

PROGRESS EVERY DAY

天天向上



总策划/陈志强

2008高考总复习

其实人生豪迈，需要我们好好学习、天天向上；时刻为梦想创造可能，相信自己一定能成功！

化学

中国书籍出版社

其實人生豪邁，需要我們好好學習、天天向上；時刻
為夢想創造可能，相信自己一定能成功！



我來...
為勝利而來！

总策划：陈志强

主 编：李书旺

副主编：韩瑞友 王启刚 周 瑞

编 委：覃建光 王仕勇 王 鸣

王冬平 李 平 董丽珍

贾天平 田鸿鸣 张国营

路广照

天
天
向
上

PROGRESS EVERY DAY

目 录

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	9
第三节 化学反应中的能量变化	15
本章能力检测题	21
第二章 碱金属	23
第一节 钠及其化合物	23
第二节 碱金属元素	33
本章能力检测题	39
第三章 物质的量	41
第一节 物质的量及气体摩尔体积	41
第二节 物质的量的浓度	47
本章能力检测题	55
第四章 卤素	57
第一节 氯气	57
第二节 卤族元素	65
本章能力检测题	74
第五章 物质结构	76
第一节 原子结构	76
第二节 元素周期律、元素周期表	83
第三节 化学键	92
第四节 晶体的类型与性质	98
本章能力检测题	103
第六章 氧族元素、环境保护	105
第一节 氧族元素	105
第二节 二氧化硫	112
第三节 硫酸、硫酸工业及环保	118
本章能力检测题	126
第七章 碳族元素 无机非金属材料	129
第一节 碳族元素	129

第二节 硅、二氧化硅 无机非金属材料	137
本章能力检测题	145
第八章 氮族元素	147
第一节 氮和磷	148
第二节 氨 铵盐	155
第三节 硝酸	165
本章能力检测题	172
第九章 化学平衡	175
第一节 化学反应速率	176
第二节 化学平衡	188
第三节 化学平衡移动的应用	200
本章能力检测题	213
第十章 电离平衡	217
第一节 电离平衡	217
第二节 水的电离和溶液的 pH	224
第三节 盐类的水解与中和滴液	229
本章能力检测题	241
第十一章 几种重要的金属	244
第一节 镁、铝及其化合物	244
第二节 铁及其化合物	251
第三节 电化学原理及应用	258
本章能力检测题	268
第十二章 烃	271
第十三章 烃的衍生物	292
第十四章 糖类、油脂、合成材料	306
第十五章 化学实验总复习	318
第一节 仪器的识别及用途注意点	319
第二节 实验操作	322
第三节 以气体为主的制备实验总结及设计应用	336
第四节 物质的性质、检验与推断	352
参考答案	367

第一章 化学反应及其能量变化

本章概述

一、本章重点复习内容概要

本章是高中化学的特别重点章节,包括①氧化还原反应②离子反应③能量变化三方面的内容。

二、考纲与考况预览

《考试说明》对本部分内容的要求是:理解氧化和还原、氧化性和还原性、氧化剂和还原剂的概念;能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目,并能配平反应方程式;理解氧化还原反应的本质,并能应用于相关计算。

三、本章题型总目

氧化还原反应是化学反应中的主要内容,基本上年年 在高考的试题中出现,题型以选择题和填空题为主;离子共存问题和离子方程式的正误判断,也是每年必考内容;化学反应中的能量变化在近几年高考中也日益突出。

具体内容 1. 氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的判断。2. 标明电子转移的方向,计算电子转移的数目。3.

氧化性(或还原性)的强弱比较。4. 氧化还原反应方程式的配平。5. 依据质量守恒、电子守恒、电荷守恒等解决一些计算问题。6. 化学反应的分类方法及化学反应的四种基本反应类型的判断。7. 电解质与非电解质、强电解质与弱电解质的概念。8. 离子反应发生的条件、本质及离子方程式的书写及其正误判断。9. 离子共存问题。10. 吸热反应和放热反应。11. 反应热、燃烧热、中和热的概念。12. 有关反应热的大小比较及简单计算、热化学方程式书写及其正误判断。

四、高考预测考点

特别提醒高考常考题型预测

- I卷:1. 离子方程式书写正误判断
2. 因氧化还原反应而不能共存的离子
3. 热化学方程式的书写
4. 氧化还原反应的小计算
II卷:5. 氧化还原的制气实验
6. 氧化还原理论的计算

第一节

氧化还原反应



双基必知点

一、氧化还原反应的概念、本质和特征

1. 概念

凡有元素化合价升降的化学反应就是氧化还原反应。

2. 特征

反应前后元素化合价发生了变化。

3. 本质

反应过程中有电子转移(得失或偏移)

4. 氧化还原反应的判断

凡是有元素化合价升降的化学反应就是氧化还原反应;元素化合价均没有改变的化学反应就是非氧化还原反应。

5. 氧化还原反应的概念及其相互关系

氧化反应:失去电子或是共用电子对偏离的反应。

还原反应:得到电子或是共用电子对电子偏向的反应。

氧化性:得到电子的性质或能力。

还原性:失去电子的性质或能力。

氧化剂:得到电子的物质或是含有可得电子的元素的物质。

还原剂:失去电子的物质或是含有可失电子的元素的物质。

被氧化:失去电子的元素发生氧化反应的结果,其外观表现为元素价态降低。

被还原:得到电子的元素发生还原反应的结果,其外观表现为元素价态升高。

特征:针对某种元素,也可以针对某种物质。

氧化产物:化合价升高的元素所生成的物质或是还原剂失电子后的生成物。

还原产物:化合价降低的元素所生成的物质或是氧化剂得电子后的生成物。

反应物的用量:参加化学反应的整个反应物用量,既包含了参加氧化还原反应部分的用量,也包含了未参加氧化还原反应的用量。

被氧化(还原)的用量:仅指反应物中有电子失(得)的那一部分物质的用量。

特征:反应物的用量由方程式系数决定。被氧化(还原)的用量,由实际参与氧化还原反应的用量决定。

⑥相互关系

氧化还原反应有关概念的联系和区别:

注意:概念复习时,要理清知识线:



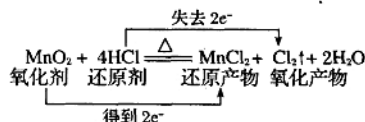
化合价 电子 反应 剂性



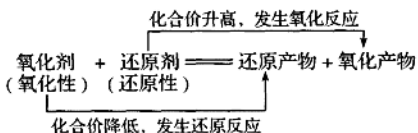
二、氧化还原反应中电子转移的表示方法

1. 双线桥法

用箭头线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”电子的数目,一条箭头线由氧化剂指向还原产物,另一条箭头线由还原剂指向氧化产物。如

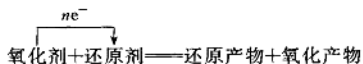
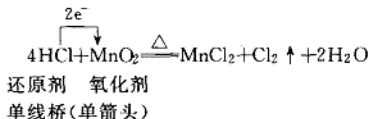


即



2. 单线桥法

用箭头表示反应物中不同(或相同)原子或离子间的电子转移。在线上标出电子转移的总数，箭头指出电子转移的方向，即箭头由还原剂指向氧化剂。如



注意事项：①箭头必须由还原剂(失电子)指向氧化剂(得电子)，箭头两端对准得失电子的元素。

②箭头方向表明电子转移的方向，因此无需注明电子的“得”与“失”。

③电子数目只写成总数形式。

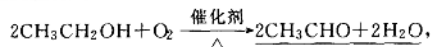
思维延伸

1. 氧化还原反应的判断法

(1)凡是有元素化合价变化的化学反应就是氧化还原反应。元素化合价均没有变化的化学反应就是非氧化还原反应。

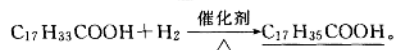
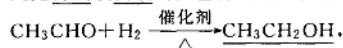
(2)凡有单质参加的化合反应、有单质生成的分解反应和置换反应都是氧化还原反应，复分解反应都不是氧化还原反应。

(3)在有机化学反应中，凡是得氧或去氢的反应都叫氧化反应，如：



$\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

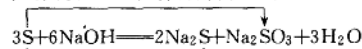
凡是得氢或去氧的反应都叫还原反应，如：



2. 双线桥记忆法

双线桥表示电子转移不仅能表示出电子转移的方向和数目，同时还能表示出元素化合价升降和氧化、还原的关系。

如：失去 $4e^-$ ，化合价升高，被氧化



得到 $2 \times 2e^-$ ，化合价降低，被还原

记忆：还原剂被氧化，

失去电子升高价；

失标上，得标下；

找出变价原子的价差，

原子总数再乘它。

3. 单线桥法

①从反应物中画线

②从失电子的元素指向得电子的元素

③标出电子转移总数但不写“失”和“得”

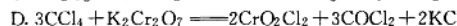
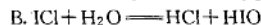
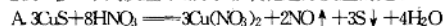
4. 电子转移总数标法

①变价原子总个数 \times 价差 e^- (高化合价 - 低化合价)

②失电子的总数 = 得电子总数

典型例题

【例 1】下列反应中，属于非氧化还原反应的是()



【解析】判断非氧化还原反应，即是判断反应前后元素的化合价是否发生变化。A: $\text{CuS} \xrightarrow{-2} \text{S}$, $\text{HNO}_3 \xrightarrow{+5} \text{NO}$; C: $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{-1} \text{H}_2\text{O}$, $\text{KCrO}_2 \xrightarrow{+3} \text{K}_2\text{CrO}_4$ 均为氧化还原反应，只有 B、D 选项各元素化合价均未改变，答案 B、D。

【总结提示】正确判断出元素化合价是解题关键。

【例 2】对于反应 $\text{H}^- + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{H}_2 + \text{NH}_2^-$ 的正确说法是()

A. 属于置换反应

B. H^- 是氧化剂

C. NH_3 是还原剂

D. H_2 既是氧化产物又是还原产物

【解析】 H^- 为 -1 价，在 NH_3 及 NH_2^- 中 N 化合价均为 -3 价。反应实质是 H^- 将电子转移给 NH_3 分子中一个 +1 价氢原子，形成 H_2 。

【答案】D

【例 3】下列叙述正确的是()

A. 发生化学反应时失去电子越多的金属原子，还原能力越强

B. 金属阳离子被还原后，一定得到该元素的单质

C. 核外电子总数相同的原子，一定是同种元素的原子

D. 能与酸反应的氧化物，一定是碱性氧化物

【解析】还原性与失电子的多少无关，取决于失电子的难易，选项 A 不正确。 Fe^{3+} 被还原成 Fe^{2+} ，所以选项 B 不正确。核外电子总数相同的原子，它的核电荷数也必相同，也就是同种元素的原子，选项 C 正确。与酸反应的氧化物，如 Al_2O_3 是两性氧化物，选项 D 不正确。

【答案】C

【例 4】从矿物学资料查得，一定条件下自然界存在如下反应： $14\text{CuSO}_4 + 5\text{FeS}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 7\text{Cu}_2\text{S} + 5\text{FeSO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4$ ，下列说法正确的是()

A. Cu_2S 既是氧化产物又是还原产物

B. 5 mol FeS_2 发生反应，有 10 mol 电子转移

C. 产物中的 SO_4^{2-} 离子有一部分是氧化产物

D. FeS_2 只作还原剂

【解析】在反应 $14\text{CuSO}_4 + 5\text{FeS}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 7\text{Cu}_2\text{S} + 5\text{FeSO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4$ 中， $\text{Cu} \xrightarrow{+2} \text{Cu}$ ， $\text{S} \xrightarrow{-2} \text{S}$ ， $\text{S} \xrightarrow{+6} \text{S}$ ，氧化剂为 CuSO_4 和 FeS_2 ，还原剂为 FeS_2 ， Cu_2S 为还原产物，5 mol FeS_2 反应时，有 $7 \text{ mol} \times 2 + 7 \text{ mol} \times 1 = 21 \text{ mol}$

电子发生转移;产物中的 SO_4^{2-} 有一部分由 S 转化来,部分为氧化产物,因此只有 C 项正确。

【答案】 C



之一

规律与重点

氧化还原反应的基本规律

1. 守恒规律:对于一个完整的氧化还原反应,化合价升高总数与降低总数相等,失电子总数与得电子总数相等,反应前后电荷总数相等(离子反应)。

应用:有关氧化还原反应的计算及氧化还原反应方程式的配平。

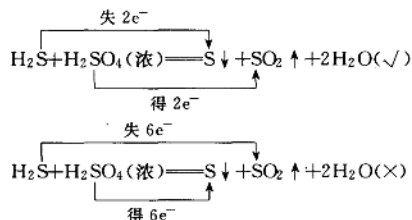
2. 价态规律:元素处于最高价,只有氧化性(如 Fe^{3+} 、 KMnO_4 等);元素处于最低价,只有还原性(如 S^{2-} 、 I^- 等);元素处于中间价态,既有氧化性又有还原性。

应用:判断元素或物质的氧化性、还原性。

3. 强弱规律:强氧化性的氧化剂跟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。反应前的还原剂的还原性大于生成的还原产物的还原性。

应用:在适宜条件下,用氧化性强的物质制备氧化性弱的物质;用还原性强的物质制备还原性弱的物质;用于比较物质间氧化性或还原性的强弱。

4. 价态转化规律:氧化还原反应中,以元素相邻价态之间的转化最容易;同种元素不同价态之间发生反应,元素的化合价只靠近而不交叉;同种元素相邻价态之间不发生氧化还原反应。例如:



应用:判断氧化还原反应能否发生及表明电子转移情况。

5. 难易规律:越易失电子的物质,失后就越难得电子;越易得电子的物质,得后就很难失去电子。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,一种还原剂同时与多种氧化剂相遇时,氧化性最强的优先发生反应。例如, FeBr_2 溶液中通入 Cl_2 时,发生离子反应的先后顺序为: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。

应用:判断物质的稳定性及反应顺序。

注意:难失电子的物质不一定易得电子,如稀有气体,既难失电子,又难得电子。

方法与技巧

一、氧化还原反应方程式的配平方法与技巧

法 1:一般方法

一标、二等、三定、四平、五查。

技巧:抓住一个关键、掌握三个原则

(1) 一个关键:准确判断并标出变价元素的化合价,求得化合价升降数及其最小公倍数,进而求得氧化剂、还原剂的基准计量数。

(2) 三个原则:

① 质量守恒:反应前后各元素的原子(离子)个数相等;

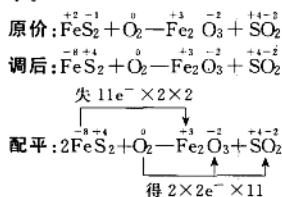
② 得失电子守恒:氧化剂得电子总数与还原剂失电子总数相等;

③ 电荷守恒:反应前后各带电微粒所带电荷总数相等(离子反应)。

法 2:特殊方法

调价配平法(绝对创新新方法)

适用于三种元素变价或画三线桥四线桥方法是:将化合物中变价原子的化合价进行调节,使其前后不变价另一元素的价态相应变化从而调为上下两线桥再配平就特别简单了。



由守恒规律知



充分利用其特殊性:如 $\text{S} + \text{C} + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{K}_2\text{S}$, 反应物 KNO_3 中三种元素原子数均为奇数,而生成物中三种元素原子数均为偶数,故可将 KNO_3 乘以 2,然后用观察法配平得到:1,3,2,3,1,1。此法适用于物质种类少且分子组成简单的氧化还原反应。

例: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

显然 CO 把 Fe_2O_3 中的“O”全部夺出来且一个 CO 结合一个“O”,故 CO 系数为 3,便迎刃而解。



二、价态规律的应用技巧

化合价

1. 初中与高中部分常见化合价记忆表

+1 价:	H	Li	Na	K	Ag
+2 价:	Cu	Ca	Ba	Mg	Zn
+3 价:	Fe	Al	N	P	As
+4 价:	C	Si	S	N	Pb
	7Cl	6S	5	N	P
-1 价:	F	Cl	Br	I	O_2^{2-}
-2 价:	只	有	0	S	分
	-3	N	P	-4	C

化合价代数右上看,中前为正后为负, NH_x , CH_x 多特殊。

2. 标准化化合价

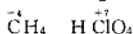
+1 价:	H	Li	Na	K	Ag
+2 价:	Cu	Ca	Ba	Mg	Zn

-1价: F Cl Br I $\overset{-1}{O}_2^-$
-2价: 常有 O S 分

3. 化合价与金属非金属价的范围

金属化合价 [+1 — +7]

非金属化合价 [-4 — +7]

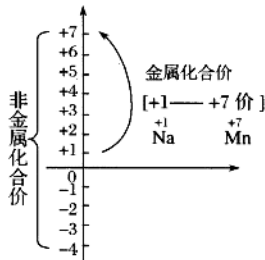


金属没有负化合价

有负化合价必是非金属

所有单质的化合价没有标为 0

化合价: 没有 +8 也没有 -5 价



4. 化合价的标法

(1) 化合价是一个原子的化合价故标在每个原子的正上方

(2) 化合价必标出“+”“-”和对应值、单质标“0”

(3) 原子团离子的问题

① 离子符号右上角是“电荷”不是化合价

② 必同样标在每个原子的正上方而不是原子团的正上方

③ 化合价的代数和——电荷的“+”“-”。

例: SO_3^{2-} 中氧为 -2 则 $x + 4 \times (-2) = -2$ $x = +6$

练: SO_3^{2-} CO_3^{2-} AO_3^{2-} AO_3^{-} AO_3^{2-} $A_2O_3^{-}$
 AO_3^{-} AO_3^{-}

5. 如何知道化合价

<1> 记忆法:

必须记住: 标准价 $\begin{cases} +1 \text{ 价: } H, Li, Na, K, Ag \\ +2 \text{ 价: } Cu, Ca, Ba, Mg, Zn, \\ -1 \text{ 价: } F, Cl, Br, I, \overset{-1}{O}_2^- \\ -2 \text{ 价: } \text{常有 } O, S \text{ 分} \end{cases}$

其他可推算

<2> 推判算:

① 充分利用标准价

② 中前为正后为负

CH_x NH_x 多特殊

③ 化合价的代数和 = 电荷的“+”“-”

化学式通常为“0”

<3> 特殊化合价:

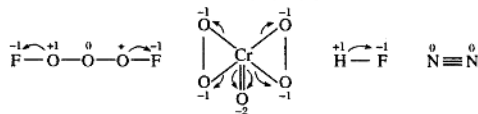
① 多原子的原子团: $S_x^{2-} \Rightarrow S_x^{\frac{-2}{x}}$

② 求平均价: $Fe_3O_4 \Rightarrow Fe_3^{\frac{+8}{3}}O_4$

CH_3COOH 先变为 $C_2H_4O_2$ 再对应标 $\overset{0}{C}_2 \overset{+1}{H}_4 \overset{-2}{O}_2$

<4> 真正利用结构知道化合价

离子价: 是得失电子出来写成 $n \pm$ 右上方
电子推出来 { 化合价出来写成 $\pm n$ 正上方
共价化合物: 是电子对偏移推出来:



<5> 名称化合价

亚铁 Fe^{+2} 亚铜 Cu^{+1} 高... 如高氯酸 $HClO_4$ 高锰

酸钾 $KMnO_4$

<6> 吸引电子能力强的为负价

Si, C, S, I, Br, Cl, N, O, F

吸引电子能力增强 两两结合, 表前正后负

$NF_3, Cl_2O_7, NCl_3, BrCl, Si_3N_4$

6. 化合价是怎么引起的

<1> 得失电子 \rightarrow 引出了化合价

失电子后为“+”电子数为“价数”

得电子后为“-”电子数为“价数”

<2> 电子偏移 \rightarrow 引出了化合价

偏离方为“+”电子对数“价数”

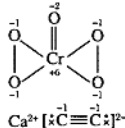
偏向方为“-”电子对数“价数”

电子对的得失、偏移合称电子转移

<3> 化合价的真正含义来自结构

例: $CaC_2, Na_2O_2, K_2S_x, KO_2, Fe_3O_4$ 等

例:



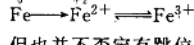
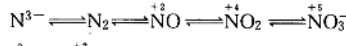
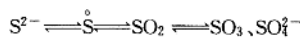
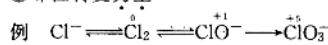
7. 价态变化规律

<前已背化合价只是在化合物中的可能价没有变化>

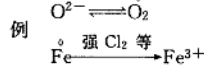
① 有升必有降

② 最低价还原剂 \rightarrow 中价兼有两种性质

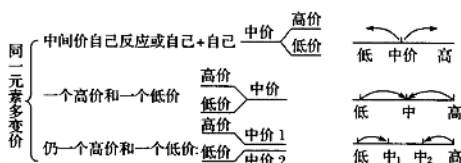
③ 邻位转变为



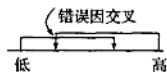
但也并不否定有跳位



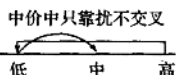
④



注意：高价+低价→中价中只靠拢不交叉

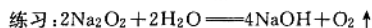
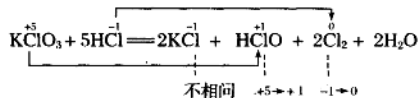
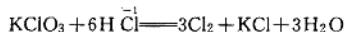
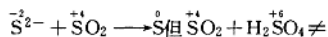


更不能换位



总结：间位反应，邻位存，前后同价不相同。高低靠拢不交叉，中价只有高低分。

例：



8. 化合价的规律知识点

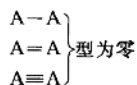
- ①任何化合物各元素原子化合价代数和为零
- ②单质没有化合价或说化合价为零
- ③简单离子(只有一个简单元素符号)元素化合价和离子电荷数有关
- ④复杂离子需找出一个标准价去推算另一个元素价态

多核单元元素求其平均价 如 $Ca\overset{-1}{C}_2, KO_2$

多核多元素一般中心原子为正价 $Na_2\overset{+6}{S}O_4, H\overset{+1}{Cl}O$

⑤化合价必须标出“+”“-”且为一个原子的化合价

⑥共价键的化合价



A-B 型为“+1”“-1”

A-B-A 则 B 为“+2”或“-2”价 A 为±1价

⑦F 无正价 金属无负价

⑧不同半径的非金属结合，半径小的为负价

如 NCl_3 $Cl-N-Cl$ 则 N 为-3 价 Cl 为+1 价

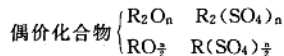


⑨主族元素最高价 一般是 A 前的族序数

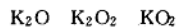
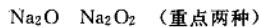
非金属的最低价 一般是最高价-8

⑩多变价元素主要有 { 主族: C, N, S, Cl
过渡族: Fe, Mn, Cu

⑪令 R 价其奇价化合物 RCl_n $R(NO_3)_n$



⑫碱金属与氧的化合物



三、强弱规律的应用技巧

氧化性、还原性强弱比较

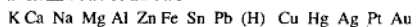
法 1: 依据元素周期表

(1) 同周期从左到右，金属元素的还原性逐渐减弱，对应阳离子的氧化性逐渐增强；非金属元素的氧化性逐渐增强，对应阴离子的还原性逐渐减弱。

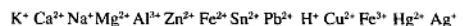
(2) 同主族从上到下，金属元素的还原性逐渐增强，对应阳离子的氧化性逐渐减弱；非金属元素的氧化性逐渐减弱，对应阴离子的还原性逐渐增强。

法 2: 依据金属、非金属活动顺序

(1) 依据金属活动性顺序

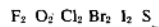


还原性逐渐减弱

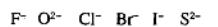


氧化性逐渐增强

(2) 依据非金属活动顺序



氧化性逐渐减弱



还原性逐渐增强

法 3: 依据反应原理

氧化剂+还原剂=还原产物+氧化产物

氧化性: 氧化剂>氧化产物

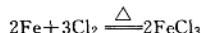
还原性: 还原剂>还原产物

法 4: 依据反应条件及反应的剧烈程度

反应条件要求越低，反应越强烈，对应物质的氧化性或还原性越强，如是否加热、有无催化剂及反应温度高低和反应物浓度等。

法 5: 依据氧化还原反应的程度

(1) 相同条件下，不同氧化剂使同一种还原剂氧化程度大的，其氧化性强。例如：



氧化性: $Cl_2 > S$

(2) 相同条件下，不同还原剂使同一种氧化剂还原程度大的，其还原性强。例如：

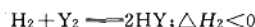
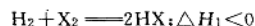


还原性: $Zn > Cu$

法 6: 依据电化学原理

原电池中，负极物质的还原性一般强于正极物质；用惰性电极电解混合溶液时，在阴极先放电的阳离子的氧化性强，在阳极先放电子的阴离子的还原性强。

法 7: 依据反应中能量变化



若 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ ，则 X_2 的氧化性比 Y_2 的氧化性强；

X^- 的还原性比 Y^- 的还原性弱。

法 8: 依据物质的浓度及溶液酸碱性

(1) 具有氧化性(或还原性)的物质的浓度越大，其氧化性(或还原性)越强；反之，其氧化性(或还原性)越弱。例

如:

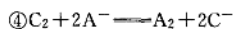
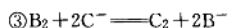
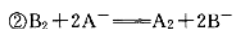
氧化性: $\text{HNO}_3(\text{浓}) > \text{HNO}_3(\text{稀})$;

还原性: $\text{HCl}(\text{浓}) > \text{HCl}(\text{稀})$ 。

(2)溶液的酸碱性对物质的氧化性、还原性强弱亦有影响,如 KMnO_4 在酸性、中性、碱性溶液中的氧化性依次减弱。

注意:氧化性、还原性强弱取决于得失电子的难易,与得失电子的数目无关。

【例 1】 (2005年北京)已知:还原性 $\text{A}^- < \text{B}^- < \text{C}^-$, 则下列反应能够进行的是()



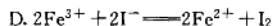
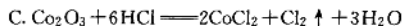
A. ①③ B. ②③ C. ①④ D. ③④

【解析】 掌握氧化性、还原性、氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的概念及判断;熟悉氧化还原规律;还原剂的还原性强于还原产物的还原性。

【答案】 A

【规律方法技巧总结】 根据氧化还原反应的发生情况来判断物质氧化性(或还原性)的相对强弱是本部分内容中的一个重要知识点,也是经常考查的内容。

【例 2】 (2005年江苏)已知 Co_2O_3 在酸性溶液中易被还原成 Co^{2+} , Co_2O_3 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 I_2 的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中不可能发生的是()



【解析】 氧化还原反应发生的条件是强氧化剂+强还原剂=弱还原剂+弱氧化剂。A中反应物 I^- 的还原性 $> \text{Fe}^{2+}$ 的还原性,故 Cl_2 应首先氧化强还原性的 I^- 而不是 Fe^{2+} ,故 A 反应错误,选 A。

【答案】 A

【例 3】 (2005,烟台模拟二)已知氧化性 $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{IO}_3^- > \text{I}_2$ 。现将饱和氯水逐滴滴入 KI 淀粉溶液中至过量。

(1)可观察到的现象是①_____;②_____。

(2)写出有关的离子反应方程式①_____;②_____。

【解析】 根据微粒的氧化性强弱顺序: $\text{Cl}_2 > \text{IO}_3^- > \text{I}_2$, 可推知下列未知反应可以进行: $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HIO}_3 + 10\text{HCl}$ (Cl_2 过量时)。

【答案】 (1)①溶液由无色变为蓝色;②溶液蓝色褪去
(2)① $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$; ② $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 12\text{H}^+ + 2\text{IO}_3^- + 10\text{Cl}^-$

四、“强先后弱”规律的应用技巧

一种还原剂同时与多种氧化剂相遇时,氧化性强的物质先被还原。并按照强的反应完毕后,剩余下的相对较强

的再进行即所谓“强先后弱”的顺序依次反应。同理:当一种氧化剂与多种还原剂相遇时,还原剂也按由“强先后弱”的规律顺序来进行。

【例 1】 Zn 粉加入到 CuCl_2 与 FeCl_3 的混合溶液中进行所发生反应的先后顺序方程式。

【解析】 由于 Fe^{3+} 的氧化性比 Cu^{2+} 强,故先 $\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 反应完后 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$, 若 Zn 仍有剩余则 $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$ 。

【答案】 ① $\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$

② $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

③ $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$

【例 2】 (上海高考题)在含有 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 和 AgNO_3 的溶液中加入适量锌粉首先置换出来的是_____

A. Mg B. Cu C. Ag D. H_2

【解析】 由金属活动顺序表知氧化性强弱顺序是 $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Mg}^{2+}$ 故加入锌粉首先置换出 Ag。

【答案】 C

五、反应中的“多守恒”规律应用与技巧

化学反应中必须遵循“多守恒”的规律,多守恒即:原子守恒(质量守恒)电子守恒(不增、不减、失 e 总数=得电子总数)、电荷守恒(对离子反应或溶液中所有“+”电荷总数=所有“-”电荷总数)这三大守恒是解题的优秀方法。

【例 1】 判离子方程式的正误: $\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$ ()

【解析】 不仔细就会出错误,它原子个数守恒,但仔细观察发现电荷不守恒、转移电子数不守恒,故不对,应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

【例 2】 在 $\text{RO}_3^{n-} + \text{aI}^- + \text{bH}^+ \rightleftharpoons \text{R}^- + 3\text{I}_2 + \text{cH}_2\text{O}$ 中判定

(1) $n = \underline{\hspace{1cm}}$ $a = \underline{\hspace{1cm}}$ $b = \underline{\hspace{1cm}}$ $c = \underline{\hspace{1cm}}$

(2) R 的化合价从 _____ 价变到 _____ 价

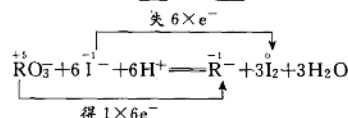
(3) 标出电子转移方向及数目

【解析】 根据质量守恒定律,观察不难得出 $a = 6$ $c = 3$ $b = 6$

根据电荷守恒:分析知 $-(6+n) + 6 = -1$ $n = 1$

根据化合价规则 RO_3^- 知 $\overset{+5}{\text{R}}\text{O}_3^-$

根据电子守恒: $(6-n+1) \times 1 = 6 \times e^-$ 亦可解出 $n = 1$ 可见 R 的化合价从 +5 降到 -1



【例 3】 已知反应 $\text{AgF} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{AgClO}_3 + \text{HF} + \text{O}_2$ (未配平),配平后若 Cl_2 的系数为 a,则 AgF 的系数为 _____,判断的依据是 _____;若 AgClO_3 的系数为 b, O_2 的系数为 c,则 AgCl 的系数为 _____,判断的依据是 _____。

【解析】 第二问中, $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{-2e^-} \text{O}_2$, 由于 O_2 的系数为 c , 则 H_2O 失电子总数为 $4c$ 。

$\frac{1}{2}\text{Cl}_2 \xrightarrow{-5e^-} \text{AgClO}_3$, 因 AgClO_3 的系数为 b , 则 Cl_2 失电子总数为 $5b$ 。

此反应中还原剂失电子总数为 $4c+5b$, 则氧化剂得电子总数也应为 $4c+5b$ 。

又因为氧化剂也为 Cl_2 , $\frac{1}{2}\text{Cl}_2 \xrightarrow{+e^-} \text{AgCl}$

生成 1 个 AgCl 需得 1 个电子, 则 AgCl 的系数必为 $4c+5b$ 。

【答案】 $2a$ 氯原子和银原子个数守恒 $4c+5b$ 氧化还原反应中得失电子的总数相等

【规律方法技巧总结】 应用了氧化剂得电子总数与还原剂失电子总数相等。

【例 4】 单质铁溶于稀硝酸的反应方程式为: $a\text{Fe} + b\text{NO}_3^- + c\text{H}^+ \longrightarrow d\text{Fe}^{2+} + f\text{Fe}^{3+} + g\text{NO} + h\text{N}_2\text{O} + k\text{H}_2\text{O}$, 回答下列问题:

(1) b, c, d, f 关系式为 _____,

d, f, g, h 关系式为 _____,

c, g, h 关系式为 _____。

(2) 若 $a=16$ 时 Fe 和 HNO_3 全部反应完全, 则 b 取值范围是 _____, c 的取值范围是 _____。

【解析】 (1) 依据反应方程式, 由电荷守恒可得 b, c, d, f 的关系式为: $c-b=2d+3f$ ① 因 d, f, g, h 分别为氧化产物 $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ 和还原产物 $\text{NO}, \text{N}_2\text{O}$ 的计量数, 故由电子得失守恒可得 d, f, g, h 的关系式为: $2d+3f=3g+8h$ ② 由①②两式得 $c-b=3g+8h$, 再由氢元素守恒可得: $b=g+2h$, 故 c, g, h 的关系式为: $c=4g+20h$ 。

(2) 本题可用极端假设法求解: ① 当 Fe 全部氧化为 Fe^{2+} , 还原产物为 N_2O 时, 被还原的硝酸的量最少, 即 b 的值最小。

【答案】 (1) $c-b=2d+3f$

$2d+3f=3g+8h$

$c=4g+20h$

(2) $8 < b < 16$ $40 < c < 64$



之二

易错与难点

氧化还原反应的类型计算

对于氧化还原反应的计算, 要根据氧化还原反应的实质——反应中氧化剂得电子总数与还原剂失电子总数相等, 即得失电子守恒。利用守恒思想, 可以抛开繁琐的反应过程, 可不写化学方程式, 特别是一些无法书写化学方程式的计算, 却能更快、更便捷的解决有关问题。比较常

见的题型有: 计算氧化剂与还原剂的物质的量之比或质量之比; 计算参加反应的氧化剂或还原剂的量; 确定反应前后某一元素的价态变化等。其步骤为:

1. 找出氧化剂、还原剂及相应的还原产物和氧化产物。

2. 找准 1 个原子或离子得失电子数(注意: 化学式中粒子的个数)。

3. 由题中物质的物质的量, 根据电子守恒列等式:
 $n(\text{氧化剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价-低价)} = n(\text{还原剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价-低价)}$

注意: ① 对于有多种氧化剂(或还原剂)参与的氧化还原反应亦可根据得失电子守恒求算。

② 对于多步连续氧化还原反应, 如果第一步反应的氧化产物(或还原产物)又被还原(或氧化)为原物质时, 可直接找出守恒关系, 快速求算。

【例 1】 多硫化钠 $\text{Na}_2\text{S}_x (x \geq 2)$ 在结构上与 $\text{Na}_2\text{O}_2, \text{FeS}_2, \text{CaC}_2$ 等有相似之处。 Na_2S_x 在碱性溶液中可被 NaClO 氧化为 Na_2SO_4 , 而 NaClO 被还原为 NaCl , 反应中 Na_2S_x 与 NaClO 的物质的量之比为 $1:16$, 则 x 值是()

A. 5 B. 4 C. 3 D. 2

【解析】 由电子转移和电荷守恒, 可得:

$x[6 - (-\frac{2}{x})] = 16 \times 2$ 所以 $x=5$ 。

【答案】 A

【例 2】 在反应 $a\text{BrF}_3 + b\text{H}_2\text{O} \longrightarrow c\text{HBrO}_3 + d\text{HBr} + e\text{HF} + f\text{O}_2 \uparrow$ 中(a, b, c, d, e, f 是各物质的化学计量数), 若 $0.3 \text{ mol H}_2\text{O}$ 被氧化, 则被水还原的 BrF_3 的物质的量是()

A. 0.15 mol B. 0.2 mol

C. 0.3 mol D. 0.4 mol

【解析】 H_2O 被氧化成 O_2 , BrF_3 被水还原为 HBr , $0.3 \text{ mol H}_2\text{O}$ 被氧化失电子 0.6 mol , 故被水还原的 BrF_3 物质的量 = $\frac{0.6 \text{ mol}}{4} = 0.15 \text{ mol}$ 。

【答案】 A

【例 3】 某温度下, 将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中, 反应得到 $\text{NaCl}, \text{NaClO}, \text{NaClO}_3$ 的混合液, 经测定 ClO^- 与 ClO_3^- 的浓度之比为 $1:3$, 则 Cl_2 与 NaOH 溶液反应被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为()

A. 21:5 B. 11:3 C. 3:1 D. 4:1

【解析】 Cl_2 转化为 $\text{ClO}^-, \text{ClO}_3^-$ 时氯元素被氧化, 又因 $c(\text{ClO}^-) : c(\text{ClO}_3^-) = 1:3$, 即 $n(\text{ClO}^-) : n(\text{ClO}_3^-) = 1:3$, 若 $n(\text{ClO}^-) = 1 \text{ mol}, n(\text{ClO}_3^-) = 3 \text{ mol}$, 共失去电子: $1 \text{ mol} \times 1 + 3 \text{ mol} \times 5 = 16 \text{ mol}$, Cl_2 转化 Cl^- 时被还原, 得电子 16 mol , 则 $n(\text{Cl}^-) = 16 \text{ mol}$, 被还原氯元素与被氧化氯元素的物质的量之比 = $16 : (1+3) = 4:1$ 。

【答案】 D

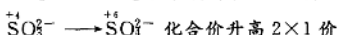
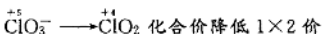
【例 4】 ClO_2 是一种广谱型的消毒剂, 根据世界环保联盟的要求, ClO_2 将逐渐取代 Cl_2 成为生产自来水的消毒剂。工业上 ClO_2 常用 NaClO_3 和 Na_2SO_3 的混合液加 H_2SO_4 酸化后反应制得, 在以上反应中, NaClO_3 和 Na_2SO_3 的物质的量之比为()

A. 1:1 B. 2:1 C. 1:2 D. 2:3

我来了! 我看见了! 我征服了!

【解析】 方法一：写出反应的化学方程式并配平，找出二者的比例关系： $2\text{NaClO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ，二者的物质的量之比 2:1。

方法二：



二者的物质的量之比为 2:1。

对比两种方法，显然后者比前者容易。利用电荷守恒法较方便。

【答案】 B

【例 5】 将 10.416 g 铁丝溶于过量的盐酸中，在加热条件下，用 5.05 g KNO_3 氧化溶液中的 Fe^{2+} ，待反应完全后，剩余的 Fe^{2+} 还需要 24 mL 0.3 mol/L 的 KMnO_4 溶液才能完全氧化成 Fe^{3+} ，此时 MnO_4^- 转化为 Mn^{2+} ，则 KNO_3 的还原产物是 ()

- A. NO_2 B. NO C. N_2O D. N_2O_5

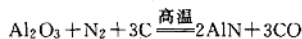
【解析】 由题意可知，溶液中的 Fe^{2+} 是还原剂，而 KNO_3 和 KMnO_4 是氧化剂。若设 KNO_3 的还原产物中 N 的化合价为 n，则整个过程中氧化剂 KNO_3 得到电子的物质的量为： $\frac{5.05}{101\text{g/mol}} \times (5-n) = 0.05(5-n)$ mol，氧化剂 KMnO_4 得到电子为： $0.024\text{L} \times 0.3\text{mol/L} \times (7-2) = 0.036$ mol，而还原剂 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} 时失去的电子为： $\frac{10.416}{56\text{g/mol}} \times (3-2) = 0.186$ mol。根据电子守恒原理得： $0.05(5-n) + 0.036 = 0.186$ ，得 $n = +2$ ，即还原产物为 NO 。

【答案】 B

高效练习 提高自信

- 下列叙述正确的是 ()
 - 含金属元素的离子一定都是阳离子
 - 在氧化还原反应中非金属单质一定是氧化剂
 - 某元素从化合态变成游离态时，该元素一定被还原
 - 金属阳离子被还原不一定得到金属单质
- 下列叙述正确的是 ()
 - 在氧化还原反应中，肯定有一种元素被氧化，另一种元素被还原
 - 没有单质参加的反应一定不是氧化还原反应
 - 置换反应一定是氧化还原反应
 - 失电子难的原子，容易获得电子
- (2005 年广东) 从海水中可以提取溴，主要反应为 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ ，下列说法正确的是 ()
 - 溴离子具有氧化性
 - 氯气是还原剂
 - 该反应属于复分解反应
 - 氯气的氧化性比溴单质强
- 实验室将 NaClO_3 和 Na_2SO_3 按物质的量之比为 2:1 倒入烧杯中，用水浴加热，同时滴入硫酸溶液，产生棕黄色的气体 X。反应后，测得 NaClO_3 和 Na_2SO_3 正好完全反应，则 X 为 ()
 - Cl_2
 - Cl_2O
 - ClO_2
 - Cl_2O_3
- (2005 年江苏) 氮化铝 (AlN) 具有耐高温、抗冲击、导热性能好等优良性质，被广泛用于电子工业、陶瓷工业等

领域。在一定条件下，氮化铝可通过如下反应合成：



下列叙述正确的是 ()

- 在氮化铝的合成反应中， N_2 是还原剂， Al_2O_3 是氧化剂
 - 上述反应中每生成 2 mol AlN ， N_2 得到 3 mol 电子
 - 氮化铝中氮元素的化合价为 -3 价
 - 氮化铝晶体属于分子晶体
- (2005 年江苏) Cu_2S 与一定浓度的 HNO_3 反应，生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 、 NO_2 、 NO 和 H_2O ，当 NO_2 和 NO 的物质的量之比为 1:1 时，实际参加反应的 Cu_2S 与 HNO_3 的物质的量之比为 ()
 - 1:7
 - 1:49
 - 1:5
 - 2:9
 - 下列变化，应加入还原剂才能实现的是 ()
 - $\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NH}_3$
 - $\text{C} \longrightarrow \text{CO}$
 - $\text{SO}_2 \longrightarrow \text{S}$
 - $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Cl}^-$
 - 在 100 mL 含等物质的量的 HBr 和 H_2SO_3 的溶液里通入 0.01 mol Cl_2 ，有一半 Br^- 变为 Br_2 (已知 Br_2 能氧化 H_2SO_3)。原溶液中 HBr 和 H_2SO_3 的浓度都等于 ()
 - $0.0075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.0018 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - 根据下列反应： $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ， $2\text{FeCl}_3 + 2\text{HI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{I}_2$ ， $3\text{FeCl}_2 + 4\text{HNO}_3 = 2\text{FeCl}_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 。判断有关物质还原性由强到弱的顺序是 ()
 - $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{NO}$
 - $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$
 - $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$
 - $\text{NO} > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^-$
 - 已知 I^- 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 Cl^- 和 H_2O_2 均有还原性，它们在酸性溶液中还原性的强弱顺序为 $\text{Cl}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{I}^- < \text{SO}_2$ ，则下列反应不可能发生的是 ()
 - $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
 - $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$
 - $2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^-$
 - (2005·广东) 某同学为了验证海带中含有碘，拟进行如下实验，请回答相关问题。
 - 第 1 步：灼烧。操作是将足量海带灼烧成灰烬，该过程中将使用到的硅酸盐质实验仪器有 _____ (填代号，限填 3 项)。
 - 试管
 - 瓷坩埚
 - 坩埚钳
 - 铁三角架
 - 泥三角
 - 酒精灯
 - 烧杯
 - 量筒
 - 第 2 步： I^- 溶液的获取。操作是 _____。
 - 第 3 步：氧化。操作是依次加入合适的试剂，下列氧化剂最好选用 _____ (填代号)。
 - 浓硫酸
 - 新制氯水
 - KMnO_4 溶液
 - H_2O_2
 理由是 _____。
 - 碘单质的检验。操作是取少量第 3 步的溶液，滴加淀粉溶液，如果溶液显蓝色，则证明海带中含碘。
 - 已知： $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$



(1) 1 mol FeI_2 和 2 mol FeBr_2 的溶液中通入 2 mol Cl_2 , 此时被氧化的离子是 _____, 被氧化的离子的物质的量分别是 _____。

(2) 如果向原溶液中通入 3 mol Cl_2 , 则被氧化的离子是 _____, 其对应的氧化产物的物质的量分别是 _____。

(3) 若向含 a mol FeI_2 和 b mol FeBr_2 的溶液中通入 c mol Cl_2 , 当 I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^- 完全被氧化时, c _____ (用含 a 、 b 的代数式表示)。

13. 在一定条件下, NO 跟 NH_3 可以发生反应生成 N_2 和 H_2O 。现有 NO 与 NH_3 的混合物 1 mol, 充分反应后所得产物中, 经还原得到的 N_2 比氧化得到的 N_2 多 1.4 g。

(1) 写出反应的化学方程式并标出电子转移的方向和数目。

(2) 若以上反应进行完全, 试计算原反应混合物中 NO 与 NH_3 的物质的量可能是多少。

第二节

离子反应



双基必知点

一、电解质与非电解质、强电解质与弱电解质

1. 电解质与非电解质

(1) 电解质: 在水溶液或熔融状态下能够导电的化合物叫做电解质。

(2) 非电解质: 在水溶液和熔融状态下都不导电的化合物叫做非电解质。

【思考探究】 SO_2 的水溶液能导电, SO_2 是电解质吗?

提示: SO_2 的水溶液能导电的原因是 SO_2 与水反应生成 H_2SO_3 , 亚硫酸能电离出 H^+ 和 HSO_3^- , 所以 H_2SO_3 是电解质, 而 SO_2 是非电解质, 类似的还有 SO_3 、 CO_2 、 NH_3 等。

2. 强电解质和弱电解质

	强电解质	弱电解质
定义	在水溶液里全部电离成离子的电解质	在水溶液里有一部分分子电离成离子的电解质
化合物种类	强酸、强碱、多数盐类、离子型氧化物等	弱酸、弱碱、水等
在溶液中的电离程度	全部电离成离子	只有一部分分子电离成离子
在水溶液中的粒子	只有水合离子	电解质分子和水合离子
电离方程式	用等号, 如: $\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	用可逆号, 如: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
实例	强酸, 如 HCl 、 HNO_3 强碱, 如 NaOH 、 KOH 大多数盐, 如 NaCl , 离子型氧化物, 如 Na_2O 、 Na_2O_2	弱酸, 如 CH_3COOH 、 H_2CO_3 等弱碱, 如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、不溶性碱

【思考探究】强电解质溶液的导电能力是否一定比弱电解质溶液的导电能力强?

提示: ①溶液的导电能力与电解质的强弱没有关系, 与电解质溶液中的离子浓度和离子所带电荷有关。

②电解质的导电原因: 阴、阳离子的定向移动。

③电解质溶液的导电能力: 离子浓度越大, 离子的电荷数越多, 导电能力越强。

几点说明:

①电解质和非电解质都是化合物, 单质既不属于电解质, 也不属于非电解质。

②电离是电解质溶液导电的前提。

③能导电的物质不一定是电解质, 如石墨等; 电解质本身不一定能导电, 如食盐晶体。

④在水溶液或熔融状态下这两个条件, 只要求满足其中之一即可判断某化合物是否为电解质。

⑤有些化合物的水溶液能导电, 但因为这些化合物在水中或熔化状态下本身不能电离, 故也不是电解质。如 SO_2 、 SO_3 、 NH_3 、 CO_2 等, 它们的水溶液都能导电, 是因为跟水反应生成了电解质, 它们本身都不是电解质。

⑥电解质溶液中, 阳离子所带正电荷总数与阴离子所带负电荷总数是相等的, 故显电中性, 称电荷守恒。

⑦为了正确认识和区别强电解质和弱电解质, 列表比较如下:

比较项目	强电解质	弱电解质
电离程度	完全电离	部分电离(仅仅少量电离)
溶质粒子形态	水合离子	分子和少量水合离子
溶质类型	离子化合物及某些共价化合物	某些共价化合物
相同条件下的溶液导电性	强	弱

⑧常见的强电解质: 强酸如 H_2SO_4 、 HCl 、 HNO_3 等; 强碱如 NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 KOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等; 大多数盐类如 NaCl 、 AgCl 、 CuCl_2 、 BaSO_4 等。

⑨常见的弱电解质:

弱酸如 H_2CO_3 、 H_3PO_4 、 CH_3COOH 、 HF 、 HCN 等; 弱碱如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等; 两性氢氧化物 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 和少数盐类(如醋酸铅)等。

⑩应当注意判断电解质强弱与其溶解性并非直接相关。某些难溶或微溶于水的盐, 尽管其溶解度很小, 其溶液导电性很弱, 但是其溶于水的部分却是完全电离的, 所以象 AgCl 、 CaCO_3 、 BaSO_4 等难溶物依然属于强电解质(但其化学式仍不能拆开写成离子符号)。

思维延伸

强、弱、非、单、混概念区别是关键

“强”：强电解质(见上⑧)

“弱”：弱电解质，弱酸弱碱水(见上⑨)

“单”：指单质，Cl₂、Cu、O₂、Na

“非”：指非电解质，蔗糖、乙醇、SO₂、NH₃

“混”：指混合物，如：浓 H₂SO₄、石灰水、食盐水

二、离子反应

1. 概念

化合物在水溶液里或熔融状态下，有离子参加或生成的反应。

2. 实质：溶液中某种离子浓度的减少。

3. 方法与技巧

(1)在水溶液中进行复分解反应发生的条件：溶液中自由移动的离子数目由多变少。表现在以下几个方面：

①生成难溶物，如 BaSO₄、CaCO₃、CuS 等；

复分解反应生成沉淀时，应优先生成溶解度更小的沉淀。

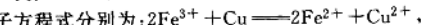
②生成难电离的物质，如弱酸、弱碱、水等；

③生成挥发性物质，如 CO₂、H₂S 等。

(2)对于发生氧化还原反应类型的离子反应的条件：

强氧化剂转变为弱还原剂，强还原剂转变为弱氧化剂。

例如，FeCl₃ 溶液中加入 Cu；FeCl₂ 溶液中通入 Cl₂ 的



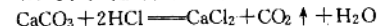
三、离子方程式

1. 概念

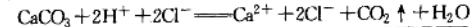
用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子。

2. 方法：书写步骤(以碳酸钙和盐酸的反应为例)

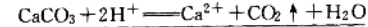
(1)写：写出正确的化学方程式，并配平，如：



(2)拆：把溶液中易溶解且易电离的物质写成离子形式，如：



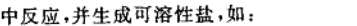
(3)删：删去方程式两边不参加反应的离子，如：



(4)查：检查方程式两边是否质量守恒和电荷守恒。

3. 意义

离子方程式可表示同一类型的所有的离子反应。例如，离子方程式 $H^{+} + OH^{-} \rightleftharpoons H_2O$ 表示强酸和强碱在溶液中反应，并生成可溶性盐，如：



之一

规律与重点

离子共存问题

(1)“不共存”情况归纳

①离子之间相互结合呈沉淀析出时不能大量共存。

如形成 BaSO₄、CaSO₄、H₂SiO₃、Ca(OH)₂、MgSO₃、MgCO₃、PbCl₂、AgCl、Ag₂SO₄ 等。

②离子之间相互结合呈气体逸出时不能大量共存，如：H⁺ 与 S²⁻、HCO₃⁻、SO₃²⁻、HSO₃⁻ 和 OH⁻ 与 NH₄⁺ 等，由于逸出 H₂S、CO₂、SO₂、NH₃ 等气体或 S²⁻ 变成 HS⁻、CO₃²⁻ 变成 HCO₃⁻ 而不能大量共存。

③离子之间相互结合成弱电解质时不能大量共存。如：H⁺ 与 CH₃COO⁻、OH⁻、PO₄³⁻ 等离子，由于生成 CH₃COOH、H₂O、HPO₄²⁻、H₂PO₄⁻、H₃PO₄ 而不能大量共存。

④离子之间发生双水解析出沉淀或逸出气体时不能大量共存，如 Al³⁺ 与 AlO₂⁻、Fe³⁺ 与 HCO₃⁻、Al³⁺ 与 HS⁻、S²⁻、HCO₃⁻、CO₃²⁻ 等离子。

⑤离子之间发生氧化还原反应时不能大量共存，如：Fe³⁺ 与 S²⁻、Fe³⁺ 与 I⁻ 等。

⑥离子之间相互结合成络离子时不能大量共存。如 Fe³⁺ 与 SCN⁻ 生成 [Fe(SCN)]²⁺，Ag⁺、NH₄⁺、OH⁻ 生成 [Ag(NH₃)₂]⁺，Fe³⁺ 与 C₆H₅OH 也络合等。

(2)离子在酸性或碱性溶液中存在情况的归纳

①某些弱碱金属阳离子，如：Zn²⁺、Fe³⁺、Fe²⁺、Cu²⁺、Al³⁺、NH₄⁺、Pb²⁺、Ag⁺ 等。在水溶液中发生水解，有 OH⁻ 则促进水解生成弱碱或难溶的氢氧化物。故上述离子可和 H⁺ (在酸性溶液中) 大量共存，不能与 OH⁻ (在碱性溶液中) 共存。但有 NO₃⁻ 存在时的酸性溶液，Fe²⁺ 等还原性离子不与之共存。

②某些弱酸的酸式酸根离子，如：HCO₃⁻、HS⁻ 等可和酸发生反应，由于本身是酸式酸根，故又可与碱反应，故此类离子与 H⁺ 和 OH⁻ 都不能共存。

③某些弱酸的阴离子，如：CH₃COO⁻、S²⁻、CO₃²⁻、PO₄³⁻、AlO₂⁻、SO₃²⁻、ClO⁻、SiO₃²⁻ 等离子在水溶液中发生水解，有 H⁺ 则促进其水解，生成难电离的弱酸或弱酸的酸式酸根离子。所以这些离子可和 OH⁻ (在碱性溶液中) 大量共存，不能与 H⁺ (在酸性溶液中) 大量共存。

④强酸的酸根离子和强碱的金属阳离子，如：Cl⁻、Br⁻、I⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻、K⁺、Na⁺ 等离子，因为在水溶液中不发生水解，所以不论在酸性或碱性溶液中都可以大量共存。但 SO₄²⁻ 与 Ba²⁺ 不共存。

⑤某些络离子，如 [Ag(NH₃)₂]⁺，它们的配位键能与 H⁺ 结合成 [Ag(NH₃)₂]⁺ + 2H⁺ = Ag⁺ + 2NH₄⁺，所以，它们只能存在于碱性溶液中，即可与 OH⁻ 共存，而不能与 H⁺ 共存。

分析：“共存”问题，还应考虑到题目附加条件的影响，如溶液的酸碱性、pH 值、溶液颜色、水的电离情况等。

⑥能发生强烈双水解的离子不能大量共存。

AP⁺ — S²⁻、HS⁻

Fe³⁺ — CO₃²⁻、HCO₃⁻、ClO⁻、AlO₂⁻

NH₄⁺ — SiO₃²⁻、AlO₂⁻

⑦常见的有色离子：

Fe³⁺ (棕黄)、Fe²⁺ (浅绿)、Fe(SCN)₆³⁻ (红色)、MnO₄⁻ (紫色)、Cu²⁺ (蓝色)

⑧微溶物对应离子如 Ca²⁺、SO₄²⁻ 不能大量共存，但 Na⁺ 与 HCO₃⁻ 可以。

方法与技巧

重点审题审出题中的条件与要求,然后按要求去解题例

【例1】 (2005年广东·16)下列各组离子一定能大量共存的是()

- A. 在含有大量 Fe^{3+} 的溶液中: NH_4^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SCN^-
 B. 在强碱溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-}
 C. 在 $c(\text{H}^+) = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
 D. 在 $\text{pH}=1$ 的溶液中: K^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-

【解析】 A项中 Fe^{3+} 与 SCN^- 发生络合反应,不能大量共存。C项中, $c(\text{H}^+) = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则该溶液为碱性溶液,碱性条件下 NH_4^+ 、 Al^{3+} 不能存在。D项为酸性溶液,酸性条件下 Fe^{2+} 与 NO_3^- 因发生氧化还原反应而不能大量共存。

【答案】 B

【例2】 (2004年江苏·12)已知某溶液中存在较多的 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- , 则该溶液中还可能大量存在的离子组是()

- A. Al^{3+} 、 CH_3COO^- 、 Cl^-
 B. Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Br^-
 C. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 I^-
 D. Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^-

【解析】 在含有较多的 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 的溶液中, CH_3COO^- 、 Ba^{2+} 、 I^- 不能大量共存,故选D。

【答案】 D

【例3】 $\text{pH}=1$ 的无色溶液中能大量共存的离子组是()

- A. NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
 B. Ba^{2+} 、 K^+ 、 OH^- 、 NO_3^-
 C. Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
 D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 AlO_2^-

【解析】 由 $\text{pH}=1$ 知溶液为酸性,溶液中存在 OH^- 、 AlO_2^- 的离子发生反应排除B、D,由“无色”溶液中不能存在 Cu^{2+} 排除C,故A正确。

【答案】 A

【例4】 (2006年高考·江苏卷)一定能在下列溶液中大量共存的离子组是()

- A. 含有大量 Al^{3+} 的溶液: Na^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
 B. $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液: Na^+ 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-}
 C. 含有大量 Fe^{3+} 的溶液: Na^+ 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 SCN^-
 D. 含有大量 NO_3^- 的溶液: H^+ 、 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

【解析】 本题属于基本概念和基本理论的考查,落在一定条件下溶液中离子的共存问题上。解题关键是溶液中离子间是否发生反应(有沉淀、气体、生成弱电解质及发生氧化还原反应等),若发生反应,则不能共存,若不发生反应,则能共存。选项A中的 Al^{3+} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等离子之间不会发生反应可以共存,符合题意。选项B在 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液,即碱性溶液中, OH^- 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 等离子之间会反应生成沉淀,不

符合题意。选项C中的 Fe^{3+} 和 SCN^- 反应生成络合物不能共存,不符合题意。选项D中的 H^+ 、 Fe^{2+} 、 NO_3^- 之间发生氧化还原反应不能共存,不符合题意。

【答案】 A



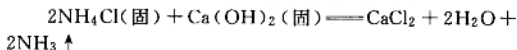
之二

易错与难点

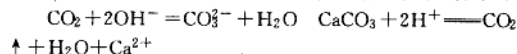
离子方程式的书写及正误判断

一、离子方程式的书写

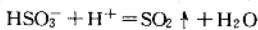
(1)离子反应是在溶液中或熔融状态时进行的反应,凡非溶液中进行反应一般不能写离子方程式,即没有自由移动离子参加的反应,不能写离子方程式。如 NH_4Cl 固体和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体混合加热,虽然也有离子和离子反应,但不能写成离子方程式,只能写化学方程式。即:



(2)单质、氧化物在离子方程式中一律写化学式;弱酸(HF 、 H_2S 、 HClO 、 H_2SO_3 等)、弱碱(如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)等难电离的物质必须写化学式;难溶于水的物质(如 CaCO_3 、 BaSO_4 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 等)必须写化学式。如:



(3)多元弱酸的酸式盐的酸根离子在离子方程式中不能拆开写。如 NaHSO_4 溶液和稀硫酸反应:



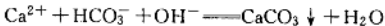
(4)对于微溶物的处理有三种情况:

①在生成物中有微溶物析出时,微溶物用化学式表示。如 Na_2SO_4 溶液中加入 AgNO_3 溶液: $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \xrightarrow{\quad} \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$

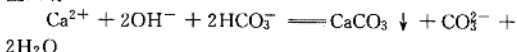
②当反应物里有微溶物处于溶液状态(稀溶液),应写成离子的形式。如 CO_2 气体通入澄清石灰水中: $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\quad} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

③当反应物里有微溶物处于悬浊液或固态时,应写成化学式。如在石灰乳中加入 Na_2CO_3 溶液: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} \xrightarrow{\quad} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$

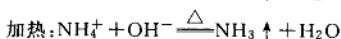
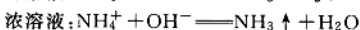
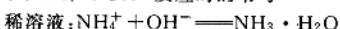
(5)操作顺序或反应物相对量不同时离子方程式不同,例如少量烧碱滴入 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液[此时 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 过量],有:



少量 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液滴入烧碱溶液(此时 NaOH 过量),有



(6) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 反应时的书写



二、离子方程式书写正误的判断

有关离子方程式的正误判断,每年的考题中都有出现。大致可从以下几个方面来判断,这也是正确书写离子

方程式的要求。

(1) 是否符合反应的客观事实,即反应能否发生;是否符合物质的性质;是否符合反应物的用量及离子配比关系等因素。

如:将 FeCl_3 溶液加入到 Na_2S 溶液中:

$2\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}^{2-} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 \downarrow$ 错误,应发生氧化还原反应,即 $2\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow$

(2) 化学式拆写是否正确。这是书写离子方程式步骤中最关键的一步,拆写应注意以下几点:

a. 易溶于水的强电解质均拆成离子形式,如强酸、强碱、大多数可溶性的盐。其他物质均用化学式,如单质、氧化物、弱电解质(弱酸、弱碱、水)、非电解质及难溶性盐。

b. 微溶物的写法。一般来说,微溶物的澄清溶液写成离子形式;浑浊或沉淀时写成化学式。如澄清石灰水表示为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$,而石灰乳则表示为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

c. 可溶多元弱酸酸式盐的酸式酸根一律保留酸式酸根的形式。如 NaH_2PO_4 溶液应拆成 $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$,而不能拆成 $\text{Na}^+ + 2\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ 或 $\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ (NaHSO_4 溶液离子应表示为 $\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$)。

d. 不用离子方程式表示的反应类型:不在溶液中进行任何反应都不用离子方程式表示。

(3) 符号使用是否正确。“ \rightleftharpoons ”应用于不可逆反应或进行程度大的反应,如强烈的双水解,故其生成物中出现的不溶物和气体要用“ \downarrow ”、“ \uparrow ”标示; $2\text{Al}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。“ \rightleftharpoons ”应用于可逆反应,如水解程度不大的反应: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ 。

(4) 是否遵循三大守恒,即质量守恒、电荷守恒和电子守恒,如 $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 是错误的,其中电荷不守恒,应改为 $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。

(5) 是否符合反应物的用量。如:向 FeBr_2 溶液中通入过量 Cl_2 , $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$ 错误,在 Cl_2 过量时 Fe^{2+} 与 Br^- 应按 FeBr_2 形式 1:2 的物质的量之比进行反应,即 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ 。

三、与量有关的离子方程式书写方法技巧

离子方程式的书写是重要的知识点和必备的技能。绝大多数离子方程式与试剂的滴加顺序、反应物的物质的量之比无关,但少数离子方程式却与上述两因素密切相关。反应物的物质的量之比不同,得到的产物也不同。此类离子方程式的书写除遵循一般离子方程式的要求外,还有量的条件。概括起来说,主要有三种类型。

1. 过量型

对于复分解反应,可设物质的量少的那种物质的物质的量为 1 mol,另一种足量的物质的物质的量按需要多少有多少——“以少定多”。例如:

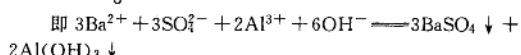
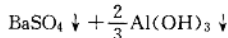
(1) 向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入过量的 NaOH 时,可设 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 的物质的量为 1 mol,1 mol $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 可提供 2 mol HCO_3^- 和 1 mol Ca^{2+} ,而 NaOH 足量,能提供 2 mol OH^- 与 2 mol HCO_3^- 反应产生 2 mol CO_3^{2-} 和 2 mol H_2O ,1 mol CO_3^{2-} 与 1 mol Ca^{2+} 反应会生成 1 mol CaCO_3 沉淀,同时 1 mol CO_3^{2-} 将留在溶液中。该反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$

(2) 向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入少量的 NaOH 时,可设

NaOH 的物质的量为 1 mol,1 mol NaOH 提供 1 mol OH^- ,1 mol OH^- 与 1 mol HCO_3^- 反应生成 1 mol H_2O 和 1 mol CO_3^{2-} ,1 mol CO_3^{2-} 与 1 mol Ca^{2+} 反应生成 1 mol CaCO_3 沉淀。该反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \downarrow$

2. 定量型

对于有特别限制条件的反应,首先应按题给条件写出各反应的离子个数,然后再按多余离子满足不足离子的原则,将其多余部分删去。例如,明矾与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 按 1:1 反应时,可设两物质各 1 mol,则可电离出 1 mol Al^{3+} 、2 mol SO_4^{2-} 、1 mol Ba^{2+} 、2 mol OH^- ,1 mol Ba^{2+} 与 2 mol SO_4^{2-} 进行反应, SO_4^{2-} 有剩余,1 mol Al^{3+} 与 2 mol OH^- 进行反应, Al^{3+} 有剩余,所以其中 SO_4^{2-} 、 Al^{3+} 是相对多余的。该反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \frac{2}{3}\text{Al}^{3+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow$



3. 目标型

首先按目标要求分析反应物的比例,然后按比例写出各反应的离子个数,再按多余离子满足不足离子的原则将多余部分删去。实际上,目标型往往可转变为定量型来书写,当然也有例外。

例如,向明矾溶液中逐渐滴加氢氧化钡溶液的反应。

(1) 向明矾溶液中逐渐滴加氢氧化钡溶液至硫酸根离子刚好完全沉淀。当 1 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 与 2 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应时硫酸根离子刚好完全沉淀,即 1 mol Al^{3+} 、2 mol SO_4^{2-} 与 2 mol Ba^{2+} 、4 mol OH^- 恰好完全反应生成 BaSO_4 沉淀、 AlO_2^- 和水: $2\text{Ba}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 向明矾溶液中逐渐滴加氢氧化钡溶液至铝离子刚好完全沉淀。当 2 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 与 3 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应时铝离子刚好完全沉淀,即 2 mol Al^{3+} 、4 mol SO_4^{2-} 与 6 mol OH^- 、3 mol Ba^{2+} 反应, SO_4^{2-} 有剩余: $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$

若题目中没告诉比例关系,则要弄清滴加顺序。一般地说,开始滴加时滴管中的反应物是不足量的,而锥形瓶(或烧杯等反应容器)中的反应物过量。

对于中和反应,若碱过量,中和产物为正盐;若酸或酸性气体过量,则可能生成酸式盐(对多元酸而言)。在氧化还原反应中,若氧化剂过量,则能被氧化的元素都将被氧化;若氧化剂不足量,则还原性强的元素首先被氧化,就像 Cl_2 与 FeBr_2 溶液反应那样。

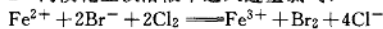
总之,要对具体情况进行分析,看清题意,分析反应物的物质的量之比,再写出符合题意的离子方程式。

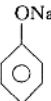
四、典例例证

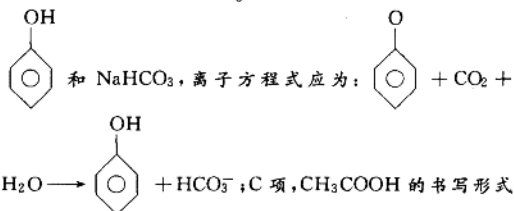
【例 1】(2005 年广东)下列反应的离子方程式正确的是()

- A. 向氯化铝溶液中加入过量氢氧化钠溶液:
 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 向苯酚钠溶液中通入二氧化碳:
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- \longrightarrow 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$
- C. 向小苏打溶液中加入醋酸溶液
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

D. 向溴化亚铁溶液中通入过量氯气:



【解析】 B项, 向  溶液中通入 CO_2 应生成



不正确, 离子方程式应为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; D项, 电荷不守恒, 离子方程式应为 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ 。

【答案】 A

【例 2】 能正确表示下列化学反应的离子方程式的是 ()

- A. 用碳酸钠溶液吸收少量二氧化硫:
 $2\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_3^{2-}$
- B. 金属铝溶于盐酸中:
 $\text{Al} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Al}^{3+} + \text{H}_2 \uparrow$
- C. 硫化钠溶于水:
 $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{S} \uparrow + 2\text{OH}^-$
- D. 碳酸镁溶于硝酸中:
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

【解析】 A项少量 SO_2 溶于水生成 H_2SO_3 , H_2SO_3 酸性比碳酸强, 故可反应, 而且 H_2SO_3 量不足, 故只能生成 HCO_3^- , 不能放出 CO_2 , A 正确; B项电荷不守恒, 正确的反应为 $2\text{Al} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$; C项 S^{2-} 水解为可逆反应, 且不会放出 H_2S 气体, 不正确; D项 MgCO_3 难溶于水, 应写成分子的形式, 不正确。

【答案】 A

【例 3】 下列反应的离子方程式正确的是 ()

- A. 铝片跟氢氧化钠溶液反应:
 $\text{Al} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + \text{H}_2 \uparrow$
- B. 硫酸镁溶液跟氢氧化钡溶液反应:
 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$
- C. 碳酸钙跟醋酸反应:
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- D. 铜片跟稀硝酸反应:
 $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【解析】 A. 方程式书写错误(漏掉水), 正确书写为: $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$; B. 漏掉参与反应的离子, 正确书写为: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Mg}^{2+} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$; D. 电荷不守恒, 正确书写为: $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。故正确答案为 C。

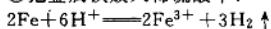
【答案】 C

练习

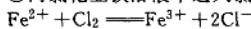
能正确表示下列反应离子方程式的是 ()

- ①碳酸氢钙溶液中加入盐酸:
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

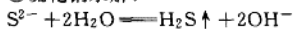
②把金属铁放入稀硫酸中:



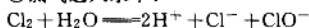
③向氯化亚铁溶液中通入氯气:



④硫化钠水解:



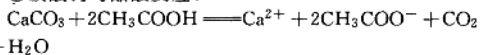
⑤氯气通入水中:



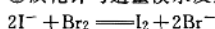
⑥磷酸二氢钙与氢氧化钡溶液反应:



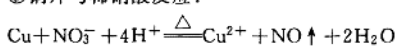
⑦碳酸钙与醋酸反应:



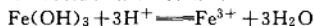
⑧碘化钾与适量溴水反应:



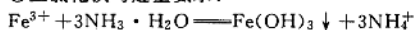
⑨铜片与稀硝酸反应:



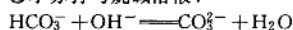
⑩氢氧化铁溶于氢碘酸中:



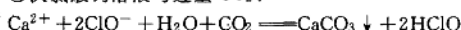
⑪三氯化铁与过量氨水:



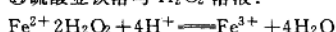
⑫小苏打与烧碱溶液:



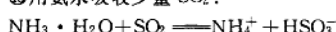
⑬次氯酸钙溶液与过量 CO_2 :



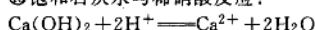
⑭硫酸亚铁溶与 H_2O_2 溶液:



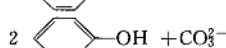
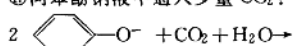
⑮用氨水吸收少量 SO_2 :



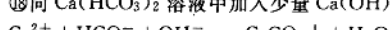
⑯饱和石灰水与稀硝酸反应:



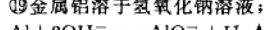
⑰向苯酚钠液中通入少量 CO_2 :



⑱向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液:



⑲金属铝溶于氢氧化钠溶液:



⑳用氢氧化钠溶液吸收少量 CO_2 :



【答案】 ①⑦⑧⑩⑫⑬⑱



之三

实验与推断

【例 1】 A 和 B 均为钠盐的水溶液, A 呈中性, B 呈碱性并具有氧化性, 下述为相关实验步骤和实验现象:

我来了! 我看见了! 我征服了!