

职工工业余中等学校高中课本

化学

化 学

下 册

2354
-2

上海教育出版社

职工业余中等学校高中课本

化 学

下 册

职工教材编写组编

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 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 5.625 字数 120,000

1983 年 7 月第 1 版 1983 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—500,000 本

统一书号: K 7150·2915 定价: 0.40 元

说 明

本书是上海市教育局受教育部委托,在原《工农业余中等学校高中课本(试用本)化学》(上、下)的基础上,进行修改编写成的。可以供各类职工高级中学使用。

编写本书时得到浙江省教育厅的大力支持。

职工业余中等学校高中化学课本分上、下两册。上册由杭州化工学校的王立顺同志编写,陶茂泉同志审阅,约10万字,编有摩尔和当量,卤素和碱金属,物质结构和元素周期律,氧族,化学反应速度和化学平衡,氮族和碳族等六章。下册由杭州化工学校的陶茂泉同志编写,王立顺、陈士荣两同志审阅,约12万字,编有电解质溶液,金属,烃,烃的衍生物,油脂、糖类和蛋白质等五章。书中编有习题、复习题和学员实验,用来帮助学员巩固和掌握化学基础知识和基本技能。本书中用小字编排的内容,供教学时选用。

完成本书上、下两册的教学内容大约需要140课时,其中授课大约需要116课时。

由于编写时间仓促,书中有错误或不妥之处,希望各地在使用时提出批评和修改意见。

职工教材编写组

一九八二年十一月

第7章 电解质溶液

第一节 强电解质和弱电解质	1
一、强电解质和弱电解质	1
二、弱电解质的电离平衡	2
习 题	3
第二节 电离度和电离常数	4
一、电离度	4
二、电离常数	5
习 题	8
第三节 水的离子积和溶液的 pH 值	8
一、水的离子积	8
二、溶液的 pH 值	10
三、有关 pH 值的计算	11
习 题	13
第四节 盐类的水解	13
一、强酸跟弱碱所生成的盐	14
二、强碱跟弱酸所生成的盐	14
*三、弱酸跟弱碱所生成的盐	15
四、盐类水解的利用	16
习 题	17
第五节 电解	17
一、电解原理	17

*二、电解原理的应用·····	19
习 题·····	22
内容提要·····	23
复习题·····	23

第8章 金 属

第一节 金属的结构和物理性质·····	25
一、金属键和金属晶体·····	25
二、金属的物理性质·····	26
习 题·····	28
第二节 镁和镁的化合物·····	28
一、物理性质·····	28
二、化学性质·····	29
三、镁的化合物·····	30
习 题·····	31
第三节 钙和钙的化合物·····	32
一、物理性质·····	32
二、化学性质·····	32
三、钙的化合物·····	33
习 题·····	34
第四节 硬水及其软化·····	35
习 题·····	37
第五节 铝和铝的化合物·····	37
一、物理性质·····	37
二、化学性质·····	38
三、铝的用途 铝合金·····	38
四、铝的重要化合物·····	39

五、铝的冶炼	41
习 题	42
第六节 铜和铜的化合物	43
一、铜的性质和用途	43
二、铜的化合物	44
三、铜的精炼	45
四、络合物	46
习 题	48
第七节 铁和铁的化合物	49
一、铁的性质	49
二、铁的化合物	50
习 题	53
*第八节 炼铁和炼钢	53
一、铁的合金	53
二、炼铁	55
三、炼钢	58
习 题	60
第九节 原电池 金属的腐蚀及其防护	61
一、原电池	61
二、金属的腐蚀及其防护	62
习 题	66
内容提要	66
复习题	69

第 9 章 烃

第一节 有机化合物的特性	71
一、有机化合物和有机化学	71

二、有机化合物的特性	72
习 题	72
第二节 甲烷	73
一、甲烷的存在, 制法和性质	73
二、甲烷的分子结构	76
习 题	78
第三节 烷烃	78
一、烷烃及其同系物	78
二、烷烃的同分异构现象	80
三、烷烃的命名法	81
*四、环烷烃	83
习 题	84
第四节 乙烯	85
一、乙烯的结构	85
二、乙烯的实验室制法	86
三、乙烯的性质	87
四、烯烃的命名和性质	88
习 题	90
第五节 乙炔	91
一、乙炔的制法	91
二、乙炔的分子结构	92
三、乙炔的性质	93
四、炔烃	95
习 题	95
第六节 芳香烃	96
一、苯的分子结构	96
二、苯的性质和用途	98

三、苯的同系物	100
习 题	101
*第七节 石油和石油的炼制	101
一、石油的分馏	102
二、石油的裂化和石油的裂解	104
三、石油的催化重整	105
习 题	106
*第八节 煤的干馏和煤的综合利用	106
习 题	108
内容提要	108
复习题	110

第 10 章 烃的衍生物

第一节 卤代烃	112
一、卤代烃的性质	113
二、几种重要的卤代烃	114
习 题	115
第二节 乙醇和乙醚	115
一、乙醇的结构和物理性质	115
二、乙醇的化学性质和用途	116
三、乙醇的工业制法	118
四、醇类	118
五、重要的多元醇	120
*六、乙醚	121
习 题	121
第三节 酚	122
一、苯酚的性质	122

二、苯酚的用途	125
三、苯酚的工业制法	125
习 题	125
第四节 乙醛和丙酮	125
一、乙醛	126
二、醛类	129
三、丙酮	130
习 题	130
第五节 羧酸及其衍生物	131
一、乙酸	131
二、几种重要的羧酸	133
三、羧酸衍生物	135
习 题	138
第六节 含氮有机化合物	139
一、硝基化合物	139
二、苯胺	141
习 题	142
内容提要	143
复习题	146

第 11 章 油脂 糖类 蛋白质

第一节 油脂	148
一、油脂的组成	148
二、油脂的加工	149
习 题	152
第二节 糖类	152
一、单糖	152

二、二糖和多糖	154
习 题	158
第三节 蛋白质	158
一、氨基酸	158
二、蛋白质的结构和性质	160
习 题	162
内容提要	163
复习题	164

学 员 实 验

实验五 铜、铁及其化合物的性质	165
实验六 甲烷和乙炔的制取及其性质	167
实验七 乙醇、苯酚、甲醛、乙酸的性质	169

第7章 电解质溶液

我们已经学过一些电解质在溶液里电离和离子反应的初步知识，现在要用物质结构和化学平衡等知识学习电解质溶液的性质，更好地认识电解质在水溶液里发生的化学反应，并了解电解和电镀等电化学工业生产的基本原理。

第一节 强电解质和弱电解质

一、强电解质和弱电解质

酸、碱和盐在水溶液里都能电离，它们的水溶液都能导电。不同的酸、碱和盐的导电能力是不是一样呢？

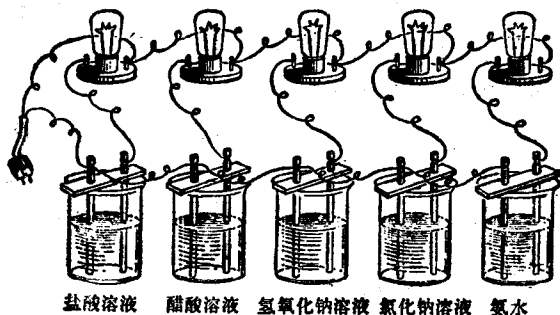


图 7-1 比较电解质溶液的导电能力

【实验 7-1】按图 7-1 的装置把仪器连接好，然后把等体积的 0.5 M 的盐酸、醋酸、氢氧化钠、氯化钠、氨的水溶液分别倒入五个烧杯里，接通直流电源，观察灯泡发光的亮度。

实验结果表明: 连接插入醋酸溶液、氨水的电极的灯泡比其它三个灯泡的光要弱。可见, 不同电解质的水溶液在同样条件下的导电能力是不同的。盐酸、氢氧化钠和氯化钠溶液的导电能力比氨水和醋酸溶液强。

这是什么原因呢? 我们已经知道, 电解质的水溶液所以能导电, 是因为溶液里有能够自由移动的离子。溶液的导电性的强弱跟溶液里能自由移动的离子的多少有关。同体积的相同浓度溶液, 其中能自由移动的离子数目愈多, 它的导电能力愈强。这说明, 电解质在溶液里电离的程度是不同的。

通常根据电离能力的大小, 把电解质分成两类。

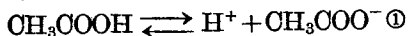
电离能力强的电解质, 在水溶液里几乎完全电离, 叫做强电解质。大多数的盐类和强碱都是离子化合物, 这些化合物溶于水时, 它们受水分子的作用, 离子逐渐脱离晶体表面而进入溶液, 变成能够自由移动的水合离子。酸类里虽然氯化氢、硝酸和硫酸不是离子化合物, 但是它们是有极性键的共价化合物, 当它们溶解到水里后, 在水分子的作用下, 也能全部电离成为水合氢离子和水合酸根离子, 所以它们也是强电解质。强酸、强碱和大部分盐类是强电解质。

电离能力弱的物质叫做弱电解质。酸类里象醋酸、碳酸和氢硫酸(H_2S)等也是有极性共价键的共价化合物, 它们溶解于水时也受水分子的作用, 但是只有一部分分子电离成离子, 所以它们是弱电解质。弱酸、弱碱是弱电解质。

二、弱电解质的电离平衡

弱电解质大多是有弱极性键的共价化合物。当把它们溶解在水里时, 受极性水分子的作用, 共价键不象离子键那样容易断裂, 被电离成离子的倾向较小, 因此只有一部分分子电离成离子, 生成的离子又会互相吸引而重新结合成分子。因

此, 它们的电离是可逆的。跟可逆的化学反应一样, 电离和重新结合成分子这两种趋势, 最终将达到平衡。当外界条件不变时, 分子电离成离子的速度随溶液里离子的逐渐增多而减少, 离子结合成分子的速度却不断增大。当两者速度相等时, 电离达到平衡状态。弱电解质在溶液里建立的平衡叫做电离平衡。电离平衡跟化学平衡一样, 也是动态平衡。到达平衡时, 单位时间内电离的分子数等于离子重新结合生成的分子数, 也就是说, 溶液里离子的浓度和分子的浓度都保持不变。这类有弱极性键的共价化合物在水里的电离, 常用可逆的电离方程式表示。例如, 醋酸的电离可以表示如下:



由此可见, 在这类电解质的水溶液里既有离子又有电解质分子。

习 题

1. 什么叫强电解质和弱电解质? 试举例说明。
2. 为什么氯化氢的水溶液能够导电, 而液态纯氯化氢不能导电?
3. 在下列物质里哪些能够导电, 哪些不能导电? 为什么?
 - (1) 饱和石灰水,
 - (2) 氯化钾晶体,
 - (3) 醋酸水溶液,
 - (4) 纯硫酸。
4. 写出下列各种电解质在水溶液里的电离方程式。
 - (1) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,
 - (2) NaHSO_4 ,
 - (3) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,
 - (4) CaCl_2 。

① 由于氢离子是“裸露”的质子, 半径很小, 易被水分子吸引, 生成水合氢离子, 通常用 H_3O^+ 表示。为了简便起见, 我们常把 H_3O^+ 写作 H^+ 。

第二节 电离度和电离常数

一、电离度

各种弱电解质在水溶液里电离程度的大小，用电离度来表示。电解质的电离度就是当弱电解质在溶液里达到平衡时，溶液中已经电离的电解质分子数占原来总分子数(包括已电离的和未电离的)的百分数。电离度(α)常用百分数表示，即

$$\alpha = \frac{\text{已电离的电解质分子数}}{\text{溶液中原有电解质分子的总数}} \times 100\%$$

例如在 25°C 时， 0.1M 的醋酸溶液里每 10000 个醋酸分子里有 132 个分子电离成离子。它的电离度是

$$\alpha = \frac{132}{10000} \times 100\% = 1.32\%$$

表 7-1 在 25°C 时， 0.1M 溶液里弱电解质的电离度

电解质	分子式	电离度(%)	电解质	分子式	电离度(%)
氢氟酸	HF	8.00	醋酸	CH_3COOH	1.32
亚硝酸	HNO_2	7.16	氢氰酸	HCN	0.01
甲酸	HCOOH	4.24	氨水	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1.33

从上表可见，在相同条件下，不同的弱电解质的电离度不同。电离度的大小可以表示弱电解质的相对强弱。

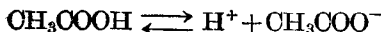
电离度不仅跟电解质的性质有关，还跟溶液的浓度、温度等有关。强酸、强碱和大多数的盐类在不太浓的溶液里是完全电离的。弱电解质通常是溶液越稀，离子互相碰撞而结合成分子的机会越少，电离度就越大。例如在 25°C 时， 0.2M CH_3COOH 的电离度是 0.948%， 0.1M CH_3COOH 的电离度是 1.32%， 0.001M CH_3COOH 的电离度是 13.2%。当提到

电解质的电离度时，必须指明该溶液的浓度。温度对电解质的电离度也有影响，当电解质分子电离成离子时，一般要吸收热量，所以温度升高，平衡一般向电离方向移动，使电解质的电离度增大。但是温度对一般电解质的电离度的影响不大。

因此，讲一种弱电解质的电离度时，应当指出该电解质溶液的浓度和温度，不注明温度通常是指 25°C。

二、电离常数

在一定温度下，形成化学平衡的反应混和物中，生成物浓度的乘积跟反应物浓度的乘积的比是常数。在一定温度下，电解质的水溶液中，离子浓度乘积跟分子浓度的比也是常数。这个常数叫做电离平衡常数，简称电离常数。以醋酸为例，醋酸在水溶液里的电离方程式是



到达平衡时，溶液里各离子浓度的乘积，跟未电离分子的浓度关系，可以下式表示：

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_{\text{电离}}$$

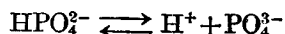
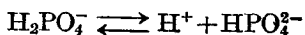
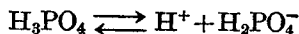
式中 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 和 $[\text{H}^+]$ 分别表示溶液里醋酸根离子和氢离子的摩尔浓度， $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 表示未电离的醋酸分子的摩尔浓度。 $K_{\text{电离}}$ 是醋酸的电离常数，它表示平衡时离子浓度的乘积跟未电离分子浓度的比。

电离常数可以表示弱电解质的电离程度， $K_{\text{电离}}$ 值越小，电离程度越小。比较各种一元酸的 $K_{\text{电离}}$ 值，就能判断酸的强弱。例如，醋酸的 $K_{\text{电离}}$ 值是 1.8×10^{-5} ，氢氰酸的 $K_{\text{电离}}$ 值是 6.2×10^{-10} (在常温 0.1 M 溶液中)，可以判断氢氰酸是比醋酸更弱的酸。

电离常数跟化学平衡常数一样，不随浓度的变化而变化，

只随温度的变化而变化。但是电离常数随温度的变化不大，因此在室温时可以不考虑温度对电离常数的影响。

多元弱酸是分步电离的，例如：



它的每一步电离都有它的电离常数，常用 K_1 、 K_2 、 K_3 等加以区别。不同的电解质有不同的电离常数。表 7-2 是几种常见弱电解质的电离常数。

表 7-2 几种常见的弱电解质的电离常数(25°C)

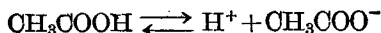
电解质	电离常数	电解质	电离常数
醋酸 CH_3COOH	1.75×10^{-5}	磷酸 H_3PO_4	$K_1 = 7.52 \times 10^{-3}$ $K_2 = 6.23 \times 10^{-8}$ $K_3 = 2.2 \times 10^{-13}$
碳酸 H_2CO_3	$K_1 = 4.3 \times 10^{-7}$ $K_2 = 5.6 \times 10^{-11}$	氢硫酸 H_2S	$K_1 = 9.1 \times 10^{-8} (18^\circ\text{C})$ $K_2 = 1.1 \times 10^{-12} (18^\circ\text{C})$
氢氰酸 HCN	4.93×10^{-10}	亚硫酸 H_2SO_3	$K_1 = 1.54 \times 10^{-2} (18^\circ\text{C})$ $K_2 = 1.02 \times 10^{-7} (18^\circ\text{C})$
氢氟酸 HF	7.2×10^{-4}	氨水 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1.77×10^{-5}

从上表看出，磷酸的 K_1 比 K_2 约大 10^5 倍， K_2 比 K_3 约大 10^5 倍。一般用 K_1 作为多元酸的电离常数。

一元弱碱和多元弱碱的电离跟一元弱酸和多元弱酸的电离相似，也是分步电离的。

电离度和电离常数都能表示弱电解质的电离程度，它们

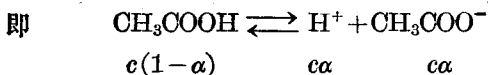
之间有一定的关系。例如：



用 c 代表醋酸的起始摩尔浓度， α 代表醋酸的电离度，到达平衡时已电离的醋酸分子数就是 $c\alpha$ 摩尔/升。由电离方程式知道，平衡时

$$[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = c\alpha$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = c - c\alpha = c(1 - \alpha)$$



$$K_{\text{电离}} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c - c\alpha} = \frac{c\alpha^2}{1 - \alpha}$$

对弱电解质来说，当 $K_{\text{电离}}$ 很小 ($K_{\text{电离}} < 10^{-4}$) 时， α 值也很小，近似地认为 $1 - \alpha \approx 1$ 。于是

$$K_{\text{电离}} = \frac{c\alpha^2}{1 - \alpha} = c\alpha^2$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{电离}}}{c}}$$

这个公式表明：在一定温度下，当溶液的浓度 c 改变时，电离度 α 也随着改变，浓度越大时电离度越小。

在一定温度下，不论溶液的浓度怎样改变，电离常数不变（指不是过浓或过稀的溶液）。可见，电离常数比电离度能更好地表示弱电解质的相对强弱。

利用上述电离常数跟电离度的关系式，可以进行一些简单的计算。

【例题 1】 在 25°C 时，已知 0.10 M CH_3COOH 的电离常数是 1.75×10^{-5} ，求溶液中氢离子的浓度？

【解】 已知 $c = 0.10 \text{ M}$ ， $K_{\text{电离}} = 1.75 \times 10^{-5}$