



化学

理解学科本质 抓住学科主干

北京市广渠门中学 韩建丰

在高三一轮复习阶段,化学学科的学习重点为全面提升基础,夯实解决问题的能力,从而建构结构化知识体系。建构结构化知识体系要求从“知识关联建构”“认知思路建构”“核心观念建构”三个方面展开,这需要同学们具有化学学习的整体思路,理解学科本质,抓住学科主干。化学的学科本质为“从微观层次认识物质,以符号形式描述物质,在不同层面创造物质”,学科主干为“认识和创造物质”。同学们在一轮复习的每个阶段,都应在整体思路视域下理解知识本质,明确试题考查方向。

一、理解学科本质

电性模型是指向学科本质、认知物质性质及其转化的重要内容,在微观层次普遍成立。电性模型具体指“因元素电负性(χ)不同造成共用电子对偏移(还有电子诱导效应、共轭效应等),对分子中原子的电性产生影响,呈现正电性 δ^+ 或负电性 δ^- 。”在有机化学中,断键或成键都与其有关(亲核反应、亲电反应),正、负电点位是常见反应场所。

结合相关试题进行分析,可以更好地理解如何建构并应用电性模型,如下题所示。

【例1】连四硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$)是分析化学中常用的碘量法($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 可被 I_2 氧化为 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$)的产物,可用作延长血液凝结时间或是用于生物酶、肽键的修复等。结合碘量法($2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$)与相关化学知识,分析连四硫酸根离子的结构。

【分析】首先,要从物质结构的角度分析 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 的结构,判断是a还是b,如图1所示。



图1

接着,要进一步探析 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 I_2 的反应。同学们可以将该反应分为两步基元反应。

第一步: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中端位S原子和O原子均带有一个单位负电荷,依据原子半径 $r(\text{O}) < r(\text{S})$,可判断电负性 $\chi(\text{O}) > \chi(\text{S})$,得出端位S相对于端位O,原子在面对I原子时具有更强的配位能力(更容易提供孤电子对),即具有比O原子更强的亲核性。因此,第一步反应为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中端位S原子发生亲核进攻。可得出结论: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中端位带负电荷的S原子作亲核试剂, I_2 作为亲电试剂,两者发生基元反应,如图2所示。

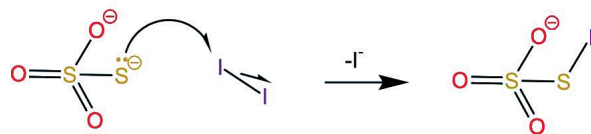


图2

第二步:中间产物 S_2IO_3^- 中的I原子因体积大,是易离去基团,可再被 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中的S端亲核进攻而取代,如图3所示。

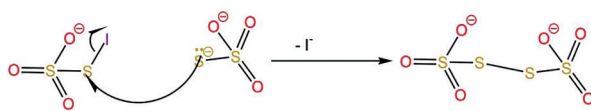


图3

最终得出结论:结构a为连四硫酸根的分子结构。

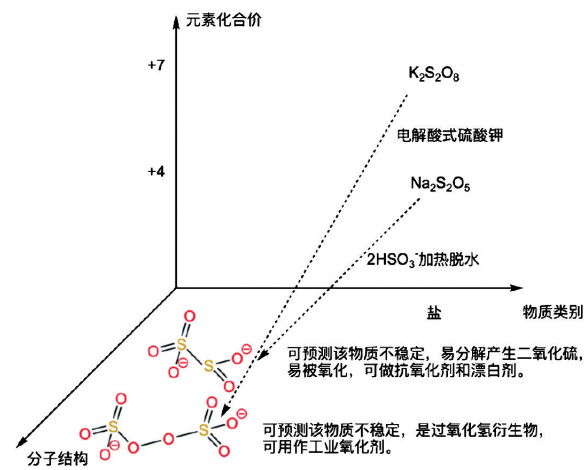
电性模型从微观粒子结构分析出发,明确化学键断裂与成键的位点,理解物质性质及转化的本质、产物的预测等。在无机化学、有机化学两大部分的学习中都具有统摄地位。

二、抓住学科主干

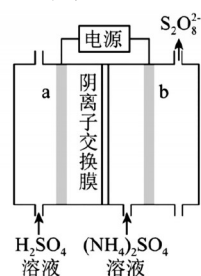
应用价-类二维角度分析并预测物质性质是《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》中对元素无机化合物的教学建议,是被广泛认可和应用的认知某类元素及其化合物的重要思维路径,也是化学的重要学科主干。

面对复杂、陌生的含硫化合物,仅从氧化还原和物质类别角度思考问题是不够的。“物质结构与性质”能够助力同学们对陌生物质进行较为科学的微观探析,而“融入结构角度的分析”也能丰富价(氧化还原角度)、类(物质类别通性角度)模型,使同学们建构起更加严谨求实、崇尚真理、勇于探究的无机物新化学观念和思维模型。

以对焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)、过硫酸钾($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)等陌生含硫化合物的价-类-构三维角度分析为例,同学们可以结合以下结构图进行思考。



【例2】过二硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 具有强氧化性,可采取电解法进行制备,如下图所示。



- (1)生成 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的电极反应式是_____。
- (2)取电解后的b极室溶液少许于甲、乙两支试管中,

进行下列实验:向甲试管中滴入酸化的KI和淀粉溶液并微热,溶液变蓝。说明过二硫酸铵具有什么性质?

(3)向乙试管中滴入酸化的 MnSO_4 溶液及1滴硝酸银溶液(催化剂)并微热,溶液变紫色。该现象的离子方程式为_____。

【分析】因为过二硫酸根具有极强氧化性,故需要较强的氧化还原手段,即电解法才能有效制取,根据电化学原理得出: $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 。依据现象判断生成了碘单质(氧化产物),故过二硫酸铵有氧化性。 $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ (条件: Ag^+ 、微热),反应发生,可知一定条件下过二硫酸根氧化性大于高锰酸根。

三、理解本质推动学习

首先,规范的化学用语是理解学科本质并推动学习优化的最好素材。同学们可以结合以下例题进行思考。

【例3】关于 SO_2 与 Na_2CO_3 的反应,能否可以写成 $\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 = \text{CO}_2 + \text{SO}_3^{2-}$ 和 $2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 呢?

【分析】同学们只有从反应本质出发去理解“强酸制弱酸”才能正确作答。通过 pK_a ($\text{pK}_a = -\lg K_a$)资料可知, H_2SO_3 : $\text{pK}_{a1} = 1.81$, $\text{pK}_{a2} = 6.97$; H_2CO_3 : $\text{pK}_{a1} = 6.36$, $\text{pK}_{a2} = 10.25$ 。故生成 CO_2 ,就必须有 HSO_3^- 生成(碳酸制取亚硫酸氢根),即 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{HSO}_3^-$ 。由此,迁移教材中出现过的苯酚钠溶液通入二氧化碳、次氯酸钠溶液通入二氧化碳的离子反应来书写事实,即可从反应本质出发,进行理解性记忆与应用。

知识关联、认知思路和核心观念建构是理解学科本质的关键。例如,在复习Na及其化合物时,其所涉及的基础知识很多,我们应如何进行知识关联呢?同学们可以从“工艺流程”进行整体思考,如海水粗盐精制(关联离子反应、沉淀溶解平衡、硫酸钡提前过滤问题)、饱和食盐水的氯碱工业(关联电化学基础知识)、电解熔融氯化钠(关联金属冶炼)、海水中提取Mg(关联无水挥发性酸根易水解盐的获取、海带中提取 I_2 的实验基本操作、海水中提取 Br_2 的富集方法)、铝土矿获取Al的酸溶和碱溶路径(关联Al及其化合物的性质)、侯氏制碱法和索尔维制碱法的本质区别等。

同样,还有Fe及其化合物的复习,其所涉及的核心概念也非常多,我们应如何进行思维建构呢?同学们可以结合“探究实验”进行整体思考,如氢氧化亚铁的制备探究实验(灰绿色沉淀出现的附着问题、共沉问题及其制备改进)、高铁酸钠的制备及性质探究(氧化性、还原性的影响因素、电极电势或半反应与环境的分析、产品制备问题、性质探究问题)、碳酸亚铁的制备及性质探究(金属碳酸盐的制备思路、制备条件的选取探究等)、二价铁与三价铁的转化与除杂(氧化问题、多离子除杂的调控pH问题等)。