

PBL协同翻转课堂下的元素化学教学 ——以卤素含氧酸及其盐的课堂教学为例

林冰洁, 梅兰芝, 吴永瑄, 张漫波*

湖南师范大学化学化工学院, 长沙 410081

摘要: 针对“知而后行”传统课堂教学模式在元素化学教学中存在“教者吃力, 听者乏味”的教学现状, 以“卤素含氧酸及其盐”的教学设计为例, 设计情境问题, 通过PBL (以问题为导向)教学法协同翻转课堂, 实施以学生为中心的“知行合一”教学模式。本教学实践为卤素章节的翻转课堂教学改革提供了流程再造、范式重建和模式创新的思路。

关键词: 元素化学; 翻转课堂; PBL教学法; 卤素

中图分类号: G64; O6

Flipped Classroom with PBL in Teaching of Chemistry of the Elements: Taking the Teaching of Haloid Oxyacids and Haloates as an Example

Bingjie Lin, Lanzhi Mei, Yongxuan Wu, Manbo Zhang *

College of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan Normal University, Changsha 410081, China.

Abstract: In response to the current situation that the traditional classroom teaching mode of “knowing and then doing” in chemistry of the elements is “hard for the teacher and boring for the listener”, we took the teaching design of “halogenated oxygenates and their salts” as an example. We designed situational questions to implement a student-centered “doing while knowing” teaching mode through the PBL (problem-based learning) teaching method and the flipped classroom. This teaching practice provides ideas for process reengineering, paradigm reconstruction and model innovation for the flipped classroom teaching reform of the halogen chapter.

Key Words: Chemistry of the elements; Flipped classroom; PBL teaching method; Halogen

元素化学是无机化学的重要组成部分, 在化学知识体系中占有举足轻重的地位。然而, 在元素化学的课堂教学中, 经常出现“教者吃力, 听者乏味”的教学困境。究其原因, 可能主要有两个: 其一, 元素化学具有描述性、零散性和繁杂性的知识特点, 学生对知识点的全面掌握存在一定困难; 其二, 传统的“知而后行”教学模式难以充分调动学生的主观能动性, 导致元素化学的课堂教学乏善可陈、难以出彩。

“知而后行”教学模式, 即教师按照教学大纲的要求对教材内容进行设计, 然后通过课堂教授环节完成知识的传达, 最后辅以适当的课堂和课后练习以检验和加强教学效果。整个教学流程突出的是教师的主体作用, 学生则坐在教室里被动地、生硬地接受教师一股脑塞给自己的信息, 属于“先

收稿: 2023-02-16; 录用: 2023-03-23; 网络发表: 2023-04-03

*通讯作者, Email: zmb@hunnu.edu.cn

基金资助: 2021年湖南省普通高等学校教学改革项目(HNJG-2021-0378); 2021年湖南省线上线下混合式一流本科课程建设项目

教后学”的教学模式^[1]。“知而后行”经常被认为是一种省事和高效率的教学模式,但在“知而后行”的教学流程中,学生缺乏主动思考和自主探究,容易对教师的讲授形成惯性依赖,从而滋生思维惰性,弱化高阶学习能力。同时,这样的教学模式一般都存在互动稀少、讨论匮乏、学生表达和展示自我的机会受限的问题。

“知行合一”是相对于“知而后行”提出的一种教学模式,即在教学过程中,学生通过自主学习教材、查阅参考资料和完成学习任务,在“行”的过程中收获“知”。这个获“知”的过程既能有效提高学生的高阶学习能力,也能给学生提供更广阔的探究、分析和应用知识的平台。

因此,当学生已经拥有了一定程度的元素知识积累之后,在元素化学的教学过程中穿插实行“知行合一”的教学模式是可行的,也是必要的。由于卤素章节在大多数教材中被编排在IA-VIA主族元素之后,处于这个学习阶段的学生已经掌握了无机化学的基本原理、原子和分子结构的知识和大部分元素知识,他们的知识储备足以用来自学卤素章节,完成从对知识的记忆理解到分析应用,实现综合评价能力的提升。

近年来,许多国内学者已对PBL教学法和翻转课堂进行了广泛而深入的研究。PBL (problem-based learning)——“以问题为导向”的教学方法是以学生为中心的教学方法,学生通过解决问题来进行对相关知识的学习、整合和应用。翻转课堂是指重新调整课堂内外的时间,将学习的决定权从教师转移给学生的教学模式^[2]。在翻转课堂和PBL的教学模式下,课中阶段不再是传统教学中的传授新知,而转换成知识的巩固与能力的提升^[3]。鉴于此,我们以“卤素含氧酸及其盐”的教学设计为例,以“碘酸钙的制备及含量测定”“碘钟实验”和生活中常见的84消毒液、漂白水为情境素材,通过PBL教学法协同翻转课堂,实施以学生为中心的“知行合一”课堂教学,为卤素章节的翻转课堂教学改革提供流程再造、范式重建和模式创新的思路。

1 PBL协同翻转课堂构建的“知行合一”教学流程

我们选择“碘酸钙的制备及含量测定”和“碘钟实验”作为实验情境,生活中常见的84消毒液和漂白水作为实际情境,创设了与“卤素含氧酸及其盐”教学内容密切相关的情境问题,通过PBL协同翻转课堂对“卤素含氧酸及其盐”的教学过程进行了“知行合一”模式的探索。

在实施“知行合一”教学模式时,整个教学流程由课前、课中和课后三个部分组成^[4],旨在体现学生中心、问题导向、知行合一的教学特点。课前包括三个部分:一是教师根据教学内容发掘合适的情境材料,然后将情境材料中的内容创设成情境问题;二是学生阅读教师提前下发的情境材料和教材中的相关章节,以小组合作的形式完成学习要求,并以PPT的形式整理学习成果;三是学生完成教师下发的课前测试题。课中由教师引导下的学生展示、讨论和评价及教师的点评、归纳和总结组成。课后包括课后测试和问卷调查。教师通过课前测试和课后测试的情况来分析教学效果,通过问卷调查的结果对“知行合一”教学模式做出改进和完善,为进一步提高教学质量和教学效果做出持续的努力。

2 教学实施

2.1 课前

在实施“知行合一”教学模式时,课前工作是保证良好的课堂效果和教学质量的前提。若课前工作没有做好,则教学流程会回归“知而后行”。

(1) 教师课前工作。翻转课堂前一周,教师挑选与“卤素含氧酸及其盐”教学内容密切相关的情境材料——“碘酸钙的制备及含量测定”“碘钟实验”和生活中常见的84消毒液、漂白水,并进行问题创设,然后将其整理成学习要求并提前下发给学生(图1)。并设计课前测试题和课后测试题,以检测学生在翻转课堂前与后的学习成果,便于进行对比以分析教学效果。

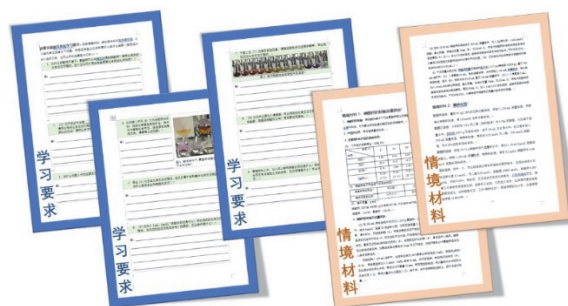
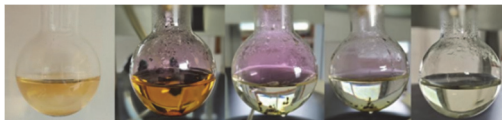
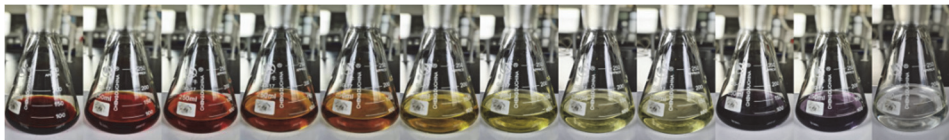


图1 课前教师选取的情境材料和学习要求设计

“碘酸钾的制备及含量测定”涉及碘单质的物理化学性质，卤素含氧酸的酸性强弱，卤素单质与碱的反应，氯、碘元素的电极电势，碘酸盐的溶解性，碘单质与硫代硫酸根离子的反应等知识点；“碘钟实验”涉及碘与碘酸之间的相互转化性等知识点；84消毒液和漂白水涉及次氯酸和次氯酸钠的氧化性等知识点。创设的问题包括实验原理、主要原料、制备步骤、实验现象及产物性质等，共计11道题(表1)。我们希望学生通过完成学习要求中的题目对知识点进行理解，并将唯物辩证法的思想

表1 根据化学实验和生活实际创设的情境问题

问题序号	情境问题
(1)	为什么在酸性环境下，氯酸钾可以与碘反应得到碘酸钾？请写出相关化学方程式。这个反应可以扩展出卤素化合物的哪些化学性质？
(2)	上题中产生的气体是什么？将其通入盛有氢氧化钠溶液的烧杯中吸收，请写出相关化学方程式。与该气体为同族元素的单质是否能发生类似的反应？请用化学方程式表示
(3)	为什么问题(1)中的主要反应产物不是 Cl_2 和 HIO ？
(4)	如图所示，85℃水浴搅拌加热时，瓶颈处有黑色固体析出，瓶中充斥着紫红色气体，溶液颜色由黄色变为无色，请解释上述现象
	
(5)	写出氯化钙和碘酸钾反应的化学方程式，并写出反应类型。思考为什么该反应可以进行
(6)	“碘酸钾的制备及含量测定实验”中，(6)处加入5 mL 1 mol·L ⁻¹ 硫酸的目的是什么？请写出相关化学方程式。该反应的逆反应能发生吗？如果能，反应条件是什么？ 下图为材料1中(7)处滴定实验现象，请描述滴定过程的颜色变化并写出相关化学方程式
(7)	
(8)	产品质量分数测定时，为什么产品中要先加入高氯酸再进行滴定？请写出相关的化学方程式。将高氯酸改成盐酸、硫酸或硝酸可以吗？请简要说明理由
(9)	“碘钟实验”中，加入丙二酸和硫酸的目的是什么？混合甲、乙、丙溶液出现无色与蓝色之间的变换，反应原理是什么？请写出相关化学方程式
(10)	在生活中我们经常用到84消毒液，它是一种以次氯酸钠为主要成分的含氯消毒剂，主要用于物体表面和环境等的消毒。次氯酸钠的什么性质使它具有消毒作用？并写出制备84消毒液的化学方程式
(11)	漂白水在生活中也很常见，它是含有次氯酸钠和氯化钠的混合物。其中次氯酸钠是有效成分，次氯酸钠可与水和二氧化碳发生反应生成次氯酸，达到漂白的目的。漂白水为什么具有漂白作用？写出相关的化学方程式

引入其中,使学生掌握认识世界的科学方法。例如,题(2)中,通过书写氯气与氢氧化钠溶液反应的化学方程式,让学生进一步巩固歧化反应的概念,并由此延伸出氟、溴、碘单质与碱反应的异同点,由此更好地掌握卤素单质的化学性质,并理解同族元素单质和化合物之间共性和特性并存的原因,从而明白矛盾具有普遍性和特殊性,我们要具体问题具体分析;题(3)中,学生通过对比电极电势可以发现,在标准状态下, Cl_2 的氧化性 $>$ IO_3^- 的氧化性,若生成 Cl_2 和 HIO , Cl_2 将进一步氧化 HIO 生成 IO_3^- 。使学生学会通过电极电势判断氧化还原反应的方向,从而明白事物是普遍联系的,要学会用联系的观点看问题;题(10)和(11)则引入生活中的实际问题,让学生学会观察生活并将所学知识应用于生活中,培养他们观察生活和学以致用能力。

(2) 学生课前工作。学生通过阅读情境材料和教材、自主查阅资料来回答学习要求中的问题,并以小组合作的形式准备PPT文档。在这一过程中,通过成立小组来引入协作学习方式。小组成员可以通过共享学习过程中收集的信息、交流和讨论发现的问题来提高自身的批判思维能力、沟通表达能力及对个体差异的包容能力^[5]。此外,学生还需完成教师下发的课前测试题以检测自主学习效果。

通过课前学习,学生在知识层面和能力层面需要达到以下教学目标。知识层面:① 了解卤素含氧酸的组成与结构;② 掌握卤素含氧酸及其盐的酸性、氧化性、稳定性和溶解性;③ 能利用相关理论解释卤素含氧酸及其盐的性质变化规律;④ 能应用卤素含氧酸及其盐的性质对实验现象进行解释。能力层面:自主学习能力、沟通表达能力、团队协作能力和课件制作能力等。

2.2 课中

学生在课前已自主学习了“卤素含氧酸及其盐”章节,完成了学习要求中的11个情境问题,并以小组为单位将学习成果制作成PPT文档。以上过程为翻转课堂的实施创造了条件。翻转课堂的实施包括三个部分:首先,教师向学生简单介绍翻转课堂的教学流程。接着,让学生以小组为单位再次讨论自主学习的成果和心得。在此过程中,小组成员需要再次审查用以展示的PPT,确保每位组员都认同和熟悉所需展示的内容。讨论结束后,由教师指派一位小组成员上台讲解情境问题(图2),同组成员在该学生完成汇报后可以补充和更正,他组学生可以提出质疑或对汇报内容进行提问,并阐明自己的见解(图3)。汇报过程中,学生需要用自己的语言对所学内容进行讲解,这既能锻炼学生的语言表达能力,也能加深学生对知识点的理解和掌握程度。自主学习效果好的学生可以通过评价同学的讲解,达到对知识更深层次的理解;而自主学习效果有待提高的学生则可以通过倾听和讨论,对自己的学习成果进行查漏补缺、改错纠谬。在学生展示结束后,教师需要对学生的汇报结果进行点评,对学生理解有偏差的内容进行纠正,并对知识点进行总结,让学生进一步归纳所学内容,构筑正确且完整的“卤素含氧酸及其盐”的知识体系。除此之外,教师可以简要介绍碘酸钙在现实

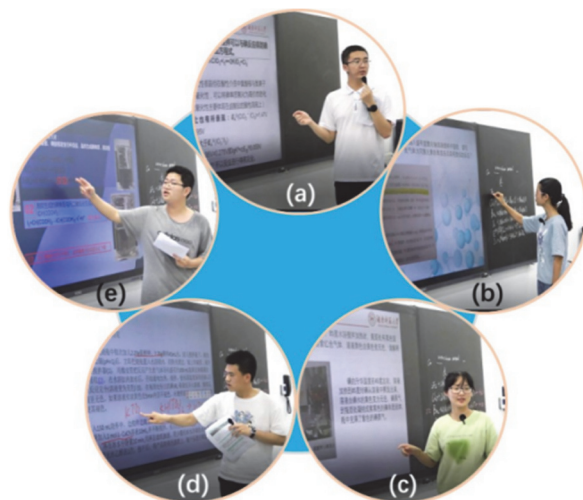


图2 小组代表汇报学习成果



图3 学生在课堂教学过程中的纠正、补充和质疑

生活中的应用，例如饲料级添加剂碘酸钙可以合成甲状腺激素和三碘甲腺原氨酸，从而调节机体的代谢作用；在食品工业中用作小麦面粉处理剂、面团调节剂；还可作口腔洗涤剂、脱臭剂、防腐剂碘仿的代用品。由此联系到碘酸钙促进社会发展的先进作用，将思政元素融入课堂，从而激发学生的学习兴趣，增强文化自信和专业自豪感。

2.3 课后

课后是学生在完成翻转课堂教学之后的环节。在学生汇报、讨论以及教师总结、点评结束后，教师可以下发课后测试题来检测学生经过PBL协同下的翻转课堂，即实施“知行合一”教学模式后的学习效果。精准的课后测试是落实学生是否掌握所学知识的必要环节，也是巩固学生学习效果的必要途径。教师从测试结果中得到比较充分而准确的学情反馈，为后续教学内容和教学过程的调整和改进提供参考^[6]。表2是“卤素含氧酸及其盐”的课后测试题，由选择题、填空题和综合推断题组成，选择题和填空题与课前测试题内容相同，在此基础上增加了综合推断题，题目内容涉及卤素含氧酸的酸性、氧化性和热稳定性，电极电势的比较和判断，覆盖了“卤素含氧酸及其盐”教学内容的重点和难点。

表2 课后测试题设计

	问题	设计目的
选择题	(1) 下列含氧酸中，酸性最弱的是() A. HClO B. HIO C. HIO ₃ D. HBrO (2) 下列含氧酸的氧化性递变不正确的是() A. HBrO ₄ > HClO ₄ > H ₃ IO ₆ B. HBrO ₃ > HClO ₃ > HIO ₃ (3) 下列关于热稳定性排序正确的是() A. HClO > HClO ₂ > HClO ₃ B. HIO ₃ > HClO ₃ > HClO	三道选择题测试学生对“卤素含氧酸及其盐”章节的基本知识点，即卤素含氧酸的酸性、氧化性和热稳定性的掌握情况
填空题	(1) $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 =$ _____ (2) $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 =$ _____ (3) 标态下， $5\text{HIO} \longrightarrow \text{HIO}_3 + 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 反应方向为(填向左或向右)_____	填空题1和2测试学生对碘酸氧化还原性质的掌握程度 填空题3测试学生对次碘酸、碘酸和碘单质的电极电势大小与其氧化还原性之间的关系的掌握程度
推断题	在淀粉碘化钾溶液中加入少量NaClO时，得到蓝色溶液，说明有(A)生成；加入过量NaClO时，蓝色褪去，溶液变为无色，说明有(B)生成；然后酸化之并加入少量固体NaSO ₃ ，则溶液的蓝色恢复；当NaSO ₃ 过量时，蓝色又褪去成为无色溶液，说明有(C)生成；再加入NaIO溶液，溶液的蓝色又出现。则A、B、C为何种物质？写出相关的化学反应方程式	测试学生对不同价态卤素含氧酸氧化还原性的掌握程度，测试学生综合应用知识的能力

3 教学效果

3.1 课堂表现分析

我们对本校2021级化学专业浩青实验班25名本科生进行了“卤素含氧酸及其盐”的授课,并实施了上述“以实验为情境”的PBL协同下的翻转课堂教学实践。通过观察学生在课堂展示中的表现,我们发现大部分学生的汇报成果值得肯定,甚至有些学生的表现超出了教师的预期,他们不仅能够将基础知识点讲解清楚,还能够比较深入地剖析和拓展知识。如学生1在讲解情境问题(1)时,不但从电极电势的角度解释了“为什么在酸性条件下氯酸钾可以氧化碘单质”,而且通过运用能斯特方程计算反应的平衡常数来说明反应进行的程度(图2a)。这说明课前学习环节能让学生充分发挥自主学习能力,并且能提高他们的知识迁移和应用能力。在听取台上的学生的汇报时,台下的学生聚精会神、情绪饱满。如学生2在同组的学生1发言结束后,纠正了学生1用来解释问题(1)的化学方程式,指出“氯酸盐只有在酸性条件下才具有较强的氧化性,才能促使氯酸钾与碘反应得到碘酸钾的反应的发生”(图3a)。这充分体现了学生的团队协作能力和批判思维能力。其他组的同学听课时也兴趣盎然、全神贯注。如学生3在讲解情境问题(8)时提到,她查阅了一篇“用盐酸代替高氯酸来进行碘酸钙质量分数测定实验”的文献,由此认为可以用盐酸代替高氯酸进行反应(图2b)。学生4由此对情境材料提出了疑问:“高氯酸具有易燃易爆的危险性质,为何实验中还要选用高氯酸(图3b)?”学生的踊跃提问和质疑反映出他们的学习积极性和批判思维能力在翻转课堂中被充分调动起来。教师由此引导学生查阅高氯酸易燃易爆的原因和条件,并思考实验过程中高氯酸的浓度、用量和使用条件是否达到了高氯酸的易燃易爆点。在此过程中教师也有有机融入了思政元素:实验安全不容忽视,但是只要我们严格把控反应条件,自觉遵循操作规范,化学实验安全就能得到有效的保障。通过积极有趣的“生生互动”和“师生互动”,课堂气氛活跃,学生展示充分,较好地贯彻了“学生中心”的教学理念。最后,教师在学生展示和讨论结束后将重要知识点进行归纳和总结,帮助学生构筑正确且完整的知识体系。

3.2 学习效果分析

课堂教学结束后,全班25名学生的课前测试题、学习要求答题卡、小组展示PPT文档和课后测试题全部回收。通过批阅和统计这些材料,我们发现学生在课前对于次碘酸的不稳定性以及碘、碘酸和过氧化氢三者的氧化性大小没有明确的概念,以至于在书写方程式时出错较多。而课后测试题中涉及这些知识点的题目,学生的答题效果有明显的提升。填空题(1)的正确率从原先的24%上升到80%,填空题(2)从20%上升到84%,填空题(3)从44%上升到96%,这说明学生通过自主学习和课堂教学进行了查漏补缺,将知识点进行了有效内化。除此之外,68%的学生对综合推断题的作答正确,说明大部分学生通过“知行合一”教学模式掌握了“卤素含氧酸及其盐”的重难点,并学会了对知识点进行迁移和应用,具备了一定综合应用知识的能力。

3.3 教学反馈分析

我们从学习兴趣、学习目标、自主学习能力和团队意识等方面对“以实验为情境”PBL协同下的翻转课堂在“卤素含氧酸及其盐”教学中的应用进行了问卷调查,来进行教学反馈的分析,25份调查表全部回收。问卷调查结果如图4所示。

统计数据显示:(1)100%的学生对翻转课堂的实施持肯定态度。翻转课堂有别于传统教学,它改变了沉闷的说教模式,让学生有更多参与课堂教学活动的机会^[7]。同时,较为紧张的课堂氛围也能充分调动学生的学习积极性。传统课堂有其自身的优势,因此52%的学生希望将传统课堂与翻转课堂相结合来实施教学。(2)学生通过各种途径搜集资料来完成课前的学习任务,所有学生都阅读了情境材料和教材中的相关内容,绝大部分学生也借助了网络来解决问题。“知行合一”教学模式的实施极大地调动了学生课前学习的主观能动性,提高了他们分析问题和解决问题的能力。此外,小组学习模式有别于传统的独自学习模式,80%的学生与组员讨论了学习要求中相关的问题,多种思维的碰撞让学习变得不那么枯燥和艰难。(3)68%的学生认为学习要求中的问题难度适中,但并不是

所有问题都可以通过阅读教材获得有效解决, 这使学生不得不动调自身的批判思维能力, 通过知识的合理迁移来解决难题。(4) 80%以上的学生认为学习要求中的问题覆盖了卤素含盐酸及其盐的化学性质, 这表明情境材料与教学内容具有很好的匹配度。(5) 通过此次教学, 80%以上的学生认为自己的自主学习和分析问题的能力得到了有效提升, 这正契合我们实施“知行合一”教学模式的目标。

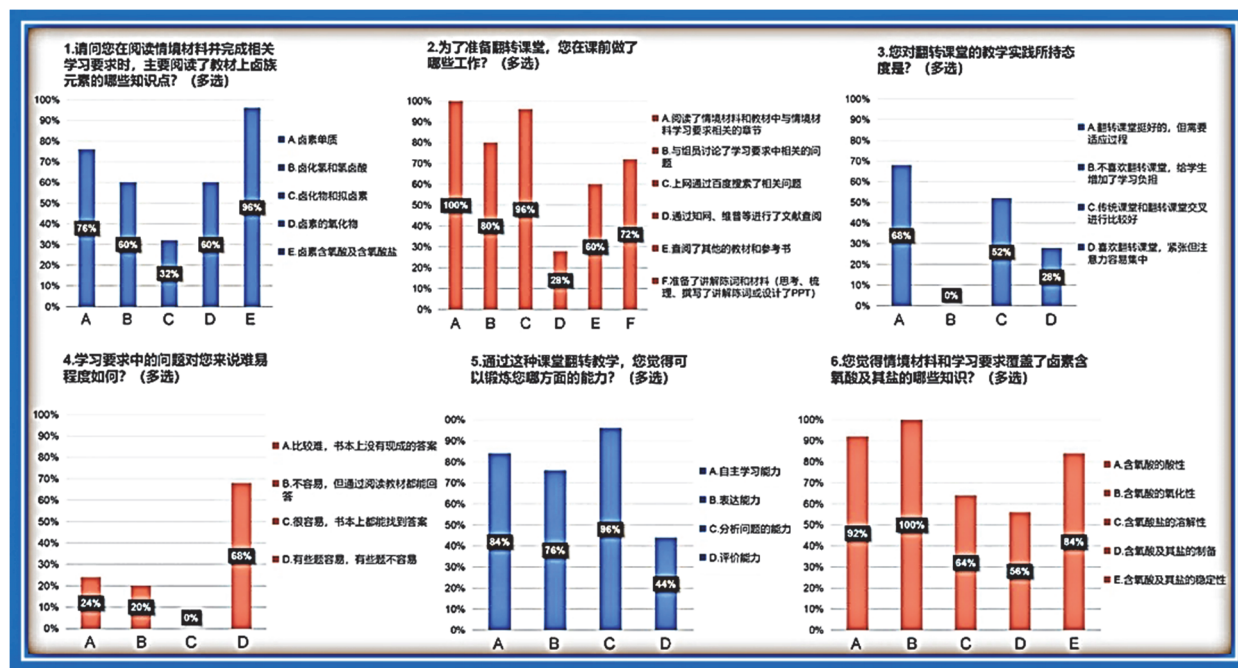


图4 问卷调查内容及统计结果

3.4 教学反思

将“以实验为情境”的PBL协同下的翻转课堂应用于卤族元素的教学实践证明, “知行合一”教学模式是在“知而后行”教学模式基础上的守正创新, 具体感悟如下:

(1) “知行合一”教学流程应该具备以下元素: ① 好的情境材料。好的情境材料应该与教学内容深度契合。② 好的情境问题。好的情境问题应该能引导学生由点及面进行自主学习, 能够锻炼学生筛选加工、归纳总结和迁移应用知识的能力。③ 好的教学设计。好的教学设计应该能体现“学生中心”的教学理念, 突出“教学是教师引导下的学生学习、展示和评价的过程”。④ 有效的评价机制。完整科学的教学流程应该有可执行的、全面合理的评价机制, 以获得有用的教学反馈^[8-10]。

(2) 正确认识和处理好“知而后行”和“知行合一”两种教学模式之间的关系。“知而后行”和“知行合一”教学模式都有其各自的优点, 都有其适应的教学范畴, 两者在教学过程中是相辅相成的。在教学设计中, 教师应该根据具体的教学内容对教学模式进行选取和整合, 不应非此即彼, 而应秉承构建知识目标和能力目标并重的、有趣、高效和优质的大学课堂的教学原则。

4 结语

“以实验为情境”的PBL协同下的翻转课堂是实施“知行合一”教学模式的有效途径, 能够将学习的决定权和主动权从教师转移给学生, 帮助学生拓展知识链条, 构筑完整的知识体系。同时也能够培养学生的自主学习能力、沟通表达能力、团队协作能力、课件制作能力和批判思维能力, 有效提升学生化学学科的核心素养。该教学模式是在传统“知而后行”教学模式基础上的守正创新, 是有助于构建高效优质的大学课堂的一种教学范式。

参 考 文 献

- [1] 魏光月, 刘松艳, 王萌, 周屹博. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (20), 41.
- [2] 庄晓娟, 韩明梅. 大学化学, **2016**, 31 (12), 13.
- [3] 彭晓霞, 李楠, 任丽磊, 于佳鑫, 李艳芳. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (16), 38.
- [4] 刘盈, 张镖, 王丽丽, 姚小丽, 张素中. 化学教育(中英文), **2020**, 41 (20), 92.
- [5] 原野, 夏洪梅, 刘东波, 李晓雪, 李凡. 微生物学通报, **2022**, 49 (8), 3531.
- [6] 李万梅, 欧阳娅妮, 章鹏飞. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (22), 81.
- [7] 胡瑞祥, 郑少九, 张漫波. 大学化学, **2020**, 35 (8), 28.
- [8] 蔡苹, 罗威, 胡锴, 程功臻. 大学化学, **2022**, 37 (11), 2208033.
- [9] 王湘利, 邓远富. 大学化学, **2022**, 37 (11), 2207050.
- [10] 朱亚先, 周立亚, 匡勤, 王凡, 王颖霞, 郑兰荪. 大学化学, **2022**, 37 (11), 2205037.