

高三年级化学第二组校第 7 课时

《真实问题解决 7——弱电解质及盐类水解、沉淀溶解平衡》学习任务单

北京市和平街一中 李翠娟

一、【学习目标】

《水溶液中离子平衡》是原理部分重要内容，涉及到的弱电解质电离、盐类水解、沉淀溶解平衡也是常见考点，生活和工农业生产中有重要应用。

学习目标如下：

1. 能用化学用语正确表示水溶液中离子反应与平衡，能通过实验证明水溶液中存在的离子平衡，能举例说明离子反应与平衡在生产、生活中的应用。
2. 能从电离、离子反应、化学平衡的角度分析溶液的性质，如酸碱性、导电性等。
3. 能综合运用离子反应、化学平衡原理，分析和解决生产、生活中有关电解质溶液的实际问题。

二、【学法指导】

1. 了解考向——近 10 年考点回顾

年份	题号	考点（知识点）
2019	7/11/12	NaCl 电离、 CH_3COOH 电离微观解释及化学用语/草酸弱电解质/电离、水解综合应用
2018	8/9/11	弱电解质的电离/沉淀转化/盐类水解影响因素
2016	28	盐溶液酸碱性
2015	11/27（2）	NaClO 水解溶液酸碱性判断/碳酸氢根离子的电离、沉淀生成
2014	9	氨水的电离
2013	8/10/27（3）	Na_2CO_3 溶液呈碱性原因 /沉淀转化/沉淀生成与溶液 PH 的关系
2012	7/25（3）	沉淀转化/ NaHSO_3 酸根离子的电离与水解的关系，溶液离子浓度比较、守恒关系应用
2011	9	沉淀生成、明矾水解应用
2010	10	CH_3COOH 电离方程式、 Na_2CO_3 溶液水解呈碱性

2. 高考试题命题规律及设问特点

(1) 紧扣教材内容：比如 2019 年第 7 题 NaCl 及醋酸电离考点来自课本插图；沉淀转化来自教材实验。

(2) 氨水、醋酸电离及铝离子、碳酸根、碳酸氢根离子的水解是最常见的高考考点，但可能会相互结合对两个平衡进行深度考查。(19 年第 12 题)

(3) 近十年对此部分考查以选择题为主，只有 2015 年在二卷中综合考查了电离、水解及守恒关系应用，2016 年 28 实验探究涉及盐的水解，并没有直接体现在问题中。今后考查有可能综合性增强更多考查原理本质应用。

三、【学习任务】

(一) 知识梳理

弱电解质的电离 (概念、电离方程式、强弱电解质比较等)

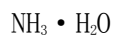
1、分别试验等体积、等浓度的盐酸、醋酸溶液与等量镁条的反应，并测定两种酸溶液的 pH。填写下表：

			1 mol L ⁻¹ HCl	1 mol L ⁻¹ CH ₃ COOH
实验 操作	与镁 反应	现象		
		结论	Mg 与盐酸反应_____, 表明盐酸中 c(H ⁺)较_____	
实验 操作	溶液 的 pH	数值	_____ (填“相同”或“不相同”)	
		结论	相同物质的量浓度的盐酸和醋酸中 c(H ⁺) _____ (填“相同”或“不相同”)	
实验总结论				

2、强弱电解质对比

	强电解质	弱电解质
概念		
化合物类型		
电离程度		
在溶液中存在形式		
电离过程		

3. 电离方程式的书写:



多元弱酸分步电离, 多元弱碱一步电离(中学阶段)



4、画出用水稀释冰醋酸时离子浓度随加水量的变化曲线。

盐类水解(概念、实质、规律、应用)

1、分析 CH_3COONa 、 NH_4Cl 水溶液呈酸碱性的原因, 用化学用语表示

2、盐类水解的规律

3、影响盐类水解的因素

- (1) 盐类本身的性质: 这是影响盐类水解的主要因素。组成盐的酸或碱越弱, 其水解程度_____, 溶液的碱性或酸性_____。
- (2) 温度: 盐的水解是_____反应。因此升高温度其水解程度_____。
- (3) 浓度: 盐的浓度越小, 其水解程度越_____。
- (4) 溶液的酸碱性: 控制溶液的酸碱性, 可以促进或抑制盐的水解。如 Na_2CO_3 溶液中加碱可以_____水解。加酸可以_____水解。

4、盐类水解的应用

沉淀溶解平衡(概念、特征、应用)

1、沉淀溶解平衡和化学平衡、电离平衡一样, 符合平衡的基本特征、满足平衡的变化基本规律

2、沉淀溶解平衡的应用——沉淀的生成、溶解和转化

- (1) 沉淀的生成和溶解这两个方向相反的过程相互转化的条件是离子浓度, 控制离子浓度, 可以使反应向我们需要的方向转化。

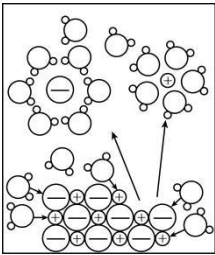
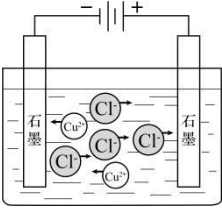
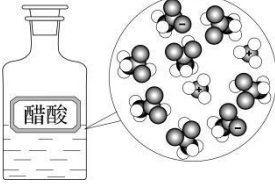
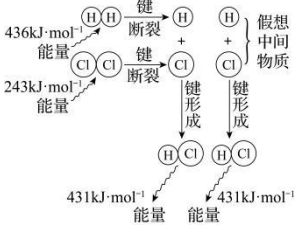
(2) 一般而言, K_{sp} _____的难溶电解质能转化为 K_{sp} _____的难溶电解质, 如



(二) 典例分析

1、弱电解质的电离

例 1 (2019 北京) 7. 下列示意图与化学用语表述内容不相符的是 (水合离子用相应离子符号表示)

A	B	C	D
			
NaCl 溶于水	电解 CuCl_2 溶液	CH_3COOH 在水中电离	H_2 与 Cl_2 反应能量变化
$\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{CuCl}_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ $\Delta H = -183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

答案: B

本题考查点主要是宏微结合, 涉及电解质的有三个选项: A 是强电解质氯化钠溶于水的行为微观解释, C 是弱电解质代表醋酸溶于水的微观解释。B 是氯化铜在水溶液中通电情况下的微观解释。并且都与化学用语对应, 分别出现在必修 1、选修 4 课本。是新课标的要求。

例 2

实验 3-1

分别试验等体积、等浓度的盐酸、醋酸溶液与等量镁条的反应; 并测这两种酸的 pH。

	1 mol/L HCl	1 mol/L CH_3COOH
与镁条反应的现象		
溶液的 pH		

这是选修 4 P40 的实验, 如何通过实验证明醋酸为弱电解质?

思路一: “静态” 的部分电离产生的结果

思路二: “动态” 的平衡移动

在此思路指导下, 同学们就可以设计出除表中两种以外的更多的实验方案, 也就对弱电解质的电离有了更深的认识。(比如稀释同浓度的盐酸、醋酸, 借助 pH 计测定 pH 的变化、导电性实验、与 Na_2CO_3 或 NaHCO_3 固体的反应等等。)

2、盐的水解

例 1【2015 年北京高考】11. 某消毒液的主要成分为 NaClO，还含有一定量的 NaOH。下列用来解释事实的方程式中，不合理的是（已知：饱和 NaClO 溶液的 pH 约为 11）

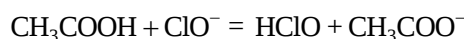
A. 该消毒液可用 NaOH 溶液吸收 Cl₂ 制备：Cl₂ + 2OH⁻ = ClO⁻ + Cl⁻ + H₂O

B. 该消毒液的 pH 约为 12：ClO⁻ + H₂O ⇌ HClO + OH⁻

C. 该消毒液与洁厕灵（主要成分为 HCl）混用，产生有毒 Cl₂：



D. 该消毒液加白醋生成 HClO，可增强漂白作用：



答案：B 此题重点考查盐的水解基础知识，包括水解规律、水解实质、水解方程式的书写等。

例 2（2018 北京）11. 测定 0.1 mol · L⁻¹ Na₂SO₃ 溶液先升温再降温过程中的 pH，数据如下。

时刻	①	②	③	④
温度/℃	25	30	40	25
pH	9.66	9.52	9.37	9.25

实验过程中，取①④时刻的溶液，加入盐酸酸化的 BaCl₂ 溶液做对比实验，④产生白色沉淀多。下列说法不正确的是

A. Na₂SO₃ 溶液中存在水解平衡：SO₃²⁻ + H₂O ⇌ HSO₃⁻ + OH⁻

B. ④的 pH 与①不同，是由于 SO₃²⁻ 浓度减小造成的

C. ①→③的过程中，温度和浓度对水解平衡移动方向的影响一致

D. ①与④的 K_h 值相等

答案：C 此题的考查多了一些综合性，。A 仍是水解的基础，C 考查水解平衡的影响因素及平衡移动的结果。B、D 涉及水的离子积、溶液 PH 及氧化还原反应的发生。

例 3【2012 年北京高考 25 节选】直接排放含 SO₂ 的烟气会形成酸雨，危害环境。利用钠碱循环法可脱除烟气中的 SO₂，

（2）在钠碱循环法中，Na₂SO₃ 溶液作为吸收液，可由 NaOH 溶液吸收 SO₂ 制得，该反应的离子方程式是_____

（3）吸收液吸收 SO₂ 的过程中，pH 随 n(SO₃²⁻) : n(HSO₃⁻) 变化关系如下表：

n(SO ₃ ²⁻) : n(HSO ₃ ⁻)	91: 9	1: 1	1: 91
pH	8.2	7.2	6.2

①上表判断 NaHSO_3 溶液显_____性，用化学平衡原理解释：_____。

②当吸收液呈中性时，溶液中离子浓度关系正确的是(选填字母)：_____。

a. $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$,

b. $c(\text{Na}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$

c. $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$

答案:

(2) $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(3) ①酸, HSO_3^- 存在 $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ 和 $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$, HSO_3^- 的电离程度大于水解程度。

②a、b

本题体现真实情境中知识的综合应用, 电离、水解, 复杂体系微粒分析及定量判断(两个守恒), 但在北京高考中出现频次较低, 在全国卷出现相对较高, 各区模拟也没忽视这种题型, 在 2020 新高考中是否出现, 我们不能忽视。

3、沉淀溶解平衡

沉淀的生成、转化和沉淀的溶解在近些年考题中都有体现。

例 1 【2013 年北京高考】10. 实验: ① $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液和 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液等体积混合得到浊液 a, 过滤得到滤液 b 和白色沉淀 c; ② 向滤液 b 中滴加 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液, 出现浑浊; ③ 向沉淀 c 中滴加 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液, 沉淀变为黄色。下列分析不正确的是

A. 浊液 a 中存在沉淀溶解平衡: $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$

B. 滤液 b 中不含有 Ag^+

C. ③中颜色变化说明 AgCl 转化为 AgI

D. 实验可以证明 AgI 比 AgCl 更难溶

答案: B 本题考查较基础, 源自选修 4P64 实验 3-4, 考查沉淀的生成、转化及转化规律, 难溶电解质在水中的行为分析等。重点关注实验操作分析对应的结论。

例 2 【2013 年北京高考 27 节选】用含有 Al_2O_3 、 SiO_2 和少量 $\text{FeO} \cdot x\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的铝灰制备 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, 工艺流程如下(部分操作和条件略):

I. 向铝灰中加入过量稀 H_2SO_4 , 过滤:

II. 向滤液中加入过量 KMnO_4 溶液, 调节溶液的 pH 约为 3;

III. 加热，产生大量棕色沉淀，静置，上层溶液呈紫红色：

IV. 加入 MnSO_4 至紫红色消失，过滤；

V. 浓缩、结晶、分离，得到产品。

(3) 已知：

生成氢氧化物沉淀的 pH

	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
开始沉淀时	3.4	6.3	1.5
完全沉淀时	4.7	8.3	2.8

注：金属离子的起始浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

根据表中数据解释步骤 II 的目的：_____

答案解析：向滤液中加入过量 KMnO_4 溶液，目的是氧化亚铁离子为三价铁离子，依据图表数据分析可知，铁离子开始沉淀和沉淀完全的溶液 pH 为 1.5 - - 2.8，铝离子和亚铁离子开始沉淀的溶液 pH 大于 3，所以调节溶液的 pH 约为 3，可以使铁离子全部沉淀，铝离子不沉淀分离，

答案为：pH 约为 3 时， Fe^{2+} 和 Al^{3+} 不能形成沉淀，将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，可使铁完全沉淀；

本题考查真实情境（工业生产中）沉淀生成和转化，近几年全国卷考查较多，北京近几年没出现，也需多留意。

四、学习小结：

本部分内容的重点是弱电解质的电离平衡、盐类水解平衡和沉淀溶解平衡这三种平衡状态的建立、平衡的移动及应用，难点是同学们对这三个平衡认识和理解程度，做到熟练应用三个平衡解释相关的实验事实或解决陌生情境的水溶液中真实问题。今天课上我们所举例题都非常具有代表性。突破难点首先基础知识扎实，更要充分体会宏观辨识与微观探析相结合，牢固树立平衡思想。具体建议如下：

- 1、阅读教材《选修 4》第 3 三章内容，梳理电离、水解相关规律并牢记。关注课本相关实验具体操作及解释。
- 2、浏览相关本文二、1 表格所列高考题，了解常见的高考命题方法规律。熟记“用平衡移动原理解释**”题型的答题规范。