

## “盐类水解的影响因素”项目式教学

## ——探索无水氯化铝的制备

福建省福州市马尾第一中学 王玺

摘要：本文呈现了高中化学“盐类水解的影响因素”微项目学习展示课案例，以探索无水氯化铝的制备过程为主题，引导学生通过“认识氯化铝”“探索无水氯化铝的制备方法”“对比实际工业生产流程”等3个项目子任务，学习盐类水解的影响因素，通过实验探究和理论知识相互印证，利用化学反应原理解决真实情境下的相关问题。

关键词：项目式；真实情境；盐类水解；氯化铝

“项目式教学”是一种建构主义的学习模式，也是一种学生自主探究解决实际问题的新型教学模式。教师通过驱动性问题组织，引导展开教学活动。教师将学生的学习任务项目化，以学生为主体，指导学生基于真实情境提出问题，在真实的问题情境中实践，将项目拆解，并在探究和解决问题的过程中获得基本知识和技能，建构思维模型。最后通过展示作品、多元评价，确定学生的收获。

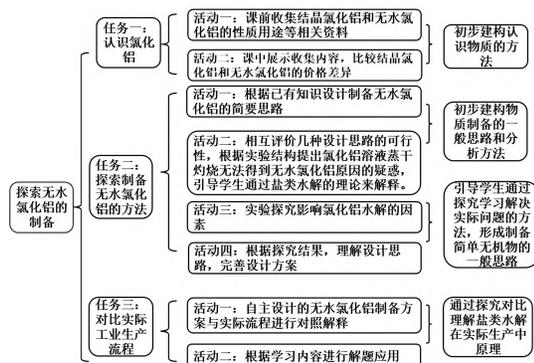
本文采用项目式学习的方式，以探索无水氯化铝的制备为教学主线，探讨盐类水解影响因素。上课前学生已经对盐类水解的原理进行学习，同时在化学平衡的学习中已经掌握了勒夏特列原理的应用，为展开对无水氯化铝制备的探索，探究盐类水解影响因素奠定了基础。

## 一、项目教学目标

第一，通过对氯化铝用途的信息收集，能对用途的原理进行提问，体会物质性质在日常生活中的价值。第二，通过已有知识的应用，能够依据需求进行方案设计并通过教师指导不断优化方案，学习认识物质制备的一般方法和途径。第三，通过实验探究氯化铝溶液中水解的影响因素，解决生产生活中的真实问题。

## 二、项目任务及教学流程

根据项目式学习方式，本项目以探索无水氯化铝的制备项目任务设计了几个项目子任务，具体设计思路如下：



## 三、项目实施过程及学生学习结果

情境导入：感受氯化铝的应用价值

教师：氯化铝是一种我们化学学习过程中经常出现的盐类，在生活生产中也有着广泛的用途，课前请大家收集有关氯化铝的资料，各小组展示收集的成果。设计意图：从生活入手，引起学生的兴趣和思考，认识事物具有两面性。

## (一) 任务一：认识氯化铝

活动一：背景资料的展示。学生展示结果如下：六水合氯化铝，是一种无机化合物，分子式为 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。又名结晶三氯化铝、六水氯化铝，分子量 241.43，外观为橙黄色或浅黄色晶体。无水氯化铝，是一种无机化合物，化学式为 $\text{AlCl}_3$ ，白色结晶性粉末，有强盐酸气味，工业品呈淡黄色。用途：六水合氯化铝主要用于生活饮用水、含高氟水、工业水的处理，含油污水净化。特别是对低温、低浊、偏碱性水的处理效果更佳。此外在印染、医药、皮革、油田、造纸，精密铸造等方面有广泛的用途。无水氯化铝是一种重要的无机化工产品之一，主要用于制造洗涤剂的烷基化剂、有机合

成催化剂、烃树脂、二氧化钛成核剂、染料中间体以及化妆品和药物等。同时无水氯化铝也是一种十分重要的催化剂，特别是作为费瑞德—克莱福特反应的催化剂而得以广泛应用。

活动二：展示老师收集到的结晶氯化铝和无水氯化铝的价格区别。教师：老师通过搜索这两种药品的价格，发现市场上六水合氯化铝价格约为1600元/吨，无水氯化铝价格约为7100元/吨，为什么售卖相同质量的无水氯化铝的价格比六水合氯化铝要高？学生：可能是制备的方法有差异。设计意图：认识氯化铝的用途，了解其重要性，提升学习兴趣，为之后的探究学习提供基础。

### (二) 任务二：探索制备无水氯化铝的方法

活动一：根据已有知识设计制备无水氯化铝的简要思路。教师：同学们，我们能不能根据学习过的与铝元素和氯元素相关的知识来设计一下制备无水氯化铝的方法呢？学生交流与讨论：根据所学知识我们发现可以用以下方法得到氯化铝：①铝在氯气燃烧得到氯化铝；②铝与盐酸反应得到氯化铝和氢气；③氧化铝与盐酸反应得到氯化铝和水。教师评价：方法1：产物纯度高，但原料成本高，且存在安全隐患。方法2：原料成本较高，得到氯化铝溶液还需要进一步提纯。方法3：原料氧化铝易得且价格较便宜，经济效益高，得到氯化铝溶液还需要进一步提纯。联系实际：实际工业生产中我们常用铝土矿焙烧、酸浸调整盐基度得到溶液，与我们总结的方法3很接近，如果选用方法3，我们还要通过蒸发浓缩，冷却结晶的方法得到结晶氯化铝，然后再脱水得到无水氯化铝。问题：能不能直接加热蒸发结晶得到无水氯化铝呢？设计意图：创设真实情境激发学生兴趣，联系元素化合物知识设计制备思路，锻炼学生的分析问题、解决问题的能力。

活动二：观察六水合氯化铝加热灼烧。实验现象：产生大量白雾，生产白色粉末状固体。驱动性问题：经仪器检测成分，产物为氧化铝，为什么是氧化铝，是什么原因造成的？设计意图：出现知识冲突，为盐类水解的探究提供动力。

活动三：探究影响氯化铝水解的因素。学生归纳：根据盐类水解规律的学习，我们知道盐类水解平衡是动态平衡的一种，是一种可逆反应，根据盐类水解的规律“有弱才水解，无弱不水解，越弱越水解，都弱都水解；谁强显谁性，同强显中性”。

我们认为影响盐类水解的主要因素是物质本身的性质，也就是内因。

问题：影响盐类水解平衡移动的外因有哪些？思考交流：认识到主要是浓度和温度的影响，压强对盐类水解无影响。理论探究：在不同条件下氯化铝的水解平衡将发生不同变化，当条件改变时，利用勒夏特列原理将相关内容填入表格1中。总结设疑：如何来判断新的水解平衡的程度？离子浓度的变化？学生归纳：如果溶液有颜色，我可以根据颜色变化来判断，如果是无色溶液，我们可以通过测定pH的方法来判断离子浓度变化。

表1 外界条件对平衡的影响

条件	方向	程度	$c(\text{H}^+)$	pH
升温				
HCl				
水				
NaOH				

教师：我们常用的pH计只能测定数值，无法记录pH的变化趋势，今天我们选用一种更直观、定量准确的方法：手持技术pH传感器来测定pH值的变化。

实验1：探究温度对氯化铝水解平衡的影响。加热20mL 0.1mol/L氯化铝溶液，采集pH数据，观察图像变化（如图1）。分析讨论1：温度越高，pH值减小，氢离子浓度增大，平衡向正向进行。实验结论：升高温度能够促进盐类的水解（水解吸热）。

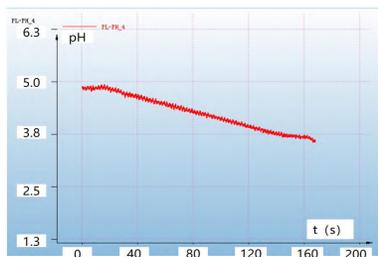


图1 温度的影响

实验2：探究浓度对氯化铝水解平衡的影响。①测定20mL 0.1mol/L氯化铝溶液的pH值4.61。②测定20mL 0.01mol/L氯化铝溶液的pH值5.03。分析讨论2：溶液稀释10倍，但pH值变化小于1，溶液在稀释过程水解程度增大了。实验结论：盐溶液的浓度越小，水解的程度越大（越稀越水解）。

实验3：探究酸与碱对氯化铝水解平衡的影响。①取50mL 0.01mol/L氯化铝溶液滴加1滴1mol/L的HCl溶液，采集pH数据，观察图像变化（如图2）。②取50mL 0.01mol/L氯化铝溶液滴

加 1 滴 1mol/L 的 NaOH 溶液，采集 pH 数据，观察图像变化（如图 3）。分析讨论 3：加入盐酸 pH 值先变小，再变大，说明平衡逆向移动；加入氢氧化钠 pH 先变大，再变小，说明平衡正向移动。实验结论：酸性溶液能抑制强酸弱碱盐的水解，碱性溶液能促进强酸弱碱盐的水解。



图 2 盐酸的影响



图 3 氢氧化钠的影响

活动四：问题解决。教师：根据以上实验得出的结论，是否能解决以下问题：①为什么加热灼烧六水合氯化铝得到的是氧化铝？②如何从六水合氯化铝得到无水氯化铝呢？学生归纳总结：①加热灼烧六水合氯化铝时，由于铝离子发生水解， $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$  加热过程中生成易挥发的氯化氢气体一直脱离反应体系，使得平衡正向移动，得到氢氧化铝后，受热分解得到氧化铝。②加热除水的过程中如果能够抑制铝离子的水解就可以得到无水氯化铝，如在氯化氢氛围中加热灼烧六水合氯化铝。设计意图：拓展学生思维，推进定性实验的引出，为手持技术的使用做铺垫，通过实验培养学生动手能力，加深对影响盐类水解因素的理解，提高学生观察、分析问题和解决问题的能力，让学生体验科学探究的乐趣。

#### （三）任务三：认识工业制备无水氯化铝的方法

教师分享：一种无水氯化铝制备方法，六水结晶氯化铝和亚硫酸氯作为原料，将六水结晶氯化铝固体和液体亚硫酸氯分别加入到脱水反应器中，压力为常压或微负压，温度  $< 76^\circ\text{C}$ ；结晶水与亚硫酸氯反应生成二氧化硫气体和氯化氢气体，六水结晶氯化铝转变为无水氯化铝； $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 + 2\text{HCl}$  除了这个方法外还有结晶六水氯化铝有机盐脱水法、结晶六水氯化铝高温气氛保护脱水法、醇法脱水等方法。

#### （四）任务四：学以致用

练习：我们的生活离不开化学，化学物质在不同的领域发挥着重要的作用。根据要求回答下列问题：将氯化铝溶液加热蒸干灼烧得到的固体为\_\_\_\_\_，亚硫酸氯是一种液态化合物，遇水剧烈反应，有白雾和使滴有品红试液的滤纸褪色的刺激性气味产生，实际工业上将亚硫酸氯与流水合氯化铝混合共热，可得到无水氯化铝，请写出该反应的化学方程式并说明原因。答案：氧化铝  $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$ ；亚硫酸氯与水反应生成氯化氢气体，抑制氯化铝的水解，最终得到无水氯化铝。设计意图：通过让学生认识工业生产中无水氯化铝的制备与我们根据自身的知识得到的方法进行比较，并不断完善自己的设计思路，理解工业流程中的操作方法和原理，学会对知识的迁移和应用，提升学生的关键能力，达到“教—学—评”一体化的目标。

#### 四、结语

本堂课在项目式学习理论指导下，以真实情境为背景，充分发挥了学生的主体性，自主完成了“课前资料收集和汇报准备初步建构认识物质的方法→课中根据旧知建构制备物质的一般思路同时通过实验探究解决实际问题→对设计思路进行完善对比和解释分析→课后对相关知识进行应用完成实践”的全过程。从促进学生核心素养方面分析如下：第一，促进“科学探究和创新意识”的发展，本主题以常见的无机物氯化铝制备为主要内容，引导学生通过信息提出猜想假设，制定探究方案，完善和改进设计，推测结论并分析反思等探究能力，结合实际生产中不同的制备方法，拓宽学生视野，发展创新能力。第二，促进“变化观念和平衡思想”的发展，本课题中对于影响盐类水解因素的理论应用，结合氯化铝溶液水解平衡在外界条件改变时 pH 的变化进行深度应用。第三，促进“证据推理和模型认知”的发展，本课题通过利用手持技术 pH 传感器的测定氯化铝溶液的 pH 变化，让学生从定性分析深入到定量分析，深刻体会到控制变量方法的实验探究模型的应用以及实验数据与结论的关系，提升学生的逻辑推理能力。

研究课题：本文系福州市教育科学研究“十四五”规划 2023 年度课题“真实情境下的项目式教学实践研究——以化学反应原理为例”（课题编号：FZ2023GH099）的研究成果。