从氢氧化铝的溶解谈中学化学素养养成

福建省长汀县第一中学 刘水秀（366300）

摘要：分析Al(OH)3沉淀形成条件、Al(OH)3在酸碱溶液中的溶解条件，从理论计算角度研究工业沉铝生产条件的选择，探讨优秀化学思维品质和良好化学思维习惯的培养思路，以及中学生化学学科素养的养成途径。

关键词：沉淀 溶解 酸性 酸度 学科素养 思维品质 思维习惯

中学化学教学实践中，大部分教师都会给学生“灌输”这样一个结论：“氢氧化铝沉淀能溶于强酸或强碱溶液中，难溶于弱酸或弱碱溶液中”，并由此衍生出一系列的习题和解析，以高强度的重复刺激进行有效强化。在应试教育背景下，这样的强化贯穿于整个中学化学教学过程，类似的“规律”成了中学化学课堂的重点分析对象和学生解题的金钥匙，毋庸置疑，这种指向性高度集中的强化教学效果相当突出，师生们在各种阶段性测试和综合性测试中屡试不爽，乐此不疲，但终究我们会发现，生搬硬套可以换来辉煌的成绩，却换不来学生受益终身的能力。我们传播科学，同时也在不断制造科学性错误；我们强调化学是实验科学，却常常抛开实验事实在传递无知。培养学生良好的化学素养，应该是培养学生正确的化学思维方式，引导学生理解正确的化学分析方法，积极完善化学理论分析、化学实践应用的能力与习惯。

事实上，酸的酸性与溶液的酸性根本就是两个问题，弱酸溶液的酸性在一定条件下完全有可能比强酸稀溶液更强，决定Al(OH)3沉淀能否溶解的，是溶液的酸度而不只是酸的强度。当强酸的浓度较小时，其酸度可能并不足以溶解Al(OH)3，而当弱酸的浓度较大时，其酸度亦有可能达到溶解Al(OH)3的条件。碱溶液中的情况类似。

例如，当0.1mol氢氧化铝固体完全溶于酸中形成1000mL溶液时，发生的反应为：

Al(OH)3＋3H＋ Al3＋＋3H2O



*K* ＝



当Al(OH)3开始溶解时，可看作*c*(Al3＋)＝ 1.0×10－5 mol·L－1，代入上式计算，可得此时溶液pH＝4.7；当Al(OH)3恰好完全溶解时，*c*(Al3＋)＝ 0.1 mol·L－1，代入上式计算，可得此时溶液pH＝3.4。

对于0.1 mol·L－1的CH3COOH溶液，其*Ka*＝1.8×10－5，由于 ＞400，则*c* (H＋)＝ ＝1.34×10－2 mol·L－1，溶液pH约为2.9（＜3.4）；而CO2饱和溶液[ *p*（CO2）＝100Kpa时]中，二氧化碳在水中的溶解度约为0.145g/100mL，以物质的量计CO2溶解度约为0.033 mol·L－1，*K*a1(H2CO3)＝4.3×10－7，由于 ＞400，则*c*(H＋)＝ ＝1.19×10－4 mol·L－1，溶液pH约为3.9（＜4.7）。根据上述计算过程，Al(OH)3能完全溶于足量的0.1 mol·L－1 CH3COOH溶液中，也能部分溶解在饱和CO2溶液中。



理论计算说明，当弱酸水溶液中*c*(H＋)达到一定条件时，就能部分溶解甚至完全溶解Al(OH)3；而当强酸被稀释到一定程度时（pH＞4.7），则不能溶解Al(OH)3。利用相同的方法可以计算碱性条件下Al(OH)3开始溶解和完全溶解所需的理论pH范围、部分弱碱溶液浓度与pH值的关系，同样可以说明，Al(OH)3能部分溶解于一定浓度的浓氨水中。上述结论均可以通过实验证实。

可见，就Al(OH)3的溶解条件而言，撇下环境与条件的任何结论或“规律”都可能存在明显的科学性错误，也毫无实际应用的价值和意义，科学的化学思维方式应当是明确沉淀的形成条件与溶解条件，结合弱电解质电离平衡和沉淀溶解平衡原理进行理论分析，根据科学计算结果判断Al(OH)3的沉淀情况和溶解情况，最后通过相关化学实验事实进行结论确证。

就学习而言，一个问题的解决往往伴随着一个新问题的产生，学生正是在“解决问题－－发现新问题－－研究新问题－－解决新问题”的分析过程中，不断完善自身知识结构并逐渐提高学科能力水平，这是一个波浪式前进、螺旋式上升的过程。因此，当学生深刻理解了Al(OH)3的形成条件和溶解条件之后，必然会思考实际生产流程中沉铝试剂的选择，必然会对铝盐用氨水沉铝的合理性持怀疑态度，这种情况下，以科学的探究获得一个合理的解释成为消除疑惑的唯一选择。具体操作上，考虑到学生知识储备和综合能力的局限性，可以尝试将一个综合问题合理地分解为若干局部问题，化整为零，引导学生主动应用化学原理逐个击破。问题设置及目的如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| 问题设置 | 设问目的 |
| 分别计算稀氨水（以1 mol·L－1为例）、浓氨水（约15 mol·L－1）中OH－的浓度（mol·L－1）； | 理解电离平衡，掌握电离常数相关计算； |
| 分别计算Al(OH)3在稀氨水（以1 mol·L－1为例）、浓氨水（约15 mol·L－1）中的溶解度（mol·L－1）； | 理解沉淀溶解平衡，掌握溶度积常数相关计算； |
| 比较：将Al(OH)3加入1 mol·L－1的稀氨水中与在铝盐溶液中加入1 mol·L－1的稀氨水的区别。 | 理解电离平衡和沉淀溶解平衡的移动原理； |
| 从工业生产实际讨论沉铝试剂的选择、沉铝试剂的浓度和生产条件的控制 | 综合分析与应用 |

分析结果表明，Al(OH)3在浓氨水中的溶解度原本就不大（微溶），实际生产过程中可以综合各方面因素选择合适的氨水浓度，再加上沉铝过程中氨水反应后产生大量的NH4＋抑制了NH3·H2O的电离，因而沉铝过程中Al(OH)3的溶解程度其实相当小，完全可以忽略。

在这一系列问题的分析过程中，化学原理和化学方法仅仅是工具，决定解决什么问题、选择什么工具、怎么使用工具的，是学习者的自主原发动机，解决问题的过程是学习者的独立行为，学习者获得的能力，不再是简单的重复和机械的再现，而是融合了学科经验、人生积累的高级加工与综合应用能力，是影响学习者终身学习能力与个人发展成就的重要因素。由此可见，化学学科基本素养的培养是在循序渐进、环环相扣的问题研究过程中，重点培养学生研究问题和解决问题的方法和能力，培养学生利用化学原理和化学实验研究化学问题的能力与习惯。优秀的化学思维品质和良好的思维习惯才是化学学科素养的核心。