

浅谈反应的“先”与“后”

江苏省滨海中学 224500 王传安

摘要:物质之间的反应多种多样,在纷繁复杂的反应中寻找规律,会为我们研究物质的变化,理解反应本质提供保证,也是利用反应人们生产生活服务的前提.多种物质的反应更为复杂,但它们之间的化学反应有一定的顺序,掌握物质的性质,理解化学反应的规律,是解决问题的关键.连续反应,平行反应,循环反应的研究,为解决反应的先后顺序做了初步的探讨与分析.

关键词:化学反应;顺序;连续反应

中学化学教材和中学化学教学对物质及其变化的研究停留在“理想化”单一的化学反应,实际上,一个化学体系中常常同时或相继发生多个化学反应.

例如:镁条在空气中燃烧也发生了 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ 、 $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Mg}_3\text{N}_2$,还可能发生 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ 等反应(经检测的确存在 Mg_3N_2 ,证明和氮气的反应确实发生了,向生成物中加酸过滤,未见滤纸上有黑色不溶物,因空气中 CO_2 浓度太低,未能证明第三个反应的发生).因此,为了探寻反应的本质,需要教师在了解单一反应的基础上进一步探讨化学反应的顺序问题,控制反应条件和反应物的用量促进主反应的进行,避免副反应的发生.

一、连续反应

如果一个体系内所发生的两个反应在时间上有先后之分,则这两个反应可称连续反应.发生连续反应的原因很多,分析如下:

1. 性质上的差异引发连续反应

(1) 活泼性差异

同类物质往往具有同种性质,发生同类反应,但因活泼性不同,导致反应先后发生.

例如 把铁丝放入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 AgNO_3 的混合溶液中,可根据金属活动性顺序判断出铁先与 AgNO_3 发生置换,后与 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 反应.在其他氧化还原反应中由于氧化剂或还原剂的强弱不同,也会出现先后反应的现象.例如:将氯气通入 FeBr_2 溶液中,氯气先将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 然后才能将 Br^- 氧化成 Br_2 .在有机反应中,由于官能团的活泼性不同,反应也有先后之分.例如某有机物同时含有羧基、酚羟基和醇羟

基,在与金属钠发生反应时是分步进行的,根据不同官能团的酸性强弱,先是羧基与钠反应,继之是酚羟基,最后才是醇羟基参与反应.

(2) 溶度积差异

沉淀的先后可以根据难溶物的溶度来判断,只有当离子积大于溶度积时反应才能发生,所以向含有相同浓度的 Cl^- 和 Br^- 的混合溶液中滴加沉淀剂 AgNO_3 溶液时,因 AgBr 的溶度积远小于 AgCl 的溶度积,所以 Br^- 先沉淀,计算可知 Br^- 沉淀完全后 Cl^- 才开始沉淀.

离子反应总是向离子浓度减小的方向进行,哪个反应能使离子浓度的降低更快、更彻底就优先发生.

2. 生成物与过量的反应物发生连续反应

如果某元素具有多种价态,则在被氧化(或被还原)时可分步发生反应得到该元素的不同价态的产物.例如,木炭在空气不足的情况下燃烧生成 CO ,如果空气充足,则 CO 进一步燃烧生成 CO_2 .

(1) 正盐与酸式盐的转化

把 CO_2 通入澄清的石灰水中,开始溶液变浑浊,继续通 CO_2 溶液又变澄清,发生了如下反应:

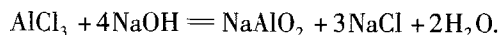
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$,正盐和酸式盐的转化可以解释地壳中喀斯特地貌的形成.

同理,向 NaOH 溶液中通入 CO_2 ,虽然看不到明显现象,反应也是分步进行的,开始生成 Na_2CO_3 ,当 $n(\text{CO}_2) > \frac{1}{2}n(\text{NaOH})$ 时,则 CO_2 又与 Na_2CO_3 反应生成 NaHCO_3 .

(2) 两性氢氧化物的生成与溶解

作者简介:王传安(1981-),男,江苏盐城人,大学本科/学士学位,中学一级教师,从事高中化学教学工作.

向 AlCl_3 溶液中加入 NaOH 溶液的反应: $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$, 继续加 NaOH 溶液: $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 总反应式为:



(3) 在有机反应中这种情况也屡见不鲜, 如乙炔与 H_2 加成可得乙烯, 乙烯继续与 H_2 加成又得乙烷, 最终生成什么决定于参与反应的乙炔和氢气的物质的量之比.

二、平行反应

平行反应是指反应物能同时平行地进行两个或两个以上不同的反应. 如有机反应中乙醇在一定条件下可以平行地进行脱水和脱氢两种反应, 选择不同的条件或合适的催化剂可增大其中一种产物的量, 而使得反应具有选择性.

金属与硝酸的反应十分复杂, 中学教材中的化学方程式表示的是主要反应. 由于金属活动性和硝酸的浓度不同可同时发生多种反应, 生成 NH_4^+ 、 N_2 、 N_2O 、 NO 、 NO_2 等.

三、循环反应

混合物之间发生反应还可能出现这种情况: 在 A 、 B 、 C 三种物质组成的混合物中, 如果 A 与 B 反应生成 D , D 与 C 反应又重新生成 A , A 与 B 又继续反应, 使得反应循环进行, 直至某反应物完全耗尽为止. 例如, 将 NO_2 和 O_2 的混合物通入水中, 首先发生反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 紧接着生成的 NO 又被

氧化成 NO_2 , $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 生成的 NO_2 又重复与水的反应, 在每一循环中 NO_2 的体积减为原来的 $1/3$, 为确定恰好反应时量的关系可写出总反应式: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 同理 NO 与 O_2 的混合气体通入水中也能发生循环反应, 总反应式为 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 利用总反应式求解相关问题可事半功倍.

有趣的蓝瓶子实验证实了循环反应的发生, 实验步骤是将 $50\text{mL } 1\text{mol/L NaOH}$ 溶液, $30\text{mL } 1\text{mol/L}$ 葡萄糖溶液, $3\text{mL} \sim 5\text{mL } 10^{-3}\text{mol/L}$ 亚甲基蓝溶液有 15mL 蒸馏水分别注入锥形瓶中并混合均匀, 在开始的几分钟里溶液仍呈蓝色, 随后由于葡萄糖将亚甲基蓝还原使蓝色逐渐消失, 溶液变无色. 剧烈摇晃锥形瓶, 空气中的氧气又将亚甲基蓝的还原产物氧化, 溶液重新变蓝, 几分钟后上述现象反复出现, $2\text{h} \sim 3\text{h}$ 后由于葡萄糖完全消耗, 循环反应停止, 可见循环反应随着反应物耗尽也是趋向完全的, 循环的时间可通过反应物的浓度来调控.

研究可以寻找出反应规律, 最终实现为人们生产生活服务的目的.

参考文献:

- [1] 王祖浩.《普通高中课程标准实验教科书·化学1》[M]. 江苏: 江苏凤凰教育出版社, 2014.
[2] 王祖浩.《普通高中课程标准实验教科书·有机化学基础》[M]. 江苏: 江苏凤凰教育出版社, 2014.

化合价归零法配平复杂氧化还原反应方程式

江苏省沛县中学 221600 赵云

摘要: 多实例演示阐述一种较复杂氧化还原反应方程式配平的方法: 归一法、基团组合法和化合价归零联用的方法, 并指明这种联用方法的优越性.

关键词: 化合价归零法; 氧化还原反应方程式; 配平

1 用于复杂无机氧化还原反应方程式的配平

例1 配平化学方程式: $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$

解析 ①选取较为复杂的 As_2S_3 作为配平起点, 暂定其化学计量系数为1, 并假设 As_2S_3 中 As 和 S 的化合价为0; 根据 As 和 S 原子个数守恒配平 H_3AsO_4

和 H_2SO_4 的系数. 则有:



②根据 H_3AsO_4 中 As 的化合价为+5, H_2SO_4 中 S 的化合价为+6, 因此1个 As_2S_3 失去的电子数为 $2 \times 5 + 3 \times 6 = 28$, 而 Cl_2 转化成 HCl 的过程中1个 Cl_2 分子得2个电子, 所以由电子得失守恒规律得 Cl_2 的计

作者简介: 赵云(1977-), 男, 江苏沛县人, 中学一级教师.