

锦囊妙解

中学生 数理化系列

主编/付凤琳

不可不知的
素材

高一化学



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中学生数理化系列

不可不知的素材

高一化学

总 策 划	司马文				
丛 书 主 编	万强华				
编 委	万强华	芦晓春	付凤琳	堵敏伟	
	周 璐	许 刚	熊中论	吴新平	
	张耀德	史希敏	邵杰力	周 玮	
本 册 生 编	付凤琳				
编 者	桑晓燕	王 丹	李芳芳		
	邓 勤	胡 强	赖荣根		



机械工业出版社

本书是“锦囊妙解中学生数理化系列”的《不可不知的素材 高一化学》分册,它体现了新课标改革精神,不受任何版本限制。书中体现了系统的知识讲解(不含实验部分),不设置习题。设置有知识表解、知识与规律、身边的化学和联系生活应用题四个栏目。本书内容新颖,题材广泛,目的是要从本质上提高学生的知识理解能力,以及分析问题和解决问题的能力。

图书在版编目(CIP)数据

不可不知的素材. 高一化学/付凤琳主编. —北京:
机械工业出版社, 2006. 8
(锦囊妙解中学生数理化系列)
ISBN 7-111-18916-7

I. 不... II. 付... III. 化学课—高中—教学参考
资料 IV. G634. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 056603 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:石晓芬 责任编辑:石晓芬 徐明煜

责任印制:洪汉军

北京双青印刷厂印刷

2006 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×230mm·12.25 印张·300 千字

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010)68326294

编辑热线:(010)88379037

封面无防伪标均为盗版

前言

武林竞技,想要取胜,或“一把枪舞得风雨不透”,或有独门绝技,三招之内,挑敌于马下。古有“锦囊妙计”,今有“锦囊妙解”辅导系列。继“锦囊妙解——中学生英语系列”、“锦囊妙解——中学生语文系列”之后,我们又隆重推出了“锦囊妙解——中学生数理化系列”。

这是一套充满智慧的系列丛书,能使你身怀绝技,轻松过关斩将,技增艺长。这更是一套充满谋略的系列丛书,能使你做到“风雨不透”,意外脱颖而出,圆名校梦。

这套丛书紧密结合教材内容,力求将教学需求和实际中高考要求完美结合。在体例设计、内容编排、方法运用、训练考查等方面都充分考虑各个年级学生的实际,由浅入深,循序渐进,稳步提高,并适度、前瞻性地把握中高考动态和趋向,在基础教学中渗透中高考意识。

本丛书作者均为多年在初中、高中一线教学的精英,每册都由有关专家最后审稿定稿。

这套丛书按中高考数、理、化必考的知识点分成三大系列:《不可不读的题》、《不可不知的素材》和《不可不做的实验》。从七年级到高考,并按数学、物理、化学分类,配套中学新课标教材,兼顾老教材,共有 36 册。

本丛书有如下特点:

1. 选材面广,知识点细,针对性强

在《不可不读的题》中,我们尽量选用当前的热点题,近几年各地的中高考题,并有自编的创新题。在《不可不知的素材》中,我们力求做到:知识面广、知识点细而全、知识网络清晰,并增加一些中高考的边缘知识和前瞻性知识。在《不可不做的实验》中,我们针对目前中学生实验水平低、实验技能差、实验知识缺乏的情况,结合课本教材的知识网络,详细而全面地介绍了实验。有实验目的、原理、步骤、仪器,实验现象、结论、问题探讨,并增加了实验的一般思路和方法。除介绍课本上的学生实验和教师的演示实验外,还增加了很多中高考中出现的课外实验和探究实验。

2. 指导到位

本丛书在指导学生处理好学习中的基础知识的掌握、解题能力的娴熟、实验能力的提高方面,有意想不到的功效。选择本丛书潜心修炼,定能助你考场上游



刃有余,一路顺风,高唱凯歌。

3. 目标明确

在强调学生分析问题和解决问题能力的同时,在习题、内容上严格对应中高考命题方式,充分体现最新中高考的考试大纲原则和命题趋势。

梦想与你同在,我们与你同行。我们期盼:静静的考场上,有你自信的身影。我们坚信:闪光的金榜上,有你灿烂的笑颜。

本丛书特邀江西师范大学附属中学高级教师、南昌市学科带头人万强华担任主编。本分册由付凤琳主编。

我们全体策编人员殷切期待广大读者对丛书提出宝贵意见。无边的学海仍然警示着我们:只有不懈努力,才会取得胜利,走向辉煌。

编者
2006年6月

目 录

前言

第一章 化学反应及其能量变化 1

第一节 氧化还原反应 1

第二节 离子反应 12

第三节 化学反应中的能量 变化 21

第二章 碱金属 30

第一节 钠 30

第二节 钠的化合物 35

第三节 碱金属元素 45

第三章 物质的量 52

第一节 物质的量 52

第二节 气体摩尔体积 61

第三节 物质的量浓度 69

第四章 卤素 79

第一节 氯气 79

第二节 卤族元素 85

第三节 物质的量在化学方程式 计算中的应用 92

第五章 物质结构 元素周期律 ... 97

第一节 原子结构 97

第二节 元素周期律 103

第三节 元素周期表 110

第四节 化学键 122

第六章 氧族元素 环境保护 132

第一节 氧族元素 132

第二节 二氧化硫 140

第三节 硫酸 147

第四节 环境保护 157

第七章 碳族元素 无机非金属

材料 166

第一节 碳族元素 166

第二节 硅和二氧化硅 175

第三节 无机非金属材料 181

第一章 化学反应及其能量变化

第一节 氧化还原反应

知识表解

反应物	反应中电子的得失	化合价的变化	反应中反应物自身的变化	反应物具有的性质	反应物具有的作用	反应后的生成物
氧化剂	得到电子	降低	还原反应	氧化性	氧化作用	还原产物
还原剂	失去电子	升高	氧化反应	还原性	还原作用	氧化产物

项目	内容
氧化还原反应的实质	电子转移(电子的得失或共用电子对的偏移)
氧化还原反应与四种基本反应类型的关系	化合反应、分解反应不一定是氧化还原反应,置换反应一定是氧化还原反应,复分解反应一定不是氧化还原反应
氧化还原反应中电子转移的表示方法	双线桥法:在化学方程式中表示原子或离子得失电子的结果,在线上标出得失电子的数目。一般失电子的一方写在上面,得电子的一方写在下面,一定要写出得失电子总数。箭头由反应物指向生成物,即氧化剂指向还原产物,还原剂指向氧化产物 单线桥法

知识与规律

1. 基本反应类型

反应类型	表达式	举例
化合反应	$A+B \longrightarrow AB$	$2Cu+O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CuO$
分解反应	$AB \longrightarrow A+B$	$2KClO_3 \xrightarrow[\Delta]{MnO_2} 2KCl+3O_2 \uparrow$
置换反应	$A+BC \longrightarrow AC+B$	$Fe+2HCl \longrightarrow FeCl_2+H_2 \uparrow$
复分解反应	$AB+CD \longrightarrow AD+CB$	$HCl+NaOH \longrightarrow NaCl+H_2O$

- 基本反应类型
- (1) 化合反应
 - ① 单质间的化合
 - ② 单质与化合物间的化合
 - ③ 化合物间的化合
 - (2) 分解反应
 - ① 分解产物均为化合物
 - ② 分解产物中至少有一种单质
 - (3) 置换反应 反应物与生成物中均有单质
 - (4) 复分解反应 反应物与生成物均为化合物

2. 元素的化合价

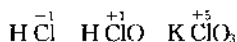
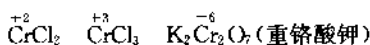
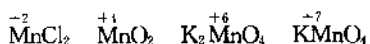
元素原子的最外电子层结构决定了原子间是按一定数目相互化合,元素的原子相互化合的数目叫这种元素的化合价。

(1) 化合物的规则:

- ① 单质中元素的化合价为 0。
- ② 在化合物中,各元素的正、负化合价的代数和为 0。

如原子团的化合价: NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- (亚硫酸氢根)、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 ClO_3^- (氯酸根)、 NH_4^+ (铵根)、 MnO_4^- (高锰酸根)、 PO_4^{3-} (磷酸根)。

中心元素的化合价:



(2) 化合价的本质:

离子化合物中,元素的化合价与在生成它们的反应中原子得、失电子数目及离子的电荷数在数值上相等,如 NaCl :

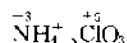
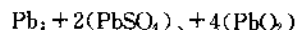
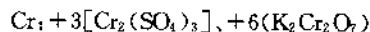
离子符号	原子得、失电子数	离子的电荷数	元素的化合价
Na^+	1(失)	1	+1
Cl^-	1(得)	1	-1

共价化合物中,元素的化合价与在生成它们的反应中共用电子对的偏向、偏离的对数在数值上相等。如 HCl 。

共用电子对偏向氯原子,氯元素化合价为-1价;共用电子对偏离氢原子,氢元素化合价为+1价。

(3) 常见元素的化合价:

元素	常规价	特殊价
H	+1	-1(NaH 、 CaH_2 等)
O	-2	-1(H_2O_2 、 Na_2O_2)
C	+2, +4	-4(CH_4)、-1(C_2H_2) -2(C_2H_4)……
N	-3(NH_3)、+2(NO)、 +4(NO_2)、+5(HNO_3)	-2(N_2H_4)、+1(N_2O)、 +3(NaNO_2)……
Fe	+2, +3	+ $\frac{8}{3}$ (Fe_3O_4)
Cu	+2	+1(Cu_2O 、 Cu_2S)
Cl	-1, +1, +3, +5, +7	+4(ClO_2)
S	-2, +4, +6	-1(FeS_2)、 +2($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)



(4) 化合价的有关规律:

① 金属元素一般没有负化合价,除零价键,只显正价,因为在反应中只能失去电子。

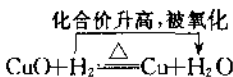
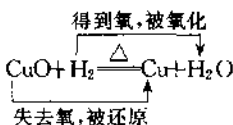
② 非金属元素(除氧、氟外)在反应中既可得到电子,亦可失去电子,故既可呈正价,也能显负价。

③ 氧、氟的非金属性很强,在反应中一般不失去电子,故一般没有正化合价。

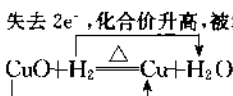
④ 显最高化合价的元素,在反应中只能得电子而不能失电子,故发生还原反应,在反应中化合价只能降低。相反,显最低化合价的元素,在反应中化合价只能升高。

3. 氧化还原反应的特征与本质

以 H_2 还原 CuO 为例



失去 $2e^-$, 化合价升高,被氧化



得到 $2e^-$, 化合价降低,被还原

(1) 比较:

	得氧和失氧观	化合价升降观	电子转移观
氧化反应	得氧的反应	化合价升高的反应	失电子(或电子对偏离)的反应
还原反应	失氧的反应	化合价降低的反应	得电子(或电子对偏向)的反应
氧化还原反应	有氧得失的反应	有化合价升降的反应	有电子转移(得失或偏移)的反应

(2) 氧化反应与还原反应同时发生,既对立又统一,在反应中化合价上升和下降总数相等,得到电子和失去电子总数相等。

(3) 特征(或判断依据):元素的化合价是

否发生变化。

(4)本质:有电子转移(得失或偏移)。

在 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{NaCl}$ 的反应中, Na 原子失去最外层的 1 个电子成为 Na^+ 而带正电, 化合价由 0 价升高到 +1 价, 被氧化; Cl 原子得到 1 个电子成为 Cl^- 而带负电, 化合价由 0 价降低到 -1 价, 被还原。生成的 NaCl 为离子化合物。

在 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ 的反应中, 电子转移过程中, H 原子未完全失去电子, 而 Cl 原子未完全得到电子, 它们之间只有共用电子对的偏移, 且共用电子对偏离 H 原子而偏向 Cl 原子, 使氢元素的化合价从 0 价升高到 +1 价, 被氧化; 氯元素的化合价从 0 价降低到 -1 价, 被还原。

(5)氧化还原反应与四种基本类型反应的关系:

- ①置换反应都是氧化还原反应。
- ②复分解反应都不是氧化还原反应。
- ③化合反应与分解反应部分是氧化还原反应, 其中有单质参加的化合反应与有单质生成的分解反应肯定是氧化还原反应。

4. 氧化还原反应中的有关概念

(1)两种反应物:

①氧化剂: 得电子的物质, 元素化合价降低, 有氧化性, 发生还原反应, 生成还原产物。

②还原剂: 失电子的物质, 元素化合价升高, 有还原性, 发生氧化反应, 生成氧化产物。

(2)两种产物:

①氧化产物: 含有化合价升高的元素组成的生成物。

②还原产物: 含有化合价降低的元素组成的生成物。

(3)两种性质:

氧化性: 得电子的性质, 氧化剂和氧化产物都有氧化性, 但氧化剂的氧化性比氧化产物的氧化性强。

还原性: 失电子的性质, 还原剂和还原产

物都有还原性, 但还原剂的还原性比还原产物的还原性强。

氧化性和还原性都是物质的化学属性, 是由物质的结构决定的。

(4)有关氧化还原反应的概念联系:

- ①氧化还原反应的特征;
- ②氧化还原反应的实质;
- ③反应物类别;
- ④反应物性质;
- ⑤反应过程;
- ⑥反应类型;
- ⑦反应产物。



5. 氧化还原反应的表示方法

(1)双线桥法:

①含义:

- a. 表示元素化合价的变化过程(写明化学价升、降)。
- b. 表示变价过程中的反应类型(氧化反应或还原反应)。
- c. 表示变化过程中电子的转移情况(标明“失去”或“得到”电子总数)。

②画法:

- a. 连接反应前后不同价态的同种元素。
- b. 线桥跨越等号。
- c. 得失电子数相等。

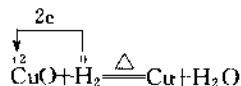
失去 $2e^-$ ，化合价升高，被氧化



得到 $2e^-$ ，化合价降低，被还原

(2) 单线桥法：在氧化剂和还原剂之间表示电子转移关系。在线上标出电子转移总数，箭头指出转移的方向。

单线桥法：

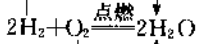


6. 氧化还原反应的类型

(1) 不同物质间的氧化还原反应：

① 全部氧化还原反应(变价元素的所有原子的价态发生变化)：

失去 $4e^-$ ，化合价升高，被氧化



得到 $2 \times 2e^-$ ，化合价降低，被还原



氧化剂： O_2 还原剂： H_2

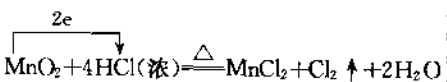
氧化产物和还原产物都为 H_2O

② 部分氧化还原反应(变价元素的原子只有部分价态发生变化)：

失去 $2e^-$ ，化合价升高，被氧化



得到 $2e^-$ ，化合价降低，被还原



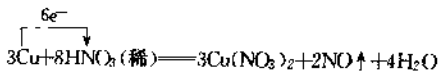
氧化剂： MnO_2 还原剂： HCl

氧化产物： Cl_2 还原产物： MnCl_2

失去 $3 \times 2e^-$ ，化合价升高，被氧化



得到 $2 \times 3e^-$ ，化合价降低，被还原



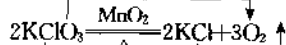
氧化剂： HNO_3 还原剂： Cu

氧化产物： $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 还原产物： NO

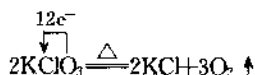
(2) 同一物质内不同元素间的氧化还原

反应：

失去 $6 \times 2e^-$ ，化合价升高，被氧化

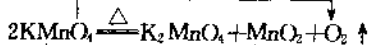


得到 $2 \times 6e^-$ ，化合价降低，被还原

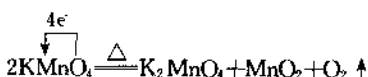


氧化剂和还原剂均为 KClO_3 ，氧化产物为 O_2 ，还原产物为 KCl 。

失去 $2 \times 2e^-$ ，化合价升高，被氧化



得到 $(e^- + 3e^-)$ ，化合价降低，被还原

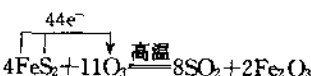
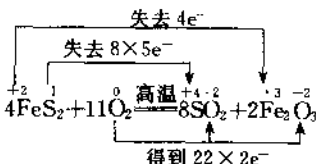


氧化剂和还原剂均为 KMnO_4 。

氧化产物为 O_2 ，还原产物为 K_2MnO_4 、 MnO_2 。

(3) 两种以上元素间的氧化还原反应：

① 一种元素氧化两种元素：

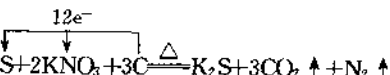
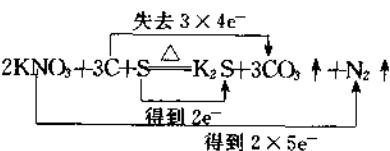


氧化剂： O_2 还原剂： FeS_2

氧化产物： Fe_2O_3 和 SO_2

还原产物： Fe_2O_3 和 SO_2

② 一种元素还原两种元素：

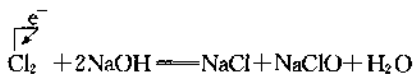
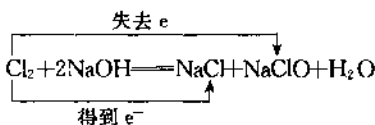


氧化剂： S 和 KNO_3 还原剂： C

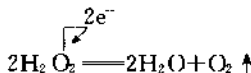
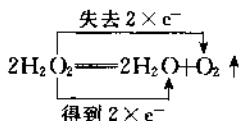
氧化产物： CO_2 还原产物： K_2S 和 N_2

(4) 同种元素间的氧化还原反应:

① 歧化反应: 同一物质中同种价态的同一元素的化合价部分升高、部分降低的反应。

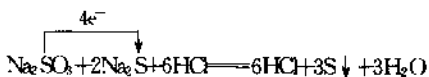
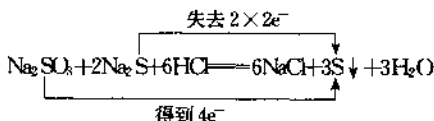


氧化剂和还原剂均为 Cl_2 , 氧化产物为 NaClO , 还原产物为 NaCl 。



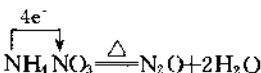
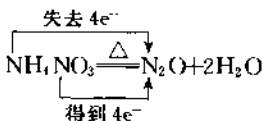
氧化剂和还原剂均为 H_2O_2 , 氧化产物为 O_2 , 还原产物为 H_2O 。

② 归中反应: 不同价态的同一元素都转化为同一化合价该元素的反应。



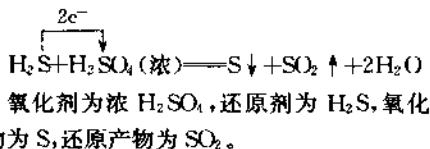
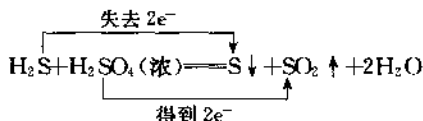
氧化剂: Na_2SO_3 还原剂: Na_2S

氧化产物和还原产物均为 S 。



氧化剂和还原剂均为 NH_4NO_3 , 氧化产物和还原产物均为 N_2O 。

③ 其他反应:



7. 常见物质氧化性、还原性的判断

(1) 判断原则:

① 元素处于最低价态时, 只有还原性, 如 $\overset{-2}{\text{S}}$ 、 $\overset{-1}{\text{Cl}}$ 、 $\overset{0}{\text{Na}}$ 、 $\overset{0}{\text{Mg}}$ 等。

② 元素处于最高价态时, 如 $\overset{+6}{\text{S}}$ 、 $\overset{+7}{\text{Fe}^{3+}}$ 、 $\overset{+1}{\text{Na}^+}$ 、 $\overset{+5}{\text{N}}$ 等。

③ 元素处于中间价态时, 既有氧化性, 又有还原性, 如 $\overset{0}{\text{S}}$ 、 $\overset{+4}{\text{S}}$ 、 $\overset{0}{\text{Cl}_2}$ 、 $\overset{+2}{\text{Fe}^{2+}}$ 、 $\overset{+4}{\text{MnO}_2}$ 等。

(2) 常见的氧化剂和还原剂:

① 氧化剂:

a. 活泼的非金属单质: Cl_2 、 Br_2 、 O_2 等。

b. 含高价金属离子的化合物: FeCl_3 、 AgNO_3 等。

c. 有较高化合价元素的化合物: HNO_3 、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 、 KMnO_4 、 MnO_2 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 PbO_2 等。

② 还原剂:

a. 金属单质: Na 、 Mg 、 Al 、 Fe 、 Cu 等。

b. 某些非金属: H_2 、 C 、 S 、 P 等。

c. 含低价金属离子的化合物: FeCl_2 、 SnCl_2 等。

d. 含有较低化合价元素的化合物: H_2S 、 Na_2S 、 HI 、 NH_3 、 CO 、 SO_2 、 Na_2SO_3 。

注意: 氧化剂和还原剂的确定是以实际反应为依据的, 是相对而言的。

对于处于中间化合价元素原子, 既可表现氧化性(作氧化剂)又可表现还原性(作还原剂), 但是多数反应中有一方面是主要的。如 Cl_2 、 Br_2 、 S 、 MnO_2 等通常以氧化性为主, CO 、 SO_2 、 Na_2SO_3 、 Fe^{2+} 、 C 等通常以还原性为主。

8. 氧化还原反应的规律及其应用

(1) 守恒律: 在一个氧化还原反应中, 化合价有升必有降, 电子有得必有失。氧化剂得到

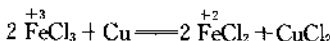
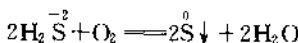
电子的数目等于还原剂失去电子的数目。或者说氧化剂化合价降低总数等于还原剂化合价升高总数。

根据这个规律,我们可以进行氧化还原反应方程式的配平以及有关氧化还原反应的计算。

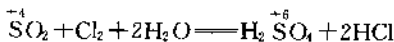
(2) 价态律: 元素处于最高价, 只有氧化性; 元素处于最低价, 只有还原性; 元素处于中间价态, 既有氧化性又有还原性, 但主要呈现一种性质。

① 邻位转化规律:

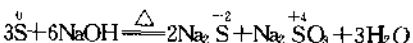
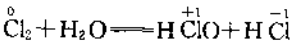
a. 元素处于最低(或最高)价态, 遇一般氧化剂(或还原剂)时转变至相邻的中间价态。如



b. 元素处于中间价态, 遇强氧化剂(或强还原剂)被氧化(或被还原)至相邻的高价态(或低价态)。如

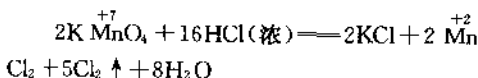
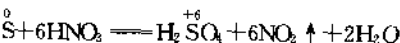


c. 元素化合价处于中间价态时可发生歧化反应。歧化反应一般发生邻位转化。如

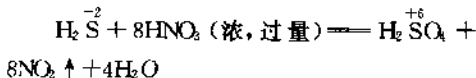
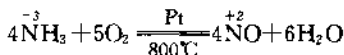
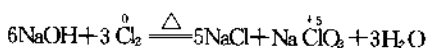


② 跳位转化规律:

a. 较低价态的还原剂遇强氧化剂或较高价态的氧化剂遇强还原剂时, 发生跳位转化。如



b. 当反应条件加剧(如升高温度或使用催化剂, 氧化剂的浓度加大或过量时等), 发生跳位转化。如

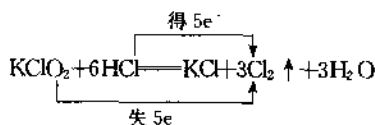


③ 互不换位规律:

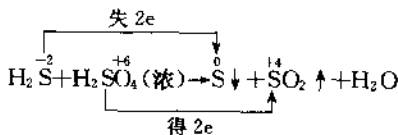
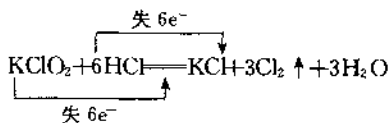
a. 同种元素相邻价态的粒子不发生氧化还原反应, 即不发生转化。如 S 与 H_2S 、 SO_2 与 H_2SO_4 , 均不能反应, 因此可以用浓 H_2SO_4 来干燥 SO_2 气体。

b. 价态归中。同一元素的高价化合物与低价化合物发生氧化还原反应, 即高价态 + 低价态 $\rightarrow$ 中间价态。也可归纳为: 两相靠, 不相交。

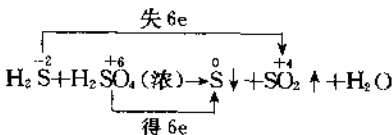
这个规律便于我们判断氧化产物和还原产物, 标明电子转移关系。例如



而不是



而不是



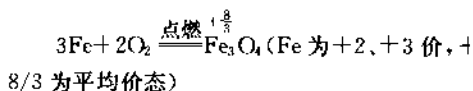
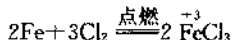
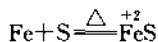
作用: a. 判断元素或物质氧化性的有无或可能, 但非难易。

b. 分析判断氧化还原反应中物质变化及推测变化产物。

(3) 强弱律: 较强氧化性的氧化剂跟较强还原性的还原剂反应, 生成较弱还原性的还原产物和较弱氧化性的氧化产物。

可判断氧化性的顺序为 $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ 。

③根据不同氧化剂(还原剂)与同一物质反应后还原剂中相关元素价态高低,如



故氧化性的顺序为 $\text{Cl}_2 > \text{O}_2 > \text{S}$ 。

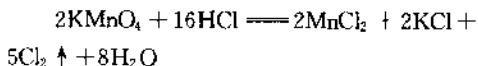
(4)同一元素化合价高的氧化性强 $\text{Fe}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$ 。

10. 反应条件对氧化还原反应的影响

(1)反应物浓度对氧化还原反应的影响。浓度大时氧化剂的氧化性强,还原剂的还原性也强,如 MnO_2 与浓盐酸反应才能生成 Cl_2 , 与稀盐酸不反应。

再如, Cu 跟浓 H_2SO_4 能发生氧化还原反应,而 Cu 跟稀 H_2SO_4 不反应。

(2)反应体系酸碱性的影响。一般酸性条件下,含氧酸盐的氧化性比在碱性和中性环境中强。如



NO_3^- 在酸性溶液中有强氧化性(实际是 HNO_3 的强氧化性);而中性和碱性溶液中 NO_3^- 几乎没有氧化性,如 NO_2^- 、 I^- 、 Na^+ 、 K^+ 可大量共存,但 NO_3^- 、 I^- 、 Na^+ 、 H^+ 则不能大量共存(HNO_3 将 I^- 氧化为 I_2)。另外, SO_3^{2-} 、 S^{2-} 可在中性和碱性溶液中大量共存,不能发生氧化。

还原反应,但当向溶液中加入稀 H_2SO_4 后,很快产生淡黄色沉淀,即 $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)温度对氧化还原反应的影响。温度越高,则氧化剂的氧化性越强;还原剂的还原性也越强。因此许多氧化还原反应的发生条件

是需要加热,因这样可以增强反应物的氧化性与还原性。如 CuO 与 H_2 反应需加热,因温度高时, CuO 的氧化性增强, H_2 的还原性增强,容易反应,另外升高温度可以加快化学反应速率。又如 CO 、 C 还原某些金属氧化物均需加热,道理亦如此。

11. 学习氧化还原反应的要点归纳

(1)在氧化还原反应中,物质所含元素化合价升高(意味着失电子或电子对偏离),就是发生了氧化反应(或被氧化),此物质是还原剂,具有还原性。物质所含元素化合价降低(意味着得电子或电子对偏向),就是发生了还原反应(或被还原),此物质是氧化剂,具有氧化性。可概括为

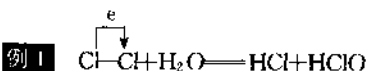
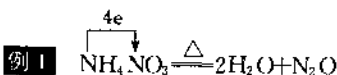
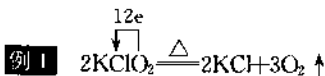
升—失—氧—还

降—得—还—氧

(2)物质中所含元素的化合价处于最高价态时只有氧化性,处于最低价态时只有还原性,处于中间价态时,既有氧化性、又有还原性。可概括为:高价氧化低价还,中间价态两相兼。

(3)元素化合价升高的总数(即失电子总数)与元素化合价降低的总数(即得电子总数)一定相等,也称电子得失守恒规律。

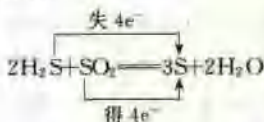
(4)在歧化反应中,指的是同一物质的分子中同一价态的同一元素间发生的氧化还原反应。如



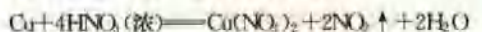
同一价态的元素在发生氧化还原反应过程中发生了化合价变化上的分歧,有些升高,有些降低。故例 3 属于歧化反应;但例 2 不属于歧化反应,因为这种自身氧化还原反应,电子的转移虽发生在同种元素之间,但并不发生

在同一价态的同种元素之间。

(5)在归中反应中,含同种元素的不同价态的物质间发生氧化还原反应时,该元素价态的变化一定遵循“高价+低价→中间价态”的规律。如

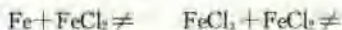


(6)物质氧化性或还原性的强弱,均指其得失电子的能力,并不是得失电子的数目。例如浓、稀 HNO_3 分别与 Cu 反应

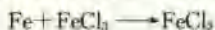


浓酸反应时 $\overset{+5}{\text{N}} \rightarrow \overset{+4}{\text{N}}$ 接受 1 个电子,稀酸反应时 $\overset{+5}{\text{N}} \rightarrow \overset{+2}{\text{N}}$ 接受 3 个电子,若从得失电子数看,就会错误地认为稀酸的氧化性强,其实是浓酸的氧化性强。

(7)同种元素的相邻价态微粒间不发生氧化还原反应。如



同种元素间隔中间价态,高价态微粒与低价态微粒间可发生氧化还原反应。如



(8)同种元素的不同价态之间的氧化还原反应,价态的变化“只靠拢,不相交”。

身边的化学

生活中的氧化还原反应

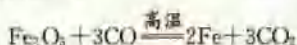
氧化还原反应是一类重要的化学反应。它在工农业生产、科学技术以及日常生活中有着广泛的应用。

我们所接触的各种各样的金属,绝大多数

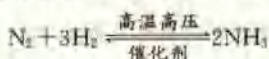
都是通过氧化还原反应从矿石中提炼而得到的。制造活泼的金属通常用电解的方法,如制单质铝,是将铝土矿(主要成分是 Al_2O_3)经过除去其他杂质(如 SiO_2 、 Fe_2O_3)后,再将其熔融电解即可制得



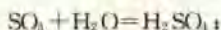
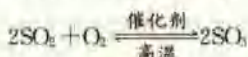
制造其他黑色金属(如铁)常采用高温还原的方法,即



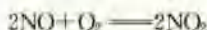
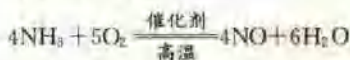
制贵重的金属(如金)常用湿法还原等,很多重要的化工产品的制造,如合成氨



接触法制硫酸



氨催化法制硝酸



主要反应也是氧化还原反应。石油化工里的催化去氢、催化加氢、链烃氧化制羧酸($2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{H}_2\text{O}$)、环氧树脂的合成等也都是氧化还原反应。

在农业生产中,植物的光合作用、呼吸作用是复杂的氧化还原反应。施入土壤里的肥料的变化,如铵态氮肥转化为硝态氮, SCN^- 转变为 H_2S 等,虽然需要有细菌作用,但其实质仍是氧化还原反应。土壤里的铁或锰的氧化态的变化直接影响作物的营养,晒田和灌田主要是为了控制土壤里的氧化还原反应的进行。

我们日常生活用到的干电池,汽车上用的



蓄电池及空间技术上用的高能电池在工作时都发生氧化还原反应,否则就不能将化学能转变为电能,或将电能转变为化学能。

人和动物的呼吸,把葡萄糖转变为 CO_2 和 H_2O ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$),通过呼吸把储存在食物分子内的能量转化为存在于三磷酸腺苷(ATP)的高能磷酸键的化学能,这种化学能可供给人和动物进行活动、维持体温、合成代谢、细胞的主动运输等。煤、石油、天然气等燃料的燃烧为人们生产和生活提供必需的大量的能。这些都离不开氧化还原反应。

但是,并不是所有的氧化还原反应都能用来造福人类,有些氧化还原反应会给人类带来危害,如食品的腐败变质、森林火灾、橡胶的老化、易燃物的自然、钢铁的锈蚀等。我们应该利用化学知识来防止这类氧化还原反应的发生或减慢其进程,如橡胶的硫化、将钢铁变成合金或在其表面镀上一层耐腐蚀的金属或喷漆等。

联系生活应用题

例 1 阅读材料:

现代生活中,人们越来越注意到微量元素的摄入。对人体健康与发育有着至关重要作用的碘元素,也是一种微量元素,碘有极其重要的生理作用,人体中的碘主要存在于甲状腺内,甲状腺激素是一种含碘的氨基酸,它具有促进体内物质和能量的代谢、促进身体生长发育、提高神经系统的兴奋性等生理功能,若缺少碘元素,会造成幼儿痴呆、发育不良、大脖子病等,给人类的智力与健康带来极大的损害。

人体一般每日摄取 $0.1 \sim 0.2 \text{ mg}$ 的碘就可以满足需要,正常情况下,人们通过食物、海产品以及食碘食盐及其他含碘食品,即可摄入所需的微量碘。值得注意的是,人体摄入过多的碘也是有害的,不能认为高碘食物吃将越多

越好。

思考:(1)现代健康生活掀起的“绿色植物”热潮中,海带、紫菜等海藻类越来越受到人们的青睐,原因是什么?从海藻灰中提取碘通常通入一定量的 Cl_2 ,然后用升华的方法将置换出的碘提纯,有关的离子方程式是什么?

(2)居民食用盐中一般加入一定量的碘酸钾,而不加入碘化钾,其可能的原因是什么?

(3)碘化钾与酸性 KMnO_4 溶液混合后, KMnO_4 溶液紫红色会褪去,①写出有关的化学方程式;②若是通过海藻灰提取碘时,会生成少量的 ICl 和 IBr 在碘的碘液中,可以加入下列_____试剂,使其中的碘完全游离出来,写出有关化学方程式。

- A. CaO B. KMnO_4 C. KI
D. H_2O E. 酒精

解析 (3)①碘化钾与酸性 KMnO_4 溶液混合后, KMnO_4 溶液紫红色全褪去,说明 MnO_4^- 被还原,一般在酸性条件下还原成 Mn^{2+} ,而碘化钾中碘元素被氧化为 I_2 ,化学方程式为 $10\text{KI} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} = 5\text{I}_2 + 2\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

②要使 $\text{I}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{I}_2$ 发生必须加入具有还原性的 I^- 。

答案 (1)因为海藻中含有丰富的碘元素,离子方程式为 $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$ 。

(2)①碘化钾口感苦涩;②碘化钾易被氧化成碘单质,食用时遇到淀粉类食物会使食物的颜色变蓝变暗。

(3)① $10\text{KI} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{I}_2 + 2\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

②C 化学方程式为 $\text{IBr} + \text{KI} = \text{KBr} + \text{I}_2$; $\text{ICl} + \text{KI} = \text{KCl} + \text{I}_2$ 。

例 2 维生素 C 俗称抗坏血酸,常用于防治坏血病造成的血管破裂出血。为了解维生

素C的化学性质,我们将6片维生素C压碎,溶于10mL水中,然后过滤,取几毫升滤液,做下列几个实验:

(1)将滤液滴到蓝色石蕊试纸上,试纸呈红色;再用pH试纸测得维生素C溶液的pH在1~2之间。说明维生素C具有_____性。

(2)在 CuSO_4 溶液中加入滤液并加热煮沸,发现有红色的铜析出。从氧化还原的角度说明维生素C具有_____性。

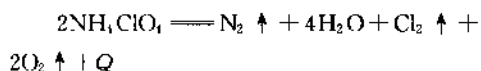
(3)把滤液加热煮沸5~10s,再重复做上述两个实验,发现维生素C的性质与未加热时的性质一样,即在100℃以下不会发生分解。这说明维生素C的性质比较_____。

解析 (1)pH____,并且滤液滴在蓝色石蕊试纸上溶液变红,说明溶液呈酸性。

(2) $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}$, Cu元素的化合价降低,被还原了,说明维生素C具有还原性。

答案 (1)酸性 (2)还原性 (3)稳定

例1 (2002上海综合)航天飞机用铝粉与高氯酸铵(NH_4ClO_4)的混合物为固体燃料,点燃时铝粉氧化放热引发高氯酸铵分解,其方程式可表示为



下列对此反应的叙述错误的是 ()

- A. 上述反应属于分解反应
- B. 上述反应瞬间产生大量高温气体,推动航天飞机飞行
- C. 反应从能量变化上说,主要是化学能转变为热能和动能
- D. 在反应中高氯酸铵只起氧化剂作用

解答 铝粉燃烧放出大量的热生成 Al_2O_3 ,放出的热引发 NH_4ClO_4 的分解,一则又放出大量热,二则产生了大量气体推动飞机飞行,化学能转变成了热能和动能。在

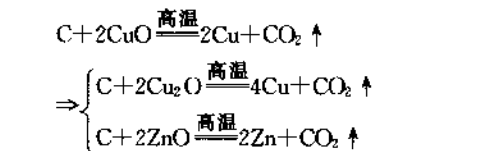
NH_4ClO_4 的分解反应中,氮从-3价变到0价,被氧化,氯从+7价变到0价,被还原,氧从-2价部分变到0价,被氧化。故 NH_4ClO_4 既作氧化剂,又作还原剂。故选D。

例2 2004年12月6日,价值100万元的“元亨利贞”仿古方孔金钱首次在长安俱乐部亮相。现有资料显示,这是目前世界上最大的方孔金钱,已准备申报吉尼斯世界纪录。此仿古方孔金钱由纯度为99.9%的黄金铸造而成,直径为180mm,方孔为50mm×50mm,质量达10kg,可谓稀世之宝。

(1)我国古代曾把这类金钱作为一种货币进行流通。据记载,我国古人还会人造黄金,即“药金”,此物貌似金子,而其价值却远低于金子,曾被作为一种穷人饰品而深受欢迎。它的冶炼方法是将 ZnCO_3 、赤铜(Cu_2O)、木炭混合加热至800℃,得到金光闪闪的“药金”,则“药金”的主要成分是_____,有关化学方程式为:_____。

(2)用“药金”制造金元宝欺骗人的事件在古代屡有发生,当今也有一些非法珠宝商坑害买者。为此,在购买“金”饰时能既简单又有效地辨其真伪的方法是_____或_____。

解析 解答本题的思路可由旧知识迁移应用于新知识,表示为 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow \Rightarrow \text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$



答案 (1)铜锌合金 $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{C} + 2\text{Cu}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{C} + 2\text{ZnO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Zn} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2)测定密度 放入盐酸中[或将“金饰”放入 AgNO_3 溶液或 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中]