

核心素养背景下的高中化学项目式教学

——以“铁及其化合物”为例

文 | 陈 孝

化学学科作为自然科学的重要领域,其核心在于通过对物质性质、变化规律的探究,揭示自然界的基本运行机制,培养理性思维与实践能力。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》明确指出,化学学科核心素养涵盖“宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、证据推理与模型认知、科学探究与创新意识、科学态度与社会责任”五个方面。培养学生这些素养不仅能深化学科知识,还承载着促进学生全面发展的时代使命。

一、聚焦真实问题,确定项目主题

《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》中明确提出“结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,了解铁及其重要化合物的主要性质”。真实问题在项目式教学中具有“问题驱动”的核心地位,是贯通理论学习与实际应用的关键路径。

教学伊始,教师利用陨铁在地球历史中的特殊地位作为切入点,结合丹霞地貌中氧化铁的鲜明红色,展示铁在自然界的独特存在形式,从视觉上引发学生对铁及其化合物的初步兴趣。

为了使问题更加贴近实际生活,教师提出与生活密切相关的情境问题,例如,在某些酱油中加入铁强化剂,强调铁在人体健康中的重要作用。同时,教师可以展示腐蚀的铁制品,带领学生思考铁在日常生活中的使用现状及其带来的问题。在此基础上,教师可以结合炼铁高炉生产流程的简要介绍,进一步激发学生探索铁从矿石提取到工业应用全过程的兴趣。通过逐步延展问题链,教师从“铁在自然界中以何种形态存在”到“铁的性质如何决定其用途”,再到

“铁的氧化还原特性如何影响其在工业与生活中的应用”,构建完整的问题框架,形成宏观与微观的交织联系。

二、梳理知识体系,设计项目路径

梳理知识体系在项目式教学中具有承上启下的重要作用,是建立科学探究逻辑与认知框架的前提。围绕“铁及其化合物”主题,通过知识体系的系统化与层次化梳理,教师能够引导学生从分散的知识点中提炼出核心概念,建构化学反应与实际应用的内在联系。教师在梳理过程中应突出“宏观辨识与微观探析”的要求,帮助学生从物质的结构和性质上剖析铁的化学行为,明确铁的氧化还原反应在工业与生活中的地位与作用。在“变化观念与平衡思想”指导下,教师要梳理铁化学性质的内在规律与环境条件的平衡关系,为学生理解反应原理提供思维支撑。结合“证据推理与模型认知”,以铁的性质实验为基础,教师逐步归纳铁及其化合物的转化路径及其相关反应机理,最终通过逻辑链条的建构,为项目路径的设计提供科学依据。

课堂进一步深入,从铁的单质性质切入,教师列举铁的延展性、导热性和磁性,引导学生理解其物理特性对应用的支撑作用,紧接着讲解铁的熔点、密度等关键数据,转向其化学性质的核心——氧化还原反应。教师采用多媒体工具呈现铁与盐酸生成氢气,以及铁与氯气形成三氯化铁,逐步揭示铁的化合价变化规律。教师展示实验现象视频,结合电子转移方程式,明确铁在不同氧化还原体系中的行为特点,从理论与实践两方面深化对铁的反应机理的认识。教

作者简介 陈孝(1969—),汉族,甘肃会宁人,本科,中小学高级教师,研究方向:高中化学。

师在过程中通过图示化的逻辑链条将铁的单质性质、氧化还原反应、价态变化和铁化合物的分类与转化关系串联,逐步带动学生建立铁及其化合物性质的完整体系(如图1所示)。

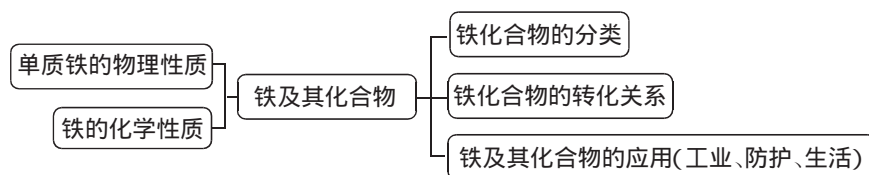


图1 “铁及其化合物”知识体系

在完成知识梳理后,教师依据知识设计项目路径,以铁的价态变化为主线,构建项目任务链,采用动态任务形式和交互呈现的方式,使学习内容具有连贯性和层次感。通过“单质铁的化学性质→铁的氧化还原反应规律→铁化合物的分类与生成机制→铁化合物的用途与功能模型制作→分析铁的氧化与腐蚀机制→研究炼铁高炉化学反应过程→铁资源开发与环境保护策略探索”这一路径,教师引领学生在动态任务完成中构建对铁及其化合物的科学规律与社会价值的综合认知。

三、分解项目任务,构建逻辑模型

分解项目任务是实现复杂问题科学化和系统化的重要手段,分解任务的价值在于将知识点和实践活动串联成具有“逻辑闭环”的链条,从铁的微观性质到宏观应用,从反应规律到环境影响,形成科学问题的完整研究框架。分解过程注重“知识要素的关联性”和“任务设计的递进性”,以铁的化学性质为基础,分析其在氧化还原反应、铁化合物制备与应用、铁资源可持续利用中的具体表现,构建“理论问题—实践任务—应用解决”三位一体的项目结构。

在“铁及其化合物”项目式教学中,教师以“单质铁的化学性质”为起点,将任务转化为问题驱动的子项目,设计包括铁的物理特性和化学性质的研究。任务细化为:研究铁的延展性和导热性,明确其作为金属的基本属性;借助铁与盐酸、氯气的反应,分析其在氧化还原反应中的价态变化,由此形成第一个子项目。

第二个子项目聚焦于“铁的氧化还原反应规律”,分析铁与不同氧化剂(如盐酸和硫酸铜)的反应

机制,研究铁作为还原剂时的电子转移特点,构建价态变化的模型。学生从化学方程式中提取铁在不同反应条件下的行为特征,归纳出铁作为金属单质在化学反应中的规律性。

任务链条由此延伸至第三个子项目——“铁化合物的分类与生成机制”,以铁的氧化物(FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4)和氢氧化物[$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$]的制备与性质为重点,设置实验任务,引导学生通过实

验现象建立铁化合物的分类体系。

之后进一步扩展到第四个子项目“铁化合物的用途与功能模型制作”。学生需要分析铁化合物的物理化学特性,制备铁红颜料,研发铁强化食品。学生以实验数据为依据,展示优化功能模型,将知识应用能力外显化。

随后,项目进入第五个子项目“铁的氧化与腐蚀机制分析”,通过铁与水蒸气反应的实验,学生研究铁在高温条件下的氧化行为,结合生活中的铁制品腐蚀现象,提出防护策略,形成理论与实践的结合。

第六个子项目围绕“炼铁高炉化学反应过程研究”展开,任务聚焦于分析铁矿石还原的化学反应及其能量转化。通过数据模型和工业实例,学生研究还原剂的选择及反应条件优化的理论依据,为提升工业生产效率提供科学支持。

项目最终延伸至第七个子项目“探索铁资源开发与环境保护策略”,结合当前铁资源开发利用的实际情况,学生需要从资源循环利用、防腐蚀技术创新等角度提出具体策略,综合体现社会责任感和科学思维。

四、进行项目探究,获取科学证据

项目探究是实现知识转化与实践验证的核心环节,是学生从理论走向实践、从观察走向验证的关键路径。在“铁及其化合物”这一课中,项目探究不仅是知识迁移的重要载体,还是培养学生“科学探究与创新意识”的重要途径。项目探究使学生能够从“微观结构与宏观现象”的对比中找到化学本质的真实证据。通过探究活动,学生在实验现象的观察与数据推理中发展“证据推理与模型认知”素养,并借助提出

验证科学假设培养逻辑思维能力与问题解决能力。

教学设计围绕“铁及其化合物”主题,采用分组项目探究形式,学生分为七组,每组聚焦一个具体子项目,明确研究目标与实验方法,设计并实施科学探究。

第一组以单质铁的化学性质为研究重点,采用铁粉、铁片等材料,设计铁与盐酸、硫酸铜溶液的反应实验。组员需准备不同浓度的盐酸与硫酸铜溶液,将铁粉逐一加入反应体系,利用观察铁溶解并产生氢气或置换出铜的现象,记录实验现象和反应速率。根据实验数据,组员书写离子方程式分析铁作为还原剂的电子转移过程,并结合熔点和延展性数据,讨论铁的物理与化学特性如何赋予其多样用途。

第二组围绕铁的氧化还原反应规律展开实验,以氯气和氧气作为氧化剂,探讨铁的氧化行为。在通入氯气的装置中加入铁粉,观察生成的三氯化铁物质颜色变化,称量初始铁粉和生成物的质量,计算铁的转化效率,并归纳价态变化的规律。组员分析铁从0价到+3价的电子转移过程,书写反应方程式,并结合理论模型解释氧化剂强弱对反应条件的影响。

第三组研究铁化合物的分类与生成机制,设计氢氧化铁和氧化铁的制备实验。组员将 FeCl_3 溶液与 NaOH 溶液混合,观察红褐色氢氧化铁沉淀生成,将沉淀加热,制备红棕色氧化铁,并记录产物质量和颜色变化。凭借实验现象,组员绘制转化路径图,展示氧化物和氢氧化物的相互关系,并讨论实验条件对生成物性质的影响。

第四组聚焦制作铁化合物的用途与功能模型,以铁红颜料的制备为例。组员将制备的氧化铁与黏合剂混合,调制成颜料,涂抹于不同材料表面,比较其附着性和耐久性。组员设计表格记录颜料性能数据,分析氧化铁的颗粒结构对应用效果的影响,并结合实验结果优化制备方案。

第五组探究铁的氧化与腐蚀机制,设计湿热环境下铁氧化实验。组员搭建装置,将湿棉布包裹在铁片表面,模拟腐蚀条件,观察生成的铁锈形态和氧化速率,通过测量氧化物的质量,结合反应方程式,分析氧气和水对腐蚀过程的影响。组员需涂覆保护膜

或使用防锈剂,并通过实验验证其效果。

第六组模拟炼铁高炉的化学反应过程,通过将 Fe_2O_3 与一氧化碳在高温下反应,观察铁单质的生成。组员调整温度和一氧化碳流量,记录铁产量的变化,结合热力学理论分析反应条件的优化方案,书写反应方程式并绘制能量变化曲线,讨论提升工业生产率的科学依据。

第七组探讨铁资源开发与环境保护策略,通过实验验证铁废料的回收路径。组员将生锈的铁制品浸泡在稀酸溶液中,观察溶解现象,制备可再利用的铁化合物。通过检测产物纯度,分析回收效率,并结合经济成本和环境影响,提出具体的资源循环利用方案。

五、整合探究成果,呈现项目报告

整合探究成果是项目式教学中学生从“碎片化认知”到“系统化建构”的重要过渡。在“铁及其化合物”教学中,成果整合以知识重组为核心,贯穿从实验数据解析到理论验证再到实际应用的全链条逻辑。呈现项目报告不仅是一种输出形式,还是一种“知识内化与再生产”的认知过程,能够促使学生将复杂的科学现象还原为条理清晰的学术表达。

这一项目阶段以整合探究成果为核心,组织学生将实验现象、数据分析、反应机理与实际应用逐步构建为完整的项目报告,课堂开始,教师指导学生梳理各子项目的实验数据,将铁的单质反应、氧化还原规律、化合物分类与生成等实验现象分类整理,建立清晰的化学反应逻辑链条。小组内成员根据实验任务分工,详细记录反应条件、现象、生成物特征与数据分析结果,以实验方程式为中心,构建铁的化学行为与价态变化的内在联系。

针对铁的单质化学性质部分,组员从铁与盐酸反应生成氢气的实验数据入手,测定生成气体的体积,计算反应速率和铁的消耗量,结合反应方程式分析铁作为还原剂的电子转移特点。在铁的氧化还原反应规律模块,结合铁与氯气反应生成三氯化铁的实验现象,记录生成物的质量变化,绘制价态变化曲线,并分析氧化剂强度对反应程度的影响。在铁化合物分类部分,组员制备铁氢氧化物实验,观察生成物的颜色与溶解性,结合化学反应式归纳 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 氧

化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的条件与反应路径,利用转化关系图直观呈现铁化合物的分类逻辑。

成果整合进一步聚焦铁化合物的功能应用,以铁红颜料的制作实验为案例,分析颜料的化学结构对附着力与稳定性的影响。组员需通过实验优化反应条件,探讨温度和溶剂选择对颜料性能的调控作用,并结合实际应用场景,提出功能材料的改进方向。在铁的氧化与腐蚀机制模块,组员结合铁与水蒸气高温反应实验数据,绘制生成物与反应时间的动态曲线,通过化学平衡原理分析氧化物生成的驱动力,并讨论铁锈形成过程中的环境变量,提出基于防腐技术的化学解决方案。

在炼铁高炉化学反应研究部分,组员通过铁矿石与一氧化碳还原反应的实验模型,结合产物质量和反应条件优化分析,书写 Fe_2O_3 与 CO 反应的热力学和动力学方程,讨论反应温度、还原剂浓度对还原效率的影响,并利用数据绘制工业生产的能量变化曲线。在铁资源开发与环境保护模块,组员基于实验数据,提出废弃铁制品回收和再生利用的技术路径,并通过成本效益分析与环境影响评价,形成资源循环利用的科学建议。

六、分析项目成效,深化学习体验

分析项目成效是项目式教学的收官环节,也是学生深度学习体验、构建反思性认知的重要过程。在“铁及其化合物”案例中,教师分析成效不仅着眼于知识目标的达成,还关注学生在科学探究过程中的成长轨迹以及核心素养的形成情况。这一环节通过“多维度评估”揭示学生“宏观辨识与微观探析”素养的形成结果,以及其在复杂化学现象中提取本质规律的能力。

教师基于各组探究过程中的实验记录与最终成果,带领学生从“实验设计的科学性、数据链条的完整性、结论表达的逻辑性”三个维度审视其学习成效。在铁的氧化还原反应模块,教师结合学生的实验数据,带动全班从化学反应动力学与热力学特征的层面探讨价态变化的普遍规律,深入解析电子转移机制,将铁的价态变化过程与氧化剂的强弱对比,形成对铁氧化还原规律的系统认知。

教师以铁氧化物生成实验为案例,从实验现象

和数据记录切入,引导学生分析 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 时氧气浓度与反应时间的影响,并借助化学方程式推导反应条件的最优范围。学生分析生成物溶解性和颜色变化的关联,构建出铁氧化物的转化路径图。教师借助此案例强调“变化观念与平衡思想”,解析反应条件与生成物特性的平衡关系,深化学生对反应本质的理解。

针对铁化合物的实际应用模块,教师带领学生从化学与工程的结合点反思颜料制备实验中的数据变化与性能优化策略。以颜料附着力实验的数据为基础,分析温度与溶剂对氧化铁颗粒结构的影响,进一步讨论改进实验设计的可能性。结合铁的腐蚀与防护机制的实验结果,教师对比数据曲线并分析生成物特性,引导学生讨论铁锈生成速率与环境变量的定量关系,明确湿热条件下腐蚀防护措施的化学原理。

在炼铁高炉模拟实验的成效分析中,教师结合学生的实验产物数据与能量变化曲线,带动学生从氧化还原反应的热力学和动力学角度审视铁矿石还原过程的效率与条件优化方法。从实际应用层面,探讨高炉炼铁的反应模型为工业流程的改进提供理论支撑的方法。在铁资源开发与环境保护模块,教师借助学生实验数据,引导他们从可持续发展角度思考废铁回收与再利用的技术路径,并通过环境影响评价模型深化对资源循环利用的认知。教学最后阶段,教师带动学生以审视实验中的数据偏差与设计改进点,从化学规律与实际应用结合的角度,深化“宏观辨识与微观探析”的能力形成。

总之,在核心素养背景下实施化学项目式教学,不仅创新了知识传递方式,还能培养学生科学思维 and 实践能力。以“铁及其化合物”为案例,教师构建理论与实践交融的教学体系,使化学反应的微观本质与宏观应用实现了深度融合。在实验探究中,学生通过逻辑推演与模型构建逐步掌握了化学规律,在数据分析与成果整合中实现了知识的迁移内化,形成了分析问题、解决问题的综合能力,生成了化学核心素养。

(作者单位:兰州市第七十一中学)

编辑 李琴芳