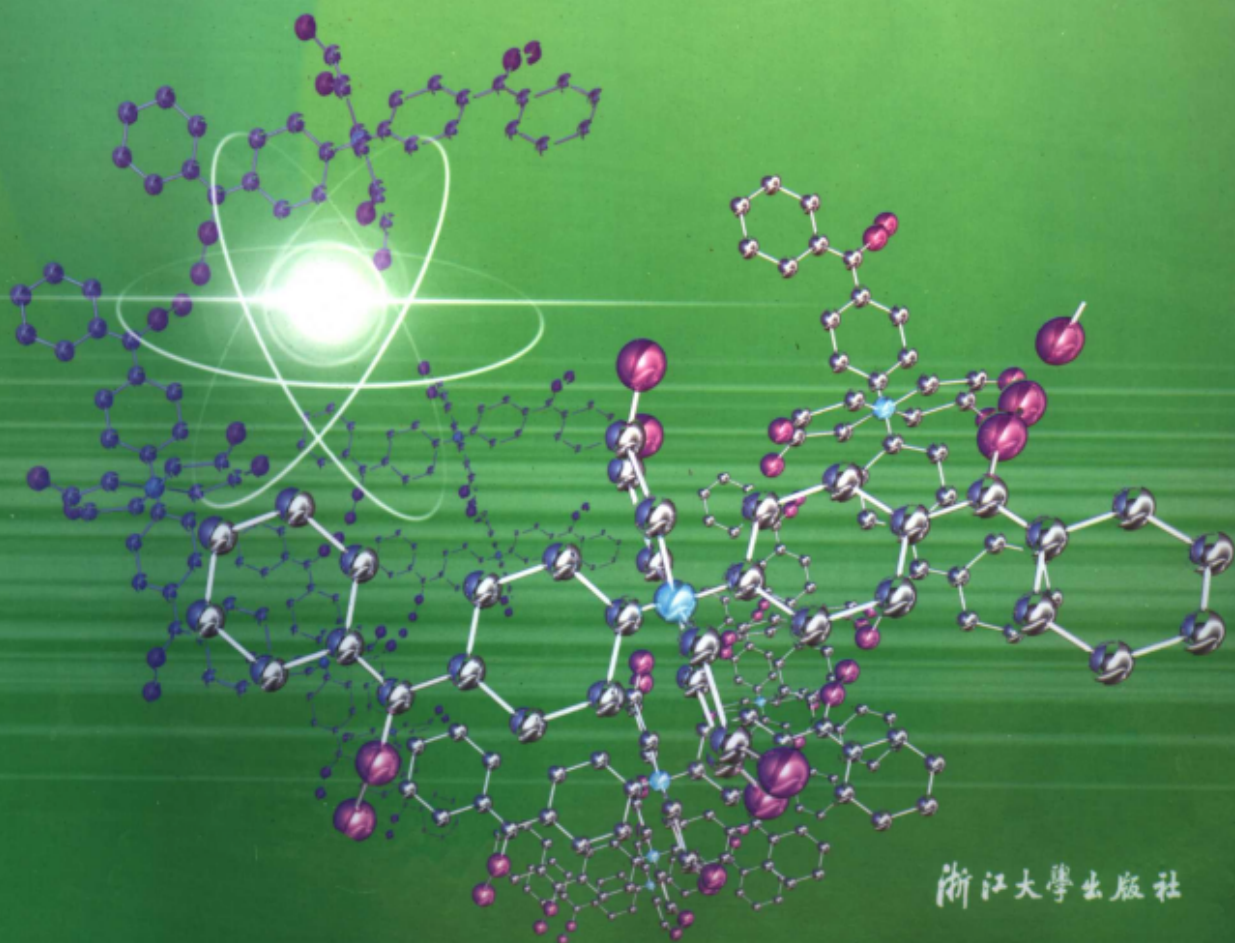




高中化学竞赛 实战演练

高一分册

主 编 林肃浩



浙江大學出版社



高中学科竞赛实战演练丛书

高中数学竞赛实战演练 (高一分册)

高中数学竞赛实战演练 (高二分册)

高中数学竞赛实战演练 (综合分册)

高中化学竞赛实战演练 (高一分册)

高中化学竞赛实战演练 (高二分册)

高中物理竞赛实战演练 (高一分册)

高中物理竞赛实战演练 (高二分册)

ISBN 7-308-04279-0



9 787308 042796 >

ISBN 7-308-04279-0/G · 899

定价: 18.00 元

高中化学竞赛实战演练

(高一分册)

主编 林肃浩

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中化学竞赛实战演练. 高一分册 / 林肃浩主编.
—杭州: 浙江大学出版社, 2005.8
ISBN 7-308-04279-0

I. 高... II. 林... III. 化学课—高中—习题
IV. G634.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 066182 号

出版发行 浙江大学出版社
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)
(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 徐素君

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 350 千字

版 次 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-308-04279-0 /G·899

定 价 18.00 元

前言

每年的全国高中化学竞赛和省级高中化学竞赛的开展,使中学生扩大了化学视野,加深了对化学的认识,了解了化学对科学技术、社会发展和人民生活的意义,激发了学习和探究化学的兴趣,使一大批学有余力的中学生脱颖而出。同时,竞赛也促进了中学教学的改革,对培养学生的创新意识和实践能力、提高学生的科学素养起到了积极的作用。为了适应新的教学改革,更好地开展课外化学兴趣小组活动,为师生提供一本与教材同步的化学竞赛辅导用书,我们依据新的课程标准和新的竞赛大纲,着眼高考,面向竞赛,编写了《高中化学竞赛实战演练》高一分册和高二分册两本书。

本书依据最新人教版高中化学教材的编排顺序,同时又兼顾竞赛大纲的要求,将部分章节内容做了适当的调整,使竞赛辅导与训练既是课堂教学的巩固和延伸,又有利于中学生参加高考和竞赛。

在各种试题评析中,渗透解题灵感,引导和开发学生的创造性思维,建立知识和思维的新构架,体现创新性、灵活性、综合性的竞赛理念,为学生潜能的开发营造一个无限的空间,对学生今后备战高考和竞赛都有帮助。

本书特色体现在以下栏目:

【竞赛知识拓展】 简要总结本章节的重点知识,点拨难点知识;重点编写与竞赛有关的中学内容的自然生长点的拓展与延伸;全面介绍竞赛的知识和要求。内容讲解详细、全面、透彻,使学生夯实基础,积累知识,全面提高。

【竞赛试题评析】 对一些具有典型性、新颖性的高考题和竞赛题进行了剖析。“解析”栏目重在分析思路,“反思”栏目重在点出本质和关键所在,并归纳同一类型题目的一般解法。追踪最新竞赛动态,将竞赛中常用的科学方法、思维方法(如整体思维、类比思维、可逆思维、极端思维、猜想与假设、比较与分类、守恒法、等效法、模型法、数列法等)分散在各章节中,便于学生学会方法,举一反三。

【竞赛实战演练】 选编了一些具有典型性、新颖性、适用性、前瞻性和原创性的试题,使学生通过实战演练,开拓视野,培养能力,在竞赛中展示自己的风采。

竞赛演练习题分A级:高考水平的试题;B级:省、市高中化学竞赛试题和全国高中化学竞赛(省级)水平的试题。

本书是由具有丰富竞赛辅导经验的一线优秀教师——浙江省杭州市第二中学李蓉高级教师、林肃浩特级教师,浙江省鲁迅中学陈逸高级教师,浙江省杭州外国语学校胡列扬特级教师,浙江省台州中学林美凤特级教师,浙江省桐乡高级中学沈坤华高级教师,浙江省学军中学陈进前特级教师编写,全书由林肃浩老师统稿。本书习题由杭州市第二中学

高二化学兴趣小组学生、2004年全国化学竞赛(省级)一等奖获得者吴津、江一舟等同学进行了验算;浙江大学出版社徐素君老师为本书的出版做了大量细致的工作,在此向他们致谢。

由于时间紧迫,书中疏漏之处在所难免,谨请读者批评指正。

编者

2005年6月

目 录

第一章 化学反应	(1)
第一节 氧化还原反应	(1)
【竞赛知识拓展】	(1)
【竞赛试题评析】	(6)
【竞赛实战演练】	(11)
第二节 离子反应	(15)
【竞赛知识拓展】	(15)
【竞赛试题评析】	(19)
【竞赛实战演练】	(21)
第二章 碱金属	(28)
【竞赛知识拓展】	(28)
【竞赛试题评析】	(29)
【竞赛实战演练】	(37)
第三章 物质的量与反应能量	(45)
第一节 物质的量	(45)
【竞赛知识拓展】	(45)
【竞赛试题评析】	(46)
【竞赛实战演练】	(52)
第二节 化学反应与能量	(58)
【竞赛知识拓展】	(58)
【竞赛试题评析】	(59)
【竞赛实战演练】	(62)
第四章 卤 素	(68)
【竞赛知识拓展】	(68)
【竞赛试题评析】	(73)
【竞赛实战演练】	(79)
第五章 物质结构	(88)

第一节 原子结构	(88)
【竞赛知识拓展】	(88)
【竞赛试题评析】	(90)
【竞赛实战演练】	(91)
第二节 元素周期律与元素周期表	(93)
【竞赛知识拓展】	(93)
【竞赛试题评析】	(94)
【竞赛实战演练】	(96)
第三节 化学键与分子结构	(99)
【竞赛知识拓展】	(99)
【竞赛试题评析】	(103)
【竞赛实战演练】	(105)
第四节 极性分子与非极性分子	(108)
【竞赛知识拓展】	(108)
【竞赛试题评析】	(111)
【竞赛实战演练】	(113)
第五节 晶体结构	(117)
【竞赛知识拓展】	(117)
【竞赛试题评析】	(122)
【竞赛实战演练】	(125)
第六章 氧族元素 环境保护	(136)
【竞赛知识拓展】	(136)
【竞赛试题评析】	(144)
【竞赛实战演练】	(150)
第七章 碳族元素	(159)
【竞赛知识拓展】	(159)
【竞赛试题评析】	(167)
【竞赛实战演练】	(171)
第八章 氮族元素	(179)
【竞赛知识拓展】	(179)
【竞赛试题评析】	(189)
【竞赛实战演练】	(195)
答案与提示	(205)

第一章 化学反应

第一节 氧化还原反应

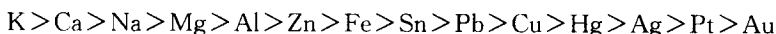
【竞赛知识拓展】

一、氧化还原反应的规律及其应用

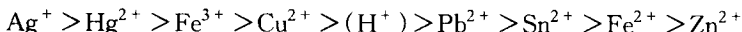
1. 氧化性、还原性强弱的判断

根据得失电子的难易程度来判断氧化性和还原性的相对强弱,而并非根据得失电子的多少来判断。

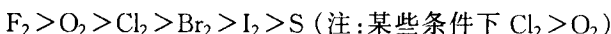
(1) 根据金属活动顺序表判断金属单质的还原性强弱顺序:



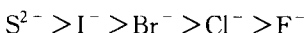
对应金属阳离子氧化性强弱顺序:



(2) 非金属单质的氧化性强弱顺序:



相应其阴离子的还原性强弱顺序:



(3) 根据氧化还原反应进行的难易程度、发生反应条件难易等进行判断。如氯气、硫分别跟铁反应: $2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_3$, $Fe + S \xrightarrow{\Delta} FeS$, 氯分子能把铁氧化成 +3 价态, 硫只能把铁氧化到 +2 价态, 所以可得出氧化性 $Cl_2 > S$ 。这里要注意的是, 氧化性的强弱是指氧化剂能使其他物质的化合价升高(或失去电子)的能力, 并不是指氧化剂本身被还原的程度, 同样还原性也是如此。例如, 浓硝酸、稀硝酸分别与铜反应时, 前者, $H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+4}{N}O_2$, 而后者 $H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{N}O$ 。后者被还原的程度大于前者, 但不能由此错误地认为, 稀硝酸的氧化性比浓硝酸强。事实上, 前者氧化铜的能力比后者强。

(4) 同一元素不同价态比较。最高价态只有氧化性, 最低价态只有还原性, 中间价态既有氧化性又有还原性。例如, H_2SO_4 中 +6 价硫只有氧化性, H_2S 中 -2 价硫只有还原性, 而 H_2SO_3 中 +4 价硫既有氧化性又有还原性。一般来说, 同一种变价元素的几种物质, 它们的氧化能力由高价到低价的顺序逐渐减弱。如氧化性: $Fe^{3+} > Fe^{2+}$; $K_2Cr_2O_7 > CrCl_3$ (但也有例外, 如氧化性顺序是 $HClO_4 < HClO_3 < HClO_2 < HClO$)。

(5)根据氧化还原反应方程式来判断.在同一化学反应中有“氧生还,还生氧,强强生弱弱”.

强氧化剂 + 强还原剂 = 弱氧化剂(氧化产物) + 弱还原剂(还原产物)

得出: 氧化性:氧化剂 > 氧化产物;还原性:还原剂 > 还原产物

(6)根据元素周期表中位置判断(详见教材第五章).

(7)外界因素对氧化剂氧化性、还原剂还原性的影响.

①浓度:增大氧化剂或还原剂浓度,其氧化性或还原性也增大.如浓 HNO_3 比稀 HNO_3 氧化性强.

②酸性:一般氧化物、含氧酸、含氧酸盐的氧化性随溶液酸性增大而增强.如 NO_3^- 离子在中性或碱性溶液中氧化性很弱,即使与 S^{2-} 、 I^- 、 Fe^{2+} 也能共存;若将溶液酸化后, NO_3^- 的氧化性明显增强,不能与上述离子共存.

③温度:升温一般有利于反应的进行.如热浓 H_2SO_4 氧化性比冷浓 H_2SO_4 氧化性强.

④催化剂:可以大大改变氧化还原反应的速率,有时也可影响反应的产物.



⑤产物:如反应产生沉淀、气体等,一般也有利于氧化还原反应进行.如:



2. 常见的氧化剂和还原剂

(1)常见的氧化剂.

①非金属单质;②具有最高或较高化合价的元素的化合物.

氧化剂	X_2	O_2	HNO_3	浓 H_2SO_4	$\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$	Fe^{3+}
还原产物举例	X^-	H_2O	NO 、 NO_2	SO_2	Mn^{2+}	Fe^{2+}

(2)常见的还原剂.

①金属单质和氢气;②具有最低或较低化合价的元素的化合物.

还原剂	M	H_2	CO	C	I^-	H_2S 、 S^{2-}	NH_3	HCl
氧化产物举例	M^{n+}	H_2O	CO_2	CO、 CO_2	I_2	S	N_2 、NO	Cl_2

(3)一些具有中间价态的化合物往往既有氧化性又有还原性,但在一般情况下主要表现某一方面性质,如:

	Fe^{2+}	SO_2 、 SO_3^{2-} 、 H_2SO_3	H_2O_2
氧化产物	Fe^{3+}	SO_3 、 SO_4^{2-} 、 H_2SO_4	O_2
还原产物	Fe	S	H_2O
表现性质	还原性	氧化性和还原性	氧化性

3. 电子守恒

氧化还原反应中化合价有升必有降,化合价升高总数等于化合价降低总数.电子有得必有失,反应中电子得到总数等于失去总数.有关电子守恒的规律有如下应用:

(1)求某一反应中被氧化与被还原的原子数之比,或氧化剂与还原剂分子数之比及氧化产物与还原产物分子数之比.

(2)配平氧化还原反应方程式.

(3)进行氧化还原反应的有关计算.

4. 氧化还原反应发生条件

氧化还原反应进行的方向是:较强氧化剂与较强还原剂反应,生成较弱氧化剂和较弱还原剂.满足该条件的反应可以发生,否则不能发生.

5. 氧化还原反应的规律

(1)强弱规律:某氧化剂氧化性越强,其还原产物还原性越弱.如氧化性 $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$,还原性 $F^- < Cl^- < Br^- < I^-$;某还原剂还原性越强,其氧化产物氧化性越弱.

(2)顺序规律:几种还原性物质遇同一氧化剂时,还原性强的先被氧化.例如:FeI₂ 溶液中通入氯气, I⁻ 先被氧化, Fe²⁺ 后被氧化; FeBr₂ 溶液中通入氯气时, Fe²⁺ 先被氧化, Br⁻ 后被氧化,因为还原性顺序是 $I^- > Fe^{2+} > Br^-$.

(3)转化规律:氧化还原反应中,以元素相邻价态间的转化最容易(如浓 H₂SO₄ 转化为 SO₂ 容易,浓 H₂SO₄ 转化为 H₂S 难);同种元素不同价态之间若发生反应,该元素的化合价变化规律是“只靠拢,不交叉”(如 $KClO_3 + 6HCl = KCl + 3Cl_2 \uparrow + 3H_2O$ 反应中, KClO₃ 中 +5 价氯元素不会转化为 KCl 中 -1 价氯元素,只能转化到 Cl₂ 中 0 价氯元素.事实上该反应是一个“归中反应”);同种元素,相邻价态间不发生氧化还原反应(如浓 H₂SO₄ 与 SO₂ 不会发生反应).

二、氧化还原反应的配平

1. 待定系数法

此法适合同种元素之间发生的较复杂的氧化还原反应.

(1)原理.待定系数法是一种数学方法,用它配平化学反应方程式的优点是:配平过程中既不涉及复杂氧化还原反应产物来自哪一种反应物,又不必写出变价元素的氧化数或半反应,它只需要使用质量守恒定律,根据方程式等号两端同种类原子数相等的关系列方程求解,从而得到正确的配平系数.

(2)方法.如果完全按照数学中的待定系数法设未知数求解比较麻烦.我们可以设某物质(可以是反应物,也可以是生成物)的系数为 1,该物质要能控制两种或两种以上的元素,其他与之无关的物质可设未知数解方程.解得的数值可能是整数,也可能是分数.若是分数,要将所得系数化简为整数.这样做可以简化解方程的步骤.如配平 $P_4O + Cl_2 \longrightarrow POCl_3 + P_2Cl_5$,其主要步骤如下:

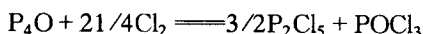
①将某一反应物化学计量数定为 1,其他物质的化学计量数分别用 $a, b, c, \dots$ 字母表示,待定的化学计量数的数目越少越好. $P_4O + aCl_2 \longrightarrow bP_2Cl_5 + (4-2b)POCl_3$

②据相等条件列出等式(在设定化学计量数时,已用过的条件不能再用),可得等式:

$$2a = 5b + (4-2b) \times 3 \text{ (Cl 原子总数相等)}$$

$$4-2b = 1 \text{ (O 原子总数相等)}$$

③由方程式解出待定化学计量数.解之得: $a = 21/4, b = 3/2$,原方程可写成:



④由方程式化学计量数化为最简单的整数比: $4\text{P}_4\text{O} + 21\text{Cl}_2 \longrightarrow 6\text{P}_2\text{Cl}_5 + 4\text{POCl}_3$

2. 化合价升降(最小公倍数)法

(1)配平的原理.还原剂升高的总价数等于氧化剂降低的总价数;方程式两边的各种元素的原子数必须相等;电荷守恒.

(2)配平步骤.第一步:确定标准物——首先配平的物质;观察被氧化、被还原的元素或原子是否全部被氧化或被还原来确定标准物的原则.“确定标准物的原则”是:若全部被氧化或还原,则选择氧化剂或还原剂作标准物.若发生部分变化,氧化剂部分被还原,则选择还原剂和还原产物作标准物;还原剂部分被氧化,则选择氧化剂和氧化产物作标准物.若是自身氧化还原反应,则选择氧化产物和还原产物作标准物.

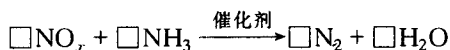
第二步:用“↑”、“↓”标明标准物一个分子化合价升降总数目.若一种物质中有多种元素化合价升降,则需要有整体观点.

第三步:十字交叉,确定标准物系数.

第四步:用观察法配平其他物质.

第五步:检查.

如配平下列氧化还原反应方程式:



配平步骤如下:①标出有关元素化合价的变化情况: $\overset{+2x}{\text{N}}\text{O}_x + \overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3 \longrightarrow \overset{0}{\text{N}}_2 + \text{H}_2\text{O}$

②根据确定标准物的原则,选择氧化剂和还原剂作标准物,计算还原剂化合价升高的值和氧化剂化合价降低的值,并利用最小公倍数法找出还原剂和氧化剂物质的系数.

还原剂 $\overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3 \longrightarrow \overset{0}{\text{N}}_2$, 化合价升高 $0 - (-3) = +3$, 可表示为“ $3\uparrow$ ”

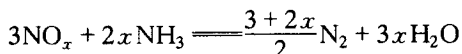
氧化剂 $\overset{+2x}{\text{N}}\text{O}_x \longrightarrow \overset{0}{\text{N}}_2$, 化合价降低 $0 - (+2x) = -2x$ 可表示为“ $2x\downarrow$ ”

依据还原剂化合价升高的总值=氧化剂化合价降低的总值原理可得其系数分别为:

$3\uparrow \times (2x) = 2x\downarrow \times 3$ [也可以用十字交叉确定标准物(氧化剂和还原剂)的系数]

③写出基本关系式: $3\text{NO}_x + 2x\text{NH}_3 \longrightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$

④用观察法配平其他物质.



整理:两边同乘以2,得 $6\text{NO}_x + 4x\text{NH}_3 \longrightarrow (3+2x)\text{N}_2 + 6x\text{H}_2\text{O}$

3. 离子-电子法

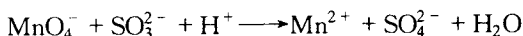
此法适合在不同介质中发生的较复杂的氧化还原反应,一般在化合物中元素的化合价(氧化数)比较难确定.具体方法是:

先将氧化还原反应方程式改写为半反应式并分别配平,然后将这些半反应式加合,消去半反应式中的电子即可.需要指出的是:如果半反应式中反应物和产物中氧原子数不同,可以依照反应是在酸性或碱性介质中进行的情况,在半反应式中加 H^+ 离子和 OH^- 离子,并利用水的电离平衡使两侧的氧原子数和电荷数均相等.即配平时要注意反应介质和方程式两端氢、氧原子数目,其方法总结如下:

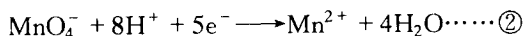
介质	多一个氧原子	少一个氧原子
酸性	$+ 2\text{H}^+ \xrightarrow{\text{结合氧原子}} \text{H}_2\text{O}$	$+ \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{提供氧原子}} 2\text{H}^+$
中性	$+ \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{结合氧原子}} 2\text{OH}^-$	$+ \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{提供氧原子}} 2\text{H}^+$
碱性	$+ \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{结合氧原子}} 2\text{OH}^-$	$+ 2\text{OH}^- \xrightarrow{\text{提供氧原子}} \text{H}_2\text{O}$

如: $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, 其配平步骤如下:

(1) 将反应物和生成物以离子形式写出.



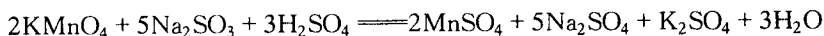
(2) 将氧化还原反应式分成两个半反应, 一是氧化反应, 二是还原反应.



(3) 根据氧化剂、还原剂得失电子相等的原则, 将两个半反应合并成一个配平的离子方程式: $\textcircled{1} \times 5 + \textcircled{2} \times 2$ 得:



(4) 将配平的离子方程式改写成化学方程式.



三、氧化还原反应方程式的分析和书写

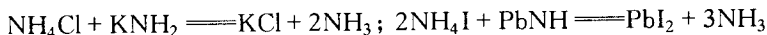
借助已学过的氧化还原反应知识正确推断出新的未学过的氧化还原反应方程式, 这是竞赛常见题型. 解题关键是掌握几种基本的分析和思考方法.

1. 类比法

在一些陌生的物质参加的氧化还原反应中, 对此类物质反应要与熟悉的物质和反应类型进行类比, 找出它们之间的联系和区别, 从反应的内涵和外延方面, 尤其是反应的实质上寻求突破口. 这就是运用类比思维方法书写反应方程式.

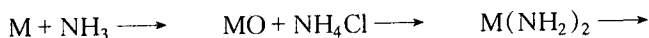
如: 从某些方面看, 氨和水相当, NH_4^+ 和 H_3O^+ (常简写为 H^+) 相当, NH_2^- 和 OH^- 相当, NH_2 (有时还包括 N^{3-}) 和 O^{2-} 相当.

(1) 已知在液氨中能发生下列两个反应:



请写出能在水溶液中发生的与上两个反应相当的反应方程式.

(2) 完成并配平下列反应方程式(M 为金属):



解题的关键在于对四个“相当”的理解, 其外延很广. 这就给人创设了一个必然去猜想的机制, 因而需认真地去推敲“相当”的内涵所在. 显然, 应该选择平时熟悉的氨和水、 NH_4^+ 和 H_3O^+ 作为剖析“相当”的突破口, 将陌生的事物用熟悉的事物作类比. 既然氨和水、 NH_4^+ 和 H_3O^+ 在某些方面相当, 因而某些时候是否可将其中一方当作另一方“看待”呢? 事实上, 从分子的角度看, 氨分子和水分子都是极性分子, 都能生成分子间氢键而易

于液化;而 NH_4^+ 和 H_3O^+ 都能与 OH^- 发生反应且生成氨和水,这就进一步证实了前面猜想的正确性.

由此可得与(1)中两个反应相当的反应方程式分别为:



应该说明的是,如果把原题中的两个方程式分别“看成”酸+碱 $\rightarrow$ 盐+水、酸+金属氧化物 $\rightarrow$ 盐+水,则能写出更多与之“相当”的反应方程式.

至于(2)中 $\text{M} + \text{NH}_3 \rightarrow$,则可看成金属和水的反应(这里还隐蔽着M是一种活泼金属的提示),可得反应方程式: $\text{M} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{M}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2 \uparrow$,而 $\text{MO} + \text{NH}_4\text{Cl}$ 可理解为金属氧化物与酸的反应,故可得反应方程式为: $\text{MO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{MCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$\text{M}(\text{NH}_2)_2 \xrightarrow{\Delta}$ 可理解为活泼金属的氢氧化物受热分解.其方程式为:

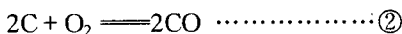
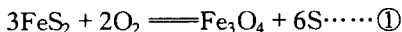


类比思维是十分重要的,近年来不少高考试题和化学竞赛试题的解决均采用这种思维方法.

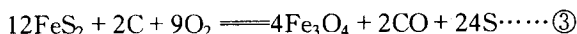
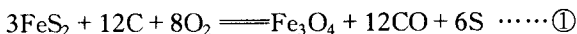
2. 分解法

有些复杂的氧化还原反应可以分解成几个中间过程,或拆合成几个简单的反应,然后再叠加或加合起来即可.如:工业上将硫铁矿和焦炭放在炼硫炉中锻烧生成硫磺、磁铁矿和一氧化碳,写出反应的方程式.

上述反应可以分解为两个过程:一是硫铁矿的锻烧(不过这里生成物不是二氧化硫而是硫磺),二是焦炭的不完全燃烧.即可拆成两个比较独立的且比较简单的氧化还原反应:



复杂氧化还原反应方程式出现多组系数的原因在于方程式中有两个或多个相对独立的氧化还原反应方程式,这些氧化还原反应方程式之间没有必然的联系,将它们乘以不同的因子并加合在一起,即出现多组系数的情况.例如:



上述反应都符合得失电子守恒、元素守恒、原子守恒,但最好还需满足电子转移总数为最小的原则,即上述②式为最佳.

【竞赛试题评析】

【例1】单质X和Y相互反应生成化合物 $\text{X}^{2+}\text{Y}^{2-}$.有下列叙述:①X被氧化;②X是氧化剂;③X具有氧化性;④XY既是氧化产物也是还原产物;⑤XY中的 Y^{2-} 具有还原性;⑥XY中 X^{2+} 具有氧化性;⑦Y的氧化性比XY中 X^{2+} 的氧化性强.以上叙述中正确的是 ()

A. ①④⑤⑥⑦

B. ①③④⑤

C. ②④⑤

D. ①②⑤⑥⑦

【解析】由 $\text{X} + \text{Y} = \text{X}^{2+}\text{Y}^{2-}$ 知:X化合价升高被氧化,是还原剂,具有还原性,XY

既是氧化产物也是还原产物,故①正确;②③错误;④正确.再从产物XY看,XY中的 Y^{2-} 有升高趋势,具有还原性; X^{2+} 有降低可能,具有氧化性.故⑤⑥正确.最后从氧化还原反应发生的方向判断⑦正确.

【答案】 A

【反思】 只有熟练掌握氧化还原反应概念之间的关系,做些基本题型,才能以不变应万变,慢慢发展到做高难度的竞赛题型,不可一步到位.

【例2】 已知锌与稀硝酸反应的化学方程式为:

$4Zn + 10HNO_3 = aZn(NO_3)_2 + bM + cH_2O$, 则 a, b, c, M 分别是 ()

A. 4、1、5、 N_2O

B. 4、2、4、 NO_2

C. 4、1、3、 NH_4NO_3

D. 4、3、5、 NO

【解析】 此题实质上是考查根据电子守恒推断氧化还原反应的产物,并配平反应方程式的应用.解题关键是抓住化学反应必须遵守的质量守恒、电子守恒原则.本题可分两种情况讨论:

(1) M 中氮元素全部被还原.由质量守恒知 $a = 4$ (Zn 原子守恒),故被还原氮原子为 $10 - 2 \times 4 = 2$ (个),设 M 中 N 化合价为 $+x$,由电子守恒有: $4 \times 2 = 2 \times (5 - n)$, $n = +1$, M 为 N_2O ,分别由 N、H 原子守恒知 $b = 1, c = 5$.

(2) M 中氮元素被部分还原,只可能是 NH_4NO_3 ,由于 $a = 4$ (Zn 原子守恒),此时只有 1 个氮原子被还原,由电子守恒: 4×2 (Zn 升价) $= 8 \times 1$ (N 降价),故 NH_4NO_3 符合题意.

【答案】 A、C

【反思】 给出反应物和一种化合价发生升降变化的生成物.对于这类试题只要紧紧抓住得失电子数相等即可得到答案.类似确定元素的化合价、确定物质的化学式等问题,应抓住得失电子相等的守恒规律.不过此题还要按全部或部分被还原进行讨论.

【例3】 将高锰酸钾溶液滴入 NaOH 溶液微热,得到透明的绿色溶液,可写出怎样的化学方程式?

【解析】 解此题最好先做实验,观察现象,取得经验.此题用现象——得到绿色透明溶液来暗示反应产物之一—— MnO_4^{2-} ,可见锰酸根呈绿色是本题的必备知识基础.锰酸根呈绿色在中学化学中是出现过的:初中化学中通过加热高锰酸钾固体制取氧气,产物之一是锰酸根,若读者确实做过该实验,实验后洗涤试管时可看到溶解锰酸根的洗涤水呈绿色.当然,这只是化学课程中的一个细节,读者不一定记得住.但此题可以考查读者是否做过实验,对实验中发生的现象是否注意.作为一个优秀中学生,应该有做实验并对实验中出现的未知现象十分好奇并通过询问留下深刻印象的素质.在此基础上,我们就必然要问:还原高锰酸根的还原剂是什么?从溶液的组成看,除了 O^{2-} 别无他物.又根据基本知识可以得知, O^{2-} 在反应中将被高锰酸根氧化,氧化产物除氧气外别无他物(为什么不会是过氧化氢?).因此可以写出: $4MnO_4^- + 2O^{2-} = 4MnO_4^{2-} + O_2 \uparrow$.

考虑到 O^{2-} 在水中不能大量存在,应改写为 OH^- 或 H_2O ,由于该反应是在碱性溶液里发生的,若反应物为水,产物中将出现 H^+ ,与碱性溶液矛盾,因此只能取反应物为 OH^- . $4MnO_4^- + 4OH^- = 4MnO_4^{2-} + 2H_2O + O_2 \uparrow$.

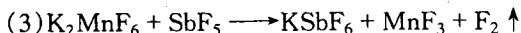
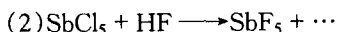
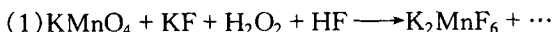
又需指出,通常这类反应写成离子方程式较好,除非试题特别注明需要写化学方程

式.若此式写化学方程式,将麻烦得多,因为加入溶液的是氢氧化钠不是氢氧化钾.

【答案】 $4\text{KMnO}_4 + 4\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{Na}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

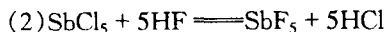
【反思】 化学竞赛中氧化还原反应给出的反应物和生成物常常不完整(就是通常所说“缺胳膊断腿”),要求应试人利用试题的信息和中学化学里学到的元素化合物知识或实验现象“填空补缺”.因此,必须熟练地掌握中学化学学过的元素化合物的基础知识和有关氧化还原的基本概念及概念体系,才能够灵活应用中学化学知识,理解试题给出的信息,予以快速解答.此题“填空补缺”特别需要灵活应用典型的实验现象.若不知道绿色物质是锰酸根,又不知道如何根据溶液的组成寻找还原剂,此题将得不到解决.

【例 4】 虽然氟元素早在 1810 年就被发现,但 170 多年来化学家试图用化学方法制取氟单质的尝试一直未获成功.直到 1986 年,化学家 Karl Christe 首次用化学方法制得了 F_2 . 他提出的三步反应如下,试将它们完成并配平:



【解析】 本题主要考查化学方程式的缺项配平.方程式(1)中 Mn、F 元素化合价发生变化,应为氧化还原反应,再根据 H_2O_2 的特点,当 H_2O_2 遇到强氧化剂时,作还原剂, H_2O_2 被氧化为 O_2 (H_2O_2 中氧化数由 -1 升高为 0); 当 H_2O_2 遇到强还原剂时,作氧化剂, H_2O_2 被还原成 H_2O (其中 H_2O_2 中氧由 -1 下降为 -2). 从(1)中看出, KMnO_4 为强氧化剂,因此 H_2O_2 作还原剂, H_2O_2 中氧元素氧化数升高; 方程式(2)各元素的化合价没有发生变化,从生成物之一看应为复分解反应; 方程式(3)考查氧化还原方程式配平,比较简单.

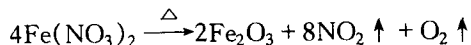
【答案】 (1) $2\text{KMnO}_4 + 2\text{KF} + 10\text{HF} + 3\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{K}_2\text{MnF}_6 + 3\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$



【反思】 此题也是“缺胳膊断腿”型氧化还原反应,先用氧化还原反应知识填空缺项,然后配平.运用各种方法配平化学反应方程式,是高中学生的一项技能.不仅高考、竞赛需要,而且可作为学生学习化学的必备素质,须熟练掌握.

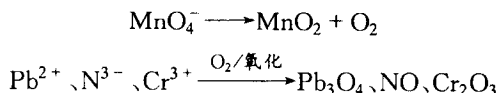
【例 5】 某一反应体系中共有 Pb_3O_4 、 NO 、 MnO_2 、 Cr_2O_3 、 $\text{Cr}(\text{MnO}_4)_2$ 和 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ (名称叠氮化铅,其中 Pb 为 +2 价)六种物质,已知 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ 是反应物之一.根据你学过的有关化学定律和知识,试写出并配平这个反应的化学方程式.

【解析】 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ 是反应物,此物质铅和氮为低价态的 Pb^{2+} 、 N_3^- (叠氮离子),则具有还原性,它们在产物中以 Pb_3O_4 (可看成 $\text{PbO}_2 \cdot 2\text{PbO}$)、 NO 存在,这就证明了 Pb^{2+} 、 N_3^- 在反应中作还原剂,则必存在氧化剂与之反应.考查其余几种物质, $\text{Cr}(\text{MnO}_4)_2$ 最有可能作为反应物.因 MnO_4^- (受热时)具有强氧化性,锰处于高价态(+7)被还原为低价(+4)生成 MnO_2 ,因而 MnO_2 作为产物理所当然.值得提及的是 $\text{Cr}(\text{MnO}_4)_2$ 中 +2 价铬处于低价态,也同时被 MnO_4^- 氧化为稳定的 Cr_2O_3 . 这一点,我们从熟知的反应受到启发:



因此,一个看来十分复杂的反应,我们可以分解为若干中间状态,本题回过头去看,分

析与类比按下列方式进行:



运用氧化数法或观察与待定系数法配平该反应的化学方程式.



【反思】 此题具有较高的综合性、开放性和探究性,需熟练掌握分析和书写氧化还原反应的基本方法的基础上,运用多种思维方法,把一个复杂反应分解成几个中间过程或状态,然后再整合.“他山之石,可以攻玉”,每一个有志于参赛者通过此题训练,竞赛素质将获得很大提高.

【例 6】 试回答下列问题:

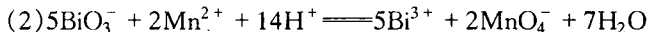
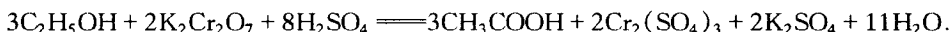
(1)重铬酸钾是一种强氧化剂,用它可以装配检验司机是否酒后违章开车的装置(用 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 表示酒精成分).请简述检测方法的设想和现象,写出反应的化学方程式[提示:假设酒精被重铬酸钾氧化成 CH_3COOH ,重铬酸钾被还原成硫酸铬 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$].

(2) NaBiO_3 是强氧化剂,在硫酸溶液中,可将 Mn^{2+} 氧化为 $\text{Mn}(\text{VII})$ (提示为 MnO_4^-),自身被还原成 $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$,请写出离子方程式.介质可否用盐酸?为什么?

(3)白磷有剧毒,但可以用硫酸铜溶液解毒.白磷(以 P_4 表示)在 CuSO_4 溶液中能发生歧化反应,主要产物有 Cu_3P 、 H_3PO_4 等,请写出反应的化学方程式,注明电子得失情况.

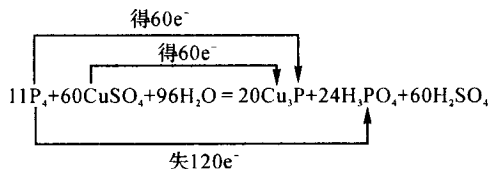
【解析】 此题实际上是考查氧化还原反应知识的应用,既有氧化还原反应的概念,又有氧化还原反应的配平技能要求.对于(1)的配平,关键是搞清两个有机物($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 CH_3COOH)中 C 的化合价.可采用上述介绍的“等价处理法”进行配平. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 CH_3COOH 可分别写成 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$,则两者中 H、O 化合价不变,而 C 的化合价分别为 -2、0 价. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中的 Cr 元素为 +6 价,被降低成硫酸铬中的 Cr 元素为 +3 价.然后利用氧化还原反应配平的方法进行配平即可.重铬酸钾和硫酸铬的颜色不一样,设计实验也是以此作为考虑的切入点,用洗气瓶即可达到上述要求.同理(2)、(3)也是氧化还原反应的配平.

【答案】 (1)设计一个洗气瓶,瓶中盛酸性重铬酸钾溶液,让被测者向其中吹气.如酒后开车的人,呼出的气体中有酒精,于是使溶液有变化(从橙红色转化为紫蓝色).



介质不能用盐酸,因 Cl^- 可被 BiO_3^- 和 MnO_4^- 氧化.

(3)



【反思】 日常生活中涉及很多氧化还原反应的知识,如食物在人体中被消化,以提供生命活动所需要的营养和能量;又如电镀、金属冶炼、金属的防腐、酿酒、电池等.我们要应