

# 2016 年高考理综卷(Ⅲ) 中的 化学方程式书写

广西桂林资源县资源中学 541400 李继文

书写化学方程式,是用化学语言呈现特定的化学变化。在化学方程式里,包含了参与反应物质的大量信息,如反应物、生成物和反应条件,化学计量数表示了各反应物、生成物之间参与反应的物质的量关系。化学方程式是化学实验客观事实的具体呈现,一个正确的化学方程式,同时一定遵守质量守恒定律等化学规律。对教学过程中已知的化学方程式再现,考查学生认知性学习目标中较低水平的识别、列举、辨认、比较能力。而要求学生书写特定化学情景下的化学方程式,则涉及认知性学习目标中较高水平理解、判断、归纳、应用能力,是近年来高考常见题型,是对学生化学学科综合能力的考查,具有较高的区分度。以2016年全国理科综合卷(Ⅲ)为例,其必考题考查了4个化学方程式,分值达8分,涉及1个氧化还原反应,3个非氧化还原反应,4个化学方程式均属特定化学情景下的化学方程式书写。

## 一、特定情景下化学方程式书写的命题依据

1. 考试大纲。近年的普通高等学校招生考试大纲里,均明确有下列要求:熟记并正确书写常见元素的名称、符号、离子符号;熟悉常见元素的化合价,能根据化合价正确书写化学式;理解质量守恒定律的含义;能正确书写化学方程式和离子方程式。

2. 课程标准。《普通高中化学课程标准》叙及的“理解化学变化的基本规律,形成有关化学科学的基本观念”的课程知识与技能目标、“在化学学习中,学会运用观察、实验、查阅资料等多种手段获取信息,并运用比较、分类、归纳、概括等方法对信息进行加工”的课程过程与方法目标、“根据实验事实了解氧化还原反应的本质是电子的转移,举例说明生产、生活中常见的氧化还原反应。”的内容标准等,均指向考查化学方程式书写。

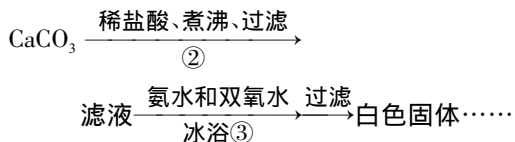
3. 教材基础。人教版《普通高中课程标准实验教科书化学必修①》第四章第2节《富集在海水中的元素——氯》“科学史话”栏目介绍氯的发现和确认,紧接着的“思考与交流”中要求“舍勒发现氯气的方法至今还是实验室制取氯气的主要方法之一。请写出舍勒发现氯气的化学方程式:”。这是在高中阶段的教学里,首次要求学生根据题设情景,结合化学反应的基本原理,书写以前教学中未提及的化学方程式。

## 二、2016 年高考理综全国卷Ⅲ 中的化学方程式书写

### 1. 基于情景的非氧化还原反应书写

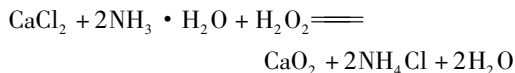
例1 (2016年高考理综全国卷Ⅲ题26,只摘取本文需要的试题一部分,下同)

### (二) 过氧化钙的制备



(4) 步骤③中反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

$\text{CaCO}_3$ 与盐酸反应后过滤得到的滤液成分为 $\text{CaCl}_2$ , $\text{CaCl}_2$ 与氨水、双氧水反应的化学方程式,不在学生必须掌握的高中化学教材里。从试题情景分析可知,该反应的反应物已经明确,主要产物为 $\text{CaO}_2$ ,从化合价看,没有元素的化合价发生了变化,为非氧化还原反应。 $\text{CaCl}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}_2$ 生成 $\text{CaO}_2$ ,可以理解为复分解反应,另一产物为 $\text{HCl}$ ,继续与氨水反应生成盐。所以结论为



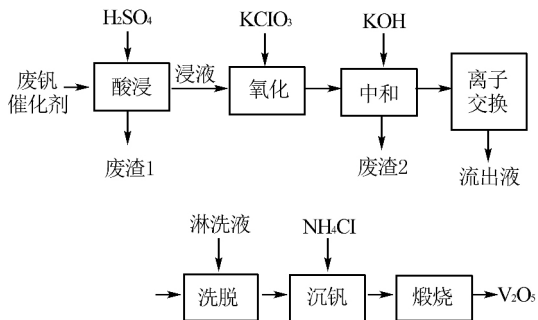
例2 (2016年高考理综全国卷Ⅲ题28)以硅藻土为载体的五氧化二钒( $\text{V}_2\text{O}_5$ )是接触法生产硫酸的催化剂。从废钒催化剂中回收 $\text{V}_2\text{O}_5$ 既能避免污染环境又有利于资源综合利用。废钒催

化剂的主要成分见表1。

表1

物质	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
质量分数%	2.2~2.9	2.8~3.1	22~28	60~65	1~2	<1

以下是一种废钒催化剂回收工艺路线:



回答下列问题:

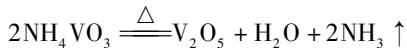
(1) “酸浸”时 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 转化为 VO<sub>2</sub><sup>+</sup>, 反应的离子方程式为: \_\_\_\_\_。

(4) “沉钒”得到偏钒酸铵(NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>)沉淀, 写出“煅烧”中发生反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

虽然中学教材没有出现有关钒(V)元素的性质, 也没有任何关于钒元素的化学方程式, 但解决问题所使用的化学基本理论如质量守恒、电荷守恒却是学生熟悉的。(1)中 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 酸浸时转化为离子, 由电荷守恒知 H<sup>+</sup> 是反应物; 观察钒元素的化合价, 反应前后均为 +5, 反应属于非氧化还原反应。将反应物和已知列出, 根据质量守恒定律, 另一产物是水, 配平即可。结果为



(6) 中反应物为 NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>, 产物是 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 元素的化合价也都是 +5 价, 在煅烧的条件下, N、H、O 元素的产物显然是氨和水。结果为



正确书写特定化学环境下的非氧化还原反应的关键, 一是要从是否有化合价的变化作出准确的判断; 二是运用质量守恒定律和反应的酸碱环境对未知产物作出准确判断; 三是运用质量守恒、电荷守恒配平化学方程式。

### 2. 基于情景的氧化还原方程式书写

例3 (2016年高考理综全国卷Ⅲ题27) 煤燃烧排放的烟气含有 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>, 形成酸雨、污染

大气, 采用 NaClO<sub>2</sub> 溶液作为吸收剂可同时对烟气进行脱硫、脱硝。回答下列问题:

(2) 在鼓泡反应器中通入含有 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的烟气, 反应温度为 323 K, NaClO<sub>2</sub> 溶液浓度为 5 × 10<sup>-3</sup> mol · L<sup>-1</sup>。反应一段时间后溶液中离子浓度的分析结果见表2。

表2

离子	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
c/mol · L <sup>-1</sup>	8.35 × 10 <sup>-4</sup>	6.87 × 10 <sup>-6</sup>	1.5 × 10 <sup>-4</sup>	1.2 × 10 <sup>-5</sup>	3.4 × 10 <sup>-3</sup>

①写出 NaClO<sub>2</sub> 溶液脱硝过程中主要反应的离子方程式 \_\_\_\_\_。

从反应物和生成物的化合价判断, 这是一个氧化还原反应, 氯元素从 +3 价降低到 -1 价, 反应中 S、N 的化合价应该升高, 所以, 脱硫的产物是 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>。脱 N 的产物中, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 浓度大, 是主要产物。题给 NO<sub>x</sub> 有两种可能, 分别为 NO 和 NO<sub>2</sub>, 对应化合价分别为 +2 和 +4, N 的两种产物化合价为 +3 和 +5, 在反应里, N 的化合价升高了, 所以, NO<sub>x</sub> 只能为 NO。NaClO<sub>2</sub> 为强碱弱酸盐, 其溶液为碱性, 可能有 OH<sup>-</sup> 参加反应, 生成水, 或有水参加反应, 生成 OH<sup>-</sup>。综合以上信息, 离子方程式为:



基于情景的氧化还原反应书写, 是高考的热点也是难点。若能首先从分析元素化合价变化为起点, 运用反应中化合价有升必有降、化合价归中、强氧化(还原)剂制取弱氧化(还原)剂等基本规律, 分析可能的主要反应物或产物, 在溶液中进行时, 溶液的酸碱性不同, 反应物或生成物也不一样。在酸性环境下, 可能有水参与反应, 生成 H<sup>+</sup>, 或者有 H<sup>+</sup> 参与反应, 生成水; 碱性环境下, 有水参加反应生成 OH<sup>-</sup>, 或者 OH<sup>-</sup> 参加反应, 生成水。再结合电子得失守恒、质量守恒定律, 配平化学方程式才能得出准确结论。准确书写此类方程式, 需要系统理解氧化还原反应的基本规律, 也需要将这些规律灵活运用到特定化学情境下, 确定参与反应的物质, 对学生的能力提出了较高要求, 过程也就有了很强的探究性。从探究学习的角度看, 与人教版教材在处理氯气制备的化学方程式书写上, 是高度一致的。(收稿日期: 2016-07-15)