened students' understanding of colloid knowledge and enhanced their ability to apply interdisciplinary knowledge, but also provided practical basis for curriculum reform and innovative ideas for the educational practice of new quality productivity.

Keywords: new quality productivity; physical chemistry; pharmaceutical engineering; colloid; antigen detection

引言

当今, 科技进步日新月异、产业升级持续迭代。在这一时代背景下, 培育新质生产力, 无疑成为了各行业创新发展的核心驱动力。高等教育在整个社会架构中占据独特且关键的位置, 它宛如一座桥梁, 将教育、科技与人才紧密相连, 形成一个相互促进、协同发展的良性循环, 是推动社会生产力进步的基石^[1]。

物理化学课程作为制药工程专业的核心基础课程, 对于培养学生专业素养和创新能力的具有重要作用。然而, 传统物理化学课程的教学模式在一定程度上难以完全契合新质生产力培育的需求。因此, 探索创新的教学路径, 将新质生产力理念有机融入物理化学课程教学之中, 对于促进制药工程专业学生的全面发展具有重要的现实意义。本文选取抗原检测的胶体金法作为案例, 旨在为制药工程专业物理化学课程新质生产力的培育提供有益的参考和借鉴。

1 物理化学课程在制药工程专业中的现状与挑战

物理化学主要研究物质变化及与化学变化相关的物

理变化中所遵循的规律和基本原理, 是制药工程、环境工程、材料科学与工程等专业的一门必修的学科基础课程, 与理工科的应用息息相关。例如, 对于药学研究而言, 物理化学涉及到药物有效成份的提取和分离、药物稳定性的研究。物理化学以高等数学、大学物理、无机化学等为先修课程, 同时也是药物化学、药理学等后续课程的基础^[2], 在理工科专业基础课程和专业课程之间起着桥梁和纽带的作用, 是从事后续应用研究不可或缺的工具。

传统的物理化学课程内容偏重于基础理论和公式推导, 与学生的实际应用场景较为脱节。尤其是在制药工程专业, 学生对于理论知识的学习与现实工作之间的联系较为薄弱。在教学方法上, 目前仍然主要依赖于传统的讲授式教学, 注重理论知识的传授, 缺乏对学生动手能力、实验设计能力和创新思维的培养。受限于学生学术素养不高, 物理化学课程又需要学生具备物理、化学和数学等多学科的知识储备, 同时涉及到抽象的概念和复杂的公式推导, 学生听讲积极性不高, 普遍反映物理化学枯燥、难学、难懂^[3]。因此, 亟需

有策略地制定针对性的教学方案，采用多样化的教学方法，注重发挥学生主体性作用。尤其是在现代制药工程中，面对新技术的迅速发展和产业需求的多样化，目前的教学内容与其他学科（如生物医学、纳米技术、医学检测等）的融合较为薄弱。制药工程作为一门交叉学科，要求学生具备跨学科的知识体系和应用能力。然而，忽视了其与生物学、药学等学科的结合，难以培养出具备创新思维、跨学科知识和实际操作能力的复合型人才。

2 新质生产力理念与物理化学课程改革的结合

新质生产力的核心在于科技创新与产业升级的深度融合。尤其是在制药行业，科技的创新推动着药物研发、生产和检测技术的不断进步。新质生产力理念要求教育系统与产业需求紧密结合，通过科技创新驱动人才培养和教育模式的改革，培养符合现代制药工程需求的复合型、创新型人才。制药行业需要药物的研发、生产与检测技术不断革新，推动着行业的发展。制药工程专业在培养学生时，必须引导学生通过科技创新和实际应用能力的结合，解决产业实际需求中的问题^[4]。

物理化学课程的改革应体现科技创新的前沿性，尤其是在制药工程领域，科技的快速发展对物理化学课程内容和教学方法提出了新的要求。课程应结合现代制药技术（如胶体金技术、纳米技术、计算机辅助药物设计等），通过引入实际应用案例，增强学生对学科前沿技术的理解和应用能力。此外，物理化学课程的改革应更加注重跨学科融合。制药工程的实际问题往往涉及化学、物理、生物、药学等多个领域，学生不仅要掌握物理化学的基本知识，还要能够将这些知识与其他学科的理论和技术结合起来，解决复杂的实际问题。

以胶体分散系统章节为例，胶体的定义、光学和动力学性质内容可通过学生自主学习和拓展阅读掌握基本概念，而针对胶体的结构特点、稳定性与聚沉作用等方面则需要教师结合丰富的案例和科研进展进行教授^[5]。从大家熟知的 2019-nCoV 抗原检测试剂盒出发，在生活场景中引导学生思考，不仅可以激起学生的学习兴趣，还可验证“结构决定性质，性质决定用途”，更能发展学生的创新思维解决实际问题，满足新质生产力的人才培养要求。

3 以抗原检测的胶体金法为例的教学改革实践

3.1 胶体金法的物理化学原理

胶体金是指分散质微粒的直径大小在 1~100nm 左右的金纳米粒子，其颜色可根据尺寸不同而变化。该胶体粒子通过氯金酸 (HAuCl₄) 和还原剂（例如抗坏血酸、柠檬酸三钠等）反应制备，由于其结构特性带负电，可形成稳定的胶体状态，名为胶体金。蛋白质分子大多带正电，因此可通过静电作用与胶体金结合，且不影响蛋白质的生化性质。通过可视化的显色反应，胶体金法能快速检测出抗体或抗原的存在，被广泛应用于抗原-抗体检测的免疫层析检测^[6]。

3.2 2019-nCoV 抗原检测中的应用

2019-nCoV 抗原检测试剂盒中引入胶体金颗粒，能够

显著提高检测的灵敏性和特异性，并在 15 分钟内快速获得结果。感染病毒后，采集的阳性样本中存在病毒的核蛋白抗原。滴加样本后，样本通过毛细管作用移动，样本的病毒核蛋白抗原将与固定在结合垫上的胶体金标记的抗体（金标抗体）结合形成一个大的免疫复合物，随后免疫复合物与检测线（T 线）上预包被的单克隆抗体结合，形成“金标抗体-抗原-T 线抗体”复合物三明治的夹心结构。当聚集的胶体金颗粒足够多时，便可通过肉眼观察到检测线区域将出现一条的红色线。试纸中的金标抗体多有富余，经过 T 线截留，多余的会继续流向质控线（C 线），在 C 线处形成“金标抗体-C 线抗体”复合物。由于胶体金同样在此处大量聚集，再次形成一条红色线（图 1）。质控线的形成与否被用于判定实验有效与否。阳性结果的标志是 T 线和 C 线均显色；阴性结果则表现为 T 线不显色而 C 线显色。如果 T 线和 C 线都不显色，则说明层析失败或试剂盒无效^[7]。

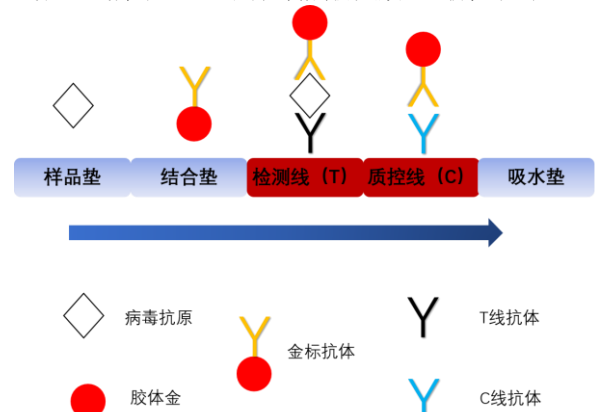


图 1 抗原检测胶体金法原理图

3.3 胶体的教学内容的创新与设计

首先，结合新质生产力要求和成果导向教育 (Outcome-Based Education, OBE)，制定 3 个学习目标。

①知识目标：掌握胶体分散系统的基本理论，能够解释光学、电学和动力学特性与应用的关系。②能力目标：能够分析抗原检测试剂盒中纳米金颗粒的技术原理，并迁移应用到其他医学检测领域。③素养目标：培养学生跨学科的创新思维、协作能力以及科技伦理意识，能够利用小组合作解决基于胶体技术的实际问题并提出创新设计方案，促进其适应新质生产力对复合型人才的需求。

其次，结合线上资源的灵活性和线下课堂的互动性，设计以下多种教学环节（图 2）。

①在知识引导阶段，教师可提前提供胶体分散系统的基础课件与视频，包括光学、动力学和电学性质的理论解释。该阶段旨在帮助学生从基本概念入手，掌握胶体的基本特性，并结合实际案例理解其应用。例如，教师可带去不同尺寸的金纳米溶胶，让学生观察其在不同光源下的光学特性，分析金颗粒大小与光散射现象之间的关系，并根据瑞利散射定律解释实际生活现象；以病毒通过气溶胶传

播为案例,引导学生分析胶体的动力学行为,理解其在药物吸入疗法中的应用;播放电泳研究胶体颗粒表面的电荷分布的视频,自由讨论胶体表面的负电性及双电层结构,思考其对胶体稳定性的影响。②在互动教学阶段,教师发布抗原检测试剂盒的结构与原理的案例短视频,展示胶体金的作用原理,包括双抗体夹心法的工作机制。学生讨论后可自行绘制抗原检测试剂盒的工作原理示意图,教师随机请学生分享。随后,进行线上习题测验并讲解,检验学生的学习情况。该环节以互动式教学为主,结合随堂练习深化学生对胶体聚沉的掌握与应用。③在协作与创新阶段,学生分组进行讨论,在课堂中开展头脑风暴,协作提出一种基于胶体物理化学性质应用的技术方案。每个小组提交方案的同时,组内分工明确,成员分别负责设计、理论验证、可行性分析等子任务,教师可适当提示或引导。小组代表分别进行讲解创新或改进方案,并分析其可行性。最后,教师对小组讨论成果进行点评,利用思维导图工具,帮助学生梳理胶体分散系统的理论脉络,总结跨学科应用的知识点,并将知识模块化并与应用案例串联。



图2 胶体的教学环节设计

抗原检测试剂盒中的纳米金技术是一项典型的跨学科应用,将胶体分散系统的光、电、动力学性质与免疫学、药理学结合,贯穿于教学全过程。在教学过程中,尤其强调案例设计以真实问题为导向,学生通过实操抗原检测试剂盒和绘制原理示意图,能够观察和理解金颗粒在检测线聚集后显色的过程,较好地掌握其工作原理和胶体的稳定性和聚沉作用性质。在系统总结对溶胶聚沉的影响后,通过团队学习,引导学生提出基于胶体技术的创新方案,并在团队合作中强化其科研素养与实践能力,进一步提升了新质生产力所需的创新与应用潜能。

3.4 学习评估与反馈机制

基于新质生产力要求,教师不可以单一测试成绩作为评判目标,需设置多维的评估方式。以胶体章节为例,课堂中进行的在线随堂测验,用于评估学生对胶体理论的掌握程度,占20%。在进行视频学习和讨论后,对新冠抗原检测试剂盒的原理进行分析,考查学生对实际案例的理解和迁移能力,占30%。通过小组讨论合作,提交创新设计方案,并通过课堂展示汇报,能够评估其协作能力与创新意识,占40%。教师进行点评总结后,学生能够进行反思

性评估,提交学习反思日志,分享在知识整合、任务执行中的心得与改进建议,占10%。

此外,教师可灵活进行调整,采取动态反馈机制进行教学。根据线上作业和课堂表现及时反馈,帮助学生调整学习方向。小组任务除教师评分外,还可采取学生之间的小组互评,提升团队合作质量和任务完成效率。

4 结论与展望

本文以抗原检测的胶体金法为例,对制药工程专业物理化学课程新质生产力培育路径进行了探索。通过明确学习目标、优化教学内容、创新教学方法和强化实践教学等措施,将新质生产力理念融入物理化学课程教学中,学生的学习兴趣 and 积极性明显提高,学生的创新思维 and 实践能力得到了有效培养,学生对新质生产力的理解和认识更加深入。

随着科技的不断进步和制药行业的快速发展,新质生产力的内涵和外延将不断拓展。在未来的物理化学课程教学中,应持续关注新质生产力的发展动态,不断更新教学内容和教学方法,进一步加强实践教学环节,培养更多具有新质生产力素养的制药工程专业人才。同时,还应加强与其他学科的交叉融合,拓展物理化学课程的教学边界,为制药工程专业的创新发展提供更有力的支持。通过改革后的教学模式,可以明显提高学生的实践能力、创新思维以及跨学科应用能力。通过课程评估和学生反馈,评估新质生产力理念在物理化学课程中的实施效果。

基金项目: 基金项目:重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJQN202400844);重庆工商大学高层次人才科研启动项目(2456010);重庆工商大学教育教学改革研究项目(项目编号:2024039)。

【参考文献】

- [1]张军. 为推动新质生产力加快发展贡献新时代高等教育力量[J]. 红旗文稿,2024(5):4-8.
- [2]张荣,潘育方,罗三来,等. 药学专业物理化学教学改革探索与实践[J]. 大学化学,2024(6):101.
- [3]史竞艳,王金,杨爱华,等. 制药工程专业物理化学课程教学的思考与探索[J]. 广州化工,2016,44(18):202-203.
- [4]陈婷. 新质生产力赋能高等教育教学改革路径研究[J]. 科教导刊,2024(32):1-3.
- [5]秦鹏,李慧,李燕,等. 物理化学“胶体分散系统”的项目式教学实践[J]. 化学教育(中英文),2024,45(22):15-21.
- [6]汤睿智,刘熙秋. 新冠病毒临床检测中的生化技术和原理[J]. 化学教育,2022(20):1-7.
- [7]况轩册,梁蒙. 基于跨学科融合的“胶体”项目式教学——揭秘2019-nCoV抗原检测原理[J]. 化学教育(中英文),2024,45(23):28-34.

作者简介: 第一作者和通讯作者:许晗宇(讲师),女,重庆合川人,博士,研究方向:生物物理化学。