

150

新高考 150 分系列丛书

甘肃省教育科学研究所编

化学

(修订版)

HUA XUE

兰州大学图书馆

兰州大学出版社

化学项目图书

714

530317 样

新高考 150 分系列丛书

化学

甘肃省教育科学研究所 编

兰州大学出版社

特邀顾问 胡之德

顾问 刘鸿勋 孙秋霞(审稿)

主编 刘兴寰 赵文英

副主编 马 琨

编者 (按姓氏笔划排列)

马 琨 王好学 会月明 行永康

刘兴寰 金东升 赵文英 郭大同

韩 荣 魏志云

修订 刘兴寰 会月明 金东升 王好学

王陇生 郭铁英(审稿)

新高考 150 分系列丛书

化 学(修订版)

甘肃省教育科学研究所编

兰州大学出版社出版发行

兰州市天水路 308 号 电话:8617156 邮编:730000

兰州大学印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张:15.375

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月第 1 次印刷

字数:372 千字 印数:1—13000 册

ISBN7-311-01138-8/G·390 定价:15.50 元

再版序言

1994年高考课目分组改革之初,甘肃省教育科学研究所即紧紧抓住这一重大课题,组织力量编写了《新高考150分系列丛书》(含语文、数学、英语、政治、历史、物理、化学),由兰州大学出版社出版发行。丛书在同类图书激烈竞争的市场上,得到省内外广大师生的充分认可,曾多次重印,供不应求。但是两年来高考改革实践又出现了许多新情况和新问题,鉴于此,甘肃省教育科学研究所认真分析研究1995年和1996年高考试题的基础上,对原书进行了大幅度的修改和完善。读了修订书稿,我觉得丛书有以下三个突出特点:

一、在省级教研部门的策划下,汇聚教研、教学和考试多方面专家的智慧,发挥各方优势,协同研讨,集体创作,使丛书既有较强的科研内涵,又密切联系考生复习实际和考试改革的前沿变化规律,信息全面丰富,使科学性、实用性和针对性得到有机融合。丛书包含了两年来各方面专家来自考试研究和教学实践的成果精华。

二、丛书以培养考生能力技巧为核心,构建了科学高效的指导与训练体系。从典型题例的思路点拨到练习的落实检查,由专题的集中突破到综合的训练贯通、模拟实践,导练结合,环环相扣,很切合学生复习需要和认知规律。各学科在保持体例基本一致的同时,还突出了各自的设计特色。

三、丛书一改题海战的弊端,进一步增强了针对性。各分册紧扣教学大纲和最新考试说明的要求,针对学生两年来高考中的难点和疑点,以对1996年高考试题的研究成果为重要参照,体现了各学科教学和高考改革的最新动态和趋势,在全面系统夯实基础知识的同时,突出重点难点,讲求精要实用,着眼于提高学生的解题能力,以适应高考改革的发展趋势与思路。

这套丛书凝聚着教研部门和几十位教师、专家的心血,体现了精益求精的负责精神和创新思想,我相信全体作者的辛勤劳动一定会对使用本丛书的考生大有裨益。

马培芳

1996.11.1.

目 录

第一单元 基本概念	(1)
物质的组成	(1)
物质的分类	(2)
化学反应	(4)
化学中常用计量	(12)
溶液和胶体	(14)
考点例析	(16)
目标组合训练	(19)
参考答案	(25)
第二单元 基础理论	(26)
物质结构 元素周期表	(26)
化学反应速度 化学平衡	(38)
电解质溶液	(55)
第三单元 非金属元素及其化合物	(72)
非金属元素总论	(72)
非金属元素分论	(74)
氢气和水	(74)
卤族元素	(75)
氧族元素	(78)
氮族元素	(82)
碳族元素	(85)
考点例析	(88)
目标组合训练	(91)
参考答案	(96)
第四单元 金属元素及其化合物	(99)
金属元素总论	(99)
金属元素分论	(102)
碱金属	(102)
镁和铝	(105)
铁	(108)
考点例析	(110)
目标组合训练	(112)
参考答案	(116)

第五单元 有机化合物	(117)
有机化学基本概念	(117)
有机化学反应的基本类型	(120)
有机化合物的相互转化及重要的有机物	(126)
有机物的结构与性质的关系	(128)
有机物的制备途径(有机合成)	(134)
有机化学计算	(137)
考点例析	(141)
目标组合训练	(144)
参考答案	(149)
第六单元 化学计算	(152)
有关化学量和化学式的计算	(152)
有关溶解度和溶液浓度的计算	(153)
根据化学方程式的计算	(154)
化学计算中常用的几种解题方法	(155)
化学计算中的解题思路	(167)
怎样速解计算选择题	(176)
目标组合训练	(180)
参考答案	(183)
第七单元 化学实验	(187)
常用仪器	(187)
试剂的取用和存放	(190)
气体的制备、净化、干燥和收集	(190)
物质的提纯和分离	(193)
物质的检验	(195)
中学化学中的几个定量实验	(201)
化学综合实验设计	(203)
考点例析	(205)
目标组合训练	(210)
参考答案	(214)
第八单元 综合模拟检测题	(215)
综合测试题	(215)
高考模拟试题(一)	(223)
高考模拟试题(二)	(229)
参考答案及评分标准	(235)

第一单元 基本概念

要点·规律·方法

一、物质的组成

关于物质组成的概念，常用的有宏观类别和微观粒子两种范畴。

1. 物质组成的宏观类别与微观粒子之间的关系(见图 1-1)

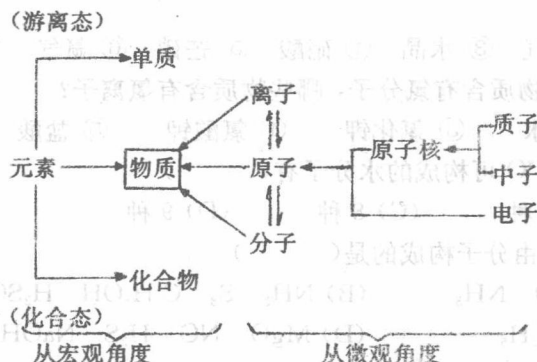


图 1-1

2. 组成物质的微观粒子——原子、分子、离子

(1) 原子：化学变化中的最小微粒。由原子直接构成的晶体为原子晶体，如金刚石、晶体硅、二氧化硅、碳化硅等。

(2) 分子：保持物质化学性质的一种微粒。由分子形成的晶体为分子晶体。分子晶体包括所有的酸(如 HNO_3 、 H_2SO_4 等)，大部分非金属单质及稀有气体(如 H_2 、 He 等)，非金属氧化物(如 SO_2 、 P_2O_5)，大部分有机物，某些难溶弱碱[如 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等]。

(3) 离子：带有电荷的原子或原子团。由离子构成的晶体为离子晶体，包括绝大多数盐、强碱和活泼金属氧化物等。

注意：原子团是由几个原子结合而成的，在许多化学反应中它作为一个整体参加反应，好象一个原子一样。有些原子团带电荷，而有些原子团不带电荷。

① 能独立存在的带电荷的原子团，属于离子，一般以“根”命名。如 OH^- 称之为氢氧根。

② 只存在于分子中，不带电荷的原子团，一般以“基”命名。如 $-\text{OH}$ 称之为羟基。

3. 元素：具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称。凡是具有相同质子数的原子包括同位素原子、简单离子都属同一种元素。

注意：元素是用于宏观范畴的概念，而原子则用于微观范围，在使用这两个概念时应加以注意。如“水分子是由氢元素和氧元素组成的。”这句话是错误的，因为“水分子”是微观概念，“氢元素”和“氧元素”则是宏观概念，两者不匹配，应改为“一个水分子是由两个氢原子和一个氧原子构成的”。或者改为“水是由氢元素和氧元素组成的”。应该宏观与宏观对应，微观与微观对应。

4. 表示物质组成或结构的符号及式子

(1) 四种符号

元素符号	H	Cl	Mg	离子符号	H^+	Cl^-	Mg^{2+}
价标符号	H^{+1}	Cl^{-1}	Mg^{+2}	核组成符号	${}_1^1H$	${}_{17}^{37}Cl$	${}_{12}^{24}Mg$

(2) 五种图式 最简式(实验式)、分子式、电子式、结构(简)式和原子结构示意图。

[跟踪练习]

1. 下列物质中直接由分子构成的有_____，直接由原子构成的有_____，直接由离子构成的有_____。

① 金刚石 ② 氮气 ③ 水晶 ④ 硝酸 ⑤ 芒硝 ⑥ 氩气 ⑦ 干冰

2. 下列物质中，哪些物质含有氯分子，哪些物质含有氯离子？

① 液氯 ② 氯水 ③ 氯化钾 ④ 氯酸钾 ⑤ 盐酸 ⑥ 氯乙烯

3. 由 1H 、 2H 、 ${}^{16}O$ 、 ${}^{17}O$ 、 ${}^{18}O$ 可构成的水分子有()

(A) 6种 (B) 7种 (C) 8种 (D) 9种

4. 下列各组内物质均由分子构成的是()

(A) SiO_2 CO_2 H_2O NH_3 (B) NH_3 S_8 C_2H_5OH H_2SO_4

(C) N_2 P_4 HCl C_2H_6 (D) MgO NO H_2S $NaOH$

二、物质的分类

物质可粗分为纯净物和混合物。纯净物又可由组成元素种类分为单质和化合物。化合物分为无机化合物和有机化合物，前者又可分为氧化物、酸、碱、盐等。

1. 混合物与纯净物

混合物由不同的单质或化合物组成，它没有固定的组成和性质。如没有固定的熔点和沸点。常见的混合物：水煤气、天然气、焦炉气、裂解气、爆鸣气、漂白粉、碱石灰、普钙、铝热剂、油脂、高分子化合物等。

纯净物由同一种单质或化合物组成，它有固定的组成和性质。

2. 单质与化合物

(1) 单质：由同种元素组成的纯净物，即元素的游离态。

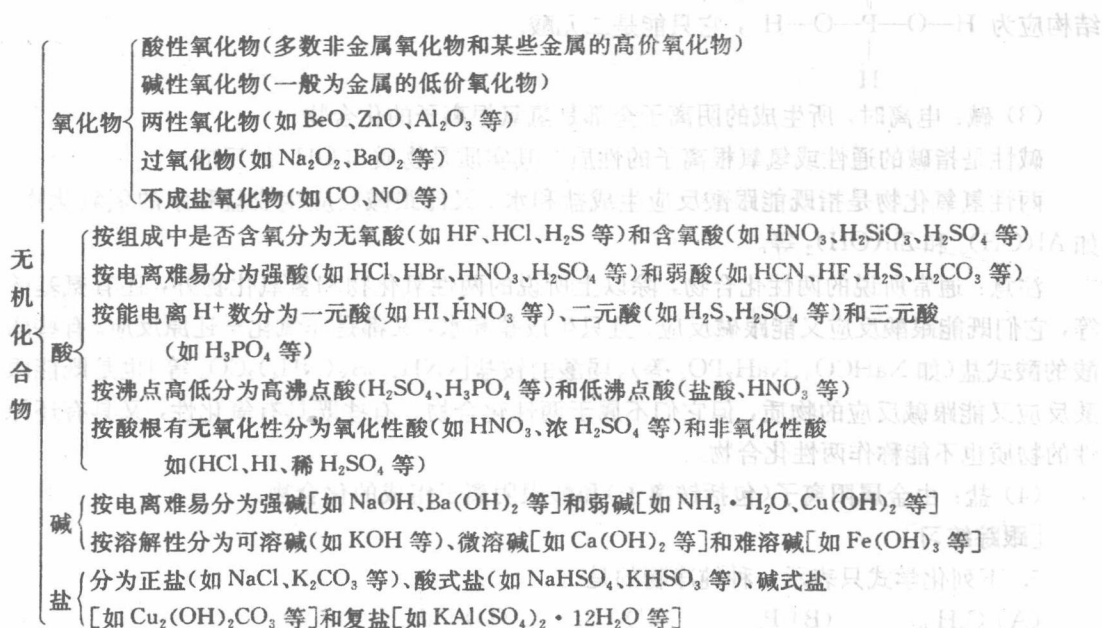
同素异形体：由同一种元素形成的多种单质。同素异形体有三种形成方式：① 构成分子的原子个数不同。如 O_2 和 O_3 等。② 晶格里的原子排列方式不同。如金刚石、石墨等。③ 晶格里的分子组成及排列方式不同。如白磷和红磷等。

同素异形体的性质有所不同，它们可以相互转化。同素异形体之间的相互转化一般为化学变化，如由石墨制成金刚石，由红磷制成白磷等。

(2) 化合物：由不同种元素组成的纯净物。元素呈化合态。

注意：同位素在自然界中普遍存在，如天然水中同时存在 H_2O 、 D_2O 、 HDO ，只是后两种分子含量非常少。原子是化学变化中的最小微粒，化学反应不涉及核反应，同种元素的同位素原子核外电子排布相同，所以三种分子的化学特性没有区别，含有三种水分子的水依然被看作纯净物，如蒸馏水。同理，其它由同种元素的不同同位素原子构成的物质也看作是纯净物。如由 H^{35}Cl 、 H^{37}Cl 组成的氯化氢气体。

3. 无机化合物



(1) 氧化物：由氧元素和另一种元素组成的化合物。

① 金属氧化物不全是碱性氧化物，如 Mn_2O_7 、 CrO_3 就是酸性氧化物， Na_2O_2 、 Al_2O_3 也不是碱性氧化物。但碱性氧化物都是金属氧化物。

② 酸酐是指含氧酸中将能被金属置换的氢原子和一部分氧原子以 2 : 1 的比例脱去后的产物。不能把一切称之为酸酐的物质都认为是酸性氧化物，有机酸酐就不是氧化物，如醋酸酐是 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ [$2\text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} (\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$]。

③ 非金属氧化物不全是酸性氧化物，如 NO 和 CO 等。酸性氧化物也不全是非金属氧化物，如 Mn_2O_7 等。

④ 既能跟酸也能跟碱反应且只生成盐和水的氧化物叫两性氧化物。如 Al_2O_3 、 ZnO 等。

(2) 酸：电离时，所生成的阳离子全部都是氢离子的化合物。

① 酸性和酸度 酸性是指酸的通性或氢离子的性质，其实质是物质跟氢离子的反应。酸度是指酸溶液中氢离子的浓度，通常用 pH 值来表示一定浓度酸溶液的酸度。

② 酸的强弱是指酸电离出 H^+ 能力的强弱。一般分为强酸(盐酸、硫酸、硝酸等)、中强酸(磷酸、亚硫酸等)、弱酸(醋酸、碳酸、氢硫酸、硅酸等)。从电离角度看，中强酸和弱酸都属于弱电解质。

③ 酸的氧化性和氧化性酸 酸的氧化性是指酸电离出的氢离子的氧化性(表现酸的通性)。如: $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 即 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

氧化性酸是指酸分子中成酸元素容易获得电子的酸。如浓 H_2SO_4 、 HNO_3 、 HClO_4 等。

④ 还原性酸是指酸分子中成酸元素易失去电子的酸。如盐酸、氢硫酸、氢碘酸等。

⑤ 在含氧酸分子中与氧原子直接相连的氢原子可电离, 而与成酸元素原子直接相连的氢原子一般不能电离。如亚磷酸(H_3PO_3)只能生成两种钠盐(NaH_2PO_3 和 Na_2HPO_3), 其

结构应为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, 它只能是二元酸。

(3) 碱: 电离时, 所生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物。

碱性是指碱的通性或氢氧根离子的性质。其实质是物质与 OH^- 的反应。

两性氢氧化物是指既能跟酸反应生成盐和水, 又能跟碱反应生成盐和水的氢氧化物。如 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 等。

注意: 通常所说的两性化合物, 除以上所说的两性氧化物和氢氧化物外, 还有氨基酸等, 它们既能跟酸反应又能跟碱反应, 且只生成盐和水, 又都是非氧化—还原反应。有些弱酸的酸式盐(如 NaHCO_3 、 NaH_2PO_4 等)、弱酸的铵盐[$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 等]也是既能跟酸反应又能跟碱反应的物质, 但它们不属于两性化合物。有些既具有氧化性, 又具有还原性的物质也不能称作两性化合物。

(4) 盐: 由金属阳离子(包括铵离子)和酸根阴离子组成的化合物。

[跟踪练习]

5. 下列化学式只表示一种纯净物的是()

(A) C_4H_{10} (B) P_4 (C) C (D) C_2H_4

6. 下列物质中, 前者是纯净物, 后者是混合物的是()

(A) 乙烯、聚乙烯 (B) 盐酸、水泥

(C) 乙醇、福尔马林 (D) 淀粉、汽油

7. 下列物质中, 具有固定沸点的是()

(A) 盐酸 (B) 氯化钾 (C) 汽水 (D) 重水

8. 下列说法中, 正确的是()

(A) 金属氧化物一定是碱性氧化物 (B) 非金属氧化物一定是酸性氧化物

(C) 碱性氧化物一定是金属氧化物 (D) 酸性氧化物一定是非金属氧化物

9. 下列物质中属于复盐的是()

(A) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (B) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

(C) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (D) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

三、化学反应

根据需要可将化学反应从不同角度进行观察和分析, 划分为不同反应类型。

1. 按原子重新组合形式分为: (1) 化合反应; (2) 分解反应; (3) 置换反应; (4) 复分解反应。即平时所说的“四种基本反应类型”。

2. 按是否有电子转移(表现在反应里是否有化合价的升降)分为: (1) 氧化—还原反应; (2) 非氧化—还原反应。

3. 按是否有离子参加反应分为: (1) 离子反应; (2) 非离子反应。

4. 按反应进行程度分为: (1) 可逆反应; (2) 不可逆反应。

5. 按反应的热效应分为: (1) 吸热反应; (2) 放热反应。

(一) 离子反应和离子方程式

1. 离子反应 有离子参加的反应都属于离子反应。中学阶段是指水溶液中有电解质参加的一类化学反应, 其中有氧化—还原反应, 也有非氧化—还原反应。

2. 离子方程式 用实际参加反应的离子符号来表示离子反应的化学反应式就是离子方程式。它不仅代表某一个反应, 而且代表同一类型的反应。例如, $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 不仅代表 Na_2SO_4 和 BaCl_2 间的反应, 而且表示所有可溶性硫酸盐和可溶性钡盐间的反应; $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, 不仅表示 HCl 和 NaOH 反应, 还表示可溶性强酸和可溶性强碱发生中和反应生成可溶性盐的反应, 但不代表生成不溶性盐的强酸和强碱反应, 如不代表 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 H_2SO_4 的中和反应。

3. 离子方程式的写法 近年来高考试题中出现的离子方程式基本上有四类: ① 电解质在溶液中进行的复分解反应; ② 电解质溶液中进行的氧化—还原反应; ③ 电解质在溶液中进行的某些络合反应; ④ 盐类的水解反应。要快速、准确无误地写出一定反应的离子方程式, 必须熟练掌握以下知识:

(1) 要记熟碱、酸、盐的溶解性, 知道哪些是难溶、微溶、易溶; 要记熟常见电解质中哪些是强电解质, 哪些是弱电解质。

(2) 正确掌握书写离子方程式“三原则”。“三原则”是指: ① 离子方程式要符合客观实际。② 在溶液中发生的离子反应才能书写离子方程式。③ 离子反应要质量和电荷同时都守恒。

(3) 熟练运用“拆”、“删”、“查”

所谓“拆”是把易溶于水的强电解质拆开写成离子形式; “删”是把未参加反应的离子删去; “查”是检查是否符合质量守恒和电荷守恒。

(4) 五点注意

① 凡易溶的强电解质全部写成离子形式; 弱电解质、难溶物质(包括难溶的强电解质)、气体、非电解质均以分子式表示。如 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。一些中强酸(如 H_3PO_4)作反应物时, 按弱电解质处理写分子式。如 $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{OH}^- = \text{PO}_4^{3-} + 3\text{H}_2\text{O}$

② 易溶强电解质不是在溶液中反应, 而是发生在固体间的反应, 虽然发生的是离子反应, 但不能写离子方程式(实际上自由移动的离子非常少)。如实验室用 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制取 NH_3 , $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

③ 氧化物作为反应物或生成物均写成分子式。如 $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = 2\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。

④ 浓 H_2SO_4 与固体发生反应, 所进行的是离子反应, 但不写离子方程式。如 $2\text{NaCl}(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$ 。但浓硝酸、浓盐酸与固体的反应就可以写离子方程式, 如浓硝酸与铜反应, 浓盐酸与二氧化锰制氯气的反应, 浓硝酸或浓盐酸与碳酸钙的反应。因为浓硝酸和浓盐酸中有较多的自由移动的离子。

⑤ 微溶物质是反应物, 当以固相或浊液形式存在时写成分子式, 当以溶液形式存在时写成离子; 微溶物是生成物时写成分子式。如: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (溶液中) $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2\text{O}$ (固体)

4. 离子方程式正误的判断 判断离子方程式是否正确可从以下四个方面考虑:

(1) 看反应物和生成物的化学式的表达是否正确, 即该写成离子的要写成离子形式, 该用分子式表达的要写成分子式。

(2) 看“附件”是否书写正确, 如沉淀、气体用“ $\downarrow$ ”、“ $\uparrow$ ”表示; 单向反应用“ $=$ ”连接, 可逆反应用“ $\rightleftharpoons$ ”连接。如 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 。

(3) 查质量与电荷是否守恒, 如 $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, 仅做到质量守恒是不正确的, 一定要满足质量和电荷同时守恒。

(4) 查离子的匹配关系是否正确: 有些离子方程式, 虽然满足了质量守恒和电荷守恒, 但在离子的匹配关系上是错误的。如 FeBr_2 溶液与 Cl_2 反应, 写成 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$, 从形式上看质量守恒, 电荷也守恒, 但 Fe^{2+} 与 Br^- 的匹配关系不对, 应该是 2 个 Fe^{2+} 对应 4 个 Br^- , 所以该反应的正确的离子方程式为: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ 。

[跟踪练习]

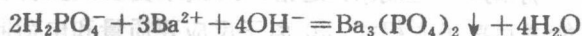
10. 下列离子方程式正确的是()

(A) 水中加入金属钠: $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

(B) 碳酸氢钙溶液中加入盐酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(C) 氢氧化铜中加入盐酸: $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$

(D) 磷酸二氢钠溶液中加入足量氢氧化钡溶液:



11. 下列各组中两个反应, 均可用同一离子方程式表示的是()

(A) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3$

(B) $\text{AgNO}_3 + \text{HCl}$ $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2$

(C) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Ba}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(D) $\text{KOH} + \text{CH}_3\text{COONH}_4$ $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$

12. 下列反应的离子方程式不正确的是()

(A) 醋酸中加入氨水: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

(B) 铜片插入硝酸银溶液: $\text{Cu} + \text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Ag}$

(C) 碳酸钙加入醋酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

(D) 硫氰化钾溶液加氯化铁溶液: $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- = [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

13. 能正确表示下列离子反应的离子方程式是()

(A) 硫化亚铁跟盐酸反应: $\text{FeS} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

(B) 溴化亚铁溶液通入足量氯气: $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^- + \text{Br}_2$

(C) 甲酸跟氢氧化钠溶液反应: $\text{HCOOH} + \text{OH}^- = \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$

(D) 硫化钠水解: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{S} \uparrow + 2\text{OH}^-$

14. 写出下列反应的离子方程式:

① $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 固体中滴加稀盐酸

② 碘水中加入 Na_2S 溶液

- ③ 铝片投入 NaOH 溶液中 ④ SO₂ 气体通入稀硝酸中
 ⑤ NaOH 溶液与足量的 AlCl₃ 溶液反应 ⑥ Cl₂ 通入 FeCl₂ 溶液中
 ⑦ H₂S 通入 Pb(NO₃)₂ 溶液中 ⑧ 氢氧化铁溶解在氢碘酸里
 ⑨ 硫酸铜溶液和氢氧化钡溶液反应 ⑩ 镁投入氢氟酸中
 ⑪ NaOH 溶液和 NaHCO₃ 溶液反应
 ⑫ Ba(OH)₂ 溶液与过量 NaHCO₃ 溶液反应
 ⑬ 明矾与足量 Ba(OH)₂ 溶液反应 ⑭ FeCl₃ 溶液中加入氨水
 ⑮ 氯化铝溶液和硫化钠溶液反应 ⑯ FeCl₃ 溶液中滴加 KI 溶液

(二) 氧化—还原反应

凡有电子得失(或电子对偏移)的反应,即元素化合价改变的反应,叫做氧化—还原反应。

1. 重要概念

(1) 氧化反应和还原反应

氧化反应:物质失去电子的反应。反应过程中物质所含元素的化合价升高。

还原反应:物质获得电子的反应。反应过程中物质所含元素的化合价降低。

(2) 被氧化和被还原:一般指元素。某元素的化合价升高(该元素的微粒失去电子),称该元素被氧化;若某元素的化合价降低(该元素的微粒获得电子),称该元素被还原。

(3) 氧化剂和还原剂:指参加反应的物质。

氧化剂:是使别的物质被氧化的物质。反应中获得电子(所含元素化合价降低),被还原。

还原剂:是使别的物质被还原的物质。反应中失去电子(所含元素化合价升高),被氧化。

(4) 氧化性和还原性:指物质的性质。

氧化性:指氧化剂具有获得电子使别的物质(还原剂)氧化的性质。氧化性强弱即夺得电子能力的大小,并不是获得电子的多少,它由物质的结构决定。

还原性:指还原剂具有失去电子使别的物质(氧化剂)还原的性质。还原性强弱即失去电子的难易程度或能力大小,而不是失去电子的多少。如 Na 的还原性强于 Al。

(5) 氧化产物和还原产物:指生成物。

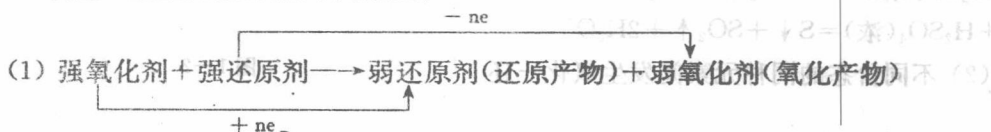
氧化产物:还原剂被氧化后的生成物。其所含元素的化合价比在还原剂里高。

还原产物:氧化剂被还原后的生成物。其所含元素的化合价比在氧化剂里低。

小结:

氧化剂 → 得 e⁻ → 降价 → 有氧化性 → 还原反应 → 还原产物
 还原剂 → 失 e⁻ → 升价 → 有还原性 → 氧化反应 → 氧化产物
 (反应物) (实质) (特征) (性质) (反应) (生成物)

2. 氧化—还原反应的有关常用规律



在同一个氧化—还原反应中,把氧化剂的还原产物视为弱还原剂,把还原剂的氧化产

物视为弱氧化剂。则有，氧化性：氧化剂>氧化产物；还原性：还原剂>还原产物。例如在反应 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ 中，氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ，还原性： $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$ 。

(2) 浓度大时，氧化剂的氧化性增强，还原剂的还原性也增强。由此可理解许多氧化—还原反应要用浓溶液，如二氧化锰跟浓盐酸共热制氯气；铜跟稀硫酸不反应，而跟浓硫酸反应(加热)；稀氯水能将 $\overset{-2}{\text{S}}$ 氧化成 $\overset{0}{\text{S}}$ ，而浓氯水能将 $\overset{-2}{\text{S}}$ 氧化成 $\overset{+6}{\text{S}}$ (生成硫酸)。又如浓硝酸氧化性比稀硝酸强。

(3) 温度高时，氧化剂的氧化性增强，还原剂的还原性也增强。反应速度因温度升高而加快。如碳、一氧化碳、氢气在常温下还原性并不显著，而在加热或高温时，它们有良好的还原剂；又如浓硫酸跟许多金属、非金属反应时需加热。

(4) 溶液酸性强时，氧化剂的氧化性增强。如亚硫酸钠跟硫化钠几乎不反应，但滴加稀硫酸后，立即反应生成单质硫； Fe^{2+} 和 NO_3^- 能共存，但遇酸时 NO_3^- 迅速将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ；又如高锰酸钾、重铬酸钾跟硫酸亚铁、亚硫酸钠等还原剂的反应大多是在酸性条件下进行的。这些知识在解答离子能否大量共存的试题时往往要用到。

(5) 元素的价态与氧化性和还原性的关系

元素处于最低价态时，显示还原性(强弱不一)，如游离态的非金属，负一价的氢、碘、溴，负二价的硫、氧，负三价的氮、磷等。元素处于最高价态时，显示氧化性(强弱不一)，如 NO_3^- 中的 $\overset{+5}{\text{N}}$ ，浓 H_2SO_4 中的 $\overset{+6}{\text{S}}$ ， MnO_4^- 中的 $\overset{+7}{\text{Mn}}$ ， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中的 $\overset{+6}{\text{Cr}}$ ，还有 Fe^{3+} 、 Sn^{4+} 等。元素处于中间价态，既显示氧化性又显示还原性，但总有一面是主要的。以还原性为主的中间价态主要有 Fe^{2+} 、 $\overset{+4}{\text{S}}$ 等，以氧化性为主的中间价态主要有 $\overset{-1}{\text{O}}$ 、 $\overset{0}{\text{O}}$ 、 $\overset{0}{\text{X}}$ (强弱有别)、 $\overset{0}{\text{S}}$ 等。

(6) 在金属活动性顺序表里 金属单质的还原性渐弱，金属离子的氧化性渐强

(7) 常见非金属活动顺序 $\text{F}_2 \quad \text{Cl}_2 \quad \text{Br}_2 \quad \text{O}_2 \quad \text{I}_2 \quad \text{S}$ 氧化性渐弱

$\text{F}^- \quad \text{Cl}^- \quad \text{Br}^- \quad \text{O}^{2-} \quad \text{I}^- \quad \text{S}^{2-}$ 还原性渐强

(8) 根据反应条件判断氧化性或还原性的强弱

例如 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

$4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[450^\circ\text{C}]{\text{CuCl}_2} 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 氧化剂的氧化性强弱顺序： $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$

3. 不同价态的同种元素间的氧化—还原反应

(1) 根据它们之间有无中间价态来判断反应能否发生

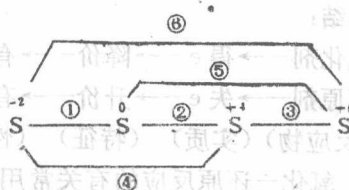
例如：硫元素的常见价态如图 1-2 所示

①②③无中间价态，不能反应，故二氧化

硫可用浓硫酸干燥。④⑤⑥有中间价态，能反应。如 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$

$\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

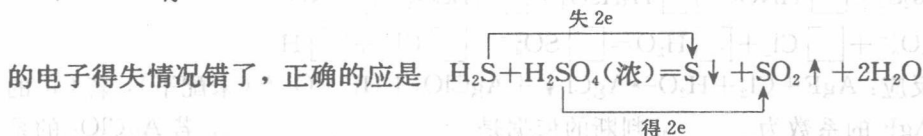
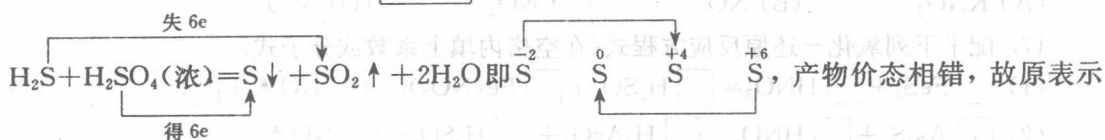
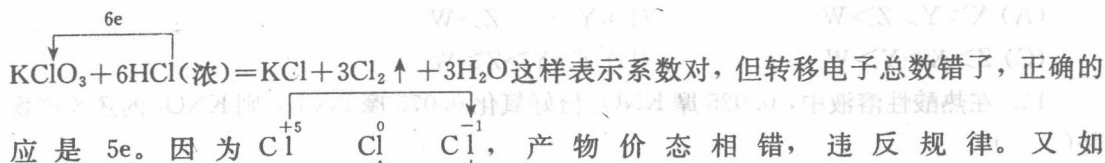
$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$



(2) 不同价态的同种元素间发生氧化—还

图 1-2

原反应时,其产物的价态“只靠拢,不相错”,即产物的价态在原来的高价和低价之间,如



4. 氧化—还原反应方程式的配平

一般采用化合价升降法,但应注意几个问题:

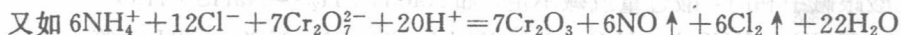
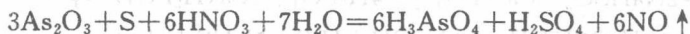
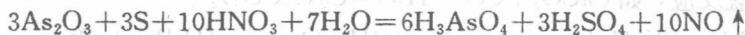
(1) 若氧化剂和还原剂是不同物质的反应(即分子间的氧化—还原反应)或氧化产物和还原产物是同一种物质的反应(属归中反应),应从前往后配,即从氧化剂和还原剂着手,首先配氧化剂和还原剂的系数。如 $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓过量}) \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) 若氧化剂和还原剂是同一物质的反应(即分子内氧化—还原反应或歧化反应),应从后往前配比较容易,即从氧化产物和还原产物着手,首先配氧化产物和还原产物的系数,如 $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$

(3) 在有些氧化—还原反应中,氧化剂或还原剂的分子式里价态发生变化的元素的原子无角数,而在还原产物或氧化产物的分子式里有角数,这时一般从后往前配比较容易。如 $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$, 应先配 MnSO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的系数。

(4) 若反应中某一物质只是部分被氧化(或还原),可从前和后两面配,即先配氧化(还原)剂和氧化(还原)产物的系数。如 $\text{KMnO}_4 + \text{HCl}(\text{浓}) \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 应先配 KMnO_4 和 Cl_2 的系数。又如 $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{稀}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 应先配 Cu 和 NO 的系数。

(5) 在有些氧化—还原反应方程式的配平中,会出现多组系数的现象,只要遵守质量守恒定律,同时升价总数等于降价总数,则各组系数都是正确的。如



[跟踪练习]

15. 根据下列事实作出判断: ① $\text{X} + \text{Y}^{2+} = \text{X}^{2+} + \text{Y}$ ② $\text{Z} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Z}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$
③ Z^{2+} 的氧化性比 X^{2+} 弱 ④ 由 Y、W 作电极组成的原电池电极反应有 $\text{Y} - 2e = \text{Y}^{2+}$ 。可知

X、Y、Z、W 的还原性,由强到弱的是()

(A) $X > Y > Z > W$ (B) $Y > X > Z > W$

(C) $Z > X > Y > W$ (D) $Z > Y > Z > W$

16. 在热酸性溶液中, 0.025 摩 KNO_3 恰好氧化 0.075 摩 FeCl_2 , 则 KNO_3 的还原产物是()

(A) KNO_2 (B) NO (C) NO_2 (D) N_2O

17. 配平下列氧化—还原反应方程式(在空格内填上系数或分子式)

(1) $\square \text{FeS}_2 + \square \text{HNO}_3 = \square \text{H}_2\text{SO}_4 + \square \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \square \text{NO} \uparrow + \square \square$

(2) $\square \text{As}_2\text{S}_3 + \square \text{HNO}_3 = \square \text{H}_3\text{AsO}_4 + \square \text{H}_2\text{SO}_4 + \square \text{NO} \uparrow$

(3) $\square \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + \square \text{Cl}_2 + \square \text{H}_2\text{O} = \square \text{SO}_4^{2-} + \square \text{Cl}^- + \square \text{H}^+$

18. 已知反应: $\text{AgF} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{AgClO}_3 + \text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$ (未配平), 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_____。

(三) 各类无机物的相互关系和反应规律

各类无机物间的相互关系见初三化学(九年义务教育教材)第八章。反应规律重点讨论以下几个问题。

1. 既能跟酸又能跟碱反应的物质(限指某些酸、某些碱)

(1) 两性化合物能跟酸、碱发生中和反应 如两性氧化物 Al_2O_3 、 ZnO 等; 两性氢氧化物 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 等; 还有氨基酸等。

(2) 某些盐能跟酸、碱发生复分解反应 主要有多元弱酸的酸式盐, 如 NaHCO_3 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 NH_4HCO_3 、 NaHS 、 NaHSO_3 、 NH_4HSO_3 、 Na_2HPO_4 、 NaH_2PO_4 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 等; 弱酸弱碱盐, 如 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 、 NH_4F 、 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 、 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$ 、 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 等; 某些可(微)溶性铜盐、银盐、汞盐、铅盐(限跟氢硫酸反应), 如 CuSO_4 、 CuCl_2 、 Ag_2SO_4 、 HgCl_2 、 PbCl_2 等。

(3) 某些物质能跟酸、碱溶液发生氧化—还原反应

金属单质中有铝、锌等; 非金属单质中有硫、磷、硅、氯气、溴、碘等; 氧化物中有二氧化硫; 酸中有氢硫酸、氢溴酸、氢碘酸、浓硫酸、硝酸、亚硫酸等。

凡还原性较强的酸跟强氧化性酸之间一定发生氧化—还原反应。

2. 酸式盐的生成和性质

(1) 酸式盐的生成

① 多元弱酸跟其正盐反应, 如 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 等。

② 多元酸跟碱中和时, 酸过量或碱不足, 如 $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} = \text{NaHS} + \text{H}_2\text{O}$

$\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 等。

③ 酸跟多元酸的正盐反应且酸不足时, 如 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 等。

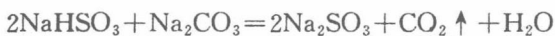
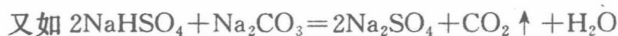
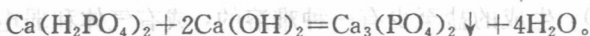
④ 多元难挥发性浓酸跟固态挥发性酸的盐反应(微热),

如 $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$

$\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3 \uparrow$ $\text{NaBr} + \text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{HBr} \uparrow$ 。

(2) 酸式盐的性质和反应思路 酸式盐属于盐,应具有盐的性质。有的酸式盐溶于水,酸式酸根离子能进一步电离,所以它的水溶液具有酸的一些性质(如 NaHSO_4)。

① 酸式盐中的氢可被碱中和或被弱酸根离子结合。



以上酸式盐体现了酸(H^+)的性质(HSO_4^- 在水溶液中几乎完全电离)。

② 酸式盐体现出盐中金属(铵根)离子的性质,如 $\text{NH}_4\text{HSO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 等。该反应中铵离子的反应体现了酸式盐具有盐的性质。

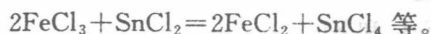
③ 酸式盐具有其正盐酸根离子的性质: a. 弱酸酸式盐都能跟较强酸反应生成弱酸,如 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HS}^- + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{CH}_3\text{COO}^-$ 等。 b. 硫酸氢盐能跟可溶性钡盐、铅盐反应,如 $\text{NaHSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NaCl} + \text{HCl}$ 。 c. 若正盐酸根离子能水解,则酸式酸根离子也能水解,且前者水解趋势强于后者,如 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- , S^{2-} 和 HS^- ; 若正盐酸根离子不水解,则酸式酸根离子也不水解,如 SO_4^{2-} 和 HSO_4^- 。以上进一步说明酸式盐具有盐的性质。

④ 酸式盐的水溶液不一定呈酸性,如 NaHCO_3 、 NaHS 、 Na_2HPO_4 的水溶液显碱性; NaHSO_4 、 NaHSO_3 、 NaH_2PO_4 的水溶液显酸性。

3. 盐跟盐的反应规律

盐跟盐的反应大体有以下四种情况:

(1) 盐跟盐发生氧化—还原反应 如 $2\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} = 2\text{FeCl}_2 + \text{S} \downarrow + 2\text{NaCl}$



(2) 盐跟盐发生复分解反应(即离子互换反应)

(3) 盐跟盐发生双水解反应 如 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NaAlO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaNO}_3$



(4) 盐跟盐发生络合反应(如 $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$)

遇到具体问题时,首先考虑两盐之间能否发生氧化—还原反应,条件是一种盐须含有强氧化性离子(如 Fe^{3+} 、 MnO_4^- 等),另一种盐须含有强还原性离子(如 S^{2-} 、 I^- 等),二者缺一不可。若两盐之间不能发生氧化—还原反应时,接着应考虑两盐之间能否发生双水解反应,条件是一个盐水解呈强酸性,另一个盐水解呈碱性。但并非所有水解呈酸性的盐溶液跟水解呈碱性的盐溶液相混合时一定发生双水解反应,如 $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。这里应以生成沉淀的溶解度的相对大小来决定,即若双水解生成沉淀的溶液度小于复分解生成沉淀的溶解度,则发生双水解反应,反之则发生复分解反应。后者常出现在有难溶硫化物生成时,如上例生成的 ZnS 的溶解度远小于双水解生成的 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 的溶解度。所以, ZnCl_2 和 Na_2S 两盐溶液相混合时发生复分解反应。在中学化学范围内,双水解反应常发生