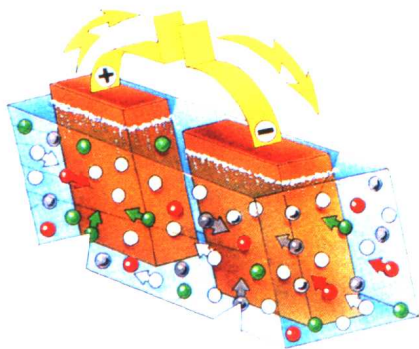


名师解惑丛书



电解质溶液

刘国栋 编著

山东教育出版社

名师解惑丛书

(最新修订版)

电解质溶液

刘国栋 编著

山东教育出版社

名师解惑丛书
(最新修订版)
电解质溶液
刘国栋 编著

出版者:山东教育出版社
(济南市纬一路 321 号 邮编:250001)
电话:(0531)2023919 传真:(0531)2050104
网 址:<http://www.sjs.com.cn>
发 行 者:山东教育出版社
印 刷:山东新华印刷厂临沂厂
版 次:1998 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月修订第 2 版
2001 年 9 月第 5 次印刷
规 格:787mm×1092mm 32 开本
印 张:4.25
字 数:82 千
书 号:ISBN 7-5328-2719-4/G·2497
定 价:4.10 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

图书在版编目(CIP)数据

电解质溶液/刘国栋编著. — 济南: 山东教育出版社, 1998
(2000 重印)

(名师解惑丛书)

ISBN 7-5328-2719-4

I. 电… II. 刘… III. 化学课—高中—课外读物
IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 02867 号

再 版 说 明

“名师解惑丛书”出版发行以来,以其新颖的编写体例和缜密的知识阐述,深受广大读者青睐,曾连续多次重印。

近几年来,基础教育正发生深刻的改革:“科教兴国”战略深入人心,素质教育全面推进,与此同时,以“普通高等学校招生全国统一考试试卷”为主要载体,所反映出的高考招生改革信息和发展趋势,迫切需要广大教师和莘莘学子以新的视角和思维,关注并投身于这场改革之中。

有鉴于此,我们对“名师解惑丛书”进行了全面修订。此次修订将依然保持被广大读者认同的,每一册书为一个专题讲座的模式,围绕“如何学”,“如何建立知识间的联系”,“如何学以致用”等,帮助广大学生读者解决在学习知识和考试答卷过程中可能遇到的疑难问题。更重要的是,最新修订的“名师解惑丛书”在如何培养学生的创新精神和创造能力,联系现代科学技术及其在日常生产生活中的应用方面,做了较大的充实和修订……

丛书的编写者和出版者相信,您正在翻阅的这本书,将有助于您目前的学习。

AAA01/04



作 者 的 话

电解质溶液的有关内容是高中化学中理论部分的重要内容之一。学好电解质溶液知识,一方面可以深化对酸、碱、盐等物质的认识,另一方面,溶液的 pH、盐类的水解、中和滴定、原电池、金属的腐蚀和防护、电解、电镀等知识,在工农业生产和高科技领域中都有重要应用。本书主要分为以下三部分:

第一部分:有关电解质的一系列概念及理论;运用电离平衡理论理解、掌握有关弱电解质的电离、溶液的酸碱性、pH 及其有关计算;在认识水的电离平衡的基础上,理解、掌握有关盐的水解的一系列问题,包括盐的水解的规律、盐的水解的应用等;讨论有关中和滴定的理论、实验操作及实际应用。

第二部分:离子反应、离子方程式。包括离子反应的类型、离子方程式的书写、离子反应进行的顺序、离子共存等内容。这部分内容是学生感到难度较大、易出现错

误的内容之一,本书就所涉及的内容作了较全面的阐述。

第三部分:电化学的初步知识。从理解原电池入手,理解金属的腐蚀和防护、有关电解的原理、电解过程中溶液浓度的变化、电镀、电解精炼、电冶等。这部分内容涉及到生产、生活、高科技领域中的具体应用。

各部分内容之后都有一定量的例题和习题,以便通过练习进一步提高分析问题、解决问题的能力。

2000年9月

作者简介 刘国栋,生于1941年。中学高级教师。1964年毕业于山东师范大学化学系。现任教于山东省实验中学,山东省化学奥林匹克指导教师。专业知识广博,讲课精炼,注重开发学生智力,培养能力,教学成绩优异。主编或合编《初中化学标准化检测》、《化学标准化系列》、《高考化学阶梯测试》、《3+2 高考化学练习新编》、《高中化学试卷》、《化学学习能力培养指导》等,并受聘于济南电视台《家庭教师》栏目。

目 录

一	溶液的导电性	1
	(一)电解质和非电解质	2
	(二)强电解质和弱电解质	3
	(三)电解质的电离	4
二	电离度和电离常数	10
	(一)电离度	10
	(二)电离常数	14
三	水的电离 溶液的 pH	19
	(一)水的电离	19
	(二)pH	21
	(三)有关 pH 的计算	23
	(四)有关 pH 计算常见错误例析	29
	(五)强酸、强碱稀溶液各自混合或相互混合求 pH 的规则	32
	(六)溶液酸碱性(度)的测定方法	32
四	盐类的水解	36
五	酸碱中和滴定	47
	(一)酸碱中和滴定的原理	47
	(二)酸碱中和滴定的方法	48
六	离子反应和离子方程式	55

2 • 名师解惑丛书

七	离子共存	65
八	原 电 池	70
	(一)原电池	70
	(二)金属的腐蚀与防护	78
九	电解和电镀	84
	(一)电解	84
	(二)电解的应用	85
十	电解质溶液与 STS	99
十一	综合自测题	115

一 溶液的导电性

在相同条件下,取相同体积、相同浓度的下列物质的水溶液进行导电性实验,实验结果表明盐酸、氢氧化钠的水溶液、氯化钠的水溶液等导电能力较强;而醋酸溶液、氨水等导电能力较弱;乙醇的水溶液、蔗糖的水溶液则不导电。

将醋酸溶液滴入氨水的过程中,溶液的导电能力会逐渐增强;将氢氧化钡溶液滴入硫酸溶液的过程中,溶液的导电能力则有强→弱→强的变化过程;将蒸馏水加入冰醋酸中,溶液的导电能力则有弱→强→弱的变化过程。

综上所述可以看出,物质的水溶液的导电性与物质的种类、溶液的浓度及相互间的作用有关,其实质是与溶液中自由移动的离子的浓度有关。

(一) 电解质和非电解质

某些物质的水溶液中存在自由移动的离子,而有些物质的水溶液中不存在(或几乎不存在)自由移动的离子。我们把凡是在溶液中(或熔化状态下)能导电的化合物叫做电解质,在上述情况下都不能导电的化合物叫做非电解质。例如氢氧化钠、硫酸、氯化钠等都是电解质,酒精、蔗糖等都是非电解质。



1. 电解质或非电解质是指化合物而不是单质。如熔化状态的金属能导电,但金属不是电解质;氯气的水溶液能导电,而氯气是单质,氯气不是电解质,也不是非电解质。

2. 某些化合物的水溶液能导电,如氨气、二氧化碳、二氧化硫等,但它们导电的原因是与水反应后生成的产物($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_2CO_3 、 H_2SO_3)电离出自由移动的离子,而不是 NH_3 、 CO_2 、 SO_2 本身电离出自由移动的离子,所以它们不是电解质,而是非电解质。

3. 一些难溶物质如硫酸钡、氢氧化铜、碳酸钙、氯化银等,它们的水溶液虽然几乎不导电,但它们溶解的哪一部分全部变为自由移动的离子,所以它们是电解质。

4. 某些离子型氧化物如氧化铝、氧化钙、氧化钠等,虽然有的溶于水后变为其它物质[如 NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$],能电离出自由移动的离子,但它们在熔化状态下可电离出自由移动的离子,所以它们是电解质。

5. 以上所说的都是指物质的“水”溶液,而不是指其它溶剂的溶液,如氢氧化钠溶于甲苯中,得到的溶液不导电。“熔化状态”是指金属氧化物、碱、盐等离子化合物的熔化状态,不是指液态的非金属化合物,如液态的氯化氢等就不导电。

(二)强电解质和弱电解质

电解质在水分子的作用下离解成自由移动的离子的过程,叫做电解质的电离。有的电解质在水溶液里全部电离为自由移动的离子,我们称为强电解质,而有的电解质只能部分电离为自由移动的离子,称为弱电解质。

电解质的强弱与其结构有密切关系。我们知道离子化合物是由阴离子和阳离子构成的,如果把这样的化合物溶于水中,在水分子作用下,阴离子和阳离子就会逐渐地脱离晶体表面而进入溶液成为自由移动的水合阴离子和水合阳离子(通常用普通的离子符号表示水合离子,如用 H^+ 表示 H_3O^+)。具有极性键的共价化合物是以分子状态存在的,如氯化氢分子,将其溶于水后,在水分子的作用下也能全部电离成水合氢离子和水合氯离子。某些具有极性键的化合物,溶于水后只有一部分电离成离子,而它们又可相互结合成分子,这些化合物在水中的电离是可逆的,在一定条件下,当分子电离成离子的速率与离子结合成分子的速率相等时,电离过程达到平衡状态。电离平衡与化学平衡一样具有“动”、“定”、“变”的特征。

例如,人体的血液中存在以下电离平衡: $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$, 当血液中有大量 H^+ 进入时会使平衡向左移动,至

使 H_2CO_3 分解生成 CO_2 排出体外,使血液的酸性不会因 H^+ 的进入而增强;同样,较大量碱性物质进入体内时,平衡则向右移动,体内的 CO_2 补充 H_2CO_3 的损失,生成的过多的 HCO_3^- 由肾脏调节排出体外,使血液的碱性不至于增强。

常见的强电解质有:

强酸(HCl 、 HBr 、 H_2SO_4 、 HNO_3 、 HClO_4 等)、强碱(KOH 、 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等)、绝大部分的盐(不包括 HgCl_2 、 HgBr_2 等)

常见的弱电解质有:

弱酸(CH_3COOH 、 H_2CO_3 、 H_2S 、 HClO 等)、弱碱($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

水是极弱的电解质。

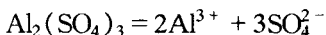
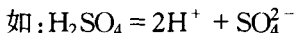


1. 溶液的导电性的强弱是由溶液中自由移动的离子的浓度决定的,离子浓度越大,溶液的导电性越强。强电解质溶液的导电能力不一定强。如,硫酸钡是强电解质,其溶液中离子浓度很小,几乎不导电;浓硫酸的导电能力也很弱。同样浓度时,强电解质溶液的导电能力一定比弱电解质溶液的导电能力强。

2. 电解质不一定导电。如,固体氯化钠、氢氧化钠、硫酸、冰醋酸、氯化氢气体等都不导电。

(三) 电解质的电离

电解质在水中的电离情况,用以下电离方程式表示:



1. 电离方程式的书写应注意的问题:

强电解质的电离写“=”，弱电解质的电离写“ $\rightleftharpoons$ ”。

多元弱酸的电离是分步进行的，如：



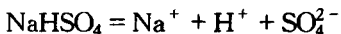
以第一步电离为主。

多元弱碱的电离与多元弱酸的电离相同，在中学阶段只要求写成一步电离的形式，如： $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$ 。

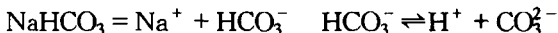
两性氢氧化物[如 $\text{Al}(\text{OH})_3$]的电离应写成：



强酸的酸式盐(如 NaHSO_4)的电离应写成：



弱酸的酸式盐(如 NaHCO_3)的电离应写成：



2. 只有弱电解质才存在电离平衡，电离平衡符合勒沙特列原理：

(1) 因电离是吸热的，所以升高温度可促进电离；

(2) 溶液越稀，离子相互拼撞生成分子的机会越少，所以

稀释溶液有利电解质的电离；

(3)加入与弱电解质有相同离子的强电解质能抑制弱电解质的电离。



【例题 1】 下列说法是否正确？解释其原因。

(1)碳酸钙在水溶液中溶解度很小，其水溶液导电性很差，所以碳酸钙是弱电解质。

(2)氯气的水溶液导电性很好，所以氯气是强电解质。

(3)极易溶于水的物质都是强电解质。

(4)强电解质溶液的导电能力比弱电解质溶液的导电能力强。

(5)电解质在溶液里达到电离平衡时，分子的浓度和离子的浓度相等。

(6)电离平衡时，由于分子和离子的浓度不断发生变化，所以说电离平衡是动态平衡。

【解析】 (1)碳酸钙在水中的溶解度很小，但溶解的部分全部电离成自由移动的离子，所以碳酸钙是强电解质。

(2)氯气的水溶液能导电是由于氯气和水发生反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ ，溶液中存在自由移动的 H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 等，而 Cl_2 本身不能电离出自由移动的离子。氯气是单质，不是电解质。

(3) NH_3 极易溶于水，是由于发生反应 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 而使溶液中存在自由移动的离子，但 NH_3 本身不能电离出自由移动的离子，所以 NH_3 是非电解质。另外，乙醇也极易溶于水，它是非电解质。

(4)溶液的导电能力的强弱决定于溶液中自由移动的离子的浓度,强电解质溶液中自由移动的离子的浓度不一定比弱电解质溶液中的浓度大,所以导电能力不一定强。

(5)电解质在溶液达到电离平衡时,其分子的浓度、离子的浓度各为某一个定值,不一定相等。

(6)电离达平衡时,只要外界条件不变,分子的浓度和离子的浓度是固定不变的值,不再发生变化。所谓动态平衡是指单位时间内已电离的分子数与离子相互结合生成的分子数相等。

因此,题中6种说法都是错误的。

【例题2】 把0.05 mol NaOH固体分别加入到下列100 mL的溶液中,溶液的导电能力变化不大的是()。

- (A)自来水 (B)0.5 mol/L的盐酸
(C)0.5 mol/L的醋酸 (D)0.5 mol/L NH_4Cl 溶液

【解析】 溶液的导电能力由溶液中自由移动的离子的浓度大小决定,NaOH是强电解质,加入A中全部电离,使自由移动的离子浓度增大,导电能力增强。C中醋酸是弱电解质,加入NaOH后生成强电解质醋酸钠,导电能力也增强,B中加入NaOH发生如下反应: $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$,D中加入NaOH发生如下反应: $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$,自由移动的离子的浓度变化不大。故答案为B、D。

【例题3】 下列关于物质导电性的叙述中正确的是()。

- (A)固体共价化合物不导电
(B)固体离子化合物不导电,其熔化状态时导电性强

(C)食盐溶液比熔融状态的食盐导电性强

(D)不具有强极性键的共价化合物其熔融状态比水溶液的导电性强

【解析】 食盐溶液中单位体积内自由移动的 Na^+ 、 Cl^- 数目远小于食盐在熔融状态时自由移动的 Na^+ 、 Cl^- 的数目，所以熔融状态时食盐导电性强。不具有强极性键的共价化合物，其熔融状态不存在自由移动的离子，所以不导电。固体共价化合物中不存在自由移动的离子，所以不导电。离子化合物是由离子组成的，但固态时不能自由移动，不导电，熔融状态时离子自由移动，因此能导电。答案为 A、B。



1. 强电解质与弱电解质的不同点在于()。

(A)强电解质溶液的导电能力一定很强，而弱电解质溶液的导电能力一定很弱

(B)强电解质形成的是饱和溶液，而弱电解质形成的是不饱和溶液

(C)强电解质是可溶性化合物，而弱电解质是难溶性化合物

(D)强电解质的水溶液不存在电解质分子，弱电解质水溶液中存在溶质的分子

2. 下列物质的水溶液中，除水分子外，不存在其它分子的是()。

(A)氯气 (B)氢氟酸

(C)烧碱 (D)小苏打

3. 等体积、等物质的量浓度的下列溶液中，导电能力最