



· 各个击破 ·

# 名师视点

M

INGSHI SHIDIAN

## 高中化学

· 氧化还原反应 ·

刘 杰 辛万香 主编

双

色

亮丽版



东北师范大学出版社



名师视点 各个击破

# 名师视点

M INGSHI SHIDIAN

## 高中化学

· 氧化还原反应 ·

刘杰 辛万香 主编

东北师范大学出版社·长春

## 图书在版编目 (CIP) 数据

名师视点. 高中化学. 氧化还原反应/刘杰, 辛万香主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2002. 6

ISBN 7-5602-3044-X

I. 名... II. 刘... 辛... III. 化学课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 026981 号

MINGSHI SHIDIAN

- ☐ 出版人: 贾国祥    ☐ 策划创意: 一编室  
☐ 责任编辑: 孙维石    ☐ 责任校对: 王红娟  
☐ 封面设计: 魏国强    ☐ 责任印制: 栾喜湖

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街138号 邮政编码: 130024

电话: 0431—5695744 5688470 传真: 0431—5695734

网址: WWW.NNUP.COM 电子函件: SDCBS@MAIL.JL.CN

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印刷

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

开本: 890mm × 1240mm 1/32 印张: 3 字数: 96千

印数: 00 001 — 50 000 册

定价: 4.00元

CHUBANZHE DE HUA

# 出版者的话

《名师视点》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场一度处于混乱状态，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难辨真伪。但无论各版别的教材如何更新、变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，创新精神，增添科技内涵，活跃思维，培养学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是以众多不断调整的知识板块、考查要点串连在一起的，不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“视点”之所在。

《名师视点》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段，以语文、英语、数学、物理、化学五个学科为线索，以各科可资选取的知识板块作为专题视点，精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

## 一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学经验为图书的精髓，以专题为视点，抓住学科重点、知识要点，缓解学生过重的学习负担。

## 二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题特点分类，数学、物理、化学各科则以知识块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同板块，紧抓重点难点，参照国家课程标



准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以达“润物细无声”之功效。

### 三、双色印刷，重点鲜明

《名师视点》丛书采用双色印刷，不仅突破以往教辅图书单调刻板的局限，而且对重点提示及需要引起学生注意的文字用色彩加以突出，使其更加鲜明、醒目。这样，学生在使用时既可以方便地找到知识重点，又具有活泼感，增添阅读兴趣。

### 四、适用区域广泛

《名师视点》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得该套书在使用上适用于全国的不同区域，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，成功并不属于某一个人，它需要我们的共同努力，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社  
第一编辑室



MINGSHI SHIDIAN

# 目录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 引 言 .....                   | 1  |
| 第一章 氧化还原反应的概念和分类 .....      | 2  |
| 第二章 氧化还原反应的配平与计算 .....      | 23 |
| 第三章 氧化还原反应与原电池、电解(镀)池 ..... | 38 |
| 第四章 氧化还原反应的规律和应用 .....      | 52 |
| 第五章 综合能力检测 .....            | 77 |

名

师

视

点

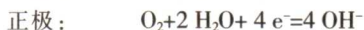
# 引言

你有没有看过《泰坦尼克号》这部电影呢？还记得搜索人员在船舱里到处找寻宝藏的那一幕吗？我们可以看到，在海床的“泰坦尼克”号早已生锈，成了一堆废铁。

相比之下，虽然渡海轮没有什么宝藏，锈却不多。既然渡海轮每天都在海面上航行，都要长时间与水接触，为什么生锈的现象并不常见呢？

你知道为什么“泰坦尼克”号全生了锈，而渡海轮却能安然无恙吗？对这个问题，你学完了氧化还原反应，就能找到答案。生锈的必要条件是铁同时与水和氧气接触，生锈是被氧化的结果。因为渡海轮的表面涂上了一层油漆，分隔了水和空气，所以不易生锈。此外，渡海轮的船身上还钉有一些锌块。由于锌块较铁活泼，因而会产生牺牲性保护，使铁不容易生锈。在电影中所见的“泰坦尼克”号锈得那么快，就是由于油漆和锌块早已脱落了。

其中涉及的氧化还原反应如下：



原来物质间的氧化还原反应是这么有趣，难怪化学家一沾上它就“爱不释手”。让我们一起走进五彩缤纷的氧化还原反应的世界，领略物质变化的妙趣吧！



图 1 - 1



图 1 - 2

## 第 一 章

氧化还原反应  
的概念和分类

## 知识技能



许多领域都涉及氧化还原反应。

许多重要的化工产品的制造、生产(如合成盐酸,电解食盐水,海水提取镁、溴,合成氨,生产硫酸、硝酸等),其主要反应都是氧化还原反应。人类所需要的各种各样的金属(如铝、锰、铁、铜、钨等)都是通过氧化还原反应从矿石中提炼得到的。可以说,冶金工业是以氧化还原反应为基础的。

我们常用的干电池蓄电池(如铅酸蓄电池,手机、电脑上使用的锂电池)以及在空间技术上用到的高能电池,都是利用氧化还原反应将化学能转变为电能或将电能转变为化学能的。

农业生产中,植物的光合作用及其呼吸作用是比较复杂的氧化还原反应。作物吸收施入土壤中的肥料,也与氧化还原反应有关,虽然有时有细菌的参与。土壤中铁或锰的氧化态的变化(铁有+2价和+3价,锰有+2价、+4价、+6价和+7价)直接影响着农作物对营养成分的吸收,翻地晒田和灌溉的作用之一就是控制土壤里的氧化还原反应的进行,以利于作物的生长。

生物体内时刻发生着千千万万次的氧化还原反应。人和动物的呼吸把葡萄糖氧化成二氧化碳和水。呼吸作用使储藏在食物分子内的能量,转变为存在于三磷酸腺苷(ATP)中的高能磷酸键的化学能。这种化学能再供给人和动物进行机械运动、维持体温、新陈代谢、细胞的主动运输等所需要的能量。煤气、煤炭、石油、天然气等燃料的燃烧更是供给了人们在生活中和生产中所必需的大量能量。

可见,氧化还原反应在工农业生产、科学技术乃至日常生活中都具有重要意义。

那么氧化还原反应的概念是什么？实质是什么呢？

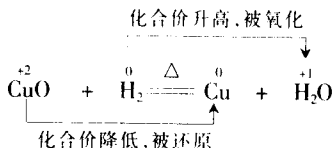
## 一、氧化还原反应的概念

### (一) 氧化还原反应

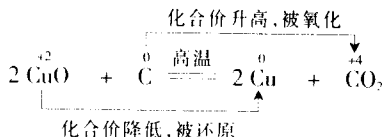
在初中，我们根据物质得氧、失氧的观点来定义氧化还原反应。如：



其中，氧化铜失去氧发生还原反应，氢气得到氧发生氧化反应。这两个截然相反的过程是在一个反应中同时发生的。在化学反应中，一种物质与氧化合，必然同时有另一个物质中的氧被夺去。像这样，一种物质被氧化，同时另一物质被还原的反应，叫氧化还原反应。下面，再以氢气与氧化铜的反应为例，分析氧化还原反应与元素化合价的升降有什么关系。



在反应中，铜元素的化合价由+2价降低到0价，氧化铜被还原；氢元素的化合价由0价升高到+1价，氢气被氧化。我们对氧化铜与木炭的反应以及水蒸气与木炭的反应进行类似的分析，会发现同样的情况存在。



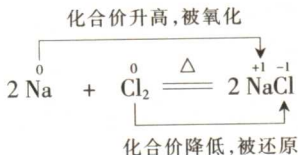
由此，我们可以得出这样的结论：物质所含的元素化合价升高的反应是氧化反应，物质所含的元素化合价降低的反应是还原反应。

**1** 化合价升降的观点：凡有元素化合价发生变化的反应都是氧化还原反应。

我们已经知道，元素化合价升降与电子得失或偏移有密切关系，由此可以推

论,氧化还原反应与电子的转移有密切关系。这种关系是什么呢?我们以钠与氯气的反应以及氢气与氯气的反应为例来分析。

钠原子的最外电子层上有 1 个电子,氯原子的最外电子层上有 7 个电子。当金属与氯气反应时,钠原子失去 1 个电子成为钠离子,氯原子得到 1 个电子成为氯离子。在这个反应中,发生了电子的转移。



在氯气和氢气的反应中,由于生成的氯化氢是共价化合物,在电子转移过程中,哪一种元素的原子都没有完全失去或完全得到电子,它们之间只有共用电子对的偏移,且共用电子对偏离氢原子而偏向于氯原子。

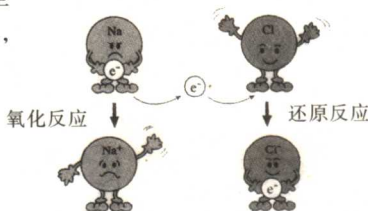
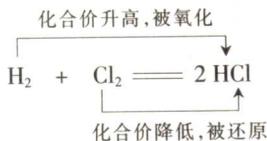


图 1 - 3

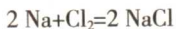
综上所述,我们可以给氧化还原反应下一个更为本质的定义。

**2** 电子转移的观点: 凡有 **电子转移**(包括电子得失或电子对偏移)的反应都是氧化还原反应。

化合价升降的观点表明了氧化还原反应的 **宏观特征**, 通常是根据反应前、后化合价有、无变化来判断是否发生了氧化还原反应; 而电子转移观点则揭示了氧化还原反应的 **本质**。

## (二) 几组基本概念的联系与区别

**1** 氧化反应与还原反应: 原子或离子失去电子(使元素的化合价升高)的变化过程叫 **氧化反应**(或被氧化)。原子或离子得到电子(使元素的化合价降低)的变化过程叫 **还原反应**(或被还原)。如:

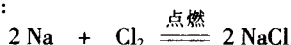


反应中, 钠失去电子, 化合价升高, 发生氧化反应; 氯气得到电子, 化合价降低, 发生还原反应。

**2** 氧化剂与还原剂: 失电子的原子或离子所在的反应物叫 **还原剂**(化合价升高的元素所在的物质)。得到电子的原子或离子所在的反应物叫 **氧化剂**(化合价



降低的元素所在的物质)。如:



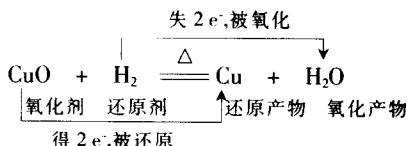
反应中,钠失去电子,为还原剂;氯气得到电子,为氧化剂。

**3** 氧化性与还原性:氧化剂具有氧化性,在反应中本身得到电子被还原,而使对方失电子被氧化;还原剂具有还原性,在反应中失电子被氧化,而使对方得到电子被还原。如:

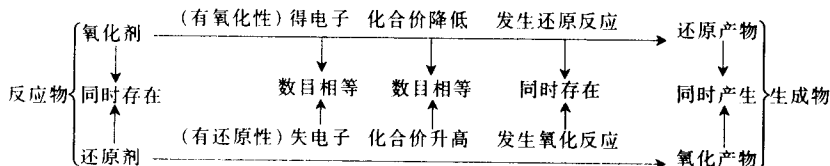


反应中,CuO 为氧化剂,在反应中体现氧化性;H<sub>2</sub> 为还原剂,在反应中体现还原性。

**4** 氧化产物与还原产物:氧化剂得到电子被还原后所得的物质,是还原产物;还原剂失去电子被氧化后所得的物质,为氧化产物。如:



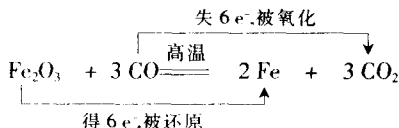
以上概念极其重要,应准确、牢固地掌握好。归纳起来可总结为五个字:“失——升——氧——还——氧”(或记忆它的相反方面)。即:元素的原子或离子失去电子,化合价升高,被氧化(发生氧化反应),做还原剂,生成氧化产物。在解决具体问题时,不能将氧化剂、氧化性、氧化反应、氧化产物及还原剂、还原性、还原反应、还原产物等概念混淆起来。其关系可用图表的形式表示如下:



| 反应物 | 性 质 | 特 点   | 实 质           | 反应过程 | 反应的元素     | 生成物  |
|-----|-----|-------|---------------|------|-----------|------|
| 氧化剂 | 氧化性 | 化合价降低 | 得电子(或共用电子对偏向) | 还原反应 | 得电子的元素被还原 | 还原产物 |
| 还原剂 | 还原性 | 化合价升高 | 失电子(或共用电子对偏离) | 氧化反应 | 失电子的元素被氧化 | 氧化产物 |

### (三) 氧化还原反应中电子转移的表示方法

**1** 双线桥法:用箭头表示氧化还原反应中同一元素的原子或离子得到或失去电子的结果。在线上标出“失去”或“得到”电子的总数(即化合价升高或降低的总数),并注明该元素“被氧化”或“被还原”。氧化剂箭头指向的产物是还原产物,还原剂箭头指向的产物是氧化产物。如:



**2** 单线桥法:用一个箭头表示反应物中不同(或相同)原子或离子间的电子转移。箭头由还原剂出发指向氧化剂(即为电子转移的方向),在线上标出电子转移的总数。如:

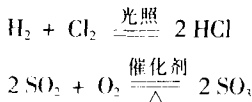


注:“6e<sup>-</sup>”表示电子转移的总数,“6e<sup>-</sup>”前不写“得”、“失”等

运用以上两种表示方法时,都必须注意:箭头和箭尾要对准化合价发生变化的元素,且还原剂失去电子总数与氧化剂得到电子的总数相等。

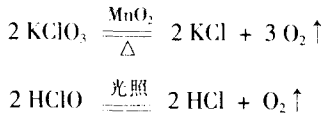
### (四) 氧化还原反应与四种基本反应类型的关系

**1** 有单质参加的化合反应一定是氧化还原反应。如:



而  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$  则不是氧化还原反应。

**2** 有单质生成的分解反应一定是氧化还原反应。如:

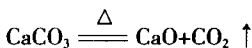


无单质生成的分解反应可能是氧化还原反应。如:

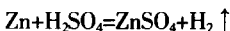


无单质生成的分解反应也可能不是氧化还原反应。如:





**3** 置换反应都是氧化还原反应。如：



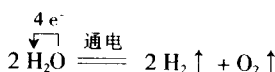
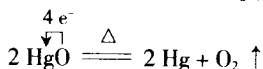
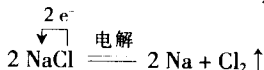
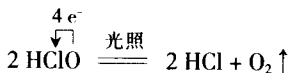
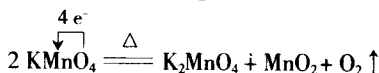
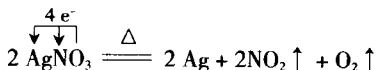
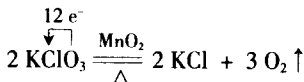
**4** 复分解反应都不是氧化还原反应。如：



## 二、氧化还原反应的分类

### (一) 分子内的氧化还原反应

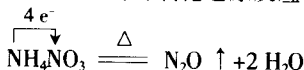
**1** 分子内不同元素原子间的氧化还原反应



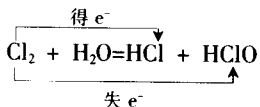
这类反应大多属于分解反应。

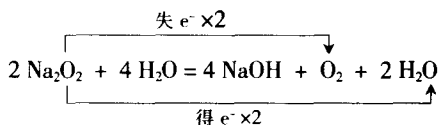
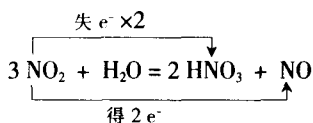
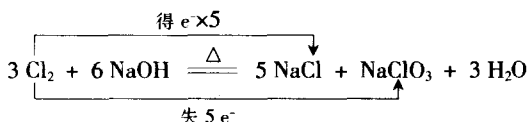
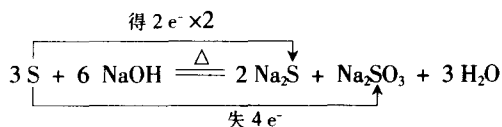
**2** 分子内同种元素的原子间的氧化还原反应

(1) 分子内同一元素不同价态间的氧化还原反应，又叫归中反应。



(2) 分子内同一元素的同一价态间的氧化还原反应，又叫歧化反应。

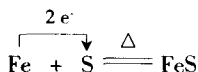
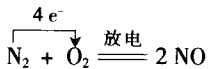
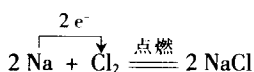




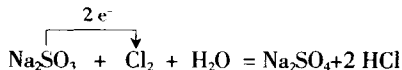
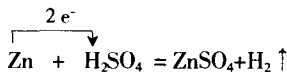
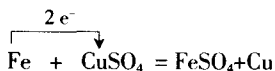
## (二) 分子(离子)间的氧化还原反应

### ① 不同物质、不同元素间的氧化还原反应

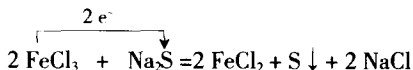
#### (1) 原子→原子:

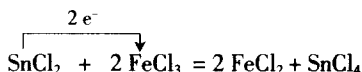
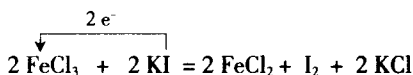


#### (2) 原子→离子:



#### (3) 离子→离子:

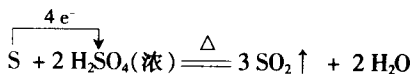
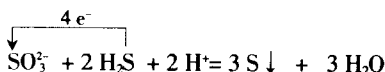
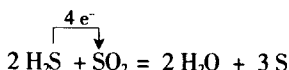
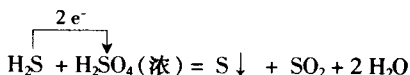
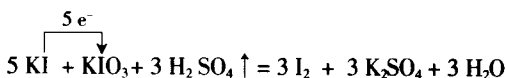
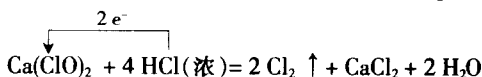
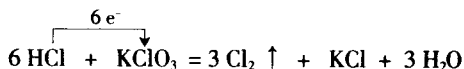




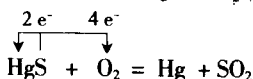
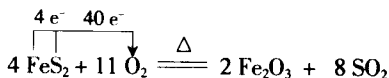
(4) 离子→原子:

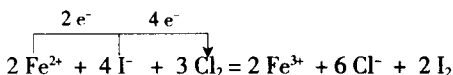


**2** 不同物质中同一元素的不同价态间发生的氧化还原反应



(三) 分子内、分子间兼有的多种元素间的氧化还原反应





## 知识精析



### 一、氧化还原反应发生的条件

(1) 氧化剂的氧化能力必须大于氧化产物的氧化能力;还原剂的还原能力必须大于还原产物的还原能力。

(2) 常见氧化剂的氧化能力和常见还原剂的还原能力,按顺序排列如下。

氧化剂:  $KMnO_4 > Cl_2 > 浓 H_2SO_4 > Br_2 > Fe^{3+} > Cu^{2+} > H^+ > Fe^{2+}$

还原剂:  $Mn^{2+} < Cl^- < SO_2 < Br^- < Fe^{2+} < Cu < H_2 < Fe$

### 二、氧化能力与还原能力

(1) 根据金属活动顺序表判断:即金属的还原性愈弱,阳离子的氧化性愈强。

(2) 根据氧化还原反应的方向进行判断。

强氧化剂 + 强还原剂 = 弱还原剂 + 弱氧化剂

(还原产物) (氧化产物)

氧化性:氧化剂 > 氧化产物 还原剂 > 还原产物

(3) 根据反应条件、元素周期表、原电池和电解池的有关知识进行判断。

### 三、常见的氧化剂、还原剂

#### 1 常见的氧化剂

- (1) 活泼的非金属单质,如  $F_2, Cl_2, Br_2, I_2, O_2$  和  $O_3$  等。
- (2) 含高价态的含氧化合物,如  $KNO_3, KMnO_4, K_2Cr_2O_7$  和  $KClO_3$  等。
- (3) 有氧化性的含氧酸,如  $HClO, HClO_3, HNO_3, 浓 H_2SO_4$  和  $HClO_4$  等。
- (4) 某些高价氧化物,如  $SO_3, N_2O_5, MnO_2$  和  $PbO_2$  等。
- (5) 溶液中的不活泼金属的高价阳离子,如  $Fe^{3+}, Sn^{4+}, Ag^+$  和  $Cu^{2+}$  等。
- (6) 某些混合物(如“王水”,即浓硝酸与浓盐酸体积之比为 1:3 的混合液)、“洗液”(饱和  $K_2Cr_2O_7$  溶液、 $KMnO_4$  溶液和浓  $H_2SO_4$  等体积混合)等。

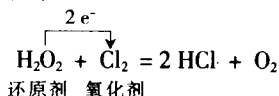
#### 2 常见的还原剂

- (1) 活泼金属,如  $K, Ca, Na, Mg, Al, Zn$  和  $Fe$  等。
- (2) 含低价元素的化合物,如  $H_2S$  及其盐、 $HI$  及其盐和  $NH_3, AsH_3, CO$  等。
- (3) 一些低价态的含氧酸及其盐,如  $H_2SO_3, Na_2SO_3, Na_2S_2O_3, H_2C_2O_4$  和  $NaNO_2$  等。

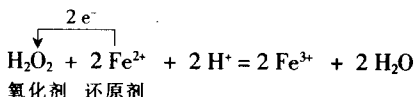
(4) 溶液中低价态的金属阳离子,如  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$  等。

(5) 某些不活泼的非金属单质,如  $\text{C}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{H}_2$  等。

当一种元素有多种化合价时,具有中间价态的元素既可做氧化剂,又可做还原剂。如,硫元素有-2价、0价、+4价、+6价,其中0价和+4价为硫的中间价态,此时硫既可做氧化剂又可做还原剂。如,  $\text{H}_2\text{O}_2$  中氧元素为-1价,是中间价态,当它与强氧化剂  $\text{Cl}_2$  反应时做还原剂:

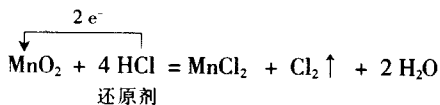
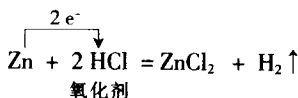


$\text{H}_2\text{O}_2$  在酸性溶液中与亚铁盐反应时做氧化剂:



通常情况下,  $\text{H}_2\text{O}_2$  和  $\text{I}_2$  等以氧化性为主,  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{SO}_2$  以还原性为主。

应该注意的是:氧化剂与还原剂的确定不是绝对的,就以具体的反应为依据,由其氧化性或还原性的相对强弱而决定。同一种物质在不同条件下和不同的反应中有时做氧化剂,有时做还原剂,如前面提及的含中间价态元素的物质。一些无氧酸中的  $\text{H}^+$  具有氧化性,而酸根阴离子具有还原性。如:



#### 四、氧化还原反应的基本规律

##### 1 对立统一规律

在氧化还原反应中,氧化剂中从还原剂处获得电子而被还原得到还原产物;还原剂将电子转移给氧化剂而被氧化得到氧化产物。氧化剂与还原剂、被氧化与被还原、氧化反应与还原反应以及氧化产物与还原产物都是一对典型的矛盾,是既对立又相互依存,不能单独存在的统一体,这符合对立统一规律。

##### 2 守恒规律

在氧化还原反应中,根据元素的原子得失电子(或共用电子对偏移)与化合价升降以及离子所带电荷间的关系存在以下守恒: