

G633.7/32



中学生基础知识读物

氧化还原与 电化学基础

库存书

中学生基础知识读物

氧化还原与电化学基础

姜全龄 侯 杰

河南人民出版社

中学生基础知识读物
氧化还原与电化学基础

姜全龄 侯 杰

责任编辑 王春林

河南人民出版社出版

河南第一新华印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米32开本 6.印张 115千字

1983年4月第1版 1983年4月第1次印刷

印数：1—5,600册

统一书号7105·317 定价0.45元

前 言

氧化还原反应是化学反应的重要类型，是中学生需要掌握的重要基础知识。为此我们编写了《氧化还原与电化学基础》。全书共分四章。第一章介绍了氧化还原反应、氧化还原当量等基本概念、常用的氧化剂和还原剂及其相应作用产物的判断，重点介绍了学生较难掌握的氧化还原方程式的配平。第二章介绍了原电池、电极电位、影响电极电位的因素以及电极电位在判断氧化还原反应方向、程度等方面的重要应用。这一章我们所写的内容略高于中学教科书的水平，以期能够解决中学化学所涉及的有关问题。第三章介绍了电化学基础知识，着重讲述了电解、电镀及几种重要电化工业，并对化学电源、常用电池的性能、原理作了介绍。第四章讨论了金属腐蚀的本质及其防护方法。为便于自学，在书的正文中辅以一定数量的例题。每章后附有习题和部分答案。

在本书编写过程中得到新乡师范学院副院长卢锦梭教授的热情帮助，特此致谢。

由于编者水平有限，不足和错误之处恳请读者批评指正。

编 者

1982年6月

目 录

第一章 氧化还原反应	(1)
第一节 氧化还原反应的基本概念	(1)
第二节 常用的氧化剂和还原剂	(15)
第三节 氧化还原反应的生成物	(22)
第四节 氧化还原方程式的配平	(34)
第五节 氧化还原当量	(45)
习题	(50)
第二章 电极电位	(55)
第一节 原电池	(55)
第二节 标准电极电位	(65)
第三节 影响电极电位的因素	(72)
第四节 电极电位的应用	(76)
第五节 氧化还原反应的速度	(87)
习题	(94)
第三章 电解电镀和化学电源	(97)
第一节 电解的一般概念	(97)
第二节 电化学基础知识	(104)
第三节 隔膜法电解食盐水溶液制烧碱	(112)
第四节 几种重要的氯产品	(118)

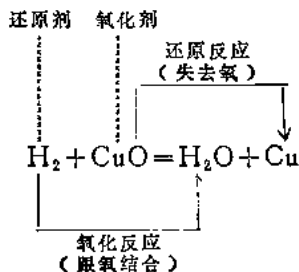
第五节	铝的电解生产	(130)
第六节	铜的电解精炼	(134)
第七节	电镀	(138)
第八节	化学电源	(143)
习题		(157)
第四章	金属的腐蚀及其防护	(160)
第一节	金属腐蚀的意义及其分类	(160)
第二节	化学腐蚀	(161)
第三节	电化学腐蚀	(163)
第四节	金属的腐蚀速度	(169)
第五节	影响金属腐蚀的因素	(170)
第六节	金属的防护	(174)
习题		(183)

第一章 氧化还原反应

第一节 氧化还原反应的基本概念

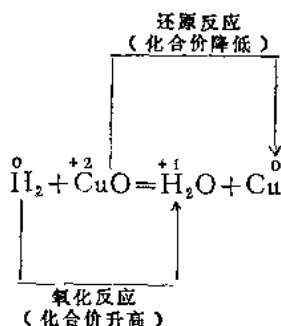
一、什么是氧化还原反应

氧化还原反应的概念是逐步形成的。在初学化学时，把跟氧结合的反应叫做氧化反应，把失去氧的反应叫做还原反应。在一个失去氧的化学反应里，必须是一个物质失去氧，而另一物质跟氧结合；同样，在一个跟氧结合的反应里，必然是一个物质跟氧结合，而另一物质失去氧。因此氧化反应和还原反应必然同时发生，我们把反应过程里一种物质被氧化，同时另一种物质被还原的反应叫氧化还原反应。例如，氧化铜在加热的条件下跟氢气的反应，就是一个氧化还原反应，其中氧化铜失去氧被还原为铜，氢气跟氧结合被氧化为水。



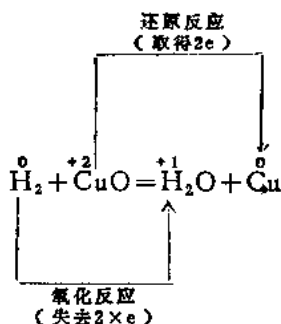
在氧化还原反应里，供给氧的物质叫做氧化剂，在上式里的氧化铜就是氧化剂；跟氧结合的物质叫做还原剂，在上式里的氢气就是还原剂。

以后这个定义逐渐扩大，氧化还原反应不再限于得氧和失氧的概念，而把反应前后元素的化合价发生变化的反应看作是氧化还原反应。为了便于比较，仍以氧化铜跟氢气反应为例来说明。

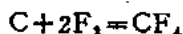
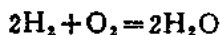


这里，元素化合价升高的反应是氧化反应，元素化合价升高的物质是还原剂；元素化合价降低的反应是还原反应，元素化合价降低的物质是氧化剂。

由于原子分子结构理论的发展，氧化还原反应的本质进一步得到了了解，元素化合价发生变化是由于电子转移（得与失）而产生的。例如氢气跟氧化铜反应的过程里， $\overset{+2}{\text{Cu}}$ 取得2个电子被还原为 $\overset{0}{\text{Cu}}$ ， $\overset{0}{\text{H}}_2$ 失去2个电子（每个 $\overset{0}{\text{H}}$ 失去1个电子）氧化为2个 $\overset{+1}{\text{H}}$ ， $\overset{0}{\text{H}}$ 是还原剂， $\overset{+2}{\text{Cu}}$ 是氧化剂。



应当指出，用电子的失去或获得给氧化或还原所下的定义并不是无可非议的。因为有许多反应是典型的氧化还原反应，而在这些过程中并没有电子的转移。例如，在下列反应中



就右向反应来说，发生氧化作用的是氢和碳，但是它们都没有完全失去电子；发生还原作用的是氧和氟，它们也没有得到电子，只不过是共用电子对偏移稍向它们靠近了一些而已。考虑到电子的转移与偏移两种情况，可以得出以下结论：

(1) 凡是有电子转移（或偏移）的化学反应叫做氧化还原反应。

(2) 在氧化还原反应里，原子或离子失去（或电子对偏离）电子的变化叫做氧化，得到电子（或电子对偏近）的变化叫做还原。

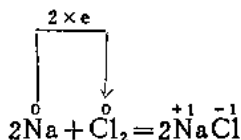
(3) 在氧化还原反应里，失去电子（或电子对偏离）的

物质（原子或离子）叫做还原剂，得到电子（或电子对偏近）的物质（原子或离子）叫做氧化剂。

从原子结构的观点能从本质上认识氧化还原反应。以后我们也常常把氧化还原反应看作是由电子转移而发生的，但这只是为了简便，把电子偏移也视为转移，而对它的实际含义必须弄清楚。

为了加深对氧化还原反应的理解，我们从原子结构的观点对氧化还原反应作进一步的分析。在氧化还原反应里电子的转移不外以下四种情况：

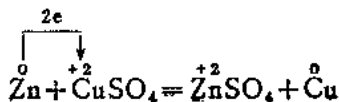
1. 原子把电子转移给原子的反应：例如，钠和氯气的反应



这里， $\overset{0}{\text{Na}}$ 把电子转移给 $\overset{0}{\text{Cl}}$ ，所以这个反应是氧化还原反应。其中 $\overset{0}{\text{Na}}$ 失去1个电子变为 $\overset{+1}{\text{Na}}$ 是氧化， $\overset{0}{\text{Cl}}$ 获得1个电子变为 $\overset{-1}{\text{Cl}}$ 是还原， $\overset{0}{\text{Na}}$ 是还原剂， $\overset{0}{\text{Cl}}$ 是氧化剂。

金属与非金属的化合反应，电子都是这样转移的。

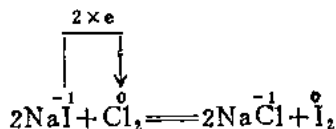
2. 原子把电子转移给离子的反应：例如，锌和硫酸铜溶液的反应



这里, $\overset{0}{\text{Zn}}$ 把电子转移给 $\overset{+2}{\text{Cu}}$, 所以这个反应是氧化还原反应, 其中 $\overset{0}{\text{Zn}}$ 失去 2 个电子变为 $\overset{+2}{\text{Zn}}$ 是氧化, $\overset{+2}{\text{Cu}}$ 获得 2 个电子变为 $\overset{0}{\text{Cu}}$ 是还原; $\overset{0}{\text{Zn}}$ 是还原剂, $\overset{+2}{\text{Cu}}$ 是氧化剂。

金属与酸或盐的置换反应, 电子都是以上述方式转移的。

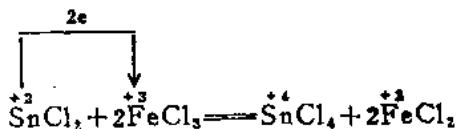
3. 离子把电子转移给原子的反应: 例如, 氯气跟碘化钠溶液的反应



这里, $\overset{-1}{\text{I}}$ 把电子转移给 $\overset{0}{\text{Cl}}$, 所以这个反应是氧化还原反应。 $\overset{-1}{\text{I}}$ 失去 1 个电子变为 $\overset{0}{\text{I}}$ 是氧化, $\overset{0}{\text{Cl}}$ 获得电子变为 $\overset{-1}{\text{Cl}}$ 是还原; $\overset{-1}{\text{I}}$ 是还原剂, $\overset{0}{\text{Cl}}$ 是氧化剂。

非金属和盐的置换反应, 电子都是以上述方式转移的。

4. 离子把电子转移给离子的反应: 例如, 氯化亚锡和氯化铁在溶液里的反应

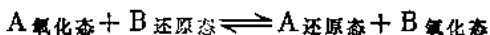
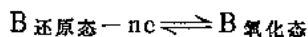
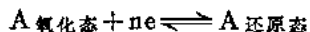


这里, $\overset{+2}{\text{Sn}}$ 把电子转移给 $\overset{+3}{\text{Fe}}$, 所以是氧化还原反应。其中 $\overset{+2}{\text{Sn}}$ 失去 2 个电子变为 $\overset{+4}{\text{Sn}}$ 是氧化, $\overset{+3}{\text{Fe}}$ 获得 1 个电子变为 $\overset{+2}{\text{Fe}}$ 是还原; $\overset{+2}{\text{Sn}}$ 是还原剂, $\overset{+3}{\text{Fe}}$ 是氧化剂。

从以上氧化还原反应可以看出: 电子的得或失是同时发

生的，没有还原剂的失电子，也就没有氧化剂的得电子。因此氧化剂与还原剂必然同时存在。

在氧化还原反应中始终存在着氧化剂与还原剂之间争夺电子的矛盾。当氧化剂和还原剂通过争夺电子的矛盾斗争以后，各自向着它自己相反的方面转化。也就是 A 氧化态 转变成了 A 还原态，B 还原态 则转变成了 B 氧化态。



它们构成了氧化还原反应的反应物和生成物。一般说来，反应物（氧化剂和还原剂）构成了矛盾的主要方面，它决定了生成物的性质，因而也就决定了反应的可能性和反应进行的程度。一般情况下，较强的氧化剂与较强的还原剂发生氧化还原反应，生成较弱的还原剂与较弱的氧化剂的过程进行得比较完全。

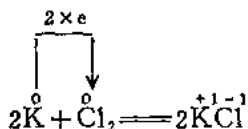
二、氧化还原反应和基本反应类型

从化学反应的形式来看，一般可分为化合、分解、置换和复分解等几种基本反应类型。从原子结构的观点出发，化学反应可以分为两大类：一类是有电子转移的氧化还原反应，另一类是不发生电子转移的非氧化还原反应。现在以氧化还原反应来说明它们跟化合、分解、置换和复分解的关系，同时对比叙述非氧化还原反应跟各种基本类型反应的关系。

1. 化合反应：在反应物里有单质参加的化合反应，一定

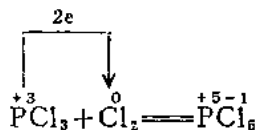
是氧化还原反应。因为化合反应是几种物质相互化合成一种物质的反应，所以作为反应物之一的单质在反应后必定变为生成物中化合物的组成部分，必然有电子的转移，也就是在反应前后它的化合价必然有所变化。

例 1. 钾跟氯气的反应



这里，反应物中元素的化合价都是零，而生成物中元素的化合价分别是+1(K)和-1(Cl)。

例 2. 三氯化磷跟氯气的反应



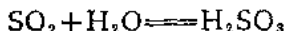
这里，磷元素的化合价从+3升高到+5，氯元素的化合价从零降低为-1。

在反应物里没有单质参加的化合反应，反应过程中没有电子的转移，反应前后元素的化合价没有变化，是非氧化还原反应。

例 3. 生石灰与水的反应

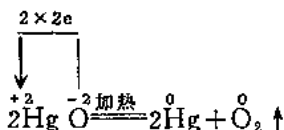


例 4. 二氧化硫与水的反应



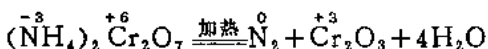
2. 分解反应：在生成物里有单质生成的分解反应一定是氧化还原反应。因为分解反应是一种物质分解为几种物质的反应，所以生成物之一的单质在反应前必定是反应物中化合物的组成部分，必然有电子的转移。也就是在反应前后化合价必然有所变化。

例 1. 氧化汞受热的分解反应



这里，反应前在化合物中两种元素的化合价分别是+2(Hg)和-2(O)，而反应后它们的化合价都是零。

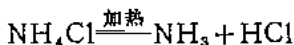
例 2. 重铬酸铵受热的分解反应



这里，反应前氮的化合价是-3，铬的化合价是+6，反应后它们的化合价分别为零和+3。

在生成物里没有单质的分解反应，反应过程没有电子的转移，反应前后元素的化合价没有改变，一般是非氧化还原反应（除一些特殊的分解反应外，见后面）。

例 3. 氯化铵受热的分解反应

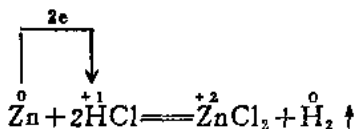


例 4. 氢氧化铜受热的分解反应



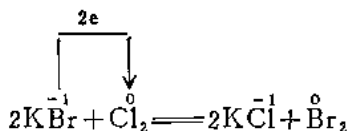
3. 置换反应：单质与化合物的置换反应一定是氧化还原反应。单质把化合物的某一组成部分从化合物里置换出来，而自己变成化合物的组成部分。在这种情况下一定有电子的转移，即反应前后发生了元素化合价的变化。

例 1. 锌与盐酸的置换反应

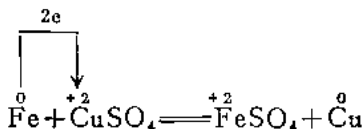


这里，化合价是零的锌原子置换了盐酸中氢离子后，变成了化合价为+2的锌离子，而盐酸中化合价是+1的氢离子被置换出来后，就变为化合价为零的氢原子，两个氢原子再结合成一个氢分子。

例 2. 氯跟溴化钾溶液的置换反应



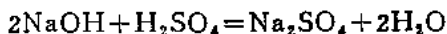
例 3. 铁与硫酸铜溶液的置换反应



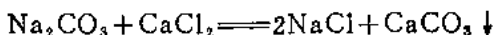
4. 复分解反应：复分解反应是两种化合物互相交换它们的组成部分而生成两种新的化合物的反应，它们所交换的组

成部分必定是化合价相同的部分。因此在这种反应里，没有电子的转移，化合物各个组成部分的化合价是不改变的，所以复分解反应是非氧化还原反应。

例 1. 氢氧化钠溶液和硫酸的复分解反应



例 2. 碳酸钠溶液与氯化钙溶液的复分解反应

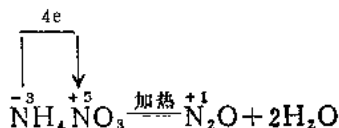


三、特殊氧化还原反应的分析

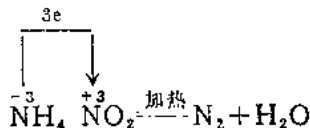
氧化还原反应主要发生在不同物质之间，有时也会发生在同种物质的分子之间，或者发生在同一分子的内部。这些较为特殊的氧化还原反应，学习时常会感到一定的困难。这里将对一些特殊氧化还原反应结合实例进行具体的分析，以加深对氧化还原反应的更好理解。

1. 同一元素在同一物质里发生的氧化还原反应。

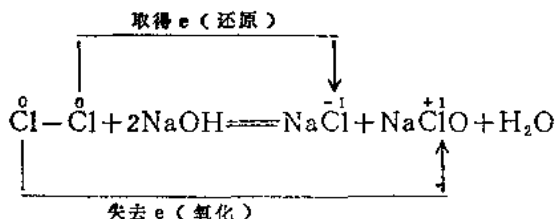
例 1. 硝酸铵受热分解



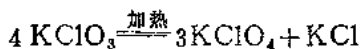
例 2. 亚硝酸铵溶液受热分解



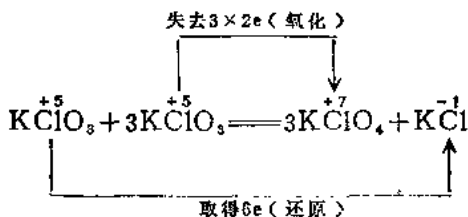
例 3. 氯气跟氢氧化钠溶液反应



例 4. 氯酸钾受热分解

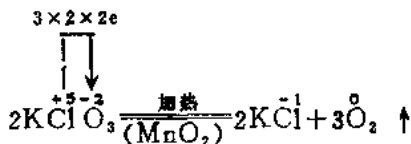


可写为



2. 不同元素在同一物质里发生的氧化还原反应。

例 1. 氯酸钾在 MnO_2 存在下受热分解



MnO_2 在反应中作为催化剂。

例 2. 高锰酸钾受热分解