

例谈化学催化剂

山东省肥城市第一高级中学 271600 贾宗艺

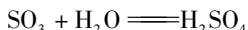
中学化学中许多反应用到了催化剂,在一些化学工艺流程中催化剂在一些反应中起着举足轻重的作用,一些物质推断以及合成的题目设计更是将催化剂作为了化学反应的信息,因此,深入了解催化剂有着非常重要的意义。

一、催化剂的催化原理

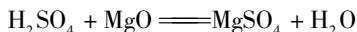
催化剂通过参与化学反应(介入)降低活化能。催化剂把一个反应分为若干步进行。首先直接介入化学反应,生成所需的生成物(中间产物),然后再进一步反应,又从化学反应中脱身,这一步叫做催化剂的释放。下面通过几个例子说明这一点。

1. 氧化镁和三氧化硫一起放置多年而不能发生化学反应,就是因为缺反应所必需的催化剂——就是一滴水。原理是:

(1) 催化剂水首先介入化学反应:

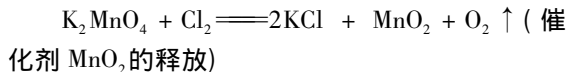
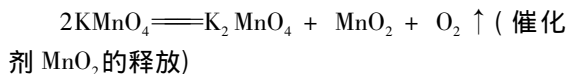
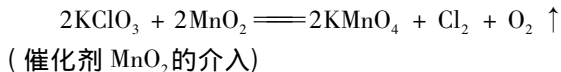


(2) 然后所需要的反应发生,同时催化剂水被释放:

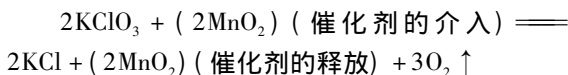


2. 氯酸钾在加热时,放出氧气的反应被二氧化锰所催化。有人认为是这样催化的:首先二氧化锰介入反应,被氯酸钾氧化成高锰酸钾,放出氯气,生成氧气。然后高锰酸钾受热分解为锰酸钾、氧气和二氧化锰(二氧化锰被释放)。

最后氯气和锰酸钾反应生成氯化钾、二氧化锰、氧气。关于该反应的机理,也有其他观点。但是由于该反应的生成物氧气里有氯气的气味,生成的氯化钾带有紫红色(高锰酸钾为紫红色),化学反应如下:



总结为:

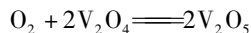


3. 二氧化硫氧化为三氧化硫的反应被五氧化二钒所催化。首先五氧化二钒和二氧化硫反应,生成四氧化二钒和三氧化硫,最后是氧气把四氧化二钒氧化为五氧化二钒。

首先催化剂 V_2O_5 介入反应:



然后催化剂 V_2O_5 被释放:



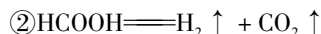
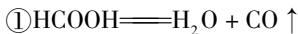
4. 酶是植物、动物和微生物产生的具有催化能力的蛋白质,具有特效、高效和反应条件温和的三大优点,是一种极好的催化剂,广泛应用于现代化的科研和工业生产中。

二、催化剂的作用

催化剂可以同等程度增大正反应和逆反应的速率,虽然不影响化学平衡的移动,但是可以缩短达到化学平衡的时间。催化剂对于化学反应影响非常大,有的催化剂可以使化学反应加速到几倍甚至万倍以上。

催化剂具有选择性,它仅能使某一个反应加速进行。

例如甲酸在加热时,一半进行脱水,一半进行脱氢:



如果氧化铝作催化剂,则只有脱水反应 $\textcircled{1}$ 发生;如果氧化锌作催化剂则只有脱氢反应 $\textcircled{2}$ 发生。这种情况说明不同性质的催化剂只能各自加速特定类型的反应。

利用这一点,可以使化学反应主要向某一反应方向发生。

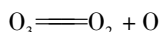
三、催化剂的判定

物质是否起到对化学反应的催化作用,只需判断它是否介入化学反应,并且在反应后是否又

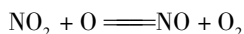
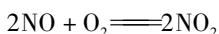
被释放出来。如果符合这两个条件,那么就可以判定该物质是催化剂。

例如下面的反应,其中一氧化氮和氟氯代烃就是催化剂。

1. 在高空大气层中氧气吸收可见光后变为臭氧,臭氧又可以按照下式分解:

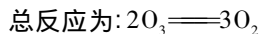


然后又与大气污染物 NO 反应:



从上述反应过程和生成物来看,NO 和 NO₂ 是能使臭氧分解的催化剂。

2. 制冷剂氟利昂(氟氯甲烷)在高空受紫外线辐射,产生氯原子 Cl,并且能发生下列反应:



由此可以知道,氟氯甲烷产生的 Cl 是臭氧分解反应的催化剂。

四、一些常见的反应的催化剂总结

1. 合成氨: 使用铁复合催化剂。
2. 过氧化氢分解: 二氧化锰催化。
3. 加热氯酸钾制取氧气: 二氧化锰催化。
4. 醇氧化为醛: 铜催化。
5. 由二氧化硫制取三氧化硫: 五氧化二钒催化。
6. 乙烯和水发生水化反应生成乙醇: 稀硫酸作催化剂。
7. 醇类制取烯烃以及酯化反应(例如含羧酸和醇反应、棉花和硝酸以及和醋酸的酯化反应)等脱水反应: 都以浓硫酸为催化剂进行脱水。
8. 不饱和有机物与氢气的加成反应: 镍催化。
9. 蛋白质、淀粉的水解: 酶作催化剂(或者稀硫酸等)。

五、经典例题分析

例1 等物质的量的下列化合物在相应条件下完全分解后得到氧气最多的是()。

- A. KClO₃(加 MnO₂ 催化剂, 加热)
- B. KMnO₄ 加热
- C. H₂O₂(水溶液, 加 MnO₂ 催化剂)
- D. HgO(加热)

解析 依据反应所需的条件以及催化剂的作用就可以得到。

答案: A

例2 化学与生产、生活密切相关,背景材料:

①浙大研制的石墨烯弹性气凝胶(又名碳海绵)入选 2013 年度世界最轻固体材料;

②2014 年 11 月上旬北京 APEC 峰会期间,政府重拳整治雾霾,蓝天重现;

③金属铂丝或无锈铁丝可用来进行钠、钾、铜、钡、锶等的焰色反应;

④瑞典皇家理工学院(KTH)的研究人员已经成功地构建出了一种能使水快速分解的分子催化剂。

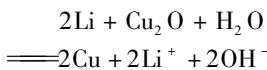
下列说法不正确的是()。

- A. 石墨烯弹性气凝胶可用作处理海上原油泄漏的吸油材料
- B. 压减燃煤、严格控车、调整产业是治理雾霾有效措施
- C. 绚丽缤纷彩色的烟花中添加了钾、钠、铁、铜等金属化合物
- D. 该分子催化剂可将一次能源太阳能直接转化成二次能源

解析 石墨烯气凝胶又名碳海绵,根据名字可推知其具有很强的吸附性,则可用作处理海上原油泄漏的吸油材料,A 项正确;燃煤、燃油等过程会产生 CO、SO₂ 等有害气体和粉尘,能引起大气中 PM 2.5 含量的增大,产生雾霾天气,B 项正确;绚丽缤纷彩色的烟花中添加了含钾、钠、钡、锶、铜等金属化合物,但不含铁化合物,C 项错误。

答案: C

例3 近年来 AIST 报告正在研究一种“大容量、低成本”锂-铜空气燃料电池(如图 1 所示)。该电池通过一种复杂的铜腐蚀“现象”产生电力,其中放电过程为



下列说法不正确的是()。

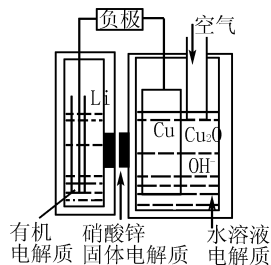


图 1



关于高锰酸钾溶液作为 滴定剂使用中一些问题的明析

河北省秦皇岛市第一中学 066006 李俊生

高锰酸钾溶液是中学化学实验教学中的一种常用并且非常重要的试剂,它的使用也广泛地出现在各类试题中,教学中发现高锰酸钾溶液使用的特殊性很少有人关注,大多数人仍然按照最为常见的化学试剂的使用来理解高锰酸钾溶液的使用,从目前的实际教学情况看,已经有一定数量的学生形成了对高锰酸钾溶液使用认识上的误区,对此有必要对高锰酸钾溶液作为滴定剂使用中一些问题进行分析,具体情况如下。

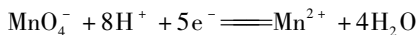
一、高锰酸钾溶液本身的特点

高锰酸钾常温常压下为深紫色细长斜方柱状晶体,有金属光泽,易溶于水和碱液,水溶液呈紫色,微溶于乙醇、丙酮和硫酸,加热高锰酸钾固体,到 240℃ 左右时发生分解反应,热稳定性较差,高锰酸钾在酸性、中性、碱性条件下的氧化性依次减弱。

二、高锰酸钾溶液作为滴定剂使用时应该注意的一些问题

1. 溶液的 pH 对滴定效果的影响问题

许多氧化还原反应有 H^+ 参加,因此酸度对氧化还原反应有很大影响,在高锰酸钾标准溶液的氧化还原滴定法中, $KMnO_4$ 是强氧化剂,在强酸介质中 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} ,即



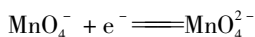
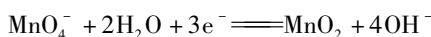
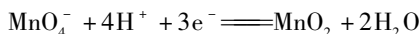
► A. 放电时, Li^+ 透过固体电解质向 Cu 极移动
B. 放电时,负极的电极反应式为 $Cu_2O + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2Cu + 2OH^-$

C. 通空气时,铜被腐蚀,表面产生 Cu_2O

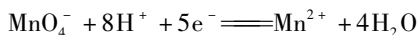
D. 整个反应过程中,铜相当于催化剂

解析 因为原电池放电时,阳离子移向正极,所以 Li^+ 透过固体电解质向 Cu 极移动, A 正确;该电池通过一种复杂的铜腐蚀而产生电力,由化学方程式可知铜电极上并非是氧气直接放电,正

在弱酸性、中性或碱性溶液中被还原成 MnO_2 或 MnO_4^{2-} ,即



由于 MnO_2 为棕色沉淀,影响终点的观察,因此 $KMnO_4$ 滴定反应中应严格控制酸度,实验证明,高锰酸钾标准溶液作为滴定剂宜在强酸性介质中进行,一般用硫酸来控制溶液酸度,在酸性溶液中 MnO_4^- 还原成 Mn^{2+} :



但是在微酸性、中性或碱性溶液中还原成 MnO_2 或 MnO_4^{2-} ,而酸度过强也可能引起高锰酸钾分解,所以滴定时高锰酸钾溶液中 $c(H^+)$ 为 1 mol/L ~ 2 mol/L 为好。

2. 酸化试剂选择问题

高锰酸钾溶液通常用 H_2SO_4 溶液酸化,避免用 HCl 、 HNO_3 溶液酸化,避免使用 HCl 或 HNO_3 是因为 Cl^- 有还原性,而 HNO_3 具有氧化性,可能氧化某些被滴定的物质。

3. 高锰酸钾溶液的配制问题

高锰酸钾固体试剂里一般都有 MnO_2 等杂质,所以标准溶液不能直接配制,而蒸馏水中也有微量的有机杂质,因此制备标准的高锰酸钾溶液

极反应为 $Cu_2O + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2Cu + 2OH^-$, B 错误;放电过程为



可知通空气时,铜被腐蚀,表面产生 Cu_2O , C 正确;由 C 项分析可知,铜先与氧气反应生成 Cu_2O , 放电时 Cu_2O 重新生成 Cu, 整个反应过程中,铜相当于催化剂, D 正确。故选 B。

答案: B

(收稿日期: 2017-06-25)