

第一节 电离平衡

第1课时 弱电解质的电离平衡

[核心素养发展目标] 1.证据推理与模型认知：通过分析、推理等方法认识强弱电解质的本质特征及电离平衡常数的意义，建立判断强弱电解质和“强酸制弱酸”的思维模型。2.变化观念与平衡思想：知道弱电解质在水溶液中存在电离平衡，能正确书写弱电解质的电离方程式，会分析电离平衡的移动。

一、强电解质和弱电解质

1. 电解质和非电解质

电解质：在水溶液中或熔融状态下能导电的化合物。

非电解质：在水溶液中和熔融状态下均以分子形式存在，因而不能导电的化合物。

2. 强电解质和弱电解质

(1)实验探究盐酸和醋酸的电离程度

取相同体积、 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸和醋酸，比较它们 pH 的大小，试验其导电能力，并分别与等量镁条反应。观察、比较并记录现象。

酸	$0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸	$0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 醋酸
pH	较小	较大
导电能力	较强	较弱
与镁条反应的现象	产生无色气泡较快	产生无色气泡较慢
实验结论	实验表明盐酸中 $c(\text{H}^+)$ 更大，说明盐酸的电离程度大于醋酸的电离程度	

(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 <u>全部</u> 电离的电解质	在水溶液中只能 <u>部分</u> 电离的电解质
电解质在溶液中的存在形式	只有阴、阳离子	既有阴、阳离子，又有电解质分子
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)；	①弱酸，如 CH_3COOH 、 HClO 等；

	②强酸, 如 HCl、H ₂ SO ₄ 等; ③强碱, 如 KOH、Ba(OH) ₂ 等	②弱碱, 如 NH ₃ ·H ₂ O 等; ③水
--	--	---

「正误判断」

- (1)盐酸能导电, 所以盐酸是电解质(×)
 (2)BaSO₄ 难溶于水, 其水溶液导电性很差, 所以 BaSO₄ 是弱电解质(×)
 (3)NH₃ 溶于水能导电, 所以 NH₃ 是电解质(×)
 (4)强电解质溶液的导电能力一定比弱电解质溶液的导电能力强(×)
 (5)HClO 为弱酸, 故 NaClO 为弱电解质(×)
 (6)强电解质在溶液中不存在溶质分子, 而弱电解质在溶液中存在溶质分子(√)
 (7)H₂CO₃ 溶液中存在 H₂CO₃、HCO₃⁻ 和 CO₃²⁻(√)

「深度思考」

1. 下列物质中, 属于电解质的是_____(填序号, 下同), 属于非电解质的是_____, 属于强电解质的是_____, 属于弱电解质的是_____。

- ①H₂SO₄ ②盐酸 ③氯气 ④硫酸钡 ⑤乙醇 ⑥铜
 ⑦H₂CO₃ ⑧氯化氢 ⑨CH₃COOH ⑩氨气 ⑪CO₂

答案 ①④⑦⑧⑨ ⑤⑩⑪ ①④⑧ ⑦⑨

2. BaSO₄ 属于盐, 是强电解质, CH₃COOH 是弱酸, 是弱电解质, 那么 BaSO₄ 溶液的导电性一定比 CH₃COOH 溶液的导电性强, 这个观点正确吗? 请说明你判断的理由。

提示 不正确。BaSO₄ 虽然是强电解质, 但 BaSO₄ 是难溶盐, 其溶液中离子浓度很小, 导电性很差。

■ 易错警示 ■

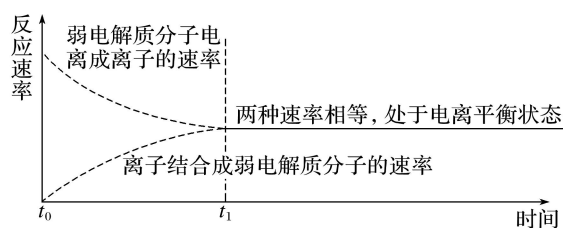
- (1)CO₂、SO₂、NH₃ 等物质溶于水能导电, 是因为溶于水后生成 H₂CO₃、H₂SO₃、NH₃·H₂O 等电解质导电, 不是其本身电离出离子, 故应是非电解质。
 (2)电解质的强、弱与其溶解性无关。难溶的盐如 AgCl、CaCO₃ 等, 溶于水的部分能完全电离, 是强电解质。易溶的如 CH₃COOH、NH₃·H₂O 等在溶液中电离程度较小, 是弱电解质。
 (3)溶液的导电能力与电解质的强弱无关。溶液的导电能力取决于溶液的离子浓度和离子所带的电荷, 与电解质的强弱无关。

二、弱电解质的电离平衡

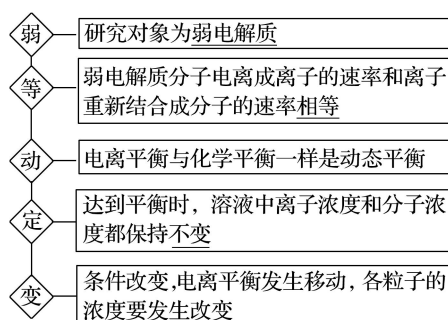
1. 电离平衡状态

(1)概念: 在一定条件(如温度、浓度)下, 弱电解质分子电离成离子的速率与离子结合成弱电解质分子的速率相等, 溶液中各分子和离子的浓度都不再发生变化, 电离过程就达到了电离平衡状态。

(2)建立过程



(3)电离平衡的特征



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“ $\rightleftharpoons$ ”。

①一元弱酸、弱碱一步电离。

如 CH_3COOH : $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$,

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 。

②多元弱酸分步电离, 必须分步写出, 不可合并(其中以第一步电离为主)。

如 H_2CO_3 : $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (主), $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ (次)。

③多元弱碱分步电离 (较复杂), 在中学阶段要求一步写出。

如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$: $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$ 。

3. 电离平衡的影响因素

(1)温度: 弱电解质的电离一般是吸热过程, 升高温度使电离平衡向电离的方向移动, 电离程度增大。

(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越小, 电离程度越大。

(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, 电离程度减小。

(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, 电离平衡向电离方向移动。

「正误判断」

- (1) 电离平衡右移，电解质分子的浓度一定减小，离子浓度一定增大(×)
 (2) 25℃时， $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液加水稀释，各离子浓度均减小(×)
 (3) 电离平衡向右移动，弱电解质的电离程度一定增大(×)
 (4) H_2S 的电离方程式为 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ (×)
 (5) NaHSO_4 在水溶液中电离方程式为 $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$ (×)
 (6) BaSO_4 溶于水，导电性很弱，故电离方程式为 $\text{BaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ (×)

「深度思考」

1. 分析改变下列条件对醋酸电离平衡的影响，填写下表：

条件改变	平衡移动方向	$c(\text{H}^+)$	$n(\text{H}^+)$	电离程度	导电能力
升高温度	向右移动	增大	增大	增大	增强
加 H_2O	向右移动	减小	增大	增大	减弱
通 HCl	向左移动	增大	增大	减小	增强
加少量 $\text{NaOH}(\text{s})$	向右移动	减小	减小	增大	增强
加少量 $\text{CH}_3\text{COONa}(\text{s})$	向左移动	减小	减小	减小	增强
加少量 CH_3COOH	向右移动	增大	增大	减小	增强

2. 写出下列物质在水溶液中的电离方程式

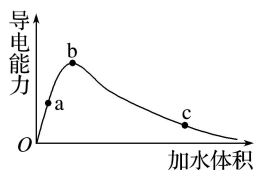
- ① HClO : _____。
 ② H_2SO_3 : _____。
 ③ NaHCO_3 : _____。
 ④ $\text{Cu}(\text{OH})_2$: _____。

答案 ① $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ ② $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ 、 $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$

③ $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ ④ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$

3. 在一定温度下，冰醋酸加水稀释过程中，溶液的导电能力如图所示，请回答：

- (1) “O” 点导电能力为 0 的理由是_____。
 (2) a、b、c 三点溶液中醋酸的电离程度由小到大的顺序为_____。
 (3) a、b、c 三点溶液中 CH_3COO^- 物质的量最大的是_____。



答案 (1) 冰醋酸中没有自由移动的离子

(2) $a < b < c$ (3) c

■ 特别提醒 ■

(1)电离吸热,升高温度,电离平衡一定正向移动,电离程度增大。

(2)弱电解质的电离程度、溶液的导电性与电离平衡的移动没有必然的关系。

(3)弱电解质溶液加水稀释时,要注意离子浓度与离子物质的量的变化。

如 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 加水稀释, $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 、 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 均减小,但稀释促进电离,所以 $n(\text{CH}_3\text{COOH})$ 减小, $n(\text{H}^+)$ 、 $n(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大。

随堂演练 知识落实

1. 下列事实中,可以证明醋酸是弱电解质的是()

A. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的醋酸溶液中, $c(\text{H}^+) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. 醋酸与水以任意比互溶

C. $10 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的醋酸溶液恰好与 $10 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液完全反应

D. 在相同条件下,醋酸溶液的导电性比盐酸弱

答案 D

解析 A 项中若醋酸完全电离,则 $c(\text{H}^+) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,说明醋酸为强电解质,A 项不符合题意;C 项是与强碱的反应,不能说明其电离程度的大小;D 项是在相同条件下,比较二者导电性强弱,醋酸溶液的导电性弱,说明醋酸溶液中离子浓度小,即醋酸的电离程度小,盐酸中的 HCl 是完全电离的,故说明醋酸是部分电离,为弱电解质。

2. 下列各组关于强电解质、弱电解质、非电解质的归类,完全正确的是()

选项	A	B	C	D
强电解质	Fe	NaCl	CaCO_3	HNO_3
弱电解质	CH_3COOH	NH_3	H_3PO_4	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
非电解质	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (蔗糖)	BaSO_4	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	H_2O

答案 C

解析 A 项,Fe 既不是电解质也不是非电解质,错误;B 项, NH_3 是非电解质, BaSO_4 是强电解质,错误;D 项, H_2O 是弱电解质,错误。

3. 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCN 溶液中存在如下电离平衡: $\text{HCN} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CN}^-$,下列叙述正确的是()

A. 加入少量 NaOH 固体,平衡正向移动

B. 加水,平衡逆向移动

C. 滴加少量 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 溶液,溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小

D. 加入少量 NaCN 固体,平衡正向移动

答案 A

解析 加入 NaOH 固体, OH^- 与 HCN 电离产生的 H^+ 反应, 平衡正向移动, A 项正确; 加水, 平衡正向移动, B 项错误; 滴加少量 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 溶液, $c(\text{H}^+)$ 增大, C 项错误; 加入少量 NaCN 固体, $c(\text{CN}^-)$ 增大, 平衡逆向移动, D 项错误。

4. 已知相同条件下, HClO 的电离常数小于 H_2CO_3 的第一级电离常数。为了提高氯水中 HClO 的浓度, 可加入()

A. HCl B. $\text{CaCO}_3(\text{s})$ C. H_2O D. $\text{NaOH}(\text{s})$

答案 B

解析 分析 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$; 加入 HCl, 平衡左移, $c(\text{HClO})$ 减小; 加入水, 平衡右移, 但 $c(\text{HClO})$ 减小; 加入 NaOH, H^+ 及 HClO 均与 OH^- 反应, 平衡右移, 但 $c(\text{HClO})$ 减小(生成了 NaCl 和 NaClO); 加入 CaCO_3 , H^+ 与 CaCO_3 反应使平衡右移, 而 HClO 不与 CaCO_3 反应, 因而 $c(\text{HClO})$ 增大。

5. 在氨水中存在下列电离平衡: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 。

(1)下列情况能引起电离平衡正向移动的有____(填字母, 下同)。

①加 NH_4Cl 固体 ②加 NaOH 溶液 ③通入 HCl

④加 CH_3COOH 溶液 ⑤加水 ⑥加压

a. ①③⑤ b. ①④⑥ c. ③④⑤ d. ①②④

(2)向含有酚酞的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水中加入少量的 NH_4Cl 晶体, 则溶液颜色_____。

a. 变蓝色 b. 变深 c. 变浅 d. 不变

答案 (1)c (2)c

解析 (1)①加入 NH_4Cl 固体相当于加入 NH_4^+ , 平衡左移; ②加入 OH^- , 平衡左移; ③通入 HCl, 相当于加入 H^+ , 中和 OH^- , 平衡右移; ④加 CH_3COOH 溶液, 相当于加 H^+ , 中和 OH^- , 平衡右移; ⑤加水稀释, 越稀越电离, 平衡右移; ⑥无气体参加和生成, 加压对电离平衡无影响。(2)向氨水中加入 NH_4Cl 晶体, $c(\text{NH}_4^+)$ 增大, 则 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡逆向移动, $c(\text{OH}^-)$ 减小, 颜色变浅。

课时对点练

☑对点训练

题组一 强电解质与弱电解质判断

1. 下列物质中, 属于弱电解质的是()

A. CO_2

B. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

C. NH_4NO_3

D. BaSO_4

答案 B

解析 A 项, CO_2 为非电解质; B 项, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为弱电解质; C 项, NH_4NO_3 为强电解质; D

项, BaSO_4 为强电解质。

2. 下列叙述正确的是()

- A. 硫酸钡难溶于水, 故硫酸钡为弱电解质
- B. 硝酸钾溶液能导电, 故硝酸钾溶液为电解质
- C. 二氧化碳溶于水能部分电离, 故二氧化碳为弱电解质
- D. 石墨虽能导电, 但既不是电解质, 也不是非电解质

答案 D

解析 BaSO_4 溶于水的部分完全电离, BaSO_4 是强电解质, A 项不正确; KNO_3 溶液为混合物, 不属于电解质, B 项不正确; CO_2 是非电解质, C 项不正确; 石墨为单质, 既不是电解质, 也不是非电解质, D 项正确。

3. 北魏贾思勰《齐民要术·作酢法》这样描述苦酒: “乌梅苦酒法: 乌梅去核, 一升许肉, 以五升苦酒渍数日, 曝干, 捣作屑。欲食, 辄投水中, 即成醋尔。”下列有关苦酒主要成分的说法正确的是()

- A. 苦酒的主要溶质是非电解质
- B. 苦酒的主要溶质是强电解质
- C. 苦酒的主要溶质是弱电解质
- D. 苦酒的溶液中只存在分子, 不存在离子

答案 C

解析 苦酒的主要溶质是乙酸, 属于弱电解质, 在水中部分电离, 所以既有电解质分子 CH_3COOH , 又有 H^+ 和 CH_3COO^- 。

4. HgCl_2 的稀溶液可用作手术刀的消毒剂, 已知熔融的 HgCl_2 不导电, 而 HgCl_2 的稀溶液有弱的导电能力, 下列关于 HgCl_2 的叙述正确的是()

- A. HgCl_2 属于离子化合物
- B. HgCl_2 属于共价化合物
- C. HgCl_2 属于非电解质
- D. HgCl_2 中既存在离子键也存在共价键

答案 B

解析 熔融的 HgCl_2 不导电, 则 HgCl_2 属于共价化合物, 只存在共价键; HgCl_2 的稀溶液导电能力弱, 则水溶液中 HgCl_2 能微弱电离, 属于弱电解质。

题组二 电离方程式书写正误判断

5. 下列电离方程式的书写正确的是()

- A. 熔融状态下的 NaHSO_4 电离: $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- B. H_2CO_3 的电离: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- C. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的电离: $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$

D. 水溶液中的 NaHSO_4 电离: $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$

答案 C

解析 熔融状态下 NaHSO_4 的电离方程式为 $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$, 水溶液中 NaHSO_4 的电离方程式为 $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$, A、D 错误; H_2CO_3 作为二元弱酸, 不能完全电离, 且多元弱酸的电离分步进行, 以第一步为主, B 项错误; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 是多元弱碱, 通常以一步电离表示, 故 C 项正确。

6. 下列各项中电解质的电离方程式正确的是()

A. 氨水: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

B. NaHCO_3 的水溶液: $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$

C. HF 的水溶液: $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$

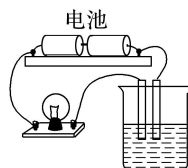
D. H_2S 的水溶液: $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$

答案 B

解析 氨水的电离方程式应为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$; HF 属于弱酸, 应是部分电离, $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$; H_2S 属于二元弱酸, 应分步电离, $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$, $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ 。

题组三 电解质溶液的导电性及变化

7. 用如图所示装置分别进行下列各组物质的导电性实验, 小灯泡的亮度比反应前明显减弱的是()



A. 向亚硫酸钠溶液中通入氯气

B. 向硝酸银溶液中通入少量氯化氢

C. 向氢碘酸饱和溶液中通入少量氧气

D. 向氢氧化钠溶液中通入少量氯气

答案 C

解析 本题易错之处是不清楚溶液导电性的强弱与电解质强弱的区别。A 项中发生的反应为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$, 生成了两种强电解质, 溶液的导电能力增强, 故灯泡变亮; B 项中发生的反应为 $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$, 溶液的导电能力没有明显变化; C 项中发生的反应为 $4\text{HI} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{I}_2$, 溶液的导电能力下降, 故灯泡变暗; D 项中发生的反应为 $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, 溶液的导电能力没有明显变化, 故灯泡的亮度没有明显变化。

8. 把 0.05 mol NaOH 晶体分别加入到下列 100 mL 液体中, 溶液导电性变化最小的是()

A. 自来水

B. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸

- C. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水
D. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸钠溶液

答案 B

解析 电解质溶液导电性强弱与离子浓度成正比,与电荷成正比,把 0.05 mol NaOH 固体分别加入到相应液体中,溶液导电能力变化最小,说明离子浓度变化最小。加入到 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸中,二者恰好完全反应生成强电解质 NaCl , HCl 、 NaCl 都是强电解质,离子浓度变化不大,则溶液导电能力变化不大,故选 B。

题组四 弱电解质的电离平衡及其影响因素

9. 下列说法正确的是()

- A. 根据溶液中有 CH_3COOH 、 CH_3COO^- 和 H^+ 即可证明 CH_3COOH 达到电离平衡状态
B. 根据溶液中 CH_3COO^- 和 H^+ 的物质的量浓度相等即可证明 CH_3COOH 达到电离平衡状态
C. 当 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 达到电离平衡时,溶液中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 和 OH^- 的浓度相等
D. H_2CO_3 是分步电离的,电离程度依次减弱

答案 D

解析 该题考查了电离平衡的判断及其特点。溶液中除电解质电离出的离子外,还存在电解质分子,能证明该电解质是弱电解质,但不能说明达到电离平衡状态,A 项错误;根据 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 知,即使 CH_3COOH 未达到平衡状态, CH_3COO^- 和 H^+ 的浓度也相等,B 项错误; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 达到电离平衡时,溶液中各粒子的浓度不变,而不是相等, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离程度是很小的,绝大多数以 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的形式存在,C 项错误; H_2CO_3 是二元弱酸,分步电离且电离程度依次减小,D 项正确。

10. 在 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CH_3COOH 溶液中,当 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ 已达平衡时,若要使 CH_3COOH 的电离程度减小,溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 增大,应加入()

- A. CH_3COONa 固体 B. 氨水
C. HCl D. H_2O

答案 C

解析 A 项,向 CH_3COOH 溶液中加入 CH_3COONa 固体, CH_3COONa 溶于水电离出 CH_3COO^- ,抑制 CH_3COOH 的电离, CH_3COOH 的电离程度减小,溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 减小,错误;B 项,向 CH_3COOH 溶液中加入氨水,氨水和 H^+ 反应,促进 CH_3COOH 的电离, CH_3COOH 的电离程度增大,但溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 减小,错误;C 项,向 CH_3COOH 溶液中加入 HCl , $c(\text{H}^+)$ 增大,抑制 CH_3COOH 的电离, CH_3COOH 的电离程度减小,正确;D 项,稀释 CH_3COOH 溶液,促进 CH_3COOH 的电离, CH_3COOH 的电离程度增大,但 $c(\text{H}^+)$ 减小,错误。

11. 一定量的盐酸跟过量的铁粉反应时,为了减缓反应速率,且不影响生成氢气的总量,可向盐酸中加入适量的()

- ① NaOH (固体) ② H_2O ③ HCl ④ CH_3COONa (固体)

A. ①② B. ②③ C. ③④ D. ②④

答案 D

解析 由题意可知,要使反应速率减小,而不改变生成 H_2 的量,则要求 $c(H^+)$ 减小,而 $n(H^+)$ 不变,可采取的措施是加水或加 CH_3COONa 固体。

12. 把 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸溶液用蒸馏水稀释到 10 L, 下列叙述正确的是()

A. $c(CH_3COOH)$ 变为原来的 $\frac{1}{10}$

B. $c(H^+)$ 变为原来的 $\frac{1}{10}$

C. $\frac{c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)}$ 的比值增大

D. 溶液的导电性增强

答案 C

解析 由于加水稀释, CH_3COOH 的电离程度增大, 故而 $c(CH_3COOH)$ 应小于原来的 $\frac{1}{10}$, $c(H^+)$

应大于原来的 $\frac{1}{10}$, $\frac{c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)} = \frac{n(CH_3COO^-)}{n(CH_3COOH)}$, 而 $n(CH_3COO^-)$ 增大, $n(CH_3COOH)$ 减小,

故 $\frac{c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)}$ 的比值增大。加水稀释后离子浓度减小, 故导电性应减弱。故只有 C 项正确。

综合强化

13. 已知硫化氢的水溶液为氢硫酸, 它是一种二元弱酸。

(1) H_2S 溶于水的电离方程式为

_____。

(2) 向 H_2S 溶液中加入 $CuSO_4$ 溶液时, 电离平衡向_____移动, $c(H^+)$ _____, $c(S^{2-})$ _____。

(3) 向 H_2S 溶液中加入 $NaOH$ 固体时, 电离平衡向_____移动, $c(H^+)$ _____, $c(S^{2-})$ _____。

(4) 若要增大 H_2S 溶液中 $c(S^{2-})$, 最好加入_____ (答案合理即可)。

答案 (1) $H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$, $HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$

(2) 右 增大 减小 (3) 右 减小 增大

(4) $NaOH$ 固体

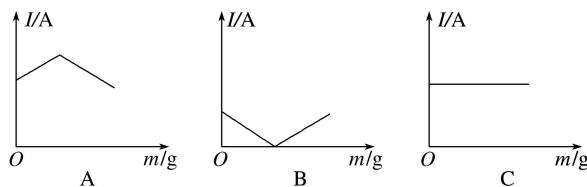
解析 (1) H_2S 是二元弱酸, 在水溶液中是分两步电离的, 其电离方程式为 $H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$, $HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$ 。

(2) 当加入 $CuSO_4$ 溶液时, 因发生反应 $Cu^{2+} + S^{2-} \rightleftharpoons CuS \downarrow$, 使平衡右移, 导致 $c(H^+)$ 增大, 但 $c(S^{2-})$ 减小。

(3) 当加入 $NaOH$ 固体时, 因发生反应 $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$, 使平衡右移, 导致 $c(H^+)$ 减小, 但 $c(S^{2-})$ 增大。

(4)增大 $c(\text{S}^{2-})$ 最好是加入只与 H^+ 反应的物质, 可见加入强碱如 NaOH 固体最适宜。

14. 如图是在一定温度下向不同电解质溶液中加入新物质时溶液导电性发生的变化, 其电流(I)随新物质加入量(m)的变化曲线:



以下四个导电性实验, 其中与 A 图变化趋势一致的是_____, 与 B 图变化趋势一致的是_____, 与 C 图变化趋势一致的是_____。

- ① $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中滴入稀硫酸至过量
- ② 醋酸溶液中滴入氨水至过量
- ③ 澄清石灰水中通入 CO_2 至过量
- ④ NH_4Cl 溶液中逐渐加入适量 NaOH 固体

答案 ② ①③ ④

解析 写出各反应的离子方程式, 分析各反应引起溶液中离子浓度大小的变化, 结合题给图像即可顺利解答。

反应①的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 离子的浓度先是减小, 当二者恰好完全反应时, 就变为水, 导电能力接近 0, 再加 H_2SO_4 , 溶液中离子的浓度逐渐增大, 从而使溶液的导电能力逐渐增强。反应②的离子方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$, 离子的浓度逐渐增大, 溶液的导电能力逐渐增强; 当二者恰好完全反应时, 再滴加氨水, 离子数量的变化不大, 但是溶液的体积逐渐增大, 所以溶液的导电能力逐渐减小。反应③的相关反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, CO_2 过量后: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$, 故离子浓度先减小后增大。反应④的离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 溶液中减少的 NH_4^+ 和增加的 Na^+ 的量相等, 由于加入的是固体 NaOH , 溶液的体积变化不大, 故溶液的离子浓度变化不大。

15. 双氧水(H_2O_2)和水都是极弱电解质, 但 H_2O_2 比 H_2O 更显酸性。

(1)若把 H_2O_2 看成是二元弱酸, 请写出在水中的电离方程式:

_____。

(2)鉴于 H_2O_2 显弱酸性, 它能同强碱作用形成正盐, 在一定条件下也可形成酸式盐。请写出 H_2O_2 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 作用形成盐的化学方程式:

_____。

(3)水电离生成 H_3O^+ 和 OH^- 叫做水的自偶电离。同水一样, H_2O_2 也有极微弱的自偶电离, 其自偶电离的方程式: _____。

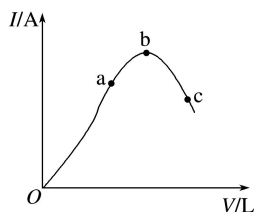
答案 (1) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HO}_2^-$ 、 $\text{HO}_2^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{O}_2^{2-}$

(2) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ [或 $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}(\text{HO}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$]

(3) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}_2^+ + \text{HO}_2^-$

解析 (1) H_2O_2 看成是二元弱酸, 电离方程式分步写, 即 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HO}_2^-$ 、 $\text{HO}_2^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{O}_2^{2-}$ 。(2) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}(\text{HO}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(3)根据 $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ 的自偶电离知 H_2O_2 自偶电离的方程式为: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}_2^+ + \text{HO}_2^-$ 。

16.在一定温度下, 对冰醋酸加水稀释的过程中, 溶液的导电能力 I 随加入水的体积 V 变化的曲线如图所示。



请回答下列问题:

(1)a、b、c 三点对应的溶液中, $c(\text{H}^+)$ 由小到大的顺序为_____。

(2)a、b、c 三点对应的溶液中, CH_3COOH 的电离程度最大的是_____。

(3)若使 c 点对应的溶液中的 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大, 则下列措施中, 可行的是_____ (填字母, 下同)。

- | | |
|------------------------------------|----------------|
| A. 加热 | B. 加入 NaOH 稀溶液 |
| C. 加入 KOH 固体 | D. 加水 |
| E. 加入 CH_3COONa 固体 | F. 加入锌粒 |

(4)在稀释过程中, 随着醋酸浓度的减小, 下列始终保持增大趋势的是_____。

- | | |
|---------------------------------|--|
| A. $c(\text{H}^+)$ | B. $n(\text{H}^+)$ |
| C. CH_3COOH 分子数 | D. $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ |

答案 (1) $c < a < b$ (2)c (3)ACEF (4)BD

解析 (1)导电能力越强, $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 越大, 故 a、b、c 三点对应的溶液中, $c(\text{H}^+)$ 由小到大的顺序为 $c < a < b$ 。(2)加水稀释, 促进 CH_3COOH 的电离, 故 c 点对应的溶液中 CH_3COOH 的电离程度最大。(3)加热可以使 CH_3COOH 的电离平衡右移, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大, A 正确; 加入 NaOH 稀溶液, 虽然可使 CH_3COOH 的电离平衡右移, 但 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 因稀释而减小, B 错误; 加入 KOH 固体, OH^- 与 H^+ 反应使平衡右移, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大, C 正确; 加水虽然会使平衡右移, 但 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 减小, D 错误; 加入 CH_3COONa 固体虽然会使平衡左移, 但 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大, E 正确; 加入锌粒会消耗 H^+ , 使平衡右移, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大,

F 正确。(4)在稀释过程中,始终保持增大趋势的是 $n(\text{H}^+)$ 和 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 。