

从知识结构图的构建中 总结铝及其化合物的知识

哈尔滨师范大学教师教育学院 150025 孙永娟 朱春城

铝及其化合物知识在高中化学中具有极其特别的地位。这部分内容是教学的重点,是高考的热点,更是学生学习的难点。然而,无论是从酸、碱、盐概念的角度,还是从电荷守恒的角度学习,学生普遍认为这部分知识零散、庞杂,难以掌握。对于铝三角的转化及化学方程式的书写上更是一头雾水。学生在平时的学习中,一般无法构建出转化关系的框架,只能死记硬背大量的化学方程式和实验现象。如何让学生对铝及其化合物有一个整体的把握呢?笔者认为,在将书本变厚(细致讲解反应原理、实验现象等)的基础上,更需要进一步将书本变薄,即化繁为简,给学生一张一目了然、简洁易懂的知识结构图。

一、知识结构图

知识结构图是用来组织和表征知识的工具。它通常将某一主题的有关知识置于圆圈或方框之中,然后用连线将相关的概念和命题连接,连线上表明两个概念之间的意义关系。

知识结构图的构建促进知识的整合,将新知识纳入到原有的知识体系中去,使学生进行有意义学习。点连成线,线汇成网,学生知识掌握更加全面,深刻。最终提高了学生归纳、概括、整理、分

析和解决问题的能力,为学生终身学习奠定基础。构建知识结构图与机械记忆、背诵相比,它是一种科学而高效的学习方法。对于相互转化错综复杂的铝及其化合物知识而言,构建知识结构图是一种非常有效的复习方法,也是教学生此方法的最佳教学内容。

笔者认为一张知识结构图的成功与否,在于新知识是否与原有知识发生连接,是否真的整合了原有的知识结构。否则学生在死记硬背各种方程式和实验现象的同时,还要额外地背诵这张没用的图谱。造成的后果就是不仅增大学生的学业负担,还让学生对化学学习深感厌恶。因此在绘制知识结构图时,一定要掌握学生的已有知识基础,一定要讲清楚这么构建的理由和原因。从已有基础出发,一步一个脚印地构建知识网,这样才能保证这是一张有用的知识结构图。

二、铝及其化合物知识结构图的构建

在人教版高中化学教材中,铝及其化合物知识是在必修一第三章第一、二节中的内容。这部分内容在整个高中化学中具有独一无二的地位和特点。主要是因为铝元素的特殊性,首先的表现是 Al_2O_3 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的两性;其次便是因为铝盐、

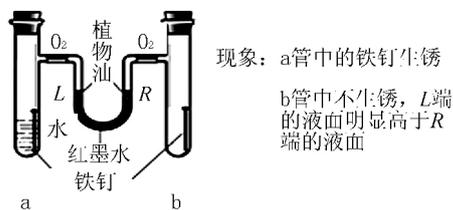


图7

图6是课本中探究铁生锈的条件的实验,讲授完毕该实验后,问学生“图7的方法能不能探究出铁生锈的条件?”。课本中的实验关键是通过

控制变量法来得出铁生锈的条件。即: 让一个条件不同,其他条件相同,并造成不同结果,则证明那个不同条件是影响结果的因素。显然,控制变量法掌握好了,通过图7可以得出: 铁生锈与水有关。又根据右边的气压不变,左边的气压下降,得出: 铁生锈与氧气有关。综合以上两点,所以图7能得出铁生锈的条件。

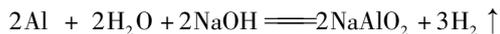
经过以上案例,评价,显然能够检验学生是否掌握了该实验;评价,也能够检验学生是否提升了自身的能力。为此,讲授化学实验,教师要尽可能多给学生评价的机会。(收稿日期:2018-01-18)

氢氧化铝和偏铝酸盐之间的转化。但也正因为铝及其化合物知识的与众不同、琐碎繁多,其转化的交错复杂,而造成了记忆和理解上的困难。在学习了第二节的内容后,进行及时地总结和梳理十分必要,最好的方法就是在总结的同时构建出其知识结构图。如何总结这一部分知识呢?笔者主要将其分为以下三个部分来构建。

1. 铝、氧化铝、氢氧化铝

按照 $\text{Al}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Al}(\text{OH})_3$ 的顺序来讲解,从学生的已知知识生长到未知领域,符合学生的认知特点。将这部分知识构建完毕后,是否进一步讲解 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与酸与碱反应的理解方法和本质原因,可以视学生的情况而定。

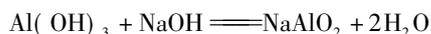
初中学过的铝金属的性质是最扎实的基础知识,因此从铝金属与酸的反应开始,再提出与碱的反应,对于这个重点的化学方程式需要再书写一次:



并指出铝是中学阶段学习的唯一一种既能与酸反应又能与强碱溶液反应产生氢气的金属,定性的指出铝金属的与众不同。由铝金属的性质活泼,与氧气产生致密氧化膜,引出 Al_2O_3 的讲解。作为金属氧化物能够与酸反应对于学生的认知而言很好理解,再构建与碱的反应



在知识结构图中,直观醒目地标出 Al_2O_3 与酸与碱的反应,便于学生把握两性氧化物的概念。与此类似,铝及其化合物中还有一种物质 $\text{Al}(\text{OH})_3$,它也可以与碱发生化学反应,



是两性氢氧化物。它在加热的条件下又可以转化为 Al_2O_3 。到此时第一部分的知识结构图就构建完了,如图1所示。

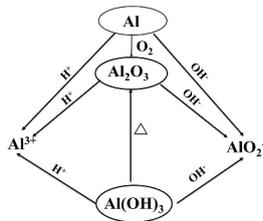


图1

以 $\text{Al}、\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为中轴线,与酸反应放在左侧,与碱的反应放在右侧。此图呈现出惊人的对称美,让学生对化学学习产生美感体验。

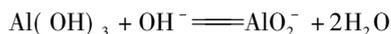
$\text{Al}(\text{OH})_3$ 与碱反应的理解上可能还是有些困难,在这里可以进一步从酸、碱、盐的概念出发进一步讲解 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的特点。用典型的盐做类比,先讲解 NaAlO_2 。与 $\text{NaCl}、\text{KMnO}_4$ 一样, NaAlO_2 是盐,即电离时生成金属阳离子 (Na^+) 和酸根离子 (AlO_2^-) 的化合物。那 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是怎么回事,它是酸还是碱呢? $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与酸反应时,它体现的是碱的特点,即电离时产生的阴离子全部都是氢氧根离子的化合物;当它与碱反应,它体现酸的特点,即电离时产生的阳离子全部都是氢离子的化合物。其实 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 也就相当于 $\text{HAlO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 无论用哪种形式书写,它都具有一定的酸性和碱性。

$\text{Al}、\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 都既可以与酸反应又可以与碱反应,为什么这么特立独行? 从以上的酸、碱、盐概念的角度解释,已经深入浅出地讲解了一种合理的理解方法。但并未讲出它们特别的本质原因,如果学生接受水平较好,不妨渗透一下必修二第一章的内容——元素周期表。铝元素位于金属与非金属交界线上,因此才让铝金属本身、它的氧化物以及它的氢氧化物这么特立独行。

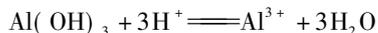
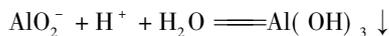
2. 铝三角

铝及其化合物的第二个特别处就是存在一个双向的三角关系——铝三角。通过滴定过程来讲述他们之间的转化,便于讲清楚量的问题,并且让学生认识实验过程与化学方程式的关系,为后续图像题做铺垫。 $\text{Al}^{3+}-\text{Al}(\text{OH})_3-\text{AlO}_2^-$ 之间的转化,先讲分步转化,再讲直接转化。

从铝盐溶液开始,向其中滴加氢氧化钠溶液,铝盐先转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,继续滴加沉淀又溶解转化为偏铝酸盐。即



从偏铝酸盐出发,向其中滴加盐酸,偏铝酸盐先转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,继续滴加沉淀又溶解为铝盐。即



Al(OH)₃是铝盐与偏铝酸盐相互转化的桥梁。若直接加入过量的强酸和强碱时,铝盐和偏铝酸盐可以直接转化。即



这便是高中化学里著名的铝三角,如图2所示。看上去复杂高深,其实,铝三角的本质就是Al(OH)₃的两性导致的。

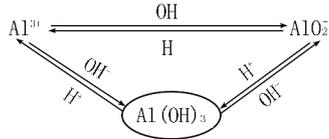
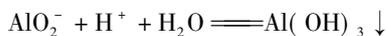


图2

对于这部分转化化学方程式,若学生掌握上还有困难,可以教学生用电荷守恒的思想来分析、书写方程式。即 Al³⁺、AlO₂⁻、Al(OH)₃所带的电荷分别为三个正电荷、一个负电荷和不带电荷,若要转化成对方,则用 H⁺ 和 OH⁻ 来平衡,例如 Al³⁺ 转化为 AlO₂⁻ 需要四个 OH⁻ 来平衡:



而 AlO₂⁻ 转化为 Al(OH)₃ 则需要一个 H⁺ 来平衡:



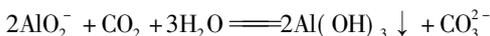
与此相同,铝三角中所有化学方程式都可以这样写出来。这样就减少了学生记忆的负担。

3. 氢氧化铝的制备

通过铝三角的核心物质 Al(OH)₃ 的两性引出对其制备方法的思考,归纳 Al(OH)₃ 的两种制备方法。氢氧化铝既溶于强酸又溶于强碱,若想制取氢氧化铝,如何控制反应呢,显然,无论是氢氧化钠与铝盐,还是偏铝酸盐与稀硫酸都很难控制氢氧化铝不被消耗。有什么方法让铝盐或者偏铝酸盐只产生氢氧化铝呢? 这便需要弱酸和弱碱,用氨水和二氧化碳。实验室制法:



偏铝酸盐溶液与二氧化碳的反应,有一个量的问题需要交代。二氧化碳少量:



二氧化碳过量:



制取的方程式就是 CO₂ 过量的这一个,原因

是增加反应物的浓度促进产物氢氧化铝的生成。两个制备的化学方程式分别为:



到此时知识点便全部交代清楚了,知识结构图也正好构建完毕,如图3所示。

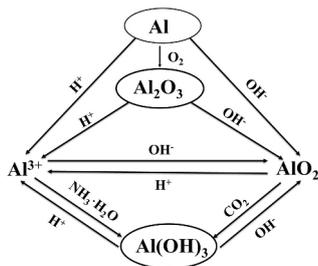


图3

三个椭圆圈起来的是既能与酸反应又能与碱反应的物质;为强调可用红色笔标注出 Al₂O₃ 和 Al(OH)₃;左侧是与酸的反应;右侧是与碱的反应。有了这张简洁的知识结构图,学生便可以提纲挈领的掌握铝及其化合物的转化关系,再用电荷守恒思想去书写方程式,对于这部分难点知识便可以迎刃而解了。

为进一步巩固,可辅助以考查两性、化学方程式、物质间转化等知识点的练习题。再布置学生自己绘制铁及其化合物的知识结构图。

铝及其化合物是高一的学习内容,在此阶段就教会学生相应的学法,将有利于对知识的整合,为今后的学习和高三的综合复习提供知识和方法基础。通过知识结构图的构建将教学内容化繁为简,有利于学生更好地把握整体脉络,提高学习效果。

知识结构图的使用的过程中一定要注意以下几点:首先,知识结构图的构建,要从学生最熟悉最扎实的基础开始,讲清楚两个物质或概念之间的关系;其次,知识结构图的构建,要做到简洁明了;最后也是最重要的一点,要注意对学生进行学法指导,让其也掌握知识结构图的构建方法。通过学生绘制的知识结构图可以及时诊断出学生的学习亮点和问题,从而调整教学设计,教学相长,事半功倍。

(收稿日期:2018-01-15)