

基于“阶梯任务驱动+多维度输出”模式的无机化学课程教学设计与实施

——以分子间作用力为例

孟爽*, 龙海鑫, 周舟, 戎梅竹*

云南师范大学化学化工学院, 昆明 650500

摘要: 无机化学是大学化学专业一门基础学科, 针对知识点分散、教学方式单一、学科思维培养不足等痛点, 探索“阶梯任务驱动+多维度输出”模式, 以分子间作用力为例进行教学设计与实施, 评价方式采用多元交互式并引入 Rubrics 评价量规。教学实践结果表明, 这种模式有助于学生个性化发展, 提升学生自主参与意识, 增强专业认同感, 培养学科素养。

关键词: 阶梯任务; 多维度输出; 无机化学; 分子间作用力

中图分类号: G64; O6

Inorganic Chemistry Curriculum Design and Implementation of Based on “Stepped-Task Driven + Multi-Dimensional Output” Model: A Case Study on Intermolecular Forces

Shuang Meng*, Haixin Long, Zhou Zhou, Meizhu Rong*

College of Chemistry and Chemical Engineering, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China.

Abstract: Inorganic chemistry serves as a fundamental subject in university chemistry disciplines. To address the issues of fragmented knowledge points, monotonous teaching method and insufficient training in disciplinary thinking, we explored a “stepped-task driven + multi-dimensional output” model. Focusing on intermolecular forces as a case study, this approach incorporates diverse and interactive evaluation methods, including the use of Rubrics assessment scales. The practical implementation of this teaching model has shown promising outcomes, effectively facilitating personalized student development, enhancing active engagement, strengthening professional identification and cultivating disciplinary literacy.

Key Words: Stepped-task; Multi-dimensional output; Inorganic chemistry; Intermolecular forces

无机化学(1)是大学化学专业学生入学学习的第一门专业基础必修课, 是四大化学(无机化学、物理化学、有机化学、分析化学)的基础, 对后续的专业学习有重要的支撑作用, 也是树立化学学科思维最重要的时期^[1,2]。通过课程学习, 学生能够掌握无机化学的科学思维方法, 树立科学的研究观、正确的世界观和价值观, 理解化学核心素养的内涵, 具备运用化学核心素养观念对无机化学知识进行整理和归纳的能力^[3,4]。

收稿: 2023-09-04; 录用: 2023-09-14; 网络发表: 2023-09-22

*通讯作者, Emails: mengshuang@ynnu.edu.cn (孟爽); meizhurong@foxmail.com (戎梅竹)

基金资助: 国家一流本科课程建设项目-云南师范大学无机化学(1)(2022年); 云南师范大学本科教学成果立项培育项目; 云南师范大学课程思政建设项目-无机化学(2)(2023年)

无机化学(1)课程针对大一新生开设^[5], 在笔者多年的授课过程中发现存在以下问题: 学生通过高考选拔, 能较好地掌握无机化学基础知识、理论, 但由于生源地不同, 学生化学基础存在显著差异; 在中学多年“标准答案”的训练下, 学生缺乏批判性思维, 创新意识和实践能力需要提高; 学生对化学专业素养、职业发展规划概念模糊; 所学理论与生活生产实践脱节, 无法培养学生社会责任感和科学、文化素养。这些都是授课过程中需着重注意及解决的问题。

阶梯任务驱动包括: 教师布置目标导向或迁移应用导向的具体路径任务; 学生对布置的任务深入思考撰写提交策划案, 教师给予及时修改和反馈; 学生修改之后参照策划案分步分工执行并提交成果。在完成一系列阶梯任务之后, 教师可及时针对学生反馈结果进行反思及后期改进。

多维度输出则以学生为主体, 以活动为载体, 利用翻转课堂、混合式教学等方式达到知识层面、能力层面、素养层面的输出。输出方式的载体可以是思维导图、调查报告、主题海报、PPT及演讲、视频微课、情景短剧等(如图1)。

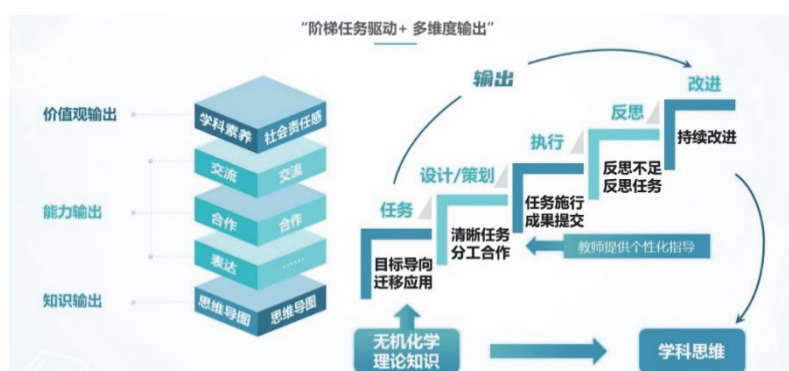


图1 “阶梯任务驱动+多维度输出”模式设计理念

1 教学内容分析

分子间作用力是无机化学(1)第七章晶体结构第一节的内容, 是原子结构、分子结构的后续章节; 分子间作用力内容的学习对于学生了解化学反应微观结构和反应原理有重要作用, 但由于内容抽象, 学生在理解和应用时会有一定的困难。

1.1 教学目标

- 知识维度: 识别极性分子和非极性分子, 知道偶极矩类型, 说出分子间作用力的类型;
- 能力维度: 归纳极性分子的判断方法、偶极矩类型, 初步学会分享、交流能力;
- 素养维度: 体会宏观辨识与微观探析的关系, 尝试理论联系生活中的实际问题;
- 思政维度: 树立踏实刻苦、严谨求实的科学探索精神。

1.2 教学重难点

1.2.1 教学重点

分子极性的判断方法、分子间作用力的种类(取向力、诱导力、色散力)是授课重点。分子极性的判断方法和分子间作用力是本节内容的基础知识, 重点是学生对知识的深度掌握。

1.2.2 教学难点

极性分子的判断方法首先要看是否含极性键, 其次要看空间构型能不能抵消键的极性。空间构型是否能抵消键的极性, 这是学生普遍反馈的难点。因此, 我们会通过不同分子实例分析对比, 帮助学生加深理解。

2 教学设计

2.1 课前任务

课前学生通过中国大学慕课-“无机化学原理”课程第七章第一节分子晶体和分子间作用力视频

内容进行预习, 并进行随机分组, 包括海报组、PPT组、视频组以及评分组, 并对阶梯任务进行清晰的说明(如图2)。

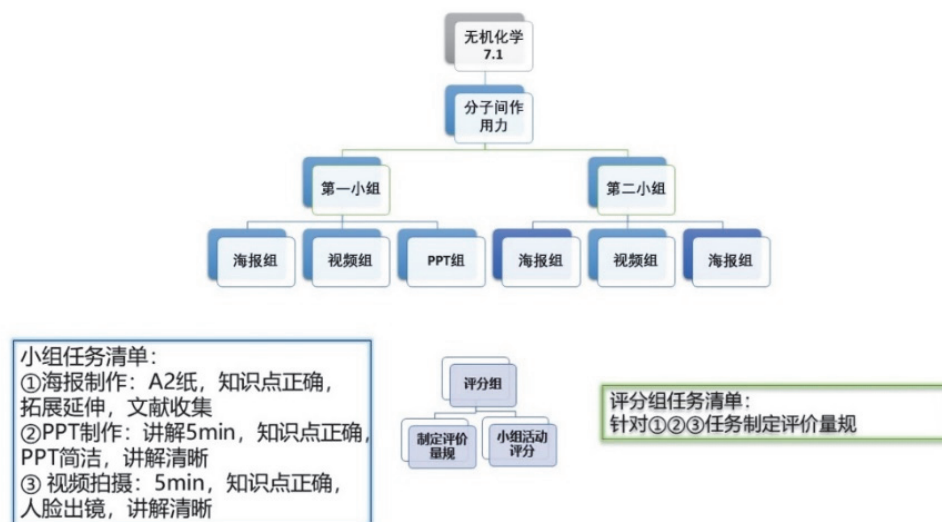


图2 课前阶梯任务布置

2.2 课中设计与实施

2.2.1 教学设计


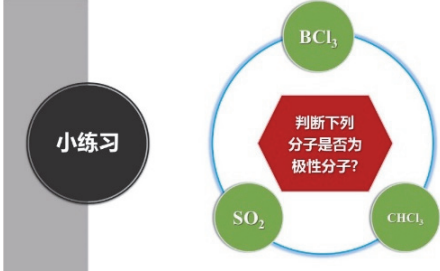
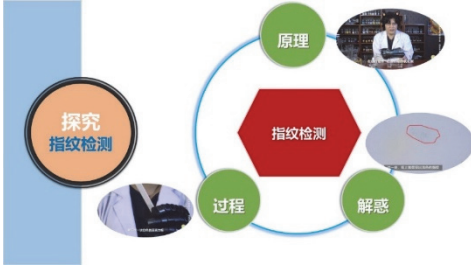
分子间作用力教学设计如表1。

表1 教学过程设计

教学环节	教学内容与学生活动						
课程导入 (2 min)	<p>【问题导入】 视频干冰升华吸热需要破坏分子间作用力, 通过生活常识的引入</p> <p>【导入】</p>  <p>学生活动: 认真思考干冰升华内在原因, 快速进入学习状态</p> <p>设计意图: 通过学生日常生活当中接触到的实例引入, 可以提高学生的学习兴趣, 积极参与课堂教学</p>						
课程目标 (1 min)	<p>【教学目标】 从知识、能力、素养和思政目标等方面制定多维度的高阶目标</p> <p>【教学目标】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>知识</th> <th>能力</th> <th>素养、思政</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>掌握分子的极性的判断方法 知道范德华力的分类 说出氢键的形成条件 解释物质熔点反常现象</td> <td>用所学知识理论解释生活中的现象 归纳演绎的逻辑思维能力 分享与团队协作能力</td> <td>宏观辨识与微观探析 踏实刻苦、严谨求实的科学探索精神</td> </tr> </tbody> </table> <p>学生活动: 清晰准确知道多维度教学目标, 针对教学目标进行课堂学习</p> <p>设计意图: OBE教学理念, 明确目标导向</p>	知识	能力	素养、思政	掌握分子的极性的判断方法 知道范德华力的分类 说出氢键的形成条件 解释物质熔点反常现象	用所学知识理论解释生活中的现象 归纳演绎的逻辑思维能力 分享与团队协作能力	宏观辨识与微观探析 踏实刻苦、严谨求实的科学探索精神
知识	能力	素养、思政					
掌握分子的极性的判断方法 知道范德华力的分类 说出氢键的形成条件 解释物质熔点反常现象	用所学知识理论解释生活中的现象 归纳演绎的逻辑思维能力 分享与团队协作能力	宏观辨识与微观探析 踏实刻苦、严谨求实的科学探索精神					

(待续)

(续表1)

教学环节	教学内容与学生活动
参与互动 (11 min)	<p>【参与互动】 讨论生活现象：洗洁精去油污的原理，从洗洁精去油污的相似相溶原理出发引出极性分子的判断</p> <p>【参与】</p>  <p>学生活动： 积极参与互动讨论，从生活现象探究内在原因</p> <p>设计意图： 参与互动进一步调动学生的积极性，利用课前预习的理论课内容结合实例进行互动参与讨论</p> <p>【成果展示】 小组视频成果展示：分子的极性</p> <p>学生活动： 学生对课前的小组任务进行成果展示</p> <p>设计意图： 展示小组活动的成果，能够表达出来小组活动的内容，提高学生分享、交流、表达的能力，促进学生学习的积极性</p> <p>【归纳总结】 学生归纳极性分子的判断方法，归纳总结促进学生构建知识体系，更容易掌握和理解。培养学生自主学习的能力</p> <p>学生活动： 讨论实例、展示小组任务成果，学会归纳极性分子的判断方法</p> <p>设计意图： 培养学生的无机化学学科思维，学会归纳总结，描述知识点内容</p>
课堂练习 (11 min)	<p>【课堂练习】【小组讨论】【互动答题】 应用极性分子的判断方法进行解答，通过小组讨论强化知识结构，练习强化知识点的理解，理论联系实际，学以致用</p>  <p>学生活动： 根据之前归纳总结的结论，讨论互动，完成练习</p> <p>设计意图： 学生归纳总结了概念之后，用BCl_3、SO_2、CHCl_3三个实例让学生检验学习成果，再通过指纹检测生活实例，学以致用，完成从理论知识到学科思维到解决生活问题的闭环</p> <p>【探究思考】【小组讨论】 设计指纹检测的实验操作，学以致用，培养学科思维</p>  <p>学生活动： 通过实例，探究指纹检测的原理过程，小组讨论</p> <p>设计意图： 理论联系生活应用，培养学生解决实际问题的能力</p>

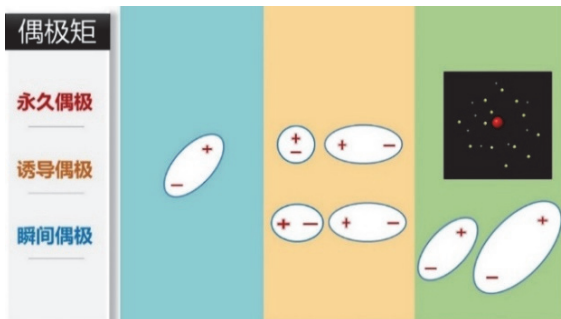
(待续)

(续表1)

教学环节

教学内容与学生活动

深入探究 (16 min) **【归纳总结】** 学生看图输出预习过的知识点——偶极矩的类型，根据学生描述加以引导



学生活动: 看图描述概括偶极矩的概念

设计意图: 偶极矩概念比较抽象，学生预习的时候难以理解，通过形象化的图来让学生看图说话，在这个过程中也能提高学生归纳总结的能力

【成果展示】 小组PPT成果展示——分子间作用力类型

学生活动: 学生对课前的小组任务进行成果展示

设计意图: 展示小组活动的成果，能够表达出来小组活动的内容，提高学生分享、交流、表达的能力，促进学生学习的积极性

【探究思考】 电影中飞檐走壁的视频引导学生思考宏观现象是不是与微观结构有联系？培养学生从现象着手，多角度思考问题



学生活动: 通过实例，探究飞檐走壁的原理

设计意图: 我们之前从极性分子判断的方法(无机化学理论知识)，归纳总结出结论(无机化学学科的思维)，最后理论联系实践化学与日常生活之间的联系，培养学生解决实际问题的能力

课程小结

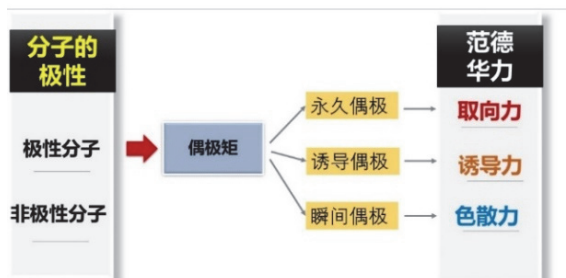
【课堂小结】 梳理分子间作用力知识网络

(7 min)

学生活动: 梳理本节课的知识点

设计意图: 通过学生的课前预习和课堂讲解，总结知识点脉络有助于强化学生的学习成果

【小结】



(待续)

(续表1)

教学环节	教学内容与学生活动
课程小结 (7 min)	<p>【成果汇报】 小组海报设计思路 and 知识拓展</p> <p>学生活动: 学生对课前的小组任务进行成果展示</p> <p>设计意图: 展示小组活动的成果, 能够表达出小组活动的内容, 提高学生分享、交流、表达的能力, 促进学生学习的积极性</p> <p>以多种方式强化输出, 交流、表达、合作、分享、展示、汇报提高学生高阶能力, 强化学科思维</p> <p>【价值引领】 通过知识点归纳、讨论交流、理论联系实际, 培养学科思维强调宏观辨识与微观探析的关系, 树立踏实刻苦、严谨求实的科学探索精神, 使学生从知识、能力、素养、思政等方面得到全面发展, 教学内容反映学科前沿, 渗透专业思想, 拓展学生的知识储备, 所有教学流程以学生为中心、目标为导向并且使用多元化的评价手段, 思政目标得到体现, 引导学生夯实基础, 培养勇于开拓的科学探究精神</p> <p>学生活动: 从宏观辨识到微观探析的过程, 要树立踏实刻苦、严谨求实的科学探索精神, 明白任何科学成果的发现都不是一蹴而就的</p> <p>设计意图: 通过知识点的讲解、小组合作、课前预习、小组任务、互动讨论、探究思考等活动提高学科思维, 通过理论联系实际, 挖掘思政元素提高学科素养, 强化学科思维, 初步建立社会责任感和使命感</p>

2.2.2 教学流程

教学流程如图3所示。

分子间作用力课堂教学流程

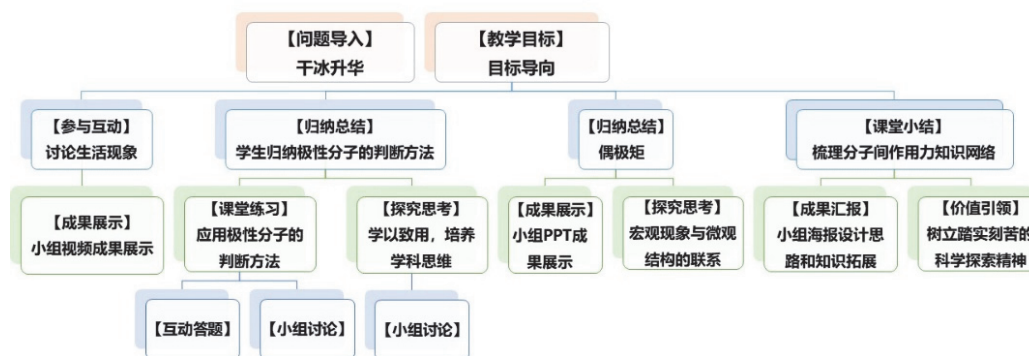


图3 教学流程图

2.2.3 教学实施

教学模式依托于阶梯任务驱动以及多维度的输出。分子间作用力内容的学习对于学生了解微观结构和化学反应原理有重要作用, 但由于知识内容抽象, 对学生的理解和应用产生了一定的困难, 所以在教学的设计过程中, 教师主要引导学生建立宏观辨识和微观探析的联系, 从而让学生能够掌握学科的思维, 能够运用微观的分子间作用力的知识点来解决现实生活中宏观的问题。

在中国大学慕课预习和小组课前任务完成的基础上, 按照教学设计流程进行教学。教师首先通过干冰升华这样一个问题来引入课程知识点, 引入分子间作用力的概念, 让学生能够尽快进入课堂教学的状态; 随后我们给出多维度的课程目标, 让学生在清晰目标导向的基础上进行学习。

“小组合作任务驱动+多维度输出”模式在课堂实施过程中的作用: 通过洗洁精清洁油污的视频

来让学生进行讨论、归纳、讲出“分子极性”的概念，利用学生课前小组完成的微课视频，通过团队代表来讲述知识点，进而让学生完成“分子极性”概念的巩固。学生归纳总结了概念之后，用 BCl_3 、 SO_2 、 CHCl_3 三个实例让学生检验学习成果，再通过指纹检测，学以致用，完成从理论知识到学科思维到解决生活问题的闭环，达到知识、能力、思维、解决实际问题的闭环。在如何判断极性分子的教学难点中，必须强调空间构型与分子构型的区别(即孤对电子的影响)，所以选取了 NH_3 和 H_2O 两个实例来加深学生对极性分子判断的理解。

做到定性判断极性分子和非极性分子之后，如何定量地判断极性分子的大小？想要定量地判断，就必须引入“偶极矩”的概念，学生看图说话，用很简单的图示来表示偶极矩的概念，让学生自行地归纳总结，同时借助学生阶梯任务当中的PPT任务，请团队的代表对偶极矩的概念进行讲解，巩固知识点。随后采用电影片段、借助壁虎能够飞檐走壁这一宏观生活中的现象让学生探究背后的原因是什么，希望学生能够建立宏观辨识与微观探析之间的联系，培养探究能力。最后一个部分是课程的小结，借助学生阶梯任务当中的海报任务，来为这节课进行课外拓展。在展示过程中有学生的知识点输出、资料查找、归纳能力输出，也加强学生的表达能力和小组间的信息交流。课堂实施过程如图4。

课后拓展：通过“壁虎为什么能够飞檐走壁？”引导学生由宏观辨识与微观探析之间的关系，学会分析问题、解决问题。再拓展到现实生活中有很多的材料都是仿照生物界的一些现象来研制的，如壁虎的飞檐走壁、蜘蛛结网、荷叶疏水现象……，让学生能够通过查阅文献，探究感兴趣的仿生材料背后的化学原理，培养学科思维。

信息化技术的使用：从课前的预习、课程实施、到课后资料拓展，整个过程都借助中国大学慕课平台和学习通APP。学生预习的成绩由中国大学慕课平台导出，学生讨论的数据、发表的观点、提交的作业以及相应的分数可从学习通APP直接导出，对于教师收集教学数据、评价教学效果起到了非常重要的作用。

课程始终坚持以学生为中心的教学理念，结合“阶梯任务驱动+多维度输出”模式进行教学实施。给出具体的路径来布置任务，学生清晰知道自己要做什么，大大提高了学生的预习效率；课上的时间主要由学生进行多种形式输出，培养了学生归纳总结的能力；通过学生的小组任务进行课堂的展示，提高学生交流沟通能力；通过生活当中的实例以及知识点的应用拓展，逐步提升学生的知识、能力、素养；通过课后调查报告的布置，锻炼学生掌握查阅文献分析资料的能力，提出观点，进一步建立学生的学科探究思维。



图4 课程实施过程

2.2.4 教学评价

阶梯任务驱动+多维度输出模式的评价为过程性评价与结果性评价相结合，采用教师评价、个人评价、组内互评的多元交互式，形成性评价关注学生发展的三个维度：参与度、内容输出、增长量。同时引入Rubrics评价量规，对布置任务评分和生生互评制定清晰评价量规，学生直接参与评分并使学生明确任务达成情况和上升改进目标。通过数据结果掌握学生学习状态和进步情况(如图5)。

评价量规以海报评价量规为例

海报评价量规		评分人签字:	
	优秀	良好	需改进
知识 (60分)	1.知识点正确且覆盖全面 2.能很好突出每小节的重点, 概括简洁精确到位 3.如知识点涉及图像, 适当的图文结合充分的说明知识点 (45—60分)	1.知识点基本正确, 覆盖基本全面 2.能突出每小节的重点, 对知识点有基本的概括 3.如涉及图像, 图文结合能大概的说明知识点 (30—45分)	1.知识点有微小错误, 缺少知识点 2.没有突出重点, 对知识点没有概括 3.涉及图像时, 对图像没有说明解释 (0—30分)
(知识点量规补充)	7.1.1: 介绍原子晶体的定义, 并说明什么是极性分子和非极性分子, 何为固有偶极, 诱导偶极, 瞬间偶极 7.1.2: 范德华力包括哪几种, 如何产生的, 力的大小和什么因素有关, 这些力存在于什么分子间 7.1.3: 氢键的形成需要具备哪些条件, 氢键的特点, 氢键对化合物熔点和沸点有哪些影响		
理论联系实际 (20分)	1.知识拓展内容正确, 与教学内容联系紧密 2.拓展内容很好的涉及到知识点的背景或科学发展史或生活中的应用延伸 (15—20分)	1.知识拓展内容正确, 与教学内容相关度不高 2.拓展内容基本涉及到知识点的背景或科学发展史或生活中的应用延伸 (10—15分)	1.知识拓展内容正确, 与教学内容无关 2.拓展内容没有涉及到知识点的背景或科学发展史或生活中的应用延伸 (0-10分)
启发 (10分)	1.通过资料查阅和海报的绘制对无机化学学科思维有所启发 2.对教学科研或生产生活方面有启发 3.见解独到有创新性 (8—10分)	1.资料查阅充分, 海报的绘制完整但对学科思维启发不足 2.对教学科研或生产生活方面延伸不足 3.创新性不足 (5—8分)	1.资料查阅充分海报的绘制完整但没有对学科思维没有启发 2.对教学科研或生产生活方面没有启发 3.缺乏创新性 (0—5分)
排版结构 (10分)	1.结构合理, 构图美观, 详略得当(可辅以对比颜色突出重点) 2.文字有版块, 脉络清晰, 字迹清晰工整 (15—20分)	1.颜色和色调使用恰当但重点突出不明显 2.文字有版块, 但脉络不够清晰, 或有版块, 但排版混乱 (10—15分)	1.色调太过花绿或全篇同一颜色色块不突出重点 2.文字缺少版块, 全部杂糅在一起, 字迹潦草, 涂改过多, 排版无结构 (0—10分)

评语:

组内互评量规			
	优秀	普通	待进步
参与度 (25分)	1.参与海报制作的构思 2.积极发表自己的意见 3.搜索有关的资料, 文献, 图片等 (20-25分)	参与制作过程中的1-2个环节 (15-20分)	仅加入组建的小组, 并未参与海报制作过程 (5-10分)
活跃度 (35分)	1.主动组织小组成员 2.主动承担海报排版及绘画, 搜索资料, 抄写文字等其中一项任务 3.主动分享制作方面的想法 4.就出现的问题积极寻求解决方法 5.检查海报资料中有错误或缺失的细节内容 (26-35分)	参与1-3项 (17-25分)	未在或极少小组内加入过其他成员探讨的有关海报制作方面的话题 (10-15分)
交流度 (40分)	1.对任务分配进行交流 2.探讨海报内容中知识点详细 3.对整个海报制作计划交流探讨 4.交流制作过程中的问题及改善措施 (30-40分)	参与1-2项 (25-30分)	未在或极少在小组内交流过制作方面的想法 (15-20分)

评分人: 张居强					
第一组	第二组	第三组	第四组	第五组	第六组
2024年全面正确理解深入, PPT设计清晰, 字体设计恰当, 颜色搭配, 构图美观, 详略得当, 文字有版块, 脉络清晰, 字迹清晰工整	知识点正确且覆盖全面, 能很好突出每小节的重点, 概括简洁精确到位, 适当的图文结合充分的说明知识点	知识点基本正确, 覆盖基本全面, 能突出每小节的重点, 对知识点有基本的概括, 如涉及图像, 图文结合能大概的说明知识点	知识点有微小错误, 缺少知识点, 没有突出重点, 对知识点没有概括, 涉及图像时, 对图像没有说明解释	知识拓展内容正确, 与教学内容联系紧密, 拓展内容很好的涉及到知识点的背景或科学发展史或生活中的应用延伸	知识拓展内容正确, 与教学内容相关度不高, 拓展内容基本涉及到知识点的背景或科学发展史或生活中的应用延伸
参与海报制作的构思, 积极发表自己的意见, 搜索有关的资料, 文献, 图片等	参与制作过程中的1-2个环节	仅加入组建的小组, 并未参与海报制作过程			
主动组织小组成员, 主动承担海报排版及绘画, 搜索资料, 抄写文字等其中一项任务, 主动分享制作方面的想法, 就出现的问题积极寻求解决方法, 检查海报资料中有错误或缺失的细节内容	参与1-3项	未在或极少小组内加入过其他成员探讨的有关海报制作方面的话题			
对任务分配进行交流, 探讨海报内容中知识点详细, 对整个海报制作计划交流探讨, 交流制作过程中的问题及改善措施	参与1-2项	未在或极少在小组内交流过制作方面的想法			
学生根据评价量规评分					
第一组得分: 93	第二组得分: 95	第三组得分: 97	第四组得分: 96	第五组得分: 94	第六组得分: 95

组内互评20% + 教师成绩30% + 组间互评成绩50% = 小组活动成绩

图5 评价量规的使用

3 实践结果

本节课内容为分子间作用力，通过课前预习和小组活动使学生掌握基础知识，分组完成阶梯任务。课上会有大量的时间让学生自己讲解归纳知识点，老师进行点拨引导，使课堂气氛轻松活跃，学生自主学习的积极性提高。课上通过知识点归纳、讨论交流、理论联系实际，强化学生知识结构的巩固，培养学科思维强调宏观辨识与微观探析的关系，树立踏实刻苦、严谨求实的科学探索精神。小组活动中有具体分工，从作品呈现效果可以看到学生的个体差异性，进行有针对性的建议和辅导，从而支持学生的个性化发展。通过Rubrics评价量规对活动内容评分、课后查阅资料完成拓展，在教学过程中注重学生多维度输出和学科思维的培养，同时通过化学与日常生活、化学与生态平衡等加强学生应用化学思维解决实际问题的能力(如图6、图7)。



图6 教学效果

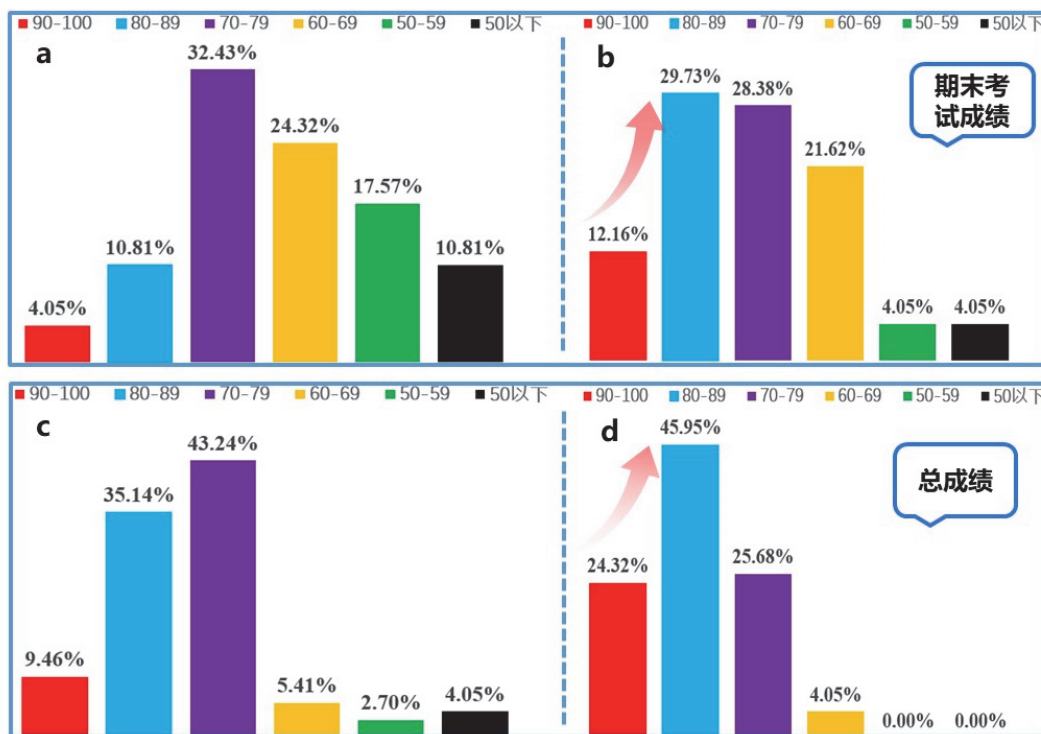


图7 平行班课程成绩提升对比

a代表平行班的期末考试成绩, b代表实验班的期末考试成绩, c代表平行班的总成绩, d代表实验班的总成绩

4 结语

以无机化学(1)——分子间作用力为例,探索“阶梯任务驱动+多维度输出”模式进行以学生为中心的无机化学课程教学改革创新。通过课前课中课后多任务联动和多形式、多种维度的输出模式完成了分子间作用力由知识重难点向学科思维的过渡。借助中国大学慕课和学习通网络教学平台,线

上线下混合式教学进行学习数据的收集和整理,通过Rubrics评价量规进行教学评价,真正体现了以学生为中心,因材施教,全面育人的教学理念。

参 考 文 献

- [1] 宋天佑,程鹏,徐家宁,张丽荣. 无机化学(上册). 第4版. 北京:高等教育出版社,2019:225-246.
- [2] 王莉,张丽荣,徐家宁,宋天佑. 化学教育(中英文),**2021**,*42* (22), 12.
- [3] 刘晓璐,余林梁,陈洁. 化学教育(中英文),**2023**,*44* (6), 17.
- [4] 吕琳,徐丹悦,吴星,张俊贵. 化学教育,**2009**,*30* (7), 25.
- [5] 臧双全,王建设,韦永丽,杨光. 大学化学,**2012**,*27* (5), 33.