



联合重点中学的一线教师 打造名门教辅的优质品牌

清华大学

高中总复习

MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN

名门基训

MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN

整合教材

优化复习

同步教学

紧扣大纲

化学

内蒙古科学技术出版社



联合重点中学的一线教师 打造名门教辅的优质品牌

清华大学

高中总复习

MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN

名门基训

MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN-MINGMENJIXUN

化学

主 编 宋国华 张菊梅
副主编 王化欣 赵文华
编 委 周天雨 冯亭微 温福生 孟繁中

内蒙古科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中总复习名门基训. 化学/宋国华主编. —赤峰:内蒙古科学技术出版社, 2009. 5

ISBN 978-7-5380-1789-2

I. 高… II. 宋… III. 化学课—高中—升学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 070176 号

出版发行:内蒙古科学技术出版社

地 址:赤峰市红山区哈达街南一段 4 号

电 话:(0476)8224848 8231924

邮 编:024000

邮购电话:(0476)8231843

出 版 人:额敦桑布

责任编辑:萨日娜

封面设计:东方黑马

印 刷:三河市华晨印务有限公司

字 数:600 千字

开 本:880×1230 1/16

印 张:16.5

版 次:2009 年 5 月第 1 版

印 次:2009 年 5 月第 1 次印刷

定 价:210.20 元(总)

栏目说明

选择名门 成就梦想

科学备考1+1 化学

为方便广大教师与考生的使用，本书将单元综合测试部分单独成册，单元测试完全按照一轮模拟试卷的形式设计题量，同时留出了合适的答题空间，并以8K活页的形式出现，与全书相得益彰。一书一卷、书卷结合、形式灵活、方便实用。

1书：全程复习讲解训练（16K） 1卷：一轮单元综合测试（8K）

整体设计与栏目导读

1

知识梳理

明确考点概念
梳理应试思路

打通学科知识通道
明确高考复习方向

2

疑难突破

解决疑点难点
预测最新考势

排疑解难指点迷津
直击考点明确目标

3

典例剖析

精析经典考题
知识拓展迁移

解剖高考命题技巧
掌握高考命题规律

4

训练提升

精编随堂测试
限时能力提升

学以致用夯实基础
训练思维举一反三

5

活页测试

精编细选综合试题
优化设计模拟测试

全面检测综合能力
着力提升应试技巧

《名门基训 高中总复习》（含一轮复习单元8K活页卷）是北京名门教育研究所组织全国一线教师共同研发的高中总复习精品系列丛书。本书自2004年问世以来，一直受到广大高考师生的高度认可，全国数百位特级教师总结多年教学经验，耗时五年，精心修订编著而成，其宗旨是：为广大考生解读考纲、探究考势、提炼考点、透析考题、直击高考。通过独具匠心的栏目设置，重在提高考生的学习能力和应试能力。

本套丛书在编写上有如下特色。

一、理念新颖，紧贴高考改革趋势。

在编写理念上，本套丛书以人教社最新修订的高中教科书为蓝本，以2009年《考试大纲》为依据精心编写而成。由众多教改专家与一线资深教师全程参与编写，从备考方向到题型设置，从例题讲解到训练测试，紧随高考最新变化趋势，全面落实最新高考改革方案。

二、栏目明晰，有力锁定高考考点。

在体例设计上，本套丛书的栏目设置精练准确，切中高考命脉，实用高效。根据不同学科特点，设置了目标导航（主要考点）、知识梳理、疑难突破、典例剖析、高考在线、学法指导、训练提升众多栏目（具体学科有不同栏目设置）。将高考一轮复习脉络清晰地展现出来。

知识梳理部分，旨在明确概念，梳理思路。疑难突破部分旨在针对各章节知识中的难点疑点，进行排疑解难，对本部分考点重点分析解读，为考生拨云现日，预测考试方向。典例剖析部分是将经典例题、高考真题进行精准解析，揭秘高考母题，追踪考点，深层次突破高考专题。训练提升部分，优选适量的基础题

及综合性、多元性的试题，意在培养考生的学科思想与悟性，使其对每一考点的复习落到实处，从而达到“实战演练，能力提升”的目的。

三、题源新实、题型开放，密切关注社会焦点热点。

本套丛书所设计的复习策略科学新颖而富有实效，所提供的备考资源丰富新颖，所选编的例题、习题、试题都来自最新三年高考题和各地最新两年模拟题，重视练考与当今生产、社会生活实际和最新科技文化发展的密切联系，关注本学科内国际国内的热点问题和焦点问题。

四、形式灵活，科学实用的编写形式。

本丛书在编写形式上采用科学备考“1+1”的形式，即一本16K同步讲解、一本8K活页测试卷。它们功能各异，又互为补充：同步讲解，是实施师生互动的桥梁，精讲精练，便于师生灵活使用；活页测试卷，选题原则是：高考仿真性、务求实效性、综合启发性，旨在培养考生的应考能力。单独活页装订，在对本单元教与学的总结和检验，既可供教师作考试之用，又可供学生作自我检测之用。

《名门基训 高中总复习》的编写具有很强的科学性和实用性。是学生备考的好伙伴，教师教学的好帮手。

丛书编委会

目 录

第一章 化学反应及其能量变化	(1)
第一讲 氧化还原反应	(1)
第二讲 离子反应	(6)
第三讲 化学反应中的能量变化	(10)
第二章 碱金属	(15)
第四讲 钠及其化合物	(15)
第五讲 碱金属元素	(20)
第三章 物质的量	(23)
第六讲 物质的量	(23)
第七讲 气体摩尔体积	(26)
第八讲 物质的量浓度	(30)
第四章 卤 素	(34)
第九讲 氯 气	(34)
第十讲 卤族元素	(40)
第五章 物质结构 元素周期律	(45)
第十一讲 原子结构	(45)
第十二讲 元素周期律 元素周期表	(51)
第十三讲 化学键 极性分子和非极性分子	(57)
第十四讲 晶体的类型和性质	(62)
第六章 硫和硫的化合物 环境保护	(67)
第十五讲 氧族元素	(67)
第十六讲 硫的重要化合物	(70)
第十七讲 硫酸工业 环境保护	(76)
第七章 硅和硅酸盐工业	(80)
第十八讲 碳族元素	(80)
第十九讲 硅酸盐工业 新型无机非金属材料	(85)
第八章 氮族元素	(89)
第二十讲 氮和磷	(89)
第二十一讲 氨 铵盐	(93)
第二十二讲 硝酸	(97)
第九章 化学平衡	(102)
第二十三讲 化学反应速率	(102)
第二十四讲 化学平衡	(105)
第二十五讲 合成氨条件的选择	(111)
第十章 电离平衡	(115)
第二十六讲 电离平衡	(115)
第二十七讲 水的电离 溶液的 pH	(119)
第二十八讲 盐类的水解	(123)

第二十九讲 酸碱中和滴定	(128)
第三十讲 胶体的性质及其应用	(132)
第十一章 几种重要的金属	(136)
第三十一讲 镁和铝	(136)
第三十二讲 铁	(141)
第三十三讲 金属的冶炼	(145)
第三十四讲 原电池的原理及其应用 电解原理及其应用	(150)
第十二章 烃	(156)
第三十五讲 甲烷 烷烃	(156)
第三十六讲 乙烯 烯烃	(160)
第三十七讲 乙炔 炔烃	(164)
第三十八讲 苯 芳香烃	(169)
第三十九讲 石油 煤	(174)
第十三章 烃的衍生物	(178)
第四十讲 溴乙烷 卤代烃	(178)
第四十一讲 乙醇 醇类	(182)
第四十二讲 有机物分子式和结构式的确定	(187)
第四十三讲 苯酚	(192)
第四十四讲 乙醛 醛类	(196)
第四十五讲 羧酸 酯 油脂	(203)
第十四章 糖类 蛋白质 合成材料	(209)
第四十六讲 糖类	(209)
第四十七讲 蛋白质	(214)
第四十八讲 合成材料	(218)
第十五章 化学实验	(222)
第四十九讲 常用仪器与基本操作	(222)
第五十讲 物质的制备与检验	(228)
第五十一讲 化学实验设计	(235)
参考答案	(242)

目 录

8开单元综合测试卷，详细目录如下：

第一章 化学反应及其能量变化	1
第二章 碱金属	5
第三章 物质的量	9
第四章 卤 素	13
第五章 物质结构 元素周期律	17
第六章 氧族元素 环境保护 硫酸工业	21
第七章 碳族元素 无机非金属材料	25
第八章 氮族元素	29
第九章 化学平衡	33
第十章 电离平衡	37
第十一章 几种重要的金属	41
第十二章 烃	45
第十三章 烃的衍生物	49
第十四章 糖类 油脂 蛋白质 合成材料	53
第十五章 化学实验方案的设计	57
参考答案	61



第一章 化学反应及其能量变化

第一讲 氧化还原反应

知识梳理

明确概念 梳理思路

一、化学反应的分类

1. 从反应形式:
- 化合反应,
 - 分解反应,
 - 置换反应,
 - 复分解反应。
2. 从有无电子转移:氧化还原反应或非氧化还原反应。
3. 从反应的微粒:离子反应或分子反应。
4. 从反应进行程度和方向:可逆反应或不可逆反应。
5. 从反应的热效应:吸热反应或放热反应。

二、氧化还原反应的有关概念

1. 氧化还原反应定义:有电子转移(得失或偏移)的反应或有化合价升降的反应。

2. 氧化还原反应的实质:有电子的转移(得失或偏移)。

3. 氧化还原反应的特征:元素化合价有升降。

4. 氧化还原反应的有关概念:

氧化剂→得电子→化合价降低→被还原→发生还原反应

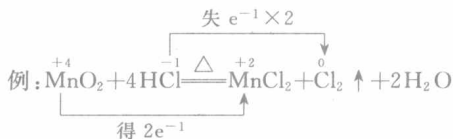
→具有氧化性→转化成还原产物;

还原剂→失电子→化合价升高→被氧化→发生氧化反应

→具有还原性→转化成氧化产物。

三、氧化还原反应中电子得失情况的表示方法

1. 双线桥——表示电子得失的结果。



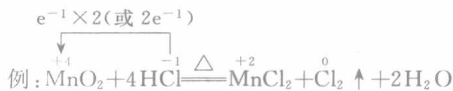
要点:(1)双箭号(从反应物指向生成物);

(2)箭号起、止所指为同一种元素;

(3)标出得与失电子及总数(氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数)。

(4)意义:表示元素化合价变化过程,表示变价过程中的反应类型,表示变价过程中电子转移情况。

2. 单线桥——表示电子转移情况



要点:(1)单箭号(在反应物之间);

(2)箭号起点为被氧化(失电子)元素,终点为被还原(得电子)元素;

(3)只标转移电子总数,不标得与失(氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数)。

四、常见的氧化剂和还原剂

1. 重要的氧化剂一般有几类:

(1)活泼的非金属单质,如 Cl_2 、 Br_2 、 O_2 等。

(2)元素(如 Mn 等)处于高化合价时的氧化物,如 MnO_2 、 SO_3 、 NO_2 等。

(3)元素(如 S、N 等)处于高化合价时的含氧酸,如浓 H_2SO_4 、 HNO_3 等。

(4)元素(如 Mn、Cl、Fe 等)处于高化合价时的盐,如 KMnO_4 、 KClO_3 、 FeCl_3 等。

(5)过氧化物,如 Na_2O_2 、 H_2O_2 等。

2. 重要的还原剂一般有几类:

(1)活泼的金属单质,如 Na、Al、Zn、Fe 等。

(2)某些非金属单质,如 H_2 、C、Si 等。

(3)元素(如 C、S 等)处于低化合价时的氧化物,如 CO、 SO_2 等。

(4)元素(如 Cl、S 等)处于低化合价时的酸,如 HCl、 H_2S 等。

(5)元素(如 S、Fe 等)处于低化合价时的盐,如 Na_2SO_3 、 FeSO_4 等。

五、氧化性、还原性强弱的比较

物质氧化性或还原性的强弱,主要决定于内因(即本身的组成、结构等),但也与外因(即反应条件诸如反应物的浓度、温度、酸碱性环境等)有关。归结起来,可用如下几种方法判断。

1. 根据金属(或非金属)活动性顺序表判断。

(1)金属活动性顺序表(常见元素):

K 、 Ca 、 Na 、 Mg 、 Al 、 Zn 、 Fe 、 Sn 、 Pb 、 (H) 、 Cu 、 Hg 、 Ag 、

Pt 、 Au → 还原性逐渐减弱

K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 H^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Hg^{2+} 、 Ag^+ → 氧化性逐渐增强

(2)非金属活动性顺序表(常见单质):

F 、 Cl 、 Br 、 I 、 S → 原子(或单质)氧化性逐渐减弱

F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 S^{2-} → 还原性逐渐增强

实验室制取 HBr 、 HI 、 H_2S 时不能用 HNO_3 、浓 H_2SO_4 等强氧化性酸。

2. 根据元素周期表判断。

(1)同周期主族元素(从左到右):

Na 、 Mg 、 Al 、 Si 、 P 、 S 、 Cl →

单质还原性逐渐减弱、氧化性逐渐增强

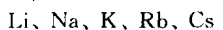
阳离子氧化性逐渐增强、阴离子还原性逐渐减弱

(2)同主族元素(从上到下):

F 、 Cl 、 Br 、 I 、 At →

非金属原子(或单质)氧化性逐渐减弱

对应阴离子还原性逐渐增强



金属原子(或单质)还原性逐渐增强

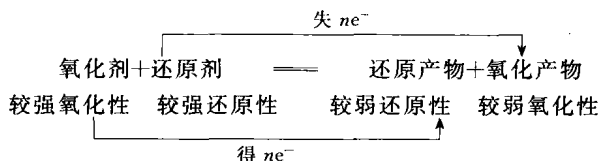
对应阳离子氧化性逐渐减弱

3. 根据元素的化合价判断。

同一种元素,最高价时只有氧化性;最低价时只有还原性;中间价态元素则既有氧化性又有还原性,即当其遇到较强还原剂时,表现出氧化性,当其遇到较强氧化剂时,它就表现出还原性,或既作氧化剂又作还原剂(歧化反应)。

4. 根据氧化还原反应规律来判断。

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。



氧化性:氧化剂>氧化产物;还原性:还原剂>还原产物。

5. 根据反应的剧烈程度判断。

(1)金属单质与 H_2O 反应剧烈程度:如 Na 、 Mg 、 Al 分别与水反应: Na 剧烈, Mg 加热才明显, Al 加热不明显。所以,还原性: $\text{Na}>\text{Mg}>\text{Al}$ 。

(2)非金属单质与 H_2 化合的难易:如 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 分别与 H_2 反应; F_2 暗处剧烈化合并发生爆炸, Cl_2 光照剧烈化合并发生爆炸, Br_2 加热至 500°C 时才能发生反应, I_2 在不断加热的条件下才能缓慢进行,且为可逆反应。故氧化性: $\text{F}_2>\text{Cl}_2>\text{Br}_2>\text{I}_2$ 。

6. 根据同一物质被氧化或被还原的程度判断。

(1)同一物质,被氧化的程度越大,氧化剂的氧化性越强。

S 只能把 Fe 氧化至 Fe^{2+} ,而 Cl_2 能把 Fe 氧化成 Fe^{3+} 。可以判断氧化性: $\text{Cl}_2>\text{S}$ 。

(2)同一物质,被还原的程度越大,还原剂的还原性越强。

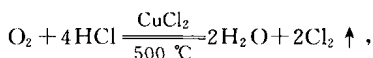
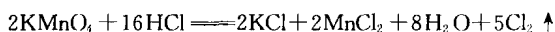
7. 根据电化学原理判断。

(1)根据原电池原理判断:两种不同的金属构成原电池的两极。负极金属是电子流出的极,正极金属是电子流入的极。其还原性:负极>正极。

(2)根据电解原理判断:用惰性电极电解混合液时,若混合液中存在多种金属阳离子时,在阴极先放电的阳离子的氧化性较强(相应的金属单质的还原性较弱);若混合液中存在多种阴离子,在阳极先放电的阴离子的还原性较强(相应的非金属单质的氧化性较弱)。

8. 根据反应条件判断。

当不同的氧化剂作用于同一还原剂时,如氧化产物价态相同,可根据反应条件的高低来进行判断。如:



上述三个反应中,还原剂都是浓盐酸,氧化产物都是 Cl_2 ,而氧化剂分别是 KMnO_4 、 MnO_2 、 O_2 , KMnO_4 常温时可把浓盐酸中的氯离子氧化成氯原子, MnO_2 需要在加热条件下才能完成, O_2 不仅需要加热,而且还需要 CuCl_2 做催化剂才能完成。由此我们可以得出结论,氧化性: $\text{KMnO}_4>\text{MnO}_2>\text{O}_2$ 。

六、氧化还原反应的基本规律

1. 守恒规律。

氧化还原反应中,氧化剂得电子总数与还原剂失电子总数相等。常用于有关氧化还原反应的计算及配平氧化还原反应方程式。运用守恒规律进行氧化还原反应的计算方法是:氧化剂物质的量×变价元素的个数×化合价的变化值=还原剂物质的量×变价元素的个数×化合价的变化值。

2. 进行条件。

氧化还原反应若能进行,一般为较强氧化性的氧化剂跟较强还原性的还原剂反应,生成弱还原性的还原产物和弱氧化性的氧化产物。

3. 顺序规律。

当一种氧化剂同时和几种还原剂相遇时,还原性最强的优先发生反应。同理,一种还原剂遇到多种氧化剂时,氧化性最强的优先发生反应。例如: Cl_2 与 FeBr_2 溶液的反应,先考虑 Cl_2 氧化 Fe^{2+} ,再考虑 Cl_2 氧化 Br^- ; Cl_2 与 FeI_2 溶液的反应,先考虑 Cl_2 氧化 I^- ,再考虑 Cl_2 氧化 Fe^{2+} 。

4. 歧化反应和归中反应。

同一种物质分子内同一种元素同一价态的原子(或离子)间发生电子转移的氧化还原反应叫歧化反应。歧化反应要能进行,必须符合一般氧化还原反应进行的规律,部分原子价态升高,另一部分原子价态降低,升高和降低一般服从“最近原则”,即变到原价态相邻的常见价态。

同一种元素不同价态之间发生氧化还原反应时,高价要降低,低价要升高,这种反应称为“归中反应”。归中反应的规律是最多变为同一价态,不可能发生价态交叉现象。所以相邻价态间不发生氧化还原反应。例如: $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,反应中 $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{-2} \text{S}$, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{+6} \text{SO}_2$; Fe 与 Fe^{2+} 、 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 均不发生反应。

七、氧化还原方程式的配平

一般用电子得失法或化合价升降法。

疑难突破

排疑解难 点拨预测

一、重点释疑

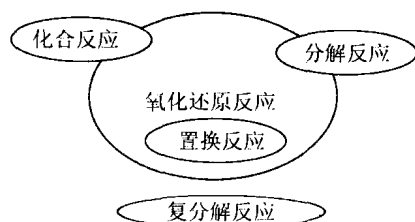
1. 氧化还原反应的几个概念之间有什么联系?

答:氧化还原反应各概念之间的关系如下:

反应物	性质	反应本质	特征	过程	生成物
氧化剂	氧化性	得到 e^-	化合价降低	被还原	还原产物
还原剂	还原性	失去 e^-	化合价升高	被氧化	氧化产物

2. 氧化还原反应与四种基本反应类型有何关系?

氧化还原反应与四种基本反应类型间的关系可用以下图式说明



- (1)有单质参加的化合反应一定是氧化还原反应。
- (2)有单质生成的分解反应一定是氧化还原反应。
- (3)置换反应一定是氧化还原反应。



学习札记

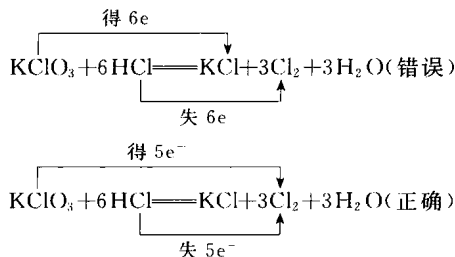
(4) 复分解反应一定不是氧化还原反应。

3. 浓硫酸可以用来干燥 SO_2 和 H_2S 气体吗?

根据价态归中规律, H_2SO_4 和 SO_2 中 S 元素的价态相邻, 所以不能发生氧化还原反应, SO_2 可以用浓硫酸干燥; 而 H_2S 和 H_2SO_4 中, 是最低价 -2 价和最高价 +6 价, 存在中间价态, 要发生氧化还原反应, 反应方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{S} + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 所以 H_2S 不能用浓硫酸干燥。

4. HCl 和 KClO_3 的反应中转移电子数目是 6 吗?

此反应是归中反应。根据不交叉规律, KClO_3 不能被还原为 KCl , 所以转移电子数目是 5。



二、高考动态

对氧化还原反应中的重要概念理解要深刻, 不能混淆。抓住两条线, 氧化剂被还原, 化合价降低, 得到还原产物; 还原剂被氧化, 化合价升高, 得到氧化产物。

典例剖析

经典解析 追踪高考

例1 某一反应体系有反应物和生成物共五种物质: O_2 、 H_2CrO_4 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 H_2O 、 H_2O_2 , 已知该反应中 H_2O_2 只发生如下过程: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ 。

(1) 该反应中的还原剂是_____。

(2) 该反应中, 发生还原反应的过程是_____ $\rightarrow$ _____。

(3) 如反应转移了 0.3 mol 电子, 则产生的气体在标准状况下体积为_____。

本题依然考查氧化还原反应的基本概念, 但巧妙变式, 即只提供些可供选择的化学物质, 而不提供完整的氧化还原方程式, 给做题者一种全新的感觉。抓住化合价这一外观特征, 由题给信息中的“ $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ ”, 不难得出 H_2O_2 是该反应的还原剂, 发生氧化反应, 且转移的电子数为 $2e^-$; 据此也易推出该反应的另一半还原反应只能是 $\text{H}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$; 根据得失电子守恒原理, 有:

$$V(\text{O}_2) = 0.3 \text{ mol } e^- \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \div 2 \text{ mol } e^- = 3.36 \text{ L}.$$

(1) H_2O_2 (2) $\text{H}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$ (3) 3.36 L

例2 (1) 请将 5 种物质: N_2O 、 FeSO_4 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 HNO_3 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 分别填入下面对应的横线上, 组成一个未配平的化学方程式。



(2) 反应物中发生氧化反应的物质是_____, 被还原的元素是_____。

(3) 反应中 1 mol 氧化剂_____ (填“得到”或“失去”) mol 电子。

(4) 请将反应物的化学式及配平后的系数填入下列相应的位置中:

+

本题关键是确定氧化剂、还原剂、氧化产物和还原

产物。根据的原则是“强强联手”, 氧化性强的物质和还原性强的物质生成氧化性弱的物质和还原性弱的物质。可确定氧化剂是 HNO_3 , 被还原的元素是 N 元素, 还原产物是 N_2O , 还原剂是 FeSO_4 , 被氧化生成 Fe^{3+} , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 是氧化产物, 硝酸在这里一方面体现氧化性, 一方面体现酸性。配平根据化合价升降的原则, 由于 HNO_3 化合价是部分变, 要注意观察配平。

首先分析题目给出的 5 种物质的氧化性和还原性, 氧化性较强的物质是 HNO_3 、还原性较强的物质是 FeSO_4 , 结合题目给出的方程式的形式可知此反应的反应物为 HNO_3 和 FeSO_4 , 生成物为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 N_2O 和 H_2O 。然后分析各物质的化合价变化情况: HNO_3 中的 N 元素由 +5 价降低为 +1 价, FeSO_4 中的 Fe 元素由 +2 价升高为 +3 价, 所以此反应的氧化剂为 HNO_3 、还原剂为 FeSO_4 , 1 mol HNO_3 电子转移数为 4 mol。根据化合价的变化利用氧化还原反应中电子守恒规律配平此反应为 $24\text{FeSO}_4 + 30\text{HNO}_3 = 8\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 8\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{N}_2\text{O} \uparrow + 15\text{H}_2\text{O}$ 。

(1) $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (2) FeSO_4 N (3) 得到 4 (4) $24\text{FeSO}_4 + 30\text{HNO}_3 \rightarrow$

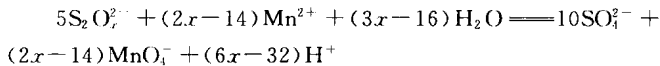
例3 根据反应 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+$ 。解答下列问题:

(1) 配平上述离子方程式_____。

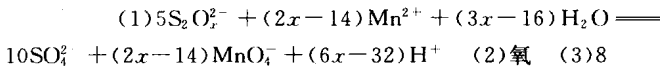
(2) 该反应中_____元素被还原。

(3) 若电子转移仅在两种元素之间发生, 已知 1 mol $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 共转移 2 mol 电子, 则 $x =$ _____。

该反应中电子转移情况较复杂, 宜用待定系数法来配平。配平后的离子方程式为:



从离子方程式看, 锰元素化合价从 +2 升高到 +7, 所以 Mn^{2+} 是还原剂。必定有一种元素的化合价降低, 氢、硫两种元素的化合价均不可能降低, 只可能是 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中的氧元素。根据题中条件, 5 mol $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 应转移 10 mol 电子。根据已配平的离子方程式可得: $5(2x-14) = 10$, 解得: $x = 8$ 。



例4 $\text{K}^{35}\text{ClO}_3$ 晶体和含有 H^{37}Cl 的浓盐酸反应生成氯气, 已知反应方程式为 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 此反应生成氯气的摩尔质量为

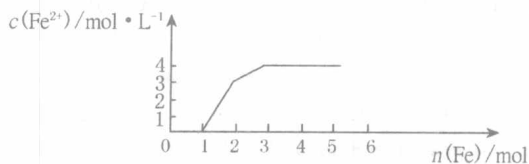
- A. $74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $73.3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $70.6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

相邻价态的同种元素不发生氧化还原反应, 浓 H_2SO_4 可干燥 SO_2 ; 不同价态的同种元素之间“向中看齐”, 最多只能达到相同的价态, 而绝不能出现高价变低价, 低价变高价交叉现象, 也不会出现价态互变。如 KClO_3 与盐酸反应, 最终 +5 价 Cl 变为 0 价, -1 价 Cl 也变为 0 价, 绝不会出现 +5 价氯变为 -1 价。

由双线桥分析可知, 生成的 3 个 Cl_2 中 6 个 Cl 有 5 个来自于 HCl 中的 ^{37}Cl , 有 1 个来自于 KClO_3 中的 ^{35}Cl , 故氯气的相对分子质量为 $(35 + 5 \times 37) \div 6 \times 2 = 73.3 \text{ g}$, 则氯气的摩尔质量为 $73.3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 答案为 B。

例5 某稀溶液中含有 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 HNO_3 , 若向其中逐渐加入铁粉, 溶液中 Fe^{2+} 浓度和加入铁粉的物质

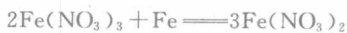
的量之间的关系如下图所示。则稀溶液中 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 HNO_3 物质的量浓度之比为



- A. 1:1:1 B. 1:3:1
C. 3:3:8 D. 1:1:4

解析: 本题的特点, 一是由定性到定量, 二是“数形结合”, 加大了思维跨度, 三是利用已知的“强弱顺序”判定反应进行的顺序。

三者氧化性强弱是: $\text{HNO}_3 > \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 > \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$



可见 HNO_3 为 4 mol, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 为 1 mol, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 为 1 mol。选 D。

追踪1 ('07·全国 II) 下列氧化还原反应中, 水作为氧化剂的是

- A. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$
B. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
C. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
D. $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$

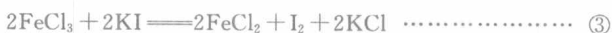
解析: 水作为氧化剂, 水本身被还原, 还原产物为 H_2 , 选项 A 符合题意。选项 B 和 C 反应中水既不是氧化剂也不是还原剂, 选项 D 中 H_2O 作还原剂。选 A。

追踪2 ('06·北京) 已知: ①向 KMnO_4 晶体滴加浓盐酸, 产生黄绿色气体; ②向 FeCl_2 溶液中通入少量实验①产生的气体, 溶液变黄色; ③取实验②生成的溶液滴在淀粉 KI 试纸上, 试纸变蓝色。下列判断正确的是

- A. 实验②证明 Fe^{2+} 既有氧化性又有还原性
B. 上述实验中, 共有两个氧化还原反应
C. 实验①生成的气体不能使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝
D. 上述实验证明氧化性: $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$

解析: 本题没有直接给出氧化还原反应的方程式, 而是以实验的形式给出, 难度相对要大一些。以几个典型的实验为线索, 考查考生对氧化还原反应的基本概念掌握情况及对应反应中氧化剂氧化性强弱的判断。

题目中涉及的化学反应为:



由上述三个氧化还原方程式可以得出氧化剂的氧化性顺

序为 $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$; Fe^{2+} 虽然既有氧化性又有还原性, 但是通过实验②只能证明 Fe^{2+} 具有还原性。选 D。

追踪3 ('07·上海) 氧化还原反应中实际上包含氧化和还原两个过程。下面是一个还原过程的反应式:



KMnO_4 、 Na_2CO_3 、 Cu_2O 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 四种物质中的一种物质(甲)能使上述还原过程发生。

(1) 写出并配平该氧化还原反应的方程式:

(2) 反应中硝酸体现了_____、_____性质。

(3) 反应中若产生 0.2 mol 气体, 则转移电子的物质的量是_____ mol。

(4) 若 1 mol 甲与某浓度硝酸反应时, 被还原硝酸的物质的量增加, 原因是:

解析: 本题具有一定的开放性, 要求考生从四种物质中寻找一种合适的还原剂来促使反应进行。四种物质中只有 Cu_2O 中 Cu 处于较低价态, 能被氧化。

(1) 题中所提供的半个反应是还原反应, 因此另一半反应应是还原剂发生氧化反应, 题中所给的 KMnO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 是常见的氧化剂, Na_2CO_3 无还原性, 因此只有 Cu_2O 作还原剂, 在酸性条件下发生氧化反应, 其半反应应为 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, 根据氧化还原反应中得失电子数相等, 得总反应的离子方程式为 $2\text{NO}_3^- + 3\text{Cu}_2\text{O} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$, 由此即可得该配平的氧化还原反应方程式。

(2) 由反应方程式可知, 硝酸一部分作氧化剂被还原为 NO 气体, 另一部分形成了硝酸盐起了酸的作用。

(3) 由题中的半反应知当有 1 mol NO 气体生成时, 转移 3 mol 电子, 因此若反应中产生 0.2 mol 气体, 则转移的电子的物质的量为 0.6 mol。

(4) 根据在氧化还原中得失电子数相等的规律可知, 若被还原的硝酸的物质的量增加, 则说明硝酸的还原产物中氮元素的化合价高于 +2 价, 可知在反应中可能使用了浓硝酸, 浓硝酸的还原产物为 NO_2 , 导致被还原的硝酸的物质的量增加。

所以答案为: (1) $14\text{HNO}_3 + 3\text{Cu}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ (2) 酸性 氧化性 (3) 0.6 mol (4) 使用了较浓的硝酸, 产物中有部分二氧化氮生成

追踪4 ('07·全国 I) 已知氧化还原反应: $2\text{Cu}(\text{IO}_3)_2 + 24\text{KI} + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{CuI} \downarrow + 13\text{I}_2 + 12\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$, 其中 1 mol 氧化剂在反应中得到的电子为

- A. 10 mol B. 11 mol
C. 12 mol D. 13 mol

解析: 在反应中, 氧化剂是得到电子(或电子对偏向)的物质, 反应时所含元素的化合价降低。对于本反应, $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 中铜由 +2 价降低到 +1 价, 碘由 +5 价降低到 0 价, 合计每摩尔 $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 得到的电子为 11 mol。选 B。

追踪5 ('08·全国 II) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在高温下分解, 产物

是 SO_2 、 H_2O 、 N_2 和 NH_3 。在该反应的化学方程式中,化学计量数由小到大的产物分子依次是

- A. SO_2 、 H_2O 、 N_2 、 NH_3 B. N_2 、 SO_2 、 H_2O 、 NH_3
C. N_2 、 SO_2 、 NH_3 、 H_2O D. H_2O 、 NH_3 、 SO_2 、 N_2

解析:根据氧化还原反应中得失电子数目相等,可以配平

该反应的化学方程式为 $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{SO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{NH}_3 \uparrow$,便可以根据系数排序。

答案:C

训练提升 夯实基础 提升能力

一、选择题

- 某元素在化学反应中由化合态变为游离态,则该元素
 - 一定被氧化
 - 一定被还原
 - 既可被氧化又可被还原
 - 以上都不是
- 氢化亚铜(CuH)是一难溶物质,用 CuSO_4 溶液和另一种“反应物”在 $40^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 时反应可生成它。 CuH 不稳定,易分解; CuH 在氯气中能燃烧,跟盐酸反应能产生气体。下列有关推断中错误的是
 - 这里的“另一种反应物”具有还原性
 - CuH 可作氧化剂、还原剂
 - $\text{CuH} + \text{Cl}_2 = \text{CuCl} + \text{HCl}$ (燃烧)
 - $\text{CuH} + \text{HCl} = \text{CuCl} + \text{H}_2$ (常温) $\uparrow$
- 已知 $\text{R}_2\text{O}_x^{2-}$ 离子在一定条件下可以与 Mn^{2+} 离子作用,使其变为 MnO_4^- ,而本身则变为 RO_4^{2-} 离子;又知反应中还原剂与还原产物的物质的量之比为 $1:5$,则 x 的值是
 - 7
 - 8
 - 5
 - 4
- 一定条件下,氨气与氟气发生反应: $4\text{NH}_3 + 3\text{F}_2 = \text{NF}_3 + 3\text{NH}_4\text{F}$,其中 NF_3 分子构型与 NH_3 相似。下列有关说法错误的是
 - NF_3 是极性分子
 - NF_3 既是氧化产物,又是还原产物
 - NH_4F 中既含有离子键又含有共价键
 - 上述反应中,反应物和生成物均属于分子晶体
- 下列化工生产过程所发生的反应不属于氧化还原反应的是
 - 用红磷制白磷
 - 用氧化铝制金属铝
 - 用氯气漂白
 - 用金属钠制过氧化钠
- 在一定条件下 KClO_3 与 I_2 按下式反应: $2\text{KClO}_3 + \text{I}_2 = 2\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2$,则下列推断正确的是
 - 该反应属于置换反应
 - 氧化性 $\text{I}_2 > \text{KClO}_3$
 - 还原性 $\text{KClO}_3 > \text{I}_2$
 - 还原产物为 Cl_2 ,氧化产物为 KIO_3
- 向 NaBr 、 NaI 、 Na_2SO_3 混合液中,通入一定量氯气后,将溶液蒸干并充分燃烧,得到固体剩余物质的组成可能是
 - NaCl 、 Na_2SO_4
 - NaCl 、 NaBr 、 Na_2SO_4
 - NaCl 、 Na_2SO_4 、 I_2
 - NaCl 、 NaI 、 Na_2SO_4

8. 已知 $a\text{M}^{2+} + b\text{O}_2 + 4\text{H}^+ = c\text{M}^{3+} + d\text{H}_2\text{O}$,则系数 c 的值是

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

9. 金属铁可与卤素单质化合生成卤化铁,当把一定量的铁粉与碘粉混合在一起研磨,生成一种 Fe_3I_8 的化合物,根据元素化合物知识,试推断在此产物中的铁元素化合价是

- A. +2 B. +3
C. +2、+3 都有 D. 无法判断

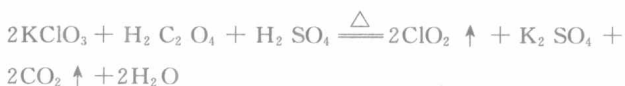
10. 将 a mol 硫化亚铁放入含 $3a$ mol H_2SO_4 的浓硫酸中,充分反应后,氧化、还原产物分别是 Fe^{3+} 、 S 和 SO_2 ,则:①硫化亚铁全部溶解 ②放出 $1.5a$ mol 气体 ③反应过程中转移 $5a$ mol e^- ④放出的气体少于 $1.5a$ mol ⑤无法确定。上述叙述正确的是

- A. ①② B. ②③
C. ①④ D. ⑤

11. 下列变化过程中一定需要另加还原剂才能实现的是

- A. $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2$ B. $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}^-$
C. $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$ D. $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}$

12. ClO_2 是一种消毒杀菌效率高的二次污染的水处理剂。实验室可通过以下反应制得 ClO_2 :



下列说法正确的是

- A. KClO_3 在反应中得到电子
B. ClO_2 是氧化产物
C. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 在反应中被氧化
D. 1mol KClO_3 参加反应有 2mol 电子转移

二、非选择题

13. 某化学反应的反应物和产物如下:



(1)该反应的氧化剂是_____。

(2)如果该反应方程式中 I_2 和 KIO_3 的系数都是 5。

① KMnO_4 的系数是_____。

②在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目



(3)如果没有对该方程式中的某些系数作限定,可能的配平系数有许多组。原因是_____。

14. 油画所用颜料含有某种白色铅化合物,置于空气中,天长日久后就会变成黑色 PbS ,从而使油画的色彩变暗。若用 H_2O_2 来“清洗”,则可将 PbS 转变为白色的 PbSO_4 ,从而使油画“复原”。

(1)上述“清洗”反应的化学方程式为_____。

(2)在此反应中, H_2O_2 作_____剂,发生转移的电子数目为_____。



学习札记





第二讲 离子反应

知识梳理

明确概念 梳理思路

一、强电解质和弱电解质

在溶液中(或熔化状态)本身能发生电离的化合物叫电解质,不能发生电离的化合物叫非电解质。在溶液中能全部电离成离子的电解质叫强电解质,在溶液中只有部分电离为离子的电解质叫弱电解质。

1. 常见的强电解质有:

- (1)强酸: HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 等;
- (2)强碱: KOH 、 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等;
- (3)大多数盐类:包括 BaSO_4 、 CaCO_3 等难溶盐;
- (4)活泼金属的氧化物:如 Na_2O 、 K_2O 、 Al_2O_3 等。

2. 常见的弱电解质有:

- (1)中强酸和弱酸: H_3PO_4 、 H_2SO_3 、 H_2CO_3 、 CH_3COOH 、 HF 、 H_2S 等;
- (2)弱碱: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等;
- (3)水及两性氢氧化物: H_2O 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$;
- (4)少数盐,如 HgCl_2 、 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 等。

二、离子反应

1. 离子反应定义:有离子参加或生成的反应。电解质在水溶液中的反应属于离子反应。

2. 离子反应的发生条件:

(1)在溶液中进行的离子互换形式的复分解反应发生的条件:溶液中自由离子数目由多变少。表现在以下几个方面:

- ①生成难溶物(如 BaSO_4 、 CaCO_3 、 CuS 等);
- ②生成难电离物质(如弱酸、弱碱、水等);
- ③生成挥发性物质(如 CO_2 、 H_2S 等)。

凡具备上述条件之一的均可发生离子反应。

(2)氧化还原型离子反应的发生条件:氧化性和还原性强或较强的物质相遇,转变为还原性和氧化性较弱的物质。即强氧化剂转变为弱还原剂,强还原剂转变为弱氧化剂。

三、离子方程式

1. 定义:用实际参与反应的离子符号来表示离子反应的式子叫做离子方程式。

2. 意义:离子方程式表示同一类型的所有离子的反应,如 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ 表示可溶性的钙盐和可溶性的碳酸盐在溶液中进行的反应。

3. 书写:可按“写、拆、删、查”四个步骤进行书写。要注意如下问题:

(1)难溶物质、难电离物质、易挥发物质、单质、非电解质和氧化物均保留化学式。只有强电解质中易溶于水的物质写成离子形式。

(2)微溶物作为反应物,若是澄清溶液,写离子符号;若是悬浊液,写化学式。微溶物作为生成物,一般均写化学式(标“ $\downarrow$ ”号)。

(3)氨水作为反应物写 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;作为生成物,若有加热条件或浓度很大,可写 NH_3 (标“ $\uparrow$ ”),否则一般写 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(4)固体与固体间(以及纯液体之间)的反应不能写离子方程

式;浓 H_2SO_4 、浓 H_3PO_4 与固体之间的反应也不能写离子方程式。

(5)离子方程式要做到两守恒:即原子守恒和电荷守恒。

四、离子方程式的正误判断

一看反应能否用离子方程式表示。一般只有在溶液中进行的离子反应才能用离子方程式表示,如实验室中用铵盐和碱反应制氨气则不能用离子方程式表示。

二看反应产物与事实是否相符。如 Cu 与稀硝酸反应: $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。这类错误往往在配平上正确,具有一定的迷惑性。

三看各物质的化学式或离子符号书写是否正确。

四看是否漏写离子反应。如硫酸与氢氧化钡反应,离子方程式不能写成: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 或 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 也不能分成两个式子写,而应写为: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

五看离子的配比。离子方程式中,相同离子可以合并,全体系数可同时约简,但不能进行局部约简。实际反应的离子的配比,必须符合原物质的组成和反应的实际情况,如 H_2SO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应不能写成 $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

六看是否守恒,包括原子守恒、电荷守恒、氧化还原反应的电子得失守恒。

七看反应物的用量是否考虑。

八看所用的连接符号与生成物的状态符号是否正确。离子反应趋于完成的用“ $=$ ”号,可逆时用“ $\rightleftharpoons$ ”号。

五、“离子共存”题解题思路

1. 在同一溶液中,能相互发生反应的离子不能大量共存。
2. 注意题干条件。

对选择题,有的离子虽不在选项离子组中出现,但有时在题干条件中隐蔽出现,如某强酸性(或强碱性)溶液中,说明溶液中除离子组内各离子外,还应有 H^+ (或 OH^-)。

此外还要注意溶液是否有颜色。如 Cu^{2+} (蓝色)、 Fe^{3+} (棕黄色)、 Fe^{2+} (浅绿色)、 MnO_4^- (紫红色)等都有颜色,若为无色溶液,则说明这些离子不存在。

六、离子反应先后问题

1. 氧化还原反应型。

存在多种还原剂时,还原性强的先被氧化;存在多种氧化剂时,氧化性强的先被还原。

例如 Cl_2 通入 FeBr_2 溶液中, Fe^{2+} 还原性强于 Br^- ,所以先被 Cl_2 氧化的是 Fe^{2+} ,待 Fe^{2+} 反应完后再考虑剩余 Cl_2 与 Br^- 反应。

2. 酸碱反应型。

存在几种碱性物质时,碱性强的先跟酸反应;同样,存在几种酸性物质时,酸性强的先跟碱反应(在不生成沉淀的条件下)。例如向同时含 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 的溶液中滴入盐酸,与 H^+ 反应的顺序即三种阴离子碱性由强至弱的顺序: $\text{OH}^- > \text{AlO}_2^- > \text{CO}_3^{2-}$ 。

3. 生成沉淀型。

加入一种试剂能生成几种沉淀时,优先生成溶解度最小的沉淀,加入足量试剂时,才都生成沉淀。

疑难突破

排疑解难 点拨预测

一、重点释疑

1 电解质的强弱和溶解性有关吗?

答 电解质的强弱和电离程度有关,和溶解性无关。溶解性小的可以是强电解质,如 CaCO_3 等难溶性的盐,溶解度虽小,但溶解的部分是完全电离的,所以仍是强电解质。

2 电解质的强弱和导电性有关吗?

答 电解质的强弱和导电性的强弱没有必然关系。导电性主要和溶液中离子的浓度有关,离子的浓度越大,导电性越强,离子浓度越小,导电性越弱。所以只有在浓度相同的电解质溶液中比较导电性的强弱才有意义。如物质的量浓度相同的盐酸和醋酸,导电性盐酸要强于醋酸,但是若不交代浓度相同,则无法比较,醋酸的浓溶液的导电性可能比盐酸的稀溶液强。

3 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, 此离子方程式一定表示酸碱中和反应吗?

答 不一定。强酸和强碱反应生成易溶于水的盐和水的反应可以用 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 来表示。要注意一个特例,就是对于反应 $\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, 离子方程式亦为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。

4 离子方程式的书写最易错的是哪一步?

答 离子方程式的书写重要的一个步骤是将化学式拆成离子的形式。要注意是易溶电离的物质,也就是溶于水的强电解质要拆成离子的形式。

5 定量型离子方程式如何书写?

答 定量反应型离子方程式的书写原则——按照不足离子确定过量离子的化学计量数。

(1) 过量型:例如, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 和过量 NaOH 反应,由于不足离子是 Ca^{2+} 和 2HCO_3^- , 故 NaOH 的计量数为 2。

(2) 定量型:例如,明矾与等物质的量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应,可知有 Al^{3+} 、 2SO_4^{2-} 、 Ba^{2+} 、 2OH^- , 按照原则可得:



二、高考动态

近几年高考几乎每年都设置判断离子共存问题的试题,都属于中等难度偏易题,但区分度都比较高。造成此种状况的原因,主要是考生在元素及其化合物知识的学习中,没有将众多的元素及其化合物知识统筹整理,使之网络化并进行有序的存储,因而在提取、再现、辨认时出现问题。

典例剖析

经典解析 追踪高考

例1 (1) 向 NaHSO_4 溶液中,逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性。请写出反应的离子方程式。

(2) 在以上中性溶液中,继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 请写出此步反应的离子方程式。

解析 本题的两个反应实际上是此反应的两个步骤,溶液呈中性时,说明 H^+ 完全反应;继续滴加,表明 SO_4^{2-} 完全沉淀。

(1) 在 NaHSO_4 溶液中存在着 Na^+ 、 H^+ 、 SO_4^{2-} , 当滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液时, OH^- 中和了溶液中的 H^+ , Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合生成 BaSO_4 沉淀。当溶液呈中性时,原 NaHSO_4 溶液中的 H^+ 全部被中和,而此时 SO_4^{2-} 仅被 Ba^{2+} 沉淀一半,因而至中

和点时,反应物消耗的物质的量比为: $n(\text{NaHSO}_4) : n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 2 : 1$, 另一半仍留在反应混合液中。离子方程式为: $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
(2) 因(1)所得中性混合液中仍存在着 SO_4^{2-} 但无 H^+ , 此时再滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,只能是 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 结合生成 BaSO_4 沉淀。离子方程式为: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

答案: (1) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

例2 在指定的条件下,下列各组离子可能大量共存的是

- A. 无色的溶液中: Na^+ 、 HCO_3^- 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
- B. $\text{pH}=1$ 的溶液中: Fe^{3+} 、 Na^+ 、 I^- 、 NH_4^+
- C. 强碱性溶液中: K^+ 、 Na^+ 、 ClO^- 、 S^{2-}
- D. 溶液中由水电离产生的 $c(\text{OH}^-)c(\text{H}^+) = 10^{-24}$ 的溶液中: Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-
- E. 中性溶液中: Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 SCN^-
- F. 加入铝粉或镁粉均有氢气产生的溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
- G. 使 pH 试纸呈红色的溶液中: I^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 Na^+
- H. 室温时,某由水电离产生的 $c(\text{OH}^-)c(\text{H}^+) = 10^{-24}$ 无色透明溶液中: SiO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Na^+ 、 Cl^-

解析 A 组: HCO_3^- 与 Al^{3+} 不能大量共存

B 组: Fe^{3+} 与 I^- 不能大量共存

C 组: ClO^- 与 S^{2-} 不能大量共存

D 组: HCO_3^- 与 H^+ 、 OH^- 不能大量共存

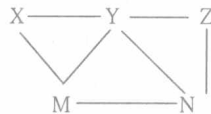
E 组: Fe^{3+} 与 SCN^- 不能大量共存

F 组: NO_3^- 存在时,加镁不能产生氢气

G 组: I^- 与 H^+ 、 NO_3^- 不能大量共存

答案 H

例3 现有 H_2SO_4 、 BaCl_2 、 K_2CO_3 、 FeSO_4 和氯水五种溶液,有如图示的相互反应,图中每条连线两端的物质可以发生反应。下列判断不合理的是



D. M、N 必定各为 BaCl_2 、 FeSO_4 中的一种

解析 本题是一道推断题。但首要的还是需要掌握四种物质之间的离子反应。

马上就知道能和 4 种物质发生反应的是 Y, 为 K_2CO_3 , 能和 3 种物质发生反应的是 BaCl_2 和 FeSO_4 , 能和 2 种物质发生反应的是 H_2SO_4 和氯水, 再综合考虑推出两种情况: Y: K_2CO_3 , M: BaCl_2 和 N: FeSO_4 , A: H_2SO_4 , Z: 氯水和 Y: K_2CO_3 , N: BaCl_2 和 M: FeSO_4 , Z: H_2SO_4 , A: 氯水。答案是 A。

追踪1 ('07·重庆) 对于反应① KHCO_3 溶液与石灰水反应; ② Na_2SO_3 溶液与稀盐酸反应; ③ Si 与烧碱溶液反应; ④ Fe 与稀硝酸反应。改变反应物用量, 不能用同一个离子方程式表示的是

- A. ①②③
- B. ①②④
- C. ①③④
- D. ②③④

解析 ① KHCO_3 少量: $\text{KHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$; KHCO_3 过量: $2\text{KHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 =$





$\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。②盐酸少量： $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHSO}_3$ ；盐酸过量： $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。③ $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ ④铁少量： $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；铁过量： $3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。选B选项。

追踪2 ('07·广东)下列化学反应的离子方程式正确的是

- A. 用小苏打治疗胃酸过多：
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 往碳酸镁中滴加稀盐酸：
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. 往氨水中滴加氯化铝溶液：
 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 氢氧化钡溶液与稀硫酸反应：
 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

解析：本题考查了关于不溶于水的盐、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 在弱碱中的存在形式、离子反应与计量数的关系等离子方程式的书写。

碳酸镁微溶于水，在离子方程式中应保留化学式，选项B错；选项C中生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不能溶解在弱碱氨水中，因此也错；选项D中离子方程式中阴阳离子不符合化学式的组成，正确的离子方程式应为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。应选A。

追踪3 ('08·广东)下列化学反应的离子方程式正确的是

- A. 在稀氨水中通入过量 CO_2 ：
 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-$
- B. 少量 SO_2 通入 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中：
 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- = \text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$
- C. 用稀 HNO_3 溶解 FeS 固体： $\text{FeS} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
- D. 氢氧化钙溶液与等物质的量的稀硫酸混合：
 $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

解析： HClO 有强氧化性，可把 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ，B错。稀 HNO_3 有氧化性，可把 S^{2-} 与 Fe^{2+} 氧化，应为 $\text{FeS} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ （还有可能生成 SO_2 ， SO_3 ），C错。D应为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，所以D错。

答案：A

追踪4 ('08·重庆)下列各组离子在给出的条件下能大量共存的是

- A. 在 $\text{pH}=1$ 的溶液中： NH_4^+ 、 K^+ 、 ClO^- 、 Cl^-
- B. 有 SO_4^{2-} 存在的溶液中： Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 I^-
- C. 有 NO_3^- 存在的强酸性溶液中： NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Br^-
- D. 在 $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中： Na^+ 、 S^{2-} 、 AlO_2^- 、 SO_3^{2-}

解析：本题考查离子共存知识。本题给出了不同环境下的各种溶液，注意隐含离子的作用。还要注意区分 $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-13}$ 和 $c(\text{H}^+ \text{水}) = 1.0 \times 10^{-13}$ 两种情况的不同。A项 ClO^- 与 H^+ 不能大量共存，B项 SO_4^{2-} 与 Ca^{2+} 不能大量共存，C

项中， NO_3^- 存在的强酸性溶液具有氧化性，与 Fe^{2+} 不能共存。在碱性溶液中， S^{2-} 、 SO_3^{2-} 可以共存。选D。

答案：D



训练提升

夯实基础 提升能力

一、选择题

- 下列物质中导电性能最差的是
 A. 熔融状态下的氢氧化钠 B. 石墨棒
 C. 盐酸溶液 D. 固体氯化钾
- 下列物质是非电解质的是
 A. Cl_2 B. NH_3
 C. NaCl 溶液 D. CH_3COOH
- 在某无色透明的酸性溶液中，能共存的离子组是
 A. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 Al^{3+} 、 Cl^-
 B. Na^+ 、 AlO_2^- 、 K^+ 、 NO_3^-
 C. MnO_4^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Na^+
 D. K^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 Na^+
- 下列各组离子在溶液中可以大量共存，且加入氨水后也不产生沉淀的是
 A. H^+ 、 I^- 、 Cl^- 、 NO_3^-
 B. K^+ 、 AlO_2^- 、 NO_3^- 、 OH^-
 C. H^+ 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
 D. H^+ 、 Cl^- 、 CH_3COO^- 、 NO_3^-
- 下列离子在溶液中因发生氧化还原反应而不能大量共存的是
 A. H_3O^+ 、 NO_3^- 、 Fe^{2+} 、 Na^+
 B. Ag^+ 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 K^+
 C. K^+ 、 Ba^{2+} 、 OH^- 、 SO_4^{2-}
 D. Cu^{2+} 、 NH_4^+ 、 Br^- 、 OH^-
- 在加入铝粉产生氢气的溶液中，分别加入下列各组离子，可能大量共存的是
 A. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+
 B. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^-
 C. NO_3^- 、 Cu^{2+} 、 K^+ 、 Cl^-
 D. NO_3^- 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 OH^-
- 下列各组离子：
 (1) I^- 、 ClO^- 、 NO_3^- 、 H^+ (2) K^+ 、 NH_4^+ 、 HCO_3^- 、 OH^-
 (3) SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 OH^- (4) Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
 (5) H^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 HSO_3^- (6) Ca^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-}
 在水溶液中能大量共存的是
 A. (1)和(6) B. (3)和(4)
 C. (2)和(5) D. (1)和(4)
- 某同学欲配制下列含有较多量不同阴、阳离子的四种水溶液，其中能配制成功的是
 A. Na^+ 、 K^+ 、 OH^- 、 CO_3^{2-}
 B. NH_4^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 OH^-
 C. Ca^{2+} 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
 D. H_3O^+ 、 NO_3^- 、 I^- 、 K^+