

536217



化学自习与辅导

(第五册)

HUAXUE ZIXI YU FUDAO

胡学增 马 骁 编

上海科学技术出版社

化 学 自 习 与 辅 导

(第 五 册)

胡学增 马 骥 编

上海科学技术出版社

封面设计 董黎明

化学自习与辅导

(第五册)

胡学增 马 晓 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11.625 字数 299,000

1986 年 10 月第 1 版 1986 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—66,000

统一书号: 13119·1298 定价: 1.55 元

前 言

《化学自习与辅导》是配合各类中学文化课学习的参考读物，共分五册出版。本册根据“加强基础、培养能力、贯通知识、适当练习”的原则编写，可以帮助读者开拓解题思路，提高综合运用化学基础知识的能力。

本书包括基本概念、基本计算、基本理论、综合计算、元素及其化合物、有机化学基础知识、化学实验基础知识、总练习题等八个部分。其中有些部分又分成若干个单元。

八个部分中，除了基本计算、综合计算和总练习题外，其余各部分及其各单元都按“内容纲要”、“公式和图表”、“例题分析”、“单元练习题”、“单元练习题参考解答”的体例编写。“内容纲要”所列出的知识要点，可供读者自我检查是否确已掌握；“公式和图表”除了列出有关公式外，对一些较难掌握的概念和知识，采用图表的形式加以归纳、对比和分析，以便读者加深理解；“例题分析”则精选了一些有关的综合练习，进行必要的辅导；“单元练习题”及其“参考解答”供读者作复习练习和校对正误。

本书中“基本计算”主要涉及摩尔、当量的计算，及其与气体体积、物质质量之间的换算，还包括各种溶液浓度的计算及它们相互之间的换算。编写这部分的目的是帮助读者加深理解这些量纲的内在联系，并熟练地加以运用。“综合计算”部分则通过例题分析的形式，归类讨论各种化学综合计算题的

解题思路 and 技巧,以提高读者分析问题和解决问题的能力。

本书中有不少习题,特别是第八部分的总练习题,具有一定的灵活性、思考性和综合性,希望读者在基本理解了有关内容后再来选做。

本书在编写过程中承于时鸣、蔡敏惠、杨美心、陈嘉慧、吴峥、余秀娣、王凤娟诸老师的关心和热情帮助,提出了宝贵的意见,在此一并表示深切的谢意。

限于我们的水平,本书有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

胡学增 马 骁

目 录

第一部分	基本概念	(1)
第二部分	基本计算	(29)
第三部分	基本理论	(53)
	I. 物质结构和元素周期律	(53)
	II. 氧化-还原反应	(78)
	III. 化学反应速度与化学平衡	(90)
	IV. 电解质溶液及 pH 值计算	(111)
	V. 电化学基础知识	(135)
第四部分	综合计算	(150)
第五部分	元素及其化合物	(183)
	I. 重要的非金属元素及其化合物	(183)
	II. 重要的金属元素及其化合物	(217)
第六部分	有机化学基础知识	(240)
第七部分	化学实验	(296)
	I. 化学实验的基本操作和重要仪器装置	(296)
	II. 定性和定量实验	(308)
第八部分	总练习题	(320)
	总练习一	(320)
	总练习二	(331)
	总练习三	(339)

第一部分 基本概念

内 容 纲 要

(一) 物质的组成

分子, 原子, 离子, 原子团, 元素(元素的游离态和化合态), 元素符号。

混和物, 纯净物, 单质, 化合物。同位素, 同素异形体。同分异构体

(二) 物质的性质和变化

物理变化, 化学变化。物理性质, 化学性质。催化剂。

化合价, 化学方程式。

化学反应的基本类型: 分解反应, 化合反应, 置换反应, 复分解反应。

化学反应的另一种分类方法: 氧化-还原反应, 非氧化-还原反应。

(三) 有关化学基本量的重要概念

原子量, 分子量。

摩尔, 摩尔质量。气体摩尔体积, 气体密度, 气体的相对密度。 $\frac{M_1}{M_2}$

当量。酸、碱、盐的克当量。

热化学方程式, 反应热, 燃烧热, 中和热。

(四) 基本定律

质量守恒定律。阿佛加德罗定律。克拉帕龙方程式。当量定律。 $N_1 V_1 = N_2 V_2$

(五) 溶液和胶体

悬浊液, 乳浊液, 胶体, 溶液。

溶解过程中的吸热现象和放热现象。溶解平衡, 结晶和重结晶, 结晶水合物, 风化, 潮解。

溶解度, 溶解度曲线, 影响固体和气体溶解度的因素, 溶解性。饱和溶液, 不饱和溶液。

混合物分离的一般方法: 过滤, 结晶(重结晶), 蒸馏, 萃取, 渗析。

胶体的制备、性质、鉴别及胶体凝聚的方法。

(六) 单质 氧化物 酸 碱 盐

金属活动性顺序。常用指示剂的变色情况。

酸、碱、盐、氧化物的组成、命名和性质。

无机物的分类。单质、氧化物、酸、碱、盐各类物质的相互关系。

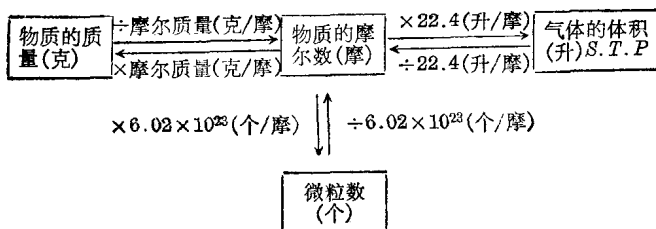
复分解反应发生的条件。

公式和图表

(一) 物质分类表

物质	{ 混和物(不同物质组成)	
	{ 纯净物(同种物质组成)	{ 单质(同种元素组成)
		{ 化合物(不同种元素组成)

(二) 摩尔质量、摩尔数、气体体积间的相互关系表



(三) 求气态物质分子量的一般方法

1. 由标准状况下气体的密度(ρ)求分子量:

$$M = 22.4 \times \rho \quad (M \text{——摩尔质量})$$

2. 由气体的相对密度求分子量:

* 气体分子量 = 2 × 对氢的相对密度

气体分子量 = 29 × 对空气的相对密度

3. 通过克拉帕龙方程式求分子量:

$$PV = \frac{W}{M} RT$$

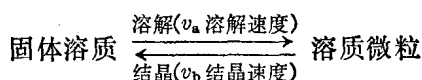
P (压强)	V (体积)	T (温度)	W (质量)	M (摩尔质量)	R (气体常数)
大气压	升	开氏温度 (K)	克	克/摩	0.082 升·大气压/度·摩
毫米汞柱	毫升	开氏温度 (K)	克	克/摩	<u>62400 毫升·毫米汞柱/度·摩</u>

(克拉帕龙方程式也可写成 $PV = nRT$, 并由此推论可知在恒温恒容情况下, 气体摩尔数之比等于压强之比。在恒温恒压情况下, 气体摩尔数之比等于体积之比。)

(四) 溶液、胶体、浊液比较

名 称	溶 液	胶 体	油 液	
			悬 浊 液	乳 浊 液
分散质微粒	分子或离子。 分散质微粒直径小于 10^{-9} 米	分散质微粒 直径 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ 米之间	固体小颗粒	小 液 滴
			分散质微粒直径大于 10^{-7} 米	
主要特性	均一、透明、稳定，长期静置不分层或不沉淀	均一、较稳定，有 <u>丁达尔现象</u>	不均一、浑浊，静置后要沉降	不均一、浑浊，静置后要分层
代 表 物	蔗糖溶液 硫酸铜溶液	氯化铁溶液 氯化铁胶体 鸡蛋白溶于水而成的胶体 金溶胶体	泥 浆 水	油和水搅拌后的液体

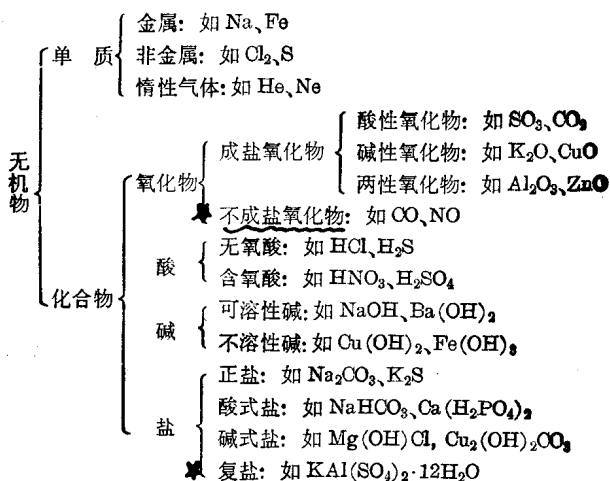
(五) 饱和溶液、不饱和溶液、过饱和溶液的比较
在溶液中：



在一定条件下：

溶液名称	v_a 与 v_b 的关系	溶 液 特 点
不饱和溶液	$v_a > v_b$	固体溶质可继续溶解
饱和溶液	$v_a = v_b$	达到溶解平衡
过饱和溶液	$v_a < v_b$	★有晶体析出，析出晶体后的母液是饱和溶液

(六) 无机物的分类



注: 络盐(如 Cu(NH₃)₄SO₄)、络酸(如 H₂PtCl₆)等未列入表。

(七) 单质、氧化物、酸、碱和盐的转化

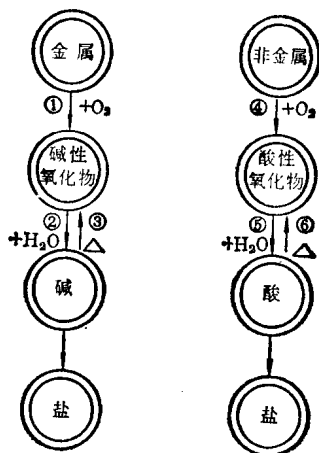


图 1-1

① 金属+O ₂	在金属活动性顺序表中,除 Ag、Pt、Au 外, 其它金属都能在常温或加热情况下与氧直接化合。
②碱性氧化物+H ₂ O	K ₂ O、Na ₂ O、CaO、BaO 能与水直接化合生成对应的碱(MgO 与 H ₂ O 缓慢反应), 其它碱性氧化物不能与水直接化合。
③碱受热后的情况	NaOH、KOH、Ca(OH) ₂ 、Ba(OH) ₂ 受热后难分解, 其它碱一般分解生成对应的氧化物和水。
④ 非金属+O ₂	多数非金属能与氧气在一定条件下反应, 生成酸性氧化物, 但氟、氯、溴、碘不能与氧气直接化合。
⑤酸性氧化物+H ₂ O	SiO ₂ 不跟水直接化合, 其它酸性氧化物能跟水直接反应, 一般都生成对应的酸。
⑥ 酸分解的情况	常见酸分解的情况: 在浓度较大或微热情况下即分解——如 H ₂ SO ₃ 、H ₂ CO ₃ 。 在加热后(或强热)情况下, 分解为对应氧化物和水——如 H ₂ SiO ₃ 、H ₂ SO ₄ 、HNO ₃ 受热后生成 NO ₂ 、O ₂ 、H ₂ O。 H ₃ PO ₄ 受热后不会分解成对应氧化物和水。

(八) 单质、氧化物、酸、碱和盐的相互反应

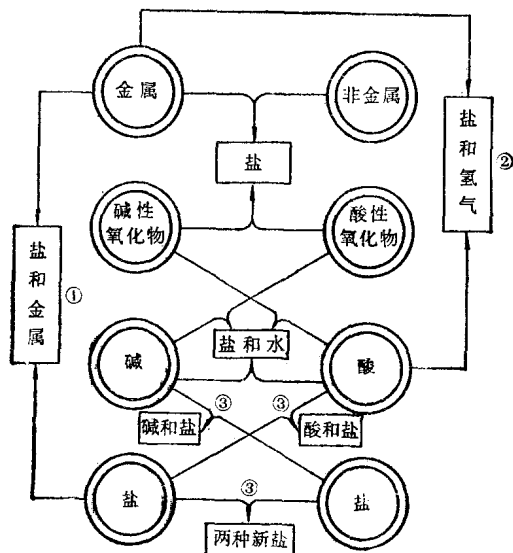


图 1-2

①金属 + 盐	在金属活动性顺序表里, 排在前面的金属能把排在后面的金属从它们的盐溶液中置换出来。但由于 K 、 Na 、 Ca 、 Ba 等金属极易与水反应, 以上金属与盐溶液反应时, 往往伴随着金属与水的反应。
②金属 + 酸 (HCl 、稀 H_2SO_4)	在金属活动性顺序表里, 排在氢前面的金属才能跟酸反应生成盐和氢气。
③复分解反应	1. 生成物里要有气体沉淀或弱电解质, 复分解反应才能发生。 2. 若反应后生成不溶物, 则两反应物都应该是可溶(或微溶)物质。 若反应后生成气体, 则反应物之一必须是可溶物质。

例 题 分 析

【例 1】 下列物质中, 哪些是单质, 哪些是化合物, 哪些是混和物?

甘油, 汽油, 液氯, 盐酸, 玻璃, 十二水硫酸铝钾晶体。

【解题分析】 单质和化合物是对纯净物而言的。纯净物里只有一种物质, 而混和物里含有多种物质。在以上物质中, 甘油, 液氯(氯气在加压冷却时变为液态), 十二水硫酸铝钾晶体 [$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ——明矾] 都是纯净物。根据某纯净物是由一种元素组成的(单质), 还是多种元素组成的(化合物), 可推出液氯是单质, 甘油和明矾是化合物。盐酸是氯化氢的水溶液, 汽油中含有多种烃, 玻璃中含有多种偏硅酸盐和二氧化硅, 所以都是混和物。

【例 2】 下列说法是否正确, 并指出错误的原因。

(1) ① 100 毫升 0.01 M 盐酸与 100 毫升 0.01 M $NaOH$ 溶液相混, ② 100 毫升 0.02 M 盐酸与 100 毫升 0.02 M $NaOH$ 溶液相混, ① 与 ② 放出的热量不等, 所以两实验测得的中和热数值也不同。

(2) ① 100 毫升 0.01 M 盐酸与 100 毫升 0.01 M $NaOH$

溶液相混, ② 100 毫升 0.01 M 醋酸与 100 毫升 0.01 M NaOH 溶液相混, ① 与 ② 放出的热量相等。

(3) 在稀溶液中, 酸跟碱发生中和反应而生成 1 摩尔水, 这时的反应热就是中和热, 放出的热量是 13.7 千卡。

【解题分析】

(1) 是错的。由于两反应生成水的摩尔数不同, 所以放出的热量不等, 但中和热数值相等, 因为中和热是指酸跟碱发生中和反应, 生成 1 摩尔水时所放出的热量, 与酸、碱用量多寡无关。

(2) 是错的。虽然两者生成水的摩尔数相等, 但醋酸是弱电解质, 在中和过程中进一步电离, 要吸收热量, 所以两者放出的热量是 ① > ②。

(3) 是错的。当强酸跟强碱在稀溶液中反应生成 1 摩尔水时, 才放出 13.7 千卡的热量。当弱酸(或弱碱)参加中和时, 其中和热一般小于 13.7 千卡。

【例 3】A 容器中盛有氢气与氧气的混和气体, 它们的摩尔数之比为 2:1, 混和气体的质量等于同温(室温)、同体积 B 容器中氮气的质量, 测得 B 容器中压强为 1 大气压, 则 A 容器内的压强为 ____ 大气压。

【解题分析】A 容器中混和气体的平均分子量 = $\frac{2 \times 2 + 32 \times 1}{2 + 1} =$

12

根据克拉帕龙方程:

$$P_1 V_1 = \frac{W_1}{M_{\text{平均}}} RT_1 \quad P_1 M_{\text{平均}} = \frac{W_1 RT_1}{V_1} \quad (A \text{ 容器})$$

$$P_2 V_1 = \frac{W_1}{M_{N_2}} RT_1 \quad P_2 M_{N_2} = \frac{W_1 RT_1}{V_1} \quad (B \text{ 容器})$$

在质量、体积、温度相同的情况下,

$$\underline{P_1 M_{\text{平均}} = P_2 M_{N_2}} \quad P_1 = \frac{1 \times 28}{12} = 2.33 (\text{大气压})$$

即 A 容器内的压强为 2.33 大气压。

【例 4】(1) 含有 Na_2SO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的溶液中, 测得

$[\text{Na}^+]$ 为 xM , $[\text{Fe}^{3+}]$ 为 yM , 求 SO_4^{2-} 的摩尔浓度。

(2) 含有 Na_2SO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的溶液中, 测得 $[\text{Na}^+]$ 为 xN , $[\text{Fe}^{3+}]$ 为 yN , 求 SO_4^{2-} 的摩尔浓度。

【解题分析】

(1) $[\text{Na}^+] = x(M)$, 相应的 $[\text{SO}_4^{2-}]$ 为 $\frac{x}{2}(M)$ 。 $[\text{Fe}^{3+}] = y(M)$, 相应的 $[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{3y}{2}(M)$ 。

$$\text{即溶液中 } [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{x}{2} + \frac{3y}{2} = \frac{x+3y}{2}(M)$$

★ (2) $[\text{Na}^+] = x(N)$, 相应的 $[\text{SO}_4^{2-}]$ 为 xN 。 $[\text{Fe}^{3+}] = y(N)$, 相应的 $[\text{SO}_4^{2-}]$ 为 yN 。

$$\text{即溶液中 } [\text{SO}_4^{2-}] = x + y(N) = \frac{x+y}{2}(M)$$

【例 5】在 A 容器中盛有 80% 的 H_2 和 20% 的 O_2 (体积百分比) 的混和气体, 试求:

(1) 其中 H_2 与 O_2 的分子个数之比是多少? 质量比是多少?

(2) 混和气体的平均分子量是多少? 混和气体在标准状况下的密度是多少?

(3) 在某温度时 (高于 100°C), 引燃 A 容器中的气体, 恢复到原来温度, 则 A 容器内混和气体的平均分子量是多少? 引燃前后, A 容器内压强是否变化? A 容器内混和气体的密度是否变化?

【解题分析】

(1) 两气体的体积之比 (同温同压下) = 两气体的摩尔数之比 = 两气体的分子数之比。

$$\text{H}_2:\text{O}_2(\text{分子个数}) = 80\%:20\% = 4:1$$

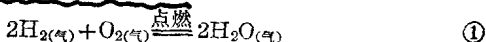
$$W_{\text{H}_2}:W_{\text{O}_2} = 4 \times 2:1 \times 32 = 1:4$$

$$(2) \bar{M} = M_{\text{H}_2} \times 80\% + M_{\text{O}_2} \times 20\% = 2 \times 80\% + 32 \times 20\% = 8$$

标准状况下, 22.4 升该混和气体的质量是 8 克,

$$\rho(\text{标准状况下气体的密度}) = \frac{8}{22.4} = 0.357 \text{ 克/升}$$

(3) 欲求引燃后混和气体的平均分子量，应测知混和气体的成分及各气体的体积百分比(或气体的摩尔数之比)



反应前 H_2 摩尔数: O_2 摩尔数 = 4:1, 其中 H_2 和 O_2 以 2:1 反应生成 H_2O , 所以反应后 H_2 摩尔数: H_2O 摩尔数 = 2:2 = 1:1

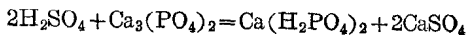
$$\text{引燃后混和气体的平均分子量} = \frac{2 \times 1 + 18 \times 1}{2} = 10$$

从反应 (1) 来看, 反应后气体的总摩尔数减小, 所以引燃后容器内压强要减小。

根据质量守恒定律, 反应前后物质的总质量未变。4 容器体积恒定, 所以混和气体的密度 ($\rho = \frac{W}{V}$) 不变。

【例 6】3 摩尔 H_2SO_4 与 摩尔 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 完全反应后生成物是 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 在这反应中, 1 克当量 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 是 克。当 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 与过量 NaOH 反应时, 1 克当量 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 是 克。

【解题分析】 H_2SO_4 与 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 反应生成 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 的化学方程式:

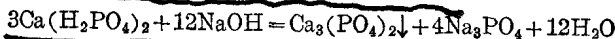


系数之比 = 摩尔数之比, $2:1 = 3:\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 摩尔数
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 摩尔数 = 1.5 (摩)

$$1 \text{ 克当量 } \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = \frac{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{ 的摩尔质量}}{1 \text{ 摩尔 } \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{ 在反应中消耗 } \text{H}^+ \text{ 的摩尔数}} = \frac{310}{2 \times 2} =$$

77.5 (克)

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 与过量 NaOH 反应的化学方程式:



在以上反应中, 1 克当量 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 = \frac{\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \text{ 的摩尔质量}}{1 \text{ 摩尔 } \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \text{ 在反应中消耗 } \text{OH}^- \text{ 的摩尔数}}$

$$= \frac{234}{12/3} = 58.5 (\text{克})$$

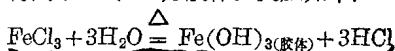
【例 7】在 10°C 4 克硫酸铜饱和溶液中，加入少量无水硫酸铜，试分析有关的变化。（温度不变）

【解题分析】原无水硫酸铜是白色固体，加入溶液中，会跟溶液中的水分子结合，生成蓝色的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

在温度不变的情况下，硫酸铜饱和溶液失去部分溶剂，所以有一部分胆矾晶体要析出，饱和溶液质量减少。

【例 8】实验室中怎样制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体？用什么方法证明胶体已经形成？如何证明 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒是带正电荷不是负电荷？怎样用三种不同的方法，使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体凝聚？

【解题分析】在沸水中逐滴加入饱和的氯化铁溶液，继续煮沸，待溶液呈红褐色即得到了 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体。反应如下：



可用丁达尔现象来证明 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体已形成。

在 U 形管中加入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，U 形管的两管口插入电极，接通直流电后，在阴极附近颜色明显加深，说明 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒向阴极聚集（电泳现象），故 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒带正电荷。

使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体凝聚的方法：（1）加 Na_2SO_4 溶液（电解质）；（2）加入 As_2S_3 胶体（带不同电荷的胶粒）；（3）加热。

【例 9】如何用十种不同的方法制得 ZnCl_2 ？

【解题分析】氯化锌属于盐类。可从单质、氧化物、酸、碱、盐相互关系中找出能生成盐的各种方法，从而考虑相应的反应物。另外还可从酸式盐、络合物的转化方面加以考虑。

- （1） $\text{Zn} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{ZnCl}_2$ （金属 + 非金属）
- （2） $\text{Zn} + \text{CuCl}_2 = \text{ZnCl}_2 + \text{Cu}$ （金属 + 盐）
- （3） $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ （金属 + 酸）
- （4） $\text{ZnO} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ （金属氧化物 + 酸）
- （5） $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ （碱 + 酸）
- （6） $\text{ZnSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{ZnCl}_2$ （盐 + 盐）