

工业余中等学校高中课本

# 化 学

下 册

UAXUE

## 说 明

本书是根据教育部 1985 年制订的职工中等学校高中化学教学大纲(试行草案)编写的。

全书分上下两册,共十一章,总课时为 150 课时。上册有卤素和碱金属,摩尔,物质结构和元素周期律,非金属——硫、氮、磷、硅,化学反应速度和化学平衡等六章。下册有电解质溶液,金属——镁、铝、铁,烃和烃的衍生物,合成有机高分子化合物等五章。每章末尾编有复习参考材料,包括该章内容

小结以及一些容易混淆问题的简单说明(但不是本章的系统复习资料)。每册末尾编有综合练习题,以帮助学员复习、巩固所学基础知识,提高运用基础知识和基本技能的能力。

书中用小字排印的内容和打星号的习题,不作教学要求,供都是选用或学员课外阅读和选做。

参加本书编写的有钱止英、华长庆、顾大方、乐梧桐、陈冠敏、陈鸿卿。山东、安徽、江苏等省和上海市的有关都是参加审稿。

上海市职工教材编写组

一九八五年八月

# 目 录

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第七章 电解质溶液          | 1  |
| 第一节 电解质和非电解质       | 1  |
| 一、物质的导电性           | 1  |
| 二、电解质的电离           | 2  |
| 习 题                | 3  |
| 第二节 强电解质和弱电解质      | 4  |
| 一、强电解质和弱电解质        | 4  |
| 二、弱电解质的电离平衡        | 6  |
| 三、电离度              | 7  |
| 习 题                | 9  |
| 第三节 水的离子积和溶液的 pH 值 | 10 |
| 一、水的离子积            | 10 |
| 二、溶液的 pH 值         | 12 |
| 三、酸碱指示剂            | 14 |
| 习 题                | 14 |
| 第四节 盐类的水解          | 16 |
| 一、盐溶液的酸碱性          | 16 |
| 二、盐类的水解            | 16 |
| 三、盐类水解的利用          | 19 |
| 习 题                | 19 |
| 第五节 酸碱中和滴定         | 21 |
| 一、当量浓度             | 21 |
| 二、中和滴定             | 23 |

|                  |    |
|------------------|----|
| 习 题              | 24 |
| 第六节 电解和电镀        | 25 |
| 一、电解的原理          | 25 |
| 二、电解原理的应用        | 27 |
| 习 题              | 31 |
| 第七节 原电池 金属的腐蚀和防护 | 33 |
| 一、原电池            | 33 |
| 二、金属的腐蚀和防护       | 34 |
| 习 题              | 33 |
| 复习参考             | 39 |
| 复习题              | 42 |
| 第八章 金 属          | 47 |
| 第一节 金属的结构和物理性质   | 47 |
| 一、金属键            | 47 |
| 二、金属的物理性质        | 48 |
| 习 题              | 50 |
| 第二节 镁和镁的重要化合物    | 51 |
| 一、镁              | 51 |
| 二、镁的重要化合物        | 52 |
| 习 题              | 53 |
| 第三节 铝和铝的重要化合物    | 54 |
| 一、铝              | 54 |
| 二、铝的重要化合物        | 56 |
| 三、铝的冶炼           | 58 |
| 习 题              | 60 |
| 第四节 硬水及其软化       | 61 |
| 一、水的硬度           | 61 |
| 二、硬水的软化          | 62 |
| 习 题              | 64 |

|               |    |
|---------------|----|
| 第五节 铁和铁的化合物   | 65 |
| 一、铁的性质        | 65 |
| 二、铁的化合物       | 67 |
| 习 题           | 70 |
| 第六节 炼铁和炼钢     | 71 |
| 一、炼铁          | 71 |
| 二、炼钢          | 73 |
| 习 题           | 75 |
| *第七节 几种金属简介   | 76 |
| 一、铜           | 76 |
| 二、锌           | 76 |
| 三、钛           | 77 |
| 四、钨           | 77 |
| 五、铀           | 78 |
| 复习参考          | 78 |
| 复习题           | 81 |
| 第九章 烃         | 85 |
| 第一节 有机化合物     | 85 |
| 一、有机化合物和有机化学  | 85 |
| 二、有机化合物的特性    | 85 |
| 第二节 甲烷        | 86 |
| 一、甲烷在自然界里的存在  | 87 |
| 二、甲烷分子的组成和结构式 | 87 |
| 三、甲烷的性质和用途    | 88 |
| 习 题           | 90 |
| 第三节 烷烃        | 91 |
| 一、烷烃及其同系物     | 91 |
| 二、烷烃的同分异构体    | 93 |
| 三、烷烃的命名法      | 94 |

|               |     |
|---------------|-----|
| *四、环烷烃        | 96  |
| 习题            | 96  |
| 第四节 乙烯 烯烃     | 97  |
| 一、乙烯的结构式      | 97  |
| 二、乙烯的性质和用途    | 98  |
| 三、烯烃          | 100 |
| 四、二烯烃         | 101 |
| 习题            | 102 |
| 第五节 乙炔 炔烃     | 104 |
| 一、乙炔的结构式      | 104 |
| 二、乙炔的性质和用途    | 104 |
| 三、炔烃          | 106 |
| 习题            | 106 |
| 第六节 苯 芳香烃     | 108 |
| 一、苯的结构式       | 108 |
| 二、苯的性质和用途     | 109 |
| 三、苯的同系物       | 112 |
| 习题            | 113 |
| 第七节 石油和石油化工简介 | 115 |
| 一、石油的成分       | 115 |
| 二、石油的炼制       | 115 |
| 三、石油化工        | 117 |
| 习题            | 118 |
| 第八节 煤和煤的综合利用  | 118 |
| 习题            | 120 |
| *第九节 能源简介     | 120 |
| 一、原子能         | 120 |
| 二、太阳能         | 120 |
| 三、地热能         | 121 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 复习参考 .....             | 121 |
| 复习题 .....              | 124 |
| <b>第十章 烃的衍生物</b> ..... | 127 |
| <b>第一节 乙醇 醇类</b> ..... | 127 |
| 一、乙醇的物理性质和结构式 .....    | 127 |
| 二、乙醇的化学性质和用途 .....     | 128 |
| 三、乙醇的工业制法 .....        | 130 |
| 四、醇类 .....             | 131 |
| 习 题 .....              | 133 |
| <b>第二节 卤代烃</b> .....   | 134 |
| 一、卤代烷的物理性质 .....       | 134 |
| 二、卤代烷的化学性质 .....       | 135 |
| 三、几种重要的卤代烃 .....       | 136 |
| 习 题 .....              | 137 |
| <b>第三节 苯酚</b> .....    | 138 |
| 一、苯酚的性质 .....          | 138 |
| 二、苯酚的用途 .....          | 141 |
| *三、苯酚的工业制法 .....       | 141 |
| 习 题 .....              | 141 |
| <b>第四节 乙醛 醛类</b> ..... | 142 |
| 一、乙醛的物理性质和结构式 .....    | 142 |
| 二、乙醛的化学性质和用途 .....     | 143 |
| *三、乙醛的工业制法 .....       | 145 |
| 四、醛类 .....             | 146 |
| 习 题 .....              | 147 |
| <b>第五节 乙酸 羧酸</b> ..... | 148 |
| 一、乙酸的性质和用途 .....       | 149 |
| *二、乙酸的工业制法 .....       | 151 |
| 三、羧酸 .....             | 151 |
| 习 题 .....              | 153 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第六节 酯           | 154 |
| 习 题             | 155 |
| 第七节 油脂          | 156 |
| 一、油脂的组成和结构      | 157 |
| 二、油脂的物理性质       | 157 |
| 三、油脂的化学性质       | 158 |
| *四、肥皂的去污原理      | 160 |
| *五、合成洗涤剂        | 161 |
| 习 题             | 161 |
| 第八节 糖类          | 162 |
| 一、葡萄糖           | 162 |
| 二、蔗糖            | 164 |
| 三、淀粉和纤维素        | 165 |
| 习 题             | 168 |
| 第九节 蛋白质         | 169 |
| 一、蛋白质的组成        | 169 |
| 二、蛋白质的性质和用途     | 171 |
| *三、酶            | 172 |
| 习 题             | 173 |
| 复习参考            | 174 |
| 复习题             | 178 |
| 第十一章 合成有机高分子化合物 | 181 |
| 第一节 概述          | 181 |
| 一、有机高分子化合物的结构   | 181 |
| 二、有机高分子化合物的性质   | 182 |
| 第二节 塑料          | 184 |
| 习 题             | 188 |
| 第三节 合成橡胶        | 188 |
| 习 题             | 191 |



|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 第四节   | 合成纤维             | 191 |
| 习题    |                  | 193 |
| 学员实验  |                  | 194 |
| 实验六   | 中和滴定             | 194 |
| 实验七   | 铝和氢氧化铝的化学性质      | 196 |
| 实验八   | 离子检验             | 197 |
| 实验九   | 乙醇、苯酚、乙醛、乙酸的性质   | 200 |
| 实验十   | 葡萄糖、蔗糖、淀粉和纤维素的性质 | 202 |
| 综合练习题 |                  | 204 |

## 第七章 电解质溶液

在初中化学里，我们学习了酸、碱、盐及其相互反应的知识，本章从研究物质的导电性，介绍电解质和电离的知识，运用物质结构和化学平衡理论进一步阐明酸、碱、盐在水溶液里所起的反应，还要介绍原电池、电解、电镀等化学原理。

### 第一节 电解质和非电解质

研究有不同化学键的物质的性质后，发现有离子键和极性共价键的一些化合物，有些性质上(如溶液的导电性等)跟有弱极性键和非极性键的物质不同。下面讨论一些化合物的导电性。

#### 一、物质的导电性

〔实验 7-1〕 按图 7-1 所示的装置，在容器里依次分别加入干燥的食盐晶体、氢氧化钠晶体、硝酸钾晶体、无水硫酸、蒸馏水、食盐溶液、氢氧化钠溶液、硝酸钾溶液、硫酸溶液、酒精溶液和蔗糖溶液。连接直流电源以后观察灯泡是否发光。

实验中发现干燥的食盐晶体、氢氧化钠晶体、硝酸钾

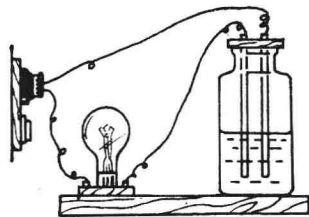


图 7-1 试验化合物导电性的装置

晶体。元水硫酸和蒸馏水都不导电<sup>①</sup>，食盐、氢氧化钠、硝酸钾、硫酸的水溶液却能够导电，而且前三种物质在熔化状态也能够导电。蔗糖和酒精的纯净物和水溶液都不能导电。

干燥的盐、碱、无水的酸和纯净的水都不导电，可是把这些不导电的盐、碱、酸溶解在不导电的水里，得到的溶液都能导电。

盐和碱的水溶液能够导电，它们在熔化状态下也能导电。

凡是在水溶液里或熔化状态下能够导电的化合物，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。

显然，有离子键的盐和碱以及有极性共价键的酸等化合物都是电解质，蔗糖、酒精等物质是非电解质。

## 二、电解质的电离

为什么食盐、氢氧化钠、硝酸钾等化合物在干燥时不能导电，而溶于水或熔化时却能导电呢？要解决这个问题，必须分析这些物质的结构和它们在溶解或熔化条件下发生的变化。电流是由带电微粒按一定方向移动而形成的。例如，金属能够导电是由于金属内存在能够自由移动的、带负电的电子。电解质的水溶液（或熔化而成的液体）既然能够导电，那么在那些溶液（或熔化而成的液体）里一定也有能够自由移动的、带电的微粒。经过研究，知道这些微粒不是电子，而是离子。下面以氯化钠为例，来说明电解质是怎样在水溶液里形成能够自由移动的离子的。

氯化钠是离子化合物，氯化钠晶体是离子晶体。在氯化钠晶体里含有带正电荷的钠离子( $\text{Na}^+$ )和带负电荷的氯离子

<sup>①</sup> 严格地说，蒸馏水也能导电，只是导电能力非常弱，用上述实验装置不能测出。

( $\text{Cl}^-$ )，静电作用使它们既互相吸引又互相排斥，按一定规则紧密地排列着，这些离子不能自由移动，所以干燥的氯化钠不能导电。当氯化钠溶解于水时，水分子减弱了钠离子和氯离子之间的吸引力，使氯化钠晶体离解成能自由移动的钠离子和氯离子<sup>①</sup>。在氯化钠溶液里插上电极，连接直流电源后，带正电的钠离子就向阴极移动，带负电的氯离子向阳极移动，因而氯化钠溶液能够导电。

在酸分子里，氢原子和酸根之间存在极性共价键，因此无水的酸里存在的是酸的分子，而不存在自由移动的离子。当酸溶解于水时，水分子的作用使酸分子在水溶液里分离成氢离子和酸根离子，酸溶液也就能够导电了。

具有离子键的碱或盐受热熔化时，离子的运动加快，克服带不同电荷的离子间的静电引力，也能分离成自由移动的离子。所以这种电解质在熔化状态下也能导电。

电解质溶解于水或受热熔化时离解成自由移动的离子，叫做电离。

蔗糖、酒精等物质溶解于水时，只能分散成单个的分子，这些分子均匀地分布在水分子中间，溶液里没有离子形成，所以它们的溶液不导电。

在电解质溶液里，所有阳离子带的正电荷总数跟所有阴离子带的负电荷总数是相等的，所以整个溶液不显电性。

## 习 题

1. 在下列不同状态的物质里，能够导电的是\_\_\_\_\_，因为\_\_\_\_\_。在这

---

<sup>①</sup> 严格地说，是形成水合钠离子和水合氯离子。

些能导电的物质中,不属于电解质的是 \_\_\_\_\_, 因为 \_\_\_\_\_

(1) 液态氯化氢 (2) 氯化钾晶体 (3) 铜丝 (4) 液氯 (5) 硫酸铜溶液 (6) 熔化的氢氧化钠

2. 下列说法对不对?

(1) 凡是在熔融时或水溶液里能够导电的物质, 都是电解质。

(2) 硝酸钾晶体不能导电, 所以硝酸钾不是电解质。

(3) 氯化钠的水溶液能导电, 因为在电流通过该溶液时产生  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$ 。

## 第二节 强电解质和弱电解质

### 一、强电解质和弱电解质

酸、碱、盐都是电解质, 它们溶于水都能电离成自由移动的离子, 因而它们的水溶液都能导电。但是, 在相同条件下, 相同浓度的不同种类的酸、碱、盐的导电能力是否相同呢?

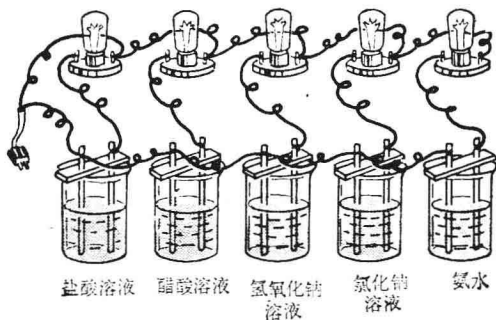


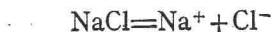
图 7-2 比较电解质溶液的导电能力

〔实验 7-2〕 按图 7-2 的装置把仪器连接好，然后在五个烧杯里分别倒入等体积的 0.1 M 的盐酸、醋酸、氢氧化钠、氨水和氯化钠的水溶液。连接直流电源，注意观察灯泡发光的明亮程度。

实验表明，连接插入醋酸溶液、氨水中的电极的灯泡比其他三个灯泡的光要弱。可见，体积和浓度相同而种类不同的酸、碱和盐的水溶液，在同样条件下导电能力不完全一样。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。

电解质溶液能导电，因为电解质能够在水溶液里电离产生自由移动的离子。显然，溶液导电性的强弱跟单位体积的溶液里能够自由移动的离子的多少有关，也就是说导电能力强的盐酸、氢氧化钠和氯化钠的溶液里能够自由移动的离子浓度一定比导电能力弱的氨水、醋酸溶液里的大。上述实验是在各种电解质溶液浓度相同的情况下进行的，这就说明电解质在溶液里电离的程度不相同。氯化氢、氢氧化钠和氯化钠等电解质电离能力大，醋酸、一水合氨等电解质电离能力小。

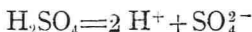
大多数盐类和强碱（如 NaCl 和 NaOH）是离子化合物。以氯化钠为例，氯化钠晶体是由  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  构成的。把氯化钠晶体放入水中，水分子的作用使  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  脱离晶体表面，进入溶液，成为能自由移动的水合钠离子和水合氯离子。其他离子化合物溶解于水，也同样形成水合阴离子和水合阳离子。为方便起见，仍用普通离子的符号来表示电离产生的水合离子。例如 NaCl 和 NaOH 的电离可以用如下的电离方程式表示。





离子化合物在水溶液里只有水合离子，没有分子。也就是说离子化合物溶于水全部电离成能够自由移动的离子。

具有极性键的共价化合物是以分子状态存在的。如气态和液态的氯化氢里只有 HCl 分子，而不存在离子，所以气态和液态的氯化氢不导电。当把 HCl 溶于水时，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，以致水溶液中不存在 HCl 分子。其他强酸如硫酸、硝酸等，在水溶液里也同样全部电离成水合氢离子和水合酸根离子。为简便起见，水合氢离子  $\text{H}_3\text{O}^+$  也常常写作  $\text{H}^+$ 。如  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的电离方程式可以写成：



综上所述，离子化合物和有些有极性键的共价化合物，在水溶液里全部电离成离子，而不以分子形式存在，这类电解质叫做强电解质。强酸、强碱和大部分盐类属于强电解质。

在水溶液里部分电离成离子的电解质，叫做弱电解质。通常所说的弱酸（如碳酸、醋酸、氢氰酸等）和弱碱（如氨水等）都属于弱电解质。

## 二、弱电解质的电离平衡

醋酸、氨水等弱电解质是有极性键的共价化合物，它们溶解于水时，虽然同样受到水分子的作用，但电离成离子的倾向较小，只有一部分分子电离成离子。离子在互相碰撞时又互相吸引，重新结合成分子。因此，弱电解质在水里的电离是可逆的，跟可逆的化学反应一样，终将趋向平衡。因为，在电离时电解质分子电离成阳离子和阴离子的速度，必定随着溶液中离子浓度的增大而减小，而离子结合成分子的速度将不断

增大,在一定条件(如浓度、温度)下,两者的速度相等时,电离达到动态平衡,叫做电离平衡。如果条件不变,溶液里离子的浓度和电解质分子的浓度保持不变。所以,通常用可逆的电离方程式表示弱电解质在水里的电离。例如,醋酸、氨水的电离方程式表示如下:



碳酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )是二元弱酸,它的电离是分步进行的。



第二步电离的程度比第一步的小得多,所以碳酸溶液的酸性主要由第一步电离所决定。

通过以上分析,可见弱电解质是一些有极性键的共价化合物,它们溶解于水,只有一部分电离成离子,水溶液中有离子和未电离的电解质分子。电解质分子和离子之间存在电离平衡。

### 三、电离度

各种弱电解质在水溶液里,有的电离程度大,有的电离程度小。电解质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水溶液里达到电离平衡时溶液中已经电离的电解质分子数占原来分子总数(包括已电离的和未电离的)的百分数。

电离度常用符号  $\alpha$  表示。

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



例如,在  $25^{\circ}\text{C}$ , 在  $0.1\text{ M}$  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

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

下表列出几种常见弱电解质的电离度。

表 7-1  $0.1\text{ M}$  溶液里几种常见弱电解质的电离度( $25^{\circ}\text{C}$ )

| 电解质 | 分子式            | 电离度(%) | 电解质 | 分子式                                    | 电离度(%) |
|-----|----------------|--------|-----|--|--------|
| 氢氟酸 | HF             | 8.0    | 醋酸  | $\text{CH}_3\text{COOH}$               | 1.32   |
| 亚硝酸 | $\text{HNO}_2$ | 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   |

从表 7-1 可见,在相同条件下,不同弱电解质的电离度不相同,这是由弱电解质的相对强弱决定的。一般说来,电解质越弱,电离度越小。所以,电离度的大小可以表示弱电解质的相对强弱。

电离度的大小不仅跟电解质的本性有关,还跟溶液的浓度、温度等条件有关。同一弱电解质,溶液越稀,离子互相碰撞结合成分子的机会越少,电离度就越大。在  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $0.2\text{ M}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离度是  $0.948\%$ ;  $0.1\text{ M}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离度是  $1.32\%$ ;  $0.001\text{ M}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离度是  $13.2\%$ 。温度对电解质的电离度也有影响。因为电解质的电离通常是吸热的,所以温度升高,平衡向电离方向移动,使电解质的电离度增大。使用弱电解质的电离度时,应当注明该电解质溶液的温度和浓度,如果不注明温度,通常指  $25^{\circ}\text{C}$ 。

利用电离度可以作一些简单的计算。

〔例题〕 20 毫升  $0.1\text{ M}$  HCl 溶液和 20 毫升  $0.1\text{ M}$