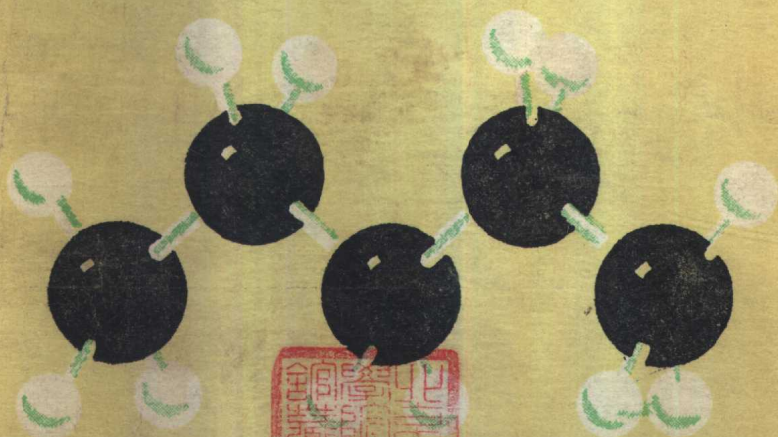


全日制十年制学校高中课本

化学

HUAXUE

第二册



2885 B

人民教育出版社

全日制十年制学校高中课本

(试用本)

化 学

第二册

中小学通用教材化学编写组编

*

人民教育出版社出版

北京出版社重印

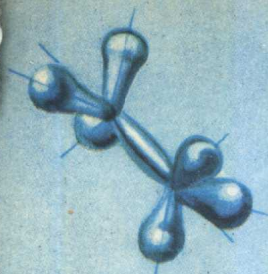
北京市新华书店发行

北京印刷二厂印刷

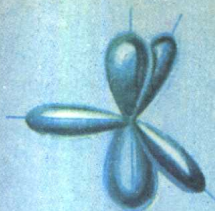
*

1980年1月第1版 1980年6月第1次印刷

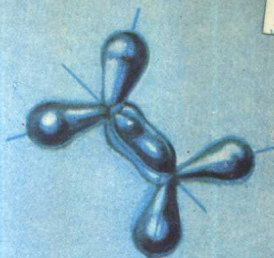
书号 K7012·0183 定价 0.53元



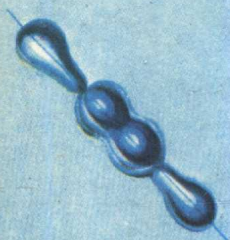
乙烷 sp^3 杂化



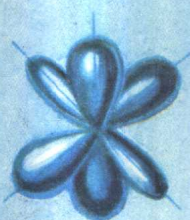
sp^2 杂化



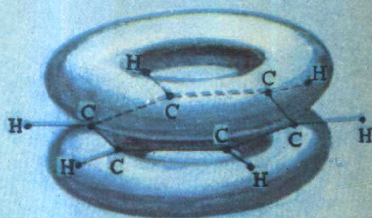
乙烯



乙炔



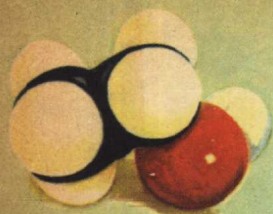
sp 杂化



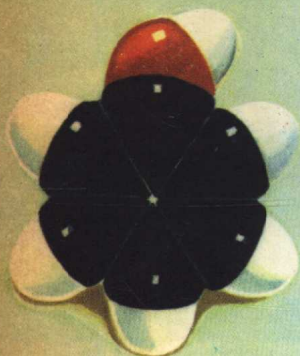
苯



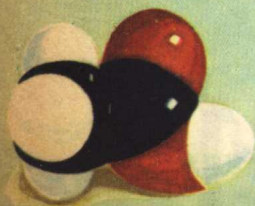
加热炉和常减压分馏塔



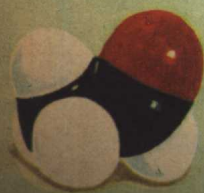
乙醇



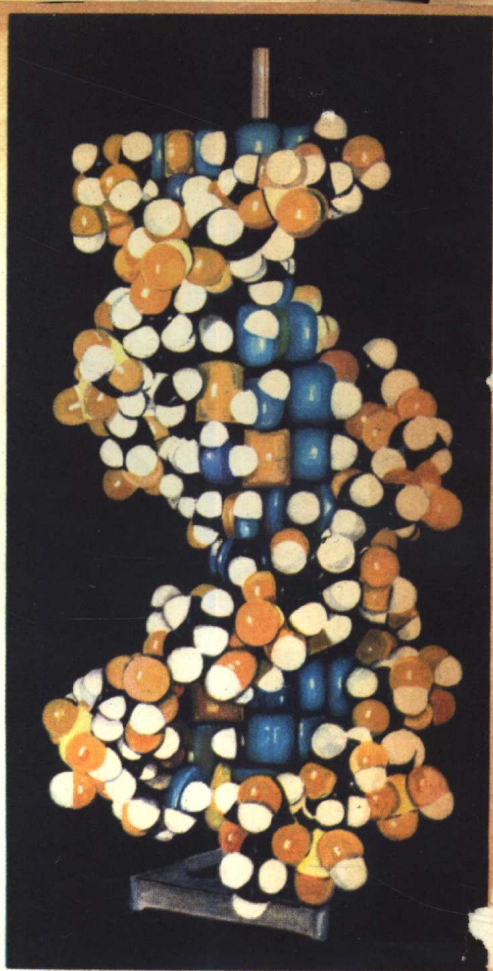
苯酚



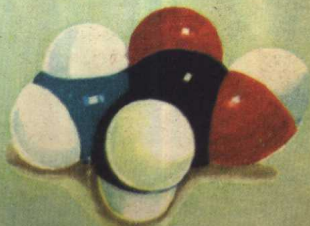
乙酸



乙醛



DNA 分子结构模型



甘氨酸

目 录

第一章 电解质溶液.....1	
第一节 强电解质和弱电解质.....1	第五节 酸碱中和滴定.....21
第二节 电离度和电离常数.....5	第六节 原电池金属的腐蚀和防护.....32
第三节 水的电离和溶液的pH值.....11	第七节 电解和电镀.....38
第四节 盐类的水解.....16	内容提要.....48
第二章 镁 铝.....52	
第一节 金属键.....52	铝的冶炼.....60
第二节 镁和铝的性质.....55	第四节 硬水及其软化.....65
第三节 铝的重要化合物	内容提要.....71
第三章 过渡元素.....73	
第一节 过渡元素概述.....73	第五节 铜.....97
第二节 络合物.....77	第六节 钛(阅读教材).....103
第三节 铁.....83	内容提要.....105
第四节 炼铁和炼钢.....89	
第四章 烃.....108	
第一节 有机物.....108	第七节 苯 芳香烃.....141
第二节 甲烷.....110	第八节 石油和石油产品概述.....150
第三节 烷烃 同系物.....119	第九节 煤和煤的综合利用.....159
第四节 乙烯.....127	内容提要.....162
第五节 烯烃.....133	
第六节 乙炔 炔烃.....136	
第五章 烃的衍生物.....164	
第一节 卤代烃.....164	第三节 苯酚.....175
第二节 乙醇.....167	第四节 醛和酮.....179

第五节	乙酸	185	第九节	硝基化合物	201
第六节	羧酸	189	第十节	胺 酰胺	203
第七节	酯	193	内容提要		208
第八节	油脂	195			
第六章	糖类 蛋白质	211			
第一节	单糖	211	第四节	氨基酸	222
第二节	二糖	215	第五节	蛋白质	224
第三节	多糖	216	内容提要		228
第七章	合成有机高分子化合物	230			
第一节	概述	230	第三节	合成材料	241
第二节	加聚反应和缩聚反应	236	内容提要		248
学生实验		250			
实验一	中和滴定	250		和性质	259
实验二	原电池 金属的电化腐蚀	252	实验九	苯和甲苯的性质	261
实验三	电镀	253	实验十	乙醇和苯酚的性质	262
实验四	铝和氢氧化铝的化学性质	254	实验十一	乙醛的性质	264
实验五	络合物	255	实验十二	葡萄糖、蔗糖、淀粉和纤维素的性质	265
实验六	实验习题	257	实验十三	蛋白质的性质	267
实验七	甲烷的制取和性质	258	实验十四	酚醛树脂的制取	268
实验八	乙烯、乙炔的制取		实验十五	实验习题	269
附录 I	土壤	270			
附录 II	国际原子量表	277			
附录 III	酸、碱和盐的溶解性表 (20°C)	278			

第一章 电解质溶液

我们已学习过一些有关电解质溶液和离子反应的初步知识,现在要运用物质结构和化学平衡等知识,来进一步学习电解质溶液的性质,更好地认识酸、碱、盐在水溶液里所起的反应,并了解原电池、电解、电镀等的化学原理。

第一节 强电解质和弱电解质

酸、碱和盐都是电解质,它们的水溶液都能导电。现在我们来进一步研究这样一个问题:即在同样条件下,相同体积、相同浓度而不同种类的酸、碱、盐的溶液,它们的导电能力是否相同。

[实验 1-1] 按图 1-1 的装置把仪器连接好,然后把等

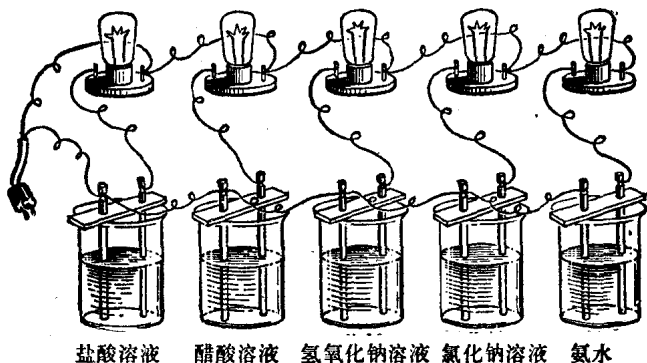


图 1-1 比较电解质溶液的导电能力

体积的 0.5M 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，连接电源。注意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的导电能力是不相同的。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？这是因为电解质溶液所以能够导电，是由于溶液里有能够自由移动的离子存在。溶液导电性的强弱跟溶液里能自由移动的离子的多少有关。也就是说，相同体积和浓度的导电性强的溶液里能自由移动的离子数目一定比导电性弱的溶液里的多。这说明，电解质在溶液里电离的程度是不同的。

（在离子化合物里，只有带电荷的原子（或原子团），即离子，没有中性原子。例如氯化钠晶体放入水中时，受水分子的作用，离子逐渐脱离晶体表面而进入溶液，成为能够自由移动的水合钠离子和水合氯离子。在任何离子化合物的水溶液里，它们的阴、阳离子都同 Cl^- 和 Na^+ 一样受水分子的作用，成为水合阴离子和水合阳离子。

为了简便起见，通常仍用普通离子的符号来表示水合离子。例如：



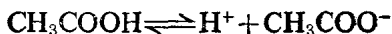
实验证明：大多数盐类和强碱（固态的）都是离子化合物，在它们的水溶液里，只有水合离子，没有分子。

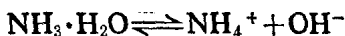
（具有极性键的共价化合物是以分子状态存在的。）例如，

在液态氯化氢里只有氯化氢分子，没有离子存在。氯化氢分子中，由于氯原子的电负性大于氢原子，氢原子跟氯原子结合的共价键是极性键。氯化氢分子溶解于水时，在水分子的作用下，也能全部电离成为水合氢离子和水合氯离子，以致溶液里没有氯化氢分子存在。其它的强酸如硫酸、硝酸等也跟氯化氢一样，它们的水溶液里只有水合氢离子和水合酸根离子存在。

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，我们也常把 H_3O^+ 写作 H^+ 。

但是某些具有极性键的共价化合物，它们溶解于水时，虽然同样受水分子的作用，却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，而重新结合成分子。因此，这种具有极性键的共价化合物在水里的电离过程是可逆的。这个可逆的电离过程也跟可逆的化学反应一样，这相反两种趋势，最终将达到平衡。因为在电离过程中，分子电离成离子的速度，必将随着溶液里离子的逐渐增多而减小，同时离子结合成分子的速度将不断增大。（在一定条件（如温度、浓度）下，两者的速度相等时，电离过程就达到了平衡状态，叫做**电离平衡**。）电离平衡跟化学平衡一样，也是动态平衡。平衡时，单位时间内电离的分子数和离子重新结合生成的分子数相等，也就是说，溶液里离子的浓度和分子的浓度都保持不变。所以这类具有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，醋酸和氨水的电离可以表示如下：





由此可见, 在这类电解质溶液里, 既有离子存在, 又有电解质分子存在。

根据上述三种情况可知: 离子化合物和某些具有极性键的共价化合物在水溶液里全部电离成为离子, 没有分子存在。所以不存在分子和离子之间的电离平衡, 这样的电解质属于强电解质。强电解质在水溶液里全部电离为离子。如强酸、强碱和大部分盐类是强电解质。某些具有极性键的共价化合物的水溶液里只有一部分电离成为离子, 还有未电离的电解质分子存在, 分子和离子之间存在着电离平衡。这样的电解质属于弱电解质。弱电解质在水溶液里只有部分电离为离子。如弱酸、弱碱是弱电解质。

习 题

1. 在氯化钠晶体里有没有离子存在? 为什么氯化钠必须在水溶液里或熔化状态时才能导电?

2. 在氯化氢的分子里有没有离子存在? 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呢?

3. 在下列物质里哪些能够导电? 为什么能够导电? 写出电离方程式。哪些不能导电? 为什么?

(1) 氢氧化钾的水溶液, (2) 氯化钾晶体,

(3) 醋酸的水溶液, (4) 纯硫酸。

4. 在溶液导电性的实验装置里注入浓醋酸溶液时, 灯光很暗, 如果改用浓氨水, 结果相同。可是把上述两种溶液混起来实验时, 灯光却十分明亮。为什么?

第二节 电离度和电离常数

一、电离度

不同的弱电解质在水溶液里的电离程度是不同的。有的电离程度大,有的电离程度小。这种电离程度的大小,可用电离度来表示。所谓电解质的电离度就是当弱电解质在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总分子数(包括已电离的和未电离的)的百分数。电解质的电离度常用符号 α 来表示:

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

例如, 25°C 时, 在 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:

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

下面表里是几种常见的弱电解质的电离度。

表 1-1 在 25°C 时, 0.1M 溶液里某些弱电解质的电离度

电解质	分子式	电离度(%)	电解质	分子式	电离度(%)
氢氟酸	HF	8.0	醋酸	CH ₃ COOH	1.32
亚硝酸	HNO ₂	7.16	氢氰酸	HCN	0.01
甲酸	HCOOH	4.24	氨水	NH ₃ ·H ₂ O	1.33

从表 1-1 可见, 在相同条件下, 不同弱电解质的电离度不同, 这是由弱电解质的相对强弱所决定的, 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。

电离度不仅跟电解质的本性有关，还跟溶液的浓度、温度等有关。同一弱电解质，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。如在 25°C 时， 0.2M CH_3COOH 的电离度为 0.948% ； 0.1M CH_3COOH 的电离度为 1.32% ； 0.001M CH_3COOH 的电离度为 13.2% 。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，一般需要吸收热量，所以温度升高，平衡一般就向电离的方向移动，从而使电解质电离度增大。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。如不注明温度通常指 25°C 。

二、电离常数

弱电解质在一定条件下电离达到平衡时，溶液里各组分的浓度之间的关系，跟化学平衡一样，对一元弱酸或一元弱碱来说，溶液中电离所生成的各种离子浓度的乘积，跟溶液中未电离分子的浓度的比值是一个常数。这个常数叫做电离平衡常数，简称为电离常数。以醋酸为例，醋酸在水溶液里的电离方程式是：



平衡时，溶液里各离子浓度的乘积，跟未电离分子的浓度的关系，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 $[\text{H}^+]$ 分别表示溶液中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

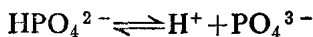
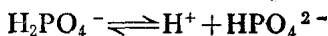
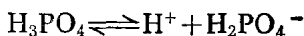
浓度。 $K_{\text{电离}}$ 就是醋酸的电离常数。

从醋酸的电离常数的表达式可以看出： $K_{\text{电离}}$ 值大，离子浓度必然也大，即表明该电解质较易电离。所以从 $K_{\text{电离}}$ 值的大小也可以看出弱电解质的相对强弱。例如，醋酸和氢氰酸都是弱酸，已知 25°C 时 $0.1M$ 醋酸溶液中醋酸的 $K_{\text{电离}}$ 值是 1.75×10^{-5} ，而 $0.1M$ 氢氰酸溶液中氢氰酸的 $K_{\text{电离}}$ 值是 4.93×10^{-10} 。所以氢氰酸是比醋酸更弱的酸。

对于同一弱电解质的稀溶液来说，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。如在 25°C 时醋酸的 $K_{\text{电离}}$ 是 1.75×10^{-5} ，在 0°C 时是 1.65×10^{-5} 。由于电离常数随温度的变化不大，在室温时，可以不考虑温度对电离常数的影响。

以上所说的都是一元弱酸、弱碱的电离，下面要讨论多元弱酸、弱碱的电离。

多元弱酸的电离是分步进行的，例如：



它的每一步电离都各有电离常数，这些电离常数也各不相同。通常用 K_1 、 K_2 、 K_3 等来加以区别。不同的电解质具有不同的电离常数。表 1-2 里是几种常见弱电解质的电离常数。

比较多元弱酸各步电离的电离常数，可以看出， $K_1 > K_2 > K_3$ 。以磷酸为例， K_1 比 K_2 约大 10^5 倍， K_2 比 K_3 约大 10^5 倍。可见多元酸溶液的酸性主要由第一步电离所决定。

表 1-2 常见的几种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 ₃ COOH	1.75 × 10 ⁻⁵	磷酸 H ₃ PO ₄	K ₁ = 7.52 × 10 ⁻³ K ₂ = 6.23 × 10 ⁻⁸ K ₃ = 2.2 × 10 ⁻¹³
碳酸 H ₂ CO ₃	K ₁ = 4.3 × 10 ⁻⁷ K ₂ = 5.6 × 10 ⁻¹¹	亚硫酸 H ₂ SO ₃	K ₁ = 1.54 × 10 ⁻² (18°C) K ₂ = 1.02 × 10 ⁻⁷ (18°C)
氢氰酸 HCN	K = 4.93 × 10 ⁻¹⁰	氢硫酸 H ₂ S	K ₁ = 9.1 × 10 ⁻⁸ (18°C) K ₂ = 1.1 × 10 ⁻¹² (18°C)
氢氟酸 HF	K = 7.2 × 10 ⁻⁴	氨水 NH ₃ ·H ₂ O	1.77 × 10 ⁻⁵

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情况是相似的。

前面已经提到电离常数和电离度都可以表示弱电解质的相对强弱。那么它们之间究竟有什么关系呢？让我们以 CH₃COOH 为例来加以说明。

设醋酸溶液里醋酸分子的摩尔浓度为 c ，醋酸的电离度为 α ，那么溶液中每有 $c\alpha$ 摩尔/升的醋酸电离，就有 $c\alpha$ 摩尔/升 H⁺ 离子和 $c\alpha$ 摩尔/升 CH₃COO⁻ 离子生成，即：

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

醋酸的电离方程式是：



开始浓度 c 0 0

平衡浓度 $c - c\alpha$ $c\alpha$ $c\alpha$

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

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，所以可近似地认为 $1 - \alpha \approx 1$ 。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，电离度越小。我们已经知道，电离常数 $K_{\text{电离}}$ 是不随浓度改变而改变的。

由此可见电离常数比电离度能更好地表示出弱电解质的相对强弱。

上面已经知道电离度跟电离常数的关系，现在我们来运用它进行一些简单的计算。

〔例题 1〕 在 25°C 时， 0.10M CH_3COOH 溶液中氢离子的浓度是多少？

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

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{电离}}}{c}} = \sqrt{\frac{1.75 \times 10^{-5}}{0.10}} = 1.32 \times 10^{-2}$$

$$[\text{H}^+] = c\alpha = 0.1 \times 1.32 \times 10^{-2} = 1.32 \times 10^{-3} (\text{M})$$

答： 0.1M CH_3COOH 溶液中氢离子浓度为 $1.32 \times 10^{-3} (\text{M})$ 。

〔例题 2〕 在 25°C 时，已知 0.20M 氨水的电离度是 0.934% ，求氨水的电离常数。

〔解〕：已知 $c = 0.20\text{M}$, $\alpha = 0.934\% = 0.00934$ ，代入

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

$$K_{\text{电离}} = 0.20 \times (0.00934)^2 = 1.76 \times 10^{-5}$$

答：氨水的电离常数是 1.76×10^{-5} 。

习 题

1. 比较醋酸、氢氰酸、氢氟酸这三种酸的相对强弱。
2. 为什么弱电解质的电离度跟溶液的浓度有关？
3. 在一升2摩尔的电解质溶液里，有0.2摩尔的电解质电离成离子。问这种电解质的电离度是多少？

4. 在氟化氢溶液中，已电离的氟化氢为0.2摩尔，未电离的氟化氢为1.8摩尔。求氟化氢在溶液中的电离度。

*5. 下列两种溶液中，哪一种溶液的氢离子浓度大？为什么？

- (1) 1升0.1M的醋酸溶液，
- (2) 1升0.01M的醋酸溶液。

6. 在25°C时，氢氰酸的 $K_{\text{电离}}$ 为 4.93×10^{-10} 。计算0.01M氢氰酸的电离度是多少？

7. 0.1M醋酸溶液的电离度是1.32%。求醋酸的 $K_{\text{电离}}$ 。

8. 下列各对物质，能发生反应的，写出离子方程式。不能发生反应的，要说明原因。

- (1) 盐酸和碳酸钙，
- (2) 硫酸钠溶液和氯化钡溶液，
- (3) 盐酸和氢氧化钾溶液，
- (4) 硝酸钠溶液和氯化钾溶液。

9. 电离常数有什么意义？电离常数跟电离度有何不同？

*10. 碳酸是弱酸，写出它的电离方程式，并指出碳酸溶液

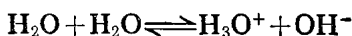
里有哪几种离子？哪种最多？哪种最少？

第三节 水的电离和溶液的pH值

研究电解质溶液时往往涉及溶液的酸碱性。电解质溶液的酸碱性跟水的电离有着密切的关系。为了从本质上来认识溶液的酸碱性，就要研究水的电离情况。

一、水的电离

根据精确的实验证明，水是一种极弱的电解质，它能微弱地电离，生成 H_3O^+ 和 OH^- 。



可简写为： $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$

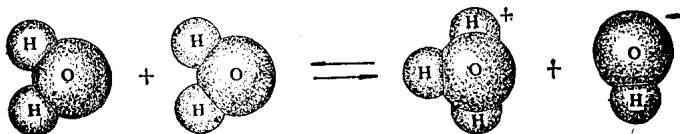


图 1-2 水分子电离过程示意图

从纯水的导电实验测得，在 25°C 时，纯水中 H^+ 和 OH^- 的浓度各等于 10^{-7} 摩尔/升。在一定温度下，它跟其它弱电解质一样，有一个电离常数。

$$K_{\text{电离}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

由于水的电离度很小，含有 55.5 摩尔水分子的一升水中，仅有 10^{-7} 摩尔的水分子电离，它的已电离部分可以忽略不计，所以电离前后，水分子的摩尔数几乎不变，可以看做是个常数，因而上式可以写为：