

第三章 水溶液中的离子反应与平衡

第一节 电离平衡

一、强电解质和弱电解质

- 1、电解质：在水溶液中或_____能导电的化合物。
- 2、非电解质：在水溶液中和_____均以分子形式存在，因而不能导电的化合物。
- 3、强电解质和弱电解质

(1)实验探究盐酸和醋酸的电离程度

酸	0.1 mol·L ⁻¹ 盐酸	0.1 mol·L ⁻¹ 醋酸
pH	较_____	较_____
导电能力	较_____	较_____
与镁条反应的现象	产生无色气泡_____	产生无色气泡_____
实验结论	实验表明盐酸中 $c(\text{H}^+)$ _____，说明盐酸的电离程度_____醋酸的电离程度	

(2)强电解质与弱电解质的比较

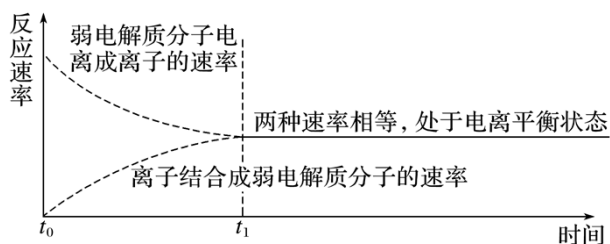
	强电解质	弱电解质
概念	在水溶液中能_____电离的电解质	在水溶液中只能_____电离的电解质
电解质在溶液中的存在形式	只有_____	既有_____，又有电解质_____
化合物类型	离子化合物、部分共价化合物	共价化合物
实例	①多数盐(包括难溶性盐)； ②_____，如 HCl、H ₂ SO ₄ 等； ③_____，如 KOH、Ba(OH) ₂ 等	①_____，如 CH ₃ COOH、HClO 等； ②_____，如 NH ₃ ·H ₂ O 等； ③水

二、弱电解质的电离平衡

1、电离平衡状态

- (1)概念：在一定条件(如温度、浓度)下，弱电解质分子_____与_____相等，溶液中各分子和离子的_____都不再发生变化，电离过程就达到了电离平衡状态。

(2)建立过程



2、电离方程式的书写

(1)强电解质：完全电离，在写电离方程式时，用“ = ”。

(2)弱电解质：部分电离，在写电离方程式时，用“ $\rightleftharpoons$ ”。

3、电离平衡的影响因素

(1)温度：弱电解质的电离一般是_____过程，升高温度使电离平衡向_____的方向移动，电离程度_____。

(2)浓度：在一定温度下，同一弱电解质溶液，浓度越小，离子相互碰撞结合为分子的几率_____，电离程度_____。

(3)同离子效应：加入与弱电解质具有相同离子的电解质时，可使电离平衡向结合成弱电解质分子的方向移动，电离程度_____。

(4)化学反应：加入能与弱电解质电离出的离子发生反应的离子时，电离平衡向_____方向移动。

三、电离平衡常数

1、概念：在一定条件下，当弱电解质的电离达到平衡时，溶液中弱电解质电离所生成的_____，与溶液中_____之比是一个常数，简称电离常数，用 K 表示。

2、电离平衡常数的表示方法

$$\text{AB} = \text{A}^+ + \text{B}^- \quad K = \frac{c(\text{A}^+) \cdot c(\text{B}^-)}{c(\text{AB})}$$

3、弱电解质的电离能力。一定温度下， K 值越大，弱电解质的电离程度越_____，酸(或碱)性越_____。

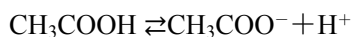
4. 电离常数的影响因素

(1)内因：同一温度下，不同的弱电解质的电离常数_____，说明电离常数首先由物质的_____所决定。

(2)外因：对于同一弱电解质，电离平衡常数只与_____有关，由于电离为_____过程，所以电离平衡常数随_____而增大。

5、电离常数的计算——三段式法

例：25 °C $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CH_3COOH



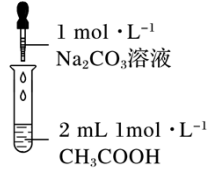
起始浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$: a 0 0

变化浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$: x x x

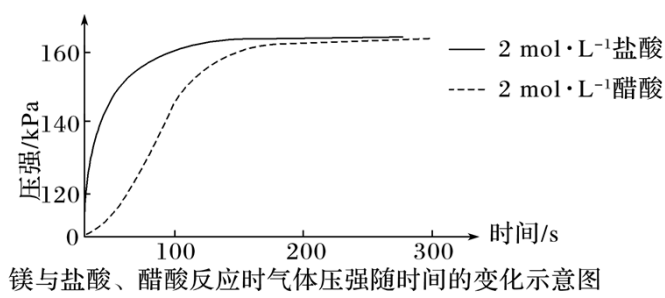
平衡浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$: $a-x$ x x

$$\text{则 } K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{x^2}{a-x} \approx \frac{x^2}{a}$$

6、实验探究： CH_3COOH 与 H_2CO_3 酸性强弱比较

实验操作	
实验现象	有 <u> </u> 产生
实验结论	CH ₃ COOH 酸性大于碳酸
K_a 大小比较	$K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$ <u> </u> $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)$

7、镁条与等浓度、等体积盐酸、醋酸的反应



比较项目	宏观辨识	微观探析
反应初期	盐酸的反应速率比醋酸 <u> </u>	盐酸是强酸， <u> </u> 电离，醋酸是弱酸， <u> </u> 电离，同浓度的盐酸和醋酸，盐酸中的 $c(\text{H}^+)$ <u> </u> ，因而反应速率 <u> </u>
反应过程中	盐酸的反应速率始终比醋酸 <u> </u> ，盐酸的反应速率减小 <u> </u> ，醋酸的反应速率减小 <u> </u>	醋酸中存在电离平衡，随反应的进行，电离平衡 <u> </u> ，消耗的氢离子能及时 <u> </u> ，所以一段时间速率变化不明显
最终	二者产生的氢气的量基本 <u>相等</u> ，速率几乎都变为零	镁条稍微过量，两种酸的物质的量 <u> </u> ，随醋酸电离，平衡正向移动，醋酸几乎 <u> </u> ，最终二者与镁条反应的氢离子的物质的量几乎 <u> </u> ，因而产生的 H_2 的量几乎 <u> </u> 。两种酸都几乎消耗完全，反应停止，因而反应速率几乎 <u> </u>

第二节 水的电离和溶液的 pH

一、水的电离

1、水的电离

(1)水是一种极弱的电解质。

(2)水的电离方程式为 $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ ，简写为 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ 。

(3)水的电离平衡常数 $K_{\text{电离}} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}_2\text{O})}$ 。

2、水的离子积常数

(1)含义：因为水的浓度可看作常数，所以水中的 可看作常数，称为水的 ，简称水的离子积，用 K_{W} 表示。

(2)表达式与数值：表达式 $K_{\text{W}} = \text{ }$ ，室温时， $K_{\text{W}} = 1.0 \times 10^{-14}$ 。

(3)影响因素： K_{W} 只受温度影响，由于水的电离是 过程，温度升高， K_{W} 增大。

3、外界条件对水的电离平衡的影响

分析下列条件的改变对水的电离平衡 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ $\Delta H > 0$ 的影响，并填写下表：

改变条件	平衡移动方向	$c(\text{H}^+)$	$c(\text{OH}^-)$	水的电离程度	K_{W}
升高温度	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
加入 HCl(g)	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
加入 NaOH(s)	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
加入金属 Na	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
加入 NaHSO ₄ (s)	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

二、溶液的酸碱性 with pH

1. 25 °C时，分析下列溶液的氢离子和氢氧根离子浓度

	纯水	0.1 mol·L ⁻¹ NaOH 溶液	0.1 mol·L ⁻¹ 盐酸
$c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
$c(\text{OH}^-)/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
$c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 的相对大小	<u> </u>	$c(\text{H}^+) \leq c(\text{OH}^-)$	$c(\text{H}^+) \geq c(\text{OH}^-)$
溶液的酸碱性	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

2、溶液的酸碱性 with 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 的关系

	$c(\text{H}^+)$ with $c(\text{OH}^-)$ 的关系	$c(\text{H}^+)$ 的范围(室温下)
酸性溶液	$c(\text{H}^+) \geq c(\text{OH}^-)$	$c(\text{H}^+) > \text{ } \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

中性溶液	$c(\text{H}^+) \equiv c(\text{OH}^-)$	$c(\text{H}^+) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
碱性溶液	$c(\text{H}^+) \leq c(\text{OH}^-)$	$c(\text{H}^+) < \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

任何水溶液中都有 H^+ 和 OH^- 。

3. 溶液的 pH 与 $c(\text{H}^+)$ 及酸碱性的关系

计算公式	$\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$
意义	pH 越大, 溶液的碱性 <u> </u> ; pH 越小, 溶液的酸性 <u> </u>
溶液酸碱性 with pH 的关系 (常温下)	pH < 7, 为 <u> </u> 溶液; pH = 7, 为中性溶液; pH > 7, 为 <u> </u> 溶液
适用范围	$1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < c(\text{H}^+) < 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

特别提醒 pH 计算公式中 $c(\text{H}^+)$: 强酸溶液: $c(\text{H}^+) = n \cdot c(\text{H}_n\text{A})$; 若强碱溶液: $c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c[\text{OH}^-] \cdot n} = \frac{K_w}{n \cdot c[\text{B} \cdot \text{OH}]_n}$ 。

4. 溶液酸碱性的测定方法

(1) 利用 pH 试纸测定。使用 pH 试纸的正确操作为取一小块 pH 试纸于干燥洁净的 , 用干燥洁净的玻璃棒蘸取试液点在试纸上, 当试纸颜色变化稳定后迅速与 对照, 读出 pH。

① 广泛 pH 试纸: 其 pH 范围是 (最常用), 可以识别的 pH 差约为 。

② 精密 pH 试纸: 可判别 0.2 或 0.3 的 pH 差值。

③ 专用 pH 试纸: 用于酸性、中性或碱性溶液的专用 。

(2) 用 pH 计测量。

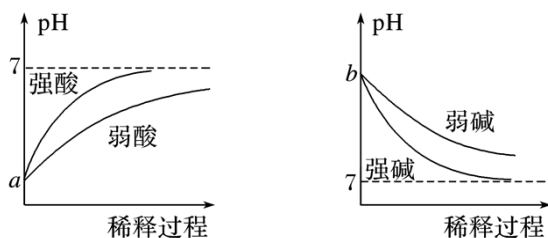
pH 计也叫 , 该仪器可精密测量溶液的 pH。其量程为 。

5. pH 的应用

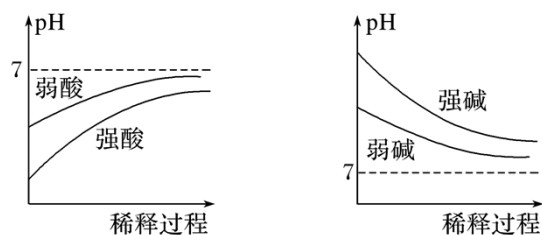
pH 在医疗、生活、环保、农业生产和 中都有重要的应用。溶液 pH 的控制常常是影响实验结果或 的一个关键因素。

6. 酸碱溶液稀释时 pH 的变化图像

(1) pH 相等的酸或碱溶液稀释后溶液 pH 的变化示意图



(2) c 相等的酸或碱溶液稀释后溶液 pH 的变化示意图



可以看出无论是 c 相等还是 pH 相等，加水稀释相同倍数 pH 变化大的都是_____。

7、酸碱溶液稀释时 pH 的变化

	酸($\text{pH}=a$)		碱($\text{pH}=b$)	
	弱酸	强酸	弱碱	强碱
稀释 10^n 倍	$\text{pH} < a+n$	_____	$\text{pH} > b-n$	_____
无限稀释	_____			

三、酸碱中和滴定实验

1、概念和原理

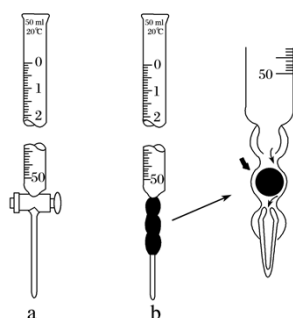
(1)概念：依据中和反应，用已知浓度的_____来测定未知浓度的_____的方法。

(2)原理：在中和反应中，酸提供的 H^+ 与碱提供的 OH^- 之间的_____相等。

即：_____，则 $c(\text{H}^+) = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot V_{\text{碱}}}{V_{\text{酸}}}$ 或 $c(\text{OH}^-) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot V_{\text{酸}}}{V_{\text{碱}}}$ 。

2、主要仪器使用

(1)仪器：滴定管，铁架台，滴定管夹，_____，_____。



仪器 a 是_____，仪器 b 是_____。精密度：_____ mL。

(2)滴定管的使用方法

①检查仪器：使用前先检查滴定管活塞是否漏水。

②润洗仪器：在加入溶液之前，洁净的滴定管要用所要盛装的溶液_____2~3 遍。

③加入溶液：分别将溶液加入到相应滴定管中，使液面位于滴定管_____刻度线以上。

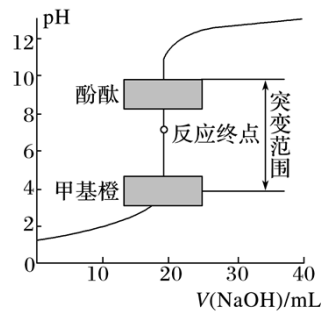
④调节起始读数：在滴定管下放一烧杯，调节活塞，使滴定管尖嘴部分充满溶液，然后调节滴定管液面使其处于_____或_____。准确读取数值并记录。

3、主要试剂

(1)待测液；(2)标准液；(3)指示剂(一般用_____，一般不用石蕊，颜色改变不明显)。

4、指示剂的选择

(1)原理：由曲线可以看出，在酸、碱中和滴定过程中，溶液的 pH 在接近滴定终点时有一个突变过程，在此范围内，滴加很少的酸(或碱)，溶液的 pH 就有很大的变化，能使指示剂的颜色变化明显，所以即使酚酞、甲基橙的变色不在恰好中和的 pH=7 的点上，但体积差距很小，可以忽略不计。



(2)酸碱指示剂法(只能测定溶液的 pH 范围)

指示剂	变色范围(颜色与 pH 的关系)		
石蕊	<5.0 _____ 色	5.0~8.0 紫色	>8.0 _____ 色
酚酞	<8.2 _____ 色	8.2~10.0 浅红色	>10.0 _____ 色
甲基橙	<3.1 _____ 色	3.1~4.4 橙色	>4.4 _____ 色

5、滴定操作

(1)滴速：先快后慢，当接近终点时，应一滴一摇，甚至半滴一摇，利用锥形瓶内壁承接尖嘴处悬挂的半滴溶液。

(2)终点的判断：滴入最后一滴标准液，指示剂变色，且在_____内不变回原色，视为_____终点。

6、数据处理

为减少实验误差，重复实验_____次，求出所用标准溶液体积的_____，然后再计算待测液的_____浓度。

7、常见的误差分析

步骤	操作	$V_{\text{标准}}$	$c_{\text{待测}}$
洗涤	酸式滴定管未用标准溶液润洗	_____	_____
	碱式滴定管未用标准溶液润洗	_____	_____
	锥形瓶用待测溶液润洗	_____	_____
	锥形瓶洗净后还留有蒸馏水	_____	_____
取液	放出碱液的滴定管开始有气泡，放出液体后气泡消失	_____	_____
滴定	酸式滴定管滴定前有气泡，滴定终点时气泡消失	_____	_____
	振荡锥形瓶时部分液体溅出	_____	_____
	部分酸液滴出锥形瓶外	_____	_____

	溶液颜色较浅时滴入酸液过快，停止滴定后再加一滴 NaOH 溶液无变化	_____	_____
读数	滴定前读数正确，滴定后俯视读数(或前仰后俯)	_____	_____
	滴定前读数正确，滴定后仰视读数(或前俯后仰)	_____	_____

第三节 盐类的水解

一、盐类的水解

1、探究盐溶液的酸碱性

盐溶液	NaCl	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	CH ₃ COONa	NH ₄ Cl	(NH ₄) ₂ SO ₄
pH	pH=7	pH=7	pH>7	pH>7	pH>7	pH<7	pH<7
盐的类型	强酸强碱盐		_____盐			_____盐	
溶液酸碱性	_____性		_____性			_____性	

2、盐溶液呈现不同酸碱性的原因

微粒变化	_____和_____结合生成弱电解质 <u>CH₃COOH</u> ，使水的电离平衡向 <u>电离</u> 方向移动
平衡时酸碱性	使溶液中 $c(\text{H}^+) \leq c(\text{OH}^-)$ ，溶液呈 <u>碱性</u>
水解方程式	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
微粒变化	NH_4^+ 和 _____ 结合生成弱电解质 _____，使水的电离平衡向 _____ 的方向移动
平衡时酸碱性	使溶液中 $c(\text{H}^+) \geq c(\text{OH}^-)$ ，溶液呈 _____ 性
水解方程式	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$
水解方程式	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ， $\text{NaCl} = \text{Cl}^- + \text{Na}^+$

理论解释：溶液中不生成 _____，水的电离平衡未受影响，溶液中 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，溶液呈 _____ 性。

3、盐类的水解

(1)概念：在溶液中，由盐电离出来的弱离子跟水电离出来的 H^+ 或 OH^- 结合生成弱电解质的反应。

(2)实质：生成弱酸或弱碱，使水的电离平衡被破坏而建立起新的平衡。

(3)特征：①一般是可逆反应，在 _____ 条件下达到化学平衡；②盐类水解反应是 _____ 反应的逆反应。

③盐类水解是 _____ 反应。

二、影响盐类水解的主要因素

1、反应物本身性质的影响

盐类水解程度的大小主要由_____所决定的，生成盐的弱酸(或弱碱)越难_____ (电离常数越小)，盐的水解程度_____，即越弱越水解。

2、实验探究反应条件对盐类水解程度的影响

已知 FeCl_3 发生水解反应的离子方程式： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，根据实验操作填写下表：

影响因素	实验步骤	实验现象	解释
盐的浓度	加入 FeCl_3 固体，再测溶液的 pH	溶液颜色变_____，溶液的 pH_____	加入 FeCl_3 固体， $c(\text{Fe}^{3+})$ 增大，水解平衡向_____方向移动
溶液的酸碱度	加盐酸后，测溶液的 pH	溶液颜色变_____，溶液的 pH_____	加入盐酸， $c(\text{H}^+)$ 增大，水解平衡向_____方向移动，但 $c(\text{H}^+)$ 仍比原平衡中 $c(\text{H}^+)$ 大
	加入少量 NaOH 溶液	产生_____色沉淀	加入氢氧化钠后， OH^- 消耗 H^+ ， $c(\text{H}^+)$ 减小，水解平衡向_____方向移动
温度	升高温度	溶液颜色变深	升高温度，水解平衡正向移动

3、盐的水解常数

(1)表达式

以 CH_3COONa 为例： $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

$$K_h = \frac{c[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot c[\text{OH}^-]}{c[\text{CH}_3\text{COO}^-]}, \text{ 只与 } \underline{\hspace{2cm}} \text{ 有关。}$$

(2)与对应弱酸电离常数的关系

$$K_a = \frac{c[\text{H}^+] \cdot c[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{c[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \text{所以, } K_h \cdot K_a = K_w \text{ 或 } K_h = \frac{K_w}{K_a}。$$

弱酸或弱碱的电离常数_____ (越弱)，其生成的盐水解的程度就_____。

三、盐类水解的应用

1、在化学实验中的应用

应用	举例
判断溶液的酸碱性	FeCl_3 溶液显酸性，原因是 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$
判断酸性强弱	相同浓度的 NaX 、 NaY 、 NaZ 溶液的 pH 分别为 8、9、10，则酸性：_____
配制或贮存易水解的盐溶液	配制 CuSO_4 溶液时，加入少量_____，抑制 Cu^{2+} 水解；贮存 Na_2CO_3 溶液不能用_____玻璃塞
胶体的制取	制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的离子反应： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
制备无水盐	将挥发性酸的弱碱盐如 AlCl_3 、 FeCl_3 溶液蒸干时，在通 HCl 的气流中加热蒸干
判断离子是否共存	Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 S^{2-} 、 HS^- 、 AlO_2^- ； Fe^{3+} 与 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- ； NH_4^+

	与 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} 因相互促进水解强烈而_____共存。
判断中和反应至中性的试剂用量	如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 HCl 反应至中性，_____过量， CH_3COOH 与 NaOH 反应至中性时_____过量。
制备无机化合物	如用 TiCl_4 制备 TiO_2 ，其反应的化学方程式为： $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl}$ 加入大量的水，同时加热，促使水解趋于完全。

2、在生产生活中的应用

泡沫灭火器原理	泡沫灭火器中药品成分为 NaHCO_3 与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，发生的反应为： $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
作净水剂	明矾可作净水剂，原理为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
化肥的使用	铵态氮肥与草木灰不得混合施用
除锈剂	NH_4Cl 溶液与 ZnCl_2 溶液可作焊接时的除锈剂，原理为： $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \quad \text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$
热纯碱去污能力强	加热，促进 Na_2CO_3 的水解，使 $c(\text{OH}^-)$ 增大，去污能力增强

四、溶液中的守恒关系

1、电荷守恒：电解质溶液中_____所带的电荷总数与_____所带的电荷总数 相等。即电荷守恒，溶液呈_____。

2、元素质量守恒：

在电解质溶液中，由于某些离子发生水解或电离，_____的存在形式发生了变化，就该_____所含的某种元素来说，其质量在反应前后是_____的，即_____守恒。

如： Na_2CO_3 溶液中：

① $\frac{n(\text{Na}^+)}{n(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{2}{1}$ ，即 $n(\text{Na}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ， CO_3^{2-} 在水中部分会水解成 HCO_3^- 、 H_2CO_3 ，共三种含碳元素的存在形式。

② $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)]$ 。

3、质子守恒

方法一：可以由电荷守恒与元素质量守恒推导出来。

如 Na_2CO_3 中将电荷守恒和元素质量守恒中的金属阳离子消去得 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 。

方法二：质子守恒是依据水的电离平衡： $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ，水电离产生的 H^+ 和 OH^- 的物质的量总是相等的，无论在溶液中由水电离出的 H^+ 和 OH^- 以什么形式存在。

如： Na_2CO_3 溶液中即： $c(\text{OH}^-) = 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_3\text{O}^+)$ 或 $c(\text{OH}^-) = 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}^+)$ 。

第四节 沉淀溶解平衡

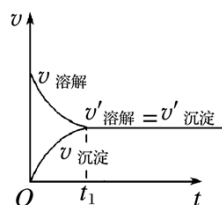
一、难溶电解质的沉淀溶解平衡

1、25 °C时，溶解性与溶解度的关系

溶解性	易溶	可溶	微溶	难溶
溶解度	>10 g	1~10 g	_____	_____

2、难溶电解质的沉淀溶解平衡

(1)沉淀溶解平衡的建立



(2)沉淀溶解平衡方程式

以 AgCl 沉淀溶解平衡为例： $\text{AgCl(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 。

(3)沉淀、溶解之间这种动态平衡也决定了 Ag^+ 与 Cl^- 的反应_____进行到底。一般情况下，当溶液中剩余离子的浓度小于_____时，化学上通常认为生成沉淀的反应进行_____了。

3、难溶电解质沉淀溶解平衡的影响因素

已知沉淀溶解平衡： $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$

条件改变	移动方向	$c(\text{Mg}^{2+})$	$c(\text{OH}^-)$
加少量水	_____	_____	_____
升温	_____	_____	_____
加 $\text{MgCl}_2(\text{s})$	_____	_____	_____
加盐酸	_____	_____	_____
加 NaOH(s)	_____	_____	_____

Q ：离子积对于 $\text{A}_m\text{B}_n(\text{s}) \rightleftharpoons m\text{A}^{n+}(\text{aq}) + n\text{B}^{m-}(\text{aq})$ 任意时刻 $Q = c^m(\text{A}^{n+}) \cdot c^n(\text{B}^{m-})$ 。

(1) $Q > K_{\text{sp}}$ ，溶液过饱和，有_____析出，直至溶液_____，达到新的平衡。

(2) $Q = K_{\text{sp}}$ ，溶液饱和，沉淀与溶解处于_____。

(3) $Q < K_{\text{sp}}$ ，溶液未饱和，无_____析出，若加入过量难溶电解质，难溶电解质_____直至溶液_____。

二、沉淀溶解平衡应用

1、沉淀的生成

(1)沉淀生成的应用：在无机物的制备和提纯、废水处理等领域，常利用生成沉淀来达到分离或除去某些离子的目的。

(2)沉淀的方法

①调节 pH 法: 如工业原料氯化铵中含杂质氯化铁, 使其溶解于水, 再加入氨水调节 pH 至 7~8, 使 $Q[\text{Fe}(\text{OH})_3] \geq K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 可使 Fe^{3+} 转变为_____沉淀而除去。反应如下: _____。

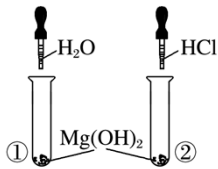
②加沉淀剂法: 如以 Na_2S 、 H_2S 等作_____, 使某些金属离子, 如 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等生成极难溶的硫化物 CuS 、 HgS 等沉淀, 即离子积 $Q \geq K_{\text{sp}}$ 时, 生成沉淀, 也是_____常用的方法。

2、沉淀的溶解

(1)沉淀溶解的原理

根据平衡移动原理, 对于在水中难溶的_____, 如果能设法不断地移去平衡体系中的_____, 使平衡向_____的方向移动, 就可以使沉淀_____。

(2)实验探究: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀溶解

操作		
现象	①浑浊; ②澄清	
理论分析	$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$ $2\text{HCl} = 2\text{Cl}^{-} + 2\text{H}^{+}$	$2\text{OH}^{-}(\text{aq}) + 2\text{H}^{+} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 溶解平衡不断向右移动, 使 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 完全溶解

(3)沉淀溶解的方法

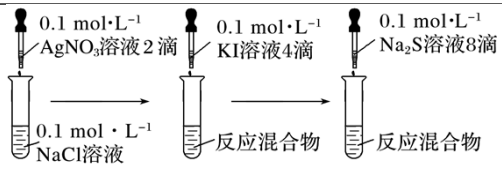
①酸溶解法: 用强酸溶解的难溶电解质有_____等。

如 CaCO_3 难溶于水, 却易溶于盐酸, 原因是: CaCO_3 在水中存在沉淀溶解平衡为 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$, 当加入盐酸后发生反应_____, $c(\text{CO}_3^{2-})$ _____, 溶液中 CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 的离子积 $Q(\text{CaCO}_3) \leq K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$, 沉淀溶解平衡向_____方向移动。

②盐溶液溶解法: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 难溶于_____, 能溶于盐酸、 NH_4Cl 溶液中。溶于 NH_4Cl 溶液反应的离子方程式为_____。

3、沉淀的转化

(1)实验探究 AgCl 、 AgI 、 Ag_2S 的转化

实验操作			
实验现象	有白色沉淀析出	白色沉淀转化为黄色沉淀	黄色沉淀转化为黑色沉淀
化学方程式	$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \underline{\hspace{2cm}}$	$\text{AgCl} + \text{KI} = \underline{\hspace{2cm}}$	$2\text{AgI} + \text{Na}_2\text{S} = \underline{\hspace{2cm}}$

(2)实验探究 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的转化

实验操作		
实验现象	产生白色沉淀	白色沉淀转化为红褐色沉淀
化学方程式	$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons$	$3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons$

实验结论: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 说明溶解度: _____。

3、沉淀转化的实质与条件

(1)实质: 沉淀的转化是指由一种 _____ 转化为另一种难溶物的过程, 其实质是沉淀溶解平衡的移动。

(2)条件: 两种沉淀的溶解度不同, 溶解度 _____ 的沉淀可以转化为溶解度 _____ 的沉淀, 两者溶解度相差 _____ 转化越 _____。

4、沉淀转化的应用

(1)锅炉除水垢(含有 CaSO_4): $\text{CaSO}_4(\text{s}) \xrightarrow{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 溶液}} \text{CaCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{加酸如盐酸}} \text{Ca}^{2+}(\text{aq})$, 反应为: _____。

(2)自然界中矿物的转化: 原生铜的硫化物 $\xrightarrow{\text{氧化、淋滤}} \text{CuSO}_4 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{渗透、遇闪锌矿 } \square \text{ZnS} \square \text{ 和方铅矿 } \square \text{PbS} \square} \rightarrow$ 铜蓝(CuS), 反应为: _____。

(3)工业废水处理: 工业废水处理过程中, 重金属离子可利用沉淀转化原理用 FeS 等难溶物转化为 HgS 、 Ag_2S 、 PbS 等沉淀。用 FeS 除去 Hg^{2+} 的离子方程式: _____。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/015331020114012040>