



国家卫生职业教育创新教材
供医药卫生类各专业使用

医用 化学基础

YIYONG HUAXUE JICHU

● 主编 许海霞 王秀丽



郑州大学出版社



国家卫生职业教育创新教材
供医药卫生类各专业使用

医用 化学基础

YIYONG HUAXUE JICHU

● 主编 许海霞 王秀丽



郑州大学出版社

郑 州

图书在版编目(CIP)数据

医用化学基础/许海霞,王秀丽主编. —郑州:郑州大学出版社,
2013.9

ISBN 978-7-5645-1485-3

I. ①医… II. ①许…②王… III. ①医用化学-医学院校-教材
IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 126716 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

河南省天和彩印有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:15

字数:355 千字

版次:2013 年 9 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2013 年 9 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-1485-3

定价:35.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



国家卫生职业教育创新教材
《医用化学基础》

作者名单

主 编 许海霞 王秀丽

副主编 葛中新 李颖梅

编 者 (以姓氏笔画为序)

王秀丽 许海霞 李向东

李颖梅 葛中新





前 言

本书由河南省焦作卫生医药学校长期从事教学工作的教师合作编写而成。医用化学基础作为医学生的基础课程,涉及内容广泛。本书包括无机化学基础、有机化学基础、化学复习、化学与生活 and 化学实验五部分。适合护理、助产、口腔工艺等专业使用。

教材在保持化学学科系统性的基础上,分必修模块、选修模块,侧重于介绍与医学关系比较密切的化学基础知识和基本的实验操作技能。同时,充分考虑学生的年龄层次、心理特点等,适当增加教材的趣味性,无机化学基础部分采用问题形式编写,每一章节中,根据教材的内容,适当添加了一些与本章节内容联系密切的化学史料及化学知识在现实生活和医学领域的应用,培养学生科学探究品质,进一步增强化学教学的实用性和针对性;适当提出一些问题,加强教学过程的互动性;每章末配一定量的习题或思考题。

由于专业性质、教学要求等不同,使用教材时,可根据实际情况作适当调整、删减或补充。

本书在编写和出版过程中,得到了郑州大学出版社的大力支持,在此致以衷心感谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,诚恳希望使用本教材的老师和同学们给予批评指正。

编者

2013年3月





目 录

必修一 无机化学基础	1
第一章 物质结构和元素周期律	1
第一节 原子的结构	1
第二节 元素周期律和元素周期表	4
第三节 什么是化学键	7
第四节 氧化还原反应	10
第二章 卤 素	15
第一节 氯气	15
第二节 卤族元素	17
第三章 物质的量	23
第一节 物质的量	23
第二节 摩尔质量	25
第四章 溶 液	29
第一节 溶液的浓度	29
第二节 溶液的渗透压	34
第五章 化学反应速率和化学平衡	40
第一节 化学反应速率	40
第二节 化学平衡	44
第六章 电解质溶液	53
第一节 强电解质和弱电解质	53
第二节 电离平衡	54
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	57
第四节 离子反应	60
第五节 盐的水解	62
第六节 缓冲溶液	64

必修二 有机化学基础	70
第七章 有机化合物概述	70
第一节 有机化合物	70
第二节 有机化合物的分类	73
第八章 烃	76
第一节 甲烷	76
第二节 烷烃	81
第三节 乙烯 烯烃	87
第四节 乙炔 炔烃	93
第五节 苯 芳香烃	97
第六节 石油的加工	102
第七节 煤的综合利用	104
第九章 烃的衍生物	110
第一节 溴乙烷 卤代烃	110
第二节 乙醇 醇类	114
第三节 苯酚 酚类	119
第四节 乙醛 醛类	124
第五节 乙酸 羧酸	129
第六节 乳酸 取代酸	134
第七节 乙酸乙酯 酯类	138
选修一 化学复习	144
第十章 初中化学复习	144
第一节 初中化学基本知识、理论	144
第二节 酸、碱、盐的通性	147
第三节 初中化学方程式总结	150
第四节 初中化学基本概念	153
选修二 化学与生活	155
第十一章 化学与饮食	155
第一节 生命的基础能源——糖类	155
第二节 重要的体内能源——油脂	165
第三节 生命的基础——蛋白质	169
第四节 维生素与微量元素	175
第十二章 完美的化学系统——人体	179
第一节 视觉	179
第二节 嗅觉	180

第三节	味觉·····	183
第四节	化学与精神生活·····	184
第十三章	化学与药物 ·····	187
第一节	普通药物·····	187
第二节	毒品和兴奋剂·····	195
第十四章	日常生活中的化学 ·····	198
第一节	表面活性剂·····	198
第二节	洗涤剂·····	202
第三节	化妆品·····	203
第四节	香料和香精·····	205
第五节	食品添加剂·····	208
化学实验	·····	210
实验一	化学实验基本操作·····	210
实验二	卤素·····	213
实验三	溶液的配制和稀释·····	214
实验四	电解质溶液·····	216
实验五	醇和酚的性质·····	218
实验六	醛和酮的性质·····	219
实验七	羧酸和油脂的化学性质·····	220
实验八	趣味实验·····	221
附录	·····	225
附录一	部分酸、碱、盐的溶解性表(20 ℃) ·····	225
附录二	国际单位制(SI)基本单位·····	226
附录三	常用法定计量单位及换算表·····	227
参考文献	·····	228

模块

必修一 无机化学基础

第一章

物质结构和元素周期律

学习目标



1. 会写 1~20 号原子结构示意图。
2. 学会应用元素周期表。
3. 理解元素性质的递变规律。
4. 知道离子键和共价键的特征及区别。
5. 会判断氧化剂和还原剂。

认识和理解物质的结构是掌握物质化学性质和化学反应规律的基础,学习元素周期律可以使化学知识系统化。在化学反应中,由于原子核不发生变化,只是原子间的结合方式发生了变化,所以要了解物质的化学性质和化学反应规律,必须首先了解原子的结构。

第一节 原子的结构

一、原子是什么样子的

(一) 原子的组成

科学实验证明:原子是由居于原子中心的带正电荷的原子核和核外绕核做高速运动的

电子构成的。

原子核又是由质子和中子构成的。原子核带正电荷,核外电子带负电荷。原子核所带的正电荷数和核外电子所带的负电荷数相等,整个原子显电中性。

构成原子的质子、中子和电子的基本物理数据见表 1-1。

表 1-1 构成原子的三种粒子的基本物理数据

原子的组成	原子核		电子
	质子	中子	
电性与电量	带一个单位正电荷	电中性	带一个单位负电荷
质量/kg	$1.672\ 6\times 10^{-27}$	$1.674\ 9\times 10^{-27}$	9.109×10^{-31}
相对质量	1.000 7	1.000 8	1/1 836

从表 1-1 我们可以看到,原子中各种粒子间存在下述关系:

(1) 原子核的核电荷数是由质子数决定的,原子是电中性的,所以核电荷数=核内质子数=核外电子数。

若按核电荷数由小到大的顺序给元素编号,得到的序号称为元素的原子序数。

显然,原子序数在数值上与该元素原子的核电荷数相等。

(2) 电子质量很小,仅为质子质量的 1/1 836。因此,原子的质量主要集中在原子核上。如果忽略电子的质量,并将质子和中子的相对质量取近似整数值为 1,则原子的相对质量就是质子数和中子数之和,为一整数,这个数值称为原子的质量数。它们的关系为:

原子质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)

若以 ${}^A_Z\text{X}$ 表示质量数为 A 、质子数为 Z 、中子数为 N 的原子,则:

$$\text{原子 } {}^A_Z\text{X} \begin{cases} \text{原子核} \begin{cases} \text{质子 } Z \text{ 个} \\ \text{中子 } (A-Z) \text{ 个} \end{cases} \\ \text{核外电子 } Z \text{ 个} \end{cases}$$

例如:已知钠元素原子的核电荷数为 11,质量数为 23。

则钠原子有 11 个质子,11 个电子和 12 个中子。

(二) 同位素

我们把具有相同核电荷数(即质子数)的一类原子总称为元素。有一些原子,它们的质子数相同,但是它们的中子数却不同。这种质子数相同而中子数不同的同种元素的不同原子互称为同位素。例如,氢元素有三种同位素,见表 1-2。

多数元素都有同位素。如碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 和 ${}^{14}_6\text{C}$ 等几种同位素,铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等多种同位素。同位素可以分成两类:具有放射性的称为放射性同位素,没有放射性的称为稳定同位素。氢元素中 ${}^1_1\text{H}$ 和 ${}^2_1\text{H}$ 是稳定同位素, ${}^3_1\text{H}$ 是放射性同位素。放射性同位素有广泛的应用,例如:用 ${}^{14}_6\text{C}$ 的含量测定文物或化石的年龄;用 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 作核反应堆的燃料;用 ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 射线深入组织、破坏癌细胞,治疗癌肿;利用 ${}^{131}_{53}\text{I}$ 被甲状腺吸收的量来确定甲状腺的功能;用 ${}^{32}_{15}\text{P}$ 鉴别乳腺肿瘤的良好与恶性等。

表 1-2 氢元素的同位素及其原子的组成

同位素名称	符号	原子核		核电荷数	质量数
		质子数	中子数		
氕(piē)	${}^1_1\text{H}$ 或 H	1	0	1	1
氘(dāo)	${}^2_1\text{H}$ 或 D	1	1	1	2
氚(chuān)	${}^3_1\text{H}$ 或 T	1	2	1	3

二、原子核外的电子是怎样排布的

原子中,原子核和电子之间相对来说是十分敞空的,电子就在核外这个敞空的区域中做高速运动。在含有多个电子的原子中,电子的能量有所不同,它们运动的区域也有所不同。通常,能量低的电子主要在距离原子核较近的区域运动,而能量较高的电子则主要出现在离核较远的区域。为了说明这种差异,我们通常用电子层这个概念。电子层用 n 表示, $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (或用 K, L, M, N, O, P, Q 表示)。 n 值越小,说明运动的区域离核越近,电子的能量越低;反之, n 值越大,则说明电子运动的区域离核越远,电子的能量越高。

电子的分层运动,又称核外电子的分层排布。科学实验表明,核外电子先排在 K 层; K 层排满后,排布 L 层; L 层排满后,排布 M 层……原子核外电子排布的规律可以归纳如下:

- (1) 各电子层最多容纳的电子数目为 $2n^2$ 个: K 层 2 个, L 层 8 个, M 层 18 个等。
- (2) 最外层的电子数目不超过 8 个(K 层为最外层时,不超过 2 个)。
- (3) 次外层的电子数目不超过 18 个。

表 1-3 列出了原子序数为 1 ~ 20 的元素原子核外电子排布的情况。

表 1-3 原子序数为 1 ~ 20 的元素原子核外电子排布

原子序数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数			
			K	L	M	N
1	氢	H	1			
2	氦	He	2			
3	锂	Li	2	1		
4	铍	Be	2	2		
5	硼	B	2	3		
6	碳	C	2	4		
7	氮	N	2	5		
8	氧	O	2	6		
9	氟	F	2	7		

续表 1-3

原子序数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数			
			K	L	M	N
10	氖	Ne	2	8		
11	钠	Na	2	8	1	
12	镁	Mg	2	8	2	
13	铝	Al	2	8	3	
14	硅	Si	2	8	4	
15	磷	P	2	8	5	
16	硫	S	2	8	6	
17	氯	Cl	2	8	7	
18	氩	Ar	2	8	8	
19	钾	K	2	8	8	1
20	钙	Ca	2	8	8	2



习题

写出 1 ~ 20 号元素原子结构示意图。

第二节 元素周期律和元素周期表

一、你知道元素的性质还有周期性的规律吗

为了认识元素之间的相互联系和内在规律,将原子序数为 3 ~ 18 的元素原子的有关数据和元素性质列入表 1-4。

比较表 1-4 中 3 ~ 10 号和 11 ~ 18 号元素性质的变化规律,可以找出两组元素之间性质的相似性。

表 1-4 3~18 号元素的有关数据和元素性质

原子序数	3	4	5	6	7	8	9	10
元素名称	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟	氖
元素符号	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
核外电子排布	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 1 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 2 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 3 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 4 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 5 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 6 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 7 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \\ \diagdown \diagup \end{array}$
原子半径 (pm*)	152	89	82	77	75	74	71	—
最高化合价 最低化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2	-1	0
金属性或 非金属性	活泼 金属	金属	不活泼 金属	非金属	活泼 非金属	很活泼 非金属	最活泼 非金属	稀有 气体
原子序数	11	12	13	14	15	16	17	18
元素名称	钠	镁	铝	硅	磷	硫	氯	氩
元素符号	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
核外电子排布	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 1 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 2 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 3 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 4 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 5 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 6 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 7 \\ \diagdown \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 8 \\ \diagdown \diagup \end{array}$
原子半径 (pm*)	186	160	143	117	110	102	99	—
最高化合价 最低化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0
金属性或 非金属性	活泼 金属	金属	不活泼 金属	非金属	活泼 非金属	活泼 非金属	很活泼 非金属	稀有 气体

* 注: $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

- (1) 最外层电子排布的周期性变化。
- (2) 原子半径的周期性变化。
- (3) 元素最高化合价的周期性变化。
- (4) 元素金属性和非金属性的周期性变化。

如果对 18 号以后的元素进行讨论,同样可以看到与前面 18 种元素相似的周期性变化规律。我们由此可以归纳出:元素性质随着原子序数的递增而呈现周期性变化,这种规律我们称为元素周期律。必须指出,元素性质的周期性变化是核外电子排布周期性变化的必然结果,即原子结构决定元素性质。

二、你是怎样认识元素周期表的

根据元素周期律,将已经确认的 118 种元素中电子层数目相同的元素,按原子序数递增的顺序从左到右排成横行;再将不同横行中最外层电子数相同的元素,按电子层递增的顺序从上到下排成纵行。这样得到的一个表,称作元素周期表。元素周期表是元素周期律的具体表现形式,它反映了元素之间相互联系的规律,是我们学习化学的重要工具。

(一) 周期

元素周期表有 7 个横行,即 7 个周期。具有相同的电子层数而又按原子序数递增的顺序排列的一系列元素,称为一个周期。周期的序数用 1,2,3,4,5,6,7 表示,周期的序数就是该周期元素原子具有的电子层数。各周期中元素的数目不一定相同,第 1,第 2,第 3 周期含元素数目较少,称为短周期;第 4,第 5,第 6 周期含元素数目较多,称为长周期;第 7 周期因还未填满,称为不完全周期。

为了不致使元素周期表太长,通常将最外层和次外层电子数基本相同、性质极其相似的第 6 周期和第 7 周期的部分元素,即镧系元素($_{57}\text{La} \sim _{71}\text{Lu}$)和锕系元素($_{89}\text{Ac} \sim _{103}\text{Lr}$)列在元素周期表的下方。

(二) 族

元素周期表的纵行称为族。元素周期表有 18 个纵行。除第 8,第 9,第 10 这 3 个纵行合并为一族外,其余 15 个纵行,每个纵行为一族。族又分主族和副族。由短周期元素和长周期元素共同构成的族称为主族;完全由长周期元素构成的族,称为副族。主族用 I A, II A, III A... VII A 表示;副族用 I B, II B, III B... VII B 表示。由第 8,第 9,第 10 这 3 个纵行合并形成的一族称为 VIII 族;第 18 纵行称为 0 族。0 族元素都是稀有气体元素,它们的化学性质非常不活泼,在通常情况下难以发生化学反应,化合价看作 0 价,因而称为 0 族。总之,元素周期表中有 7 个主族、7 个副族、1 个 VIII 族和 1 个 0 族。

主族元素是由短周期元素和长周期元素共同构成的,主族的序数就是该族元素原子的最外层电子数,也是该元素的最高正化合价的数值。



习 题

熟练说出 1~20 号元素所在的周期与族的序数。



阅读材料

门捷列夫与元素周期表

到目前为止,在元素周期表这座大厦里已经有 118 位主人找到了自己的家。元素周期表成为人们寻求新元素、研究元素性质时不可缺少的“武器”。但人们永远不会忘记编制出第一张周期表的人——俄国化学家门捷列夫。

在门捷列夫时代,没有任何原子结构的知识,已知元素只有 63 种,元素大家族的信息并不完整,而且当时公认的许多元素的相对原子质量和化合价都是错误的,确定元素的原子序数是一件十分困难的事情。门捷列夫通过阅读很多的化学论著,搜集大量的实验数据、实验方法和各种观点,通过对比元素的性质和相对原子质量的大小,重新测定了一些元素的相对原子质量,先后调整了 17 种元素的序列。例如,他确认应将铍的相对原子质量从 14 纠正为 9,使元素按相对原子质量递增的顺序 H-Li-B-C-N-Be-O-F 纠正为 H-Li-Be-B-C-N-O-F。经过调整,门捷列夫还发现每隔大约 7 个元素,就会出现性质十分相似的元素。也就是说化学元素按照相对原子质量的大小依次排列,元素的物理性质和化学性质出现周期性的变化,他把这个规律叫作“化学元素周期律”。元素周期律使人类认识到化学元素性质发生变化是由量变到质变的过程,把原来认为各种元素之间彼此孤立、互不相关的观点彻底打破了,使化学研究从只限于对无数个别的零星事实作无规律的罗列中摆脱出来,从而奠定了现代化学的基础。

1869 年,门捷列夫根据自己发现的元素周期律,编制了第一张元素周期表。他除了在表中以相对原子质量为序排列了当时已知的 63 种元素外,还大胆地预言了 11 种尚未发现的元素,为它们在相对原子质量序列中留下空位,并预言了它们的性质。同时,他并没有机械地完全按照当时测定的相对原子质量的大小排列,当他发现元素的相对原子质量与它在周期表中的位置不相符合的时候,他就根据元素的其他性质综合考虑,按照周期律大胆地改正了相对原子质量。如金在当时被公认的相对原子质量为 169.2,应排在铯、铷、铂之前,门捷列夫却坚持认为金应排在这三种元素的后面,他重新修订了这四种元素的相对原子质量,确定金的相对原子质量是 197.2。

第一张元素周期表是把周期竖排,把性质相似的族横排,但在 1871 年,他在重新发表的元素周期表中改变了排列方法,周期横排,族竖排,这种排列方法一直沿用到今天。在 1896 年前后,有许多稀有气体元素尚未被发现,因此,在周期表中未给这些迟来者留下房间。后来,人们陆续发现了氩、氦、氖等,门捷列夫尊重人们的实践,在周期表中补充了稀有气体元素族。

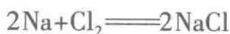
元素周期表是元素周期律的具体表现,这不仅反映了化学元素的自然规律,同时,也为人类认识自然提供了一个重要工具。现在的周期表虽然已经由原来的 9 纵行发展到了 18 纵行,将原来的族分别设立了主族和副族,但人们仍然亲切地称这座大厦为“门捷列夫元素周期表”。

第三节 什么是化学键

原子既然可以互相结合,原子之间必然存在着相互作用。化学键就是分子中相邻两个或多个原子(或离子)之间存在的较强烈的相互作用。根据相互作用的方式不同,化学键可以分为离子键、共价键等不同类型。

一、氯化钠是怎样生成的

金属钠与氯气反应,生成氯化钠:



由于钠原子最外层只有 1 个电子,参加化学反应时容易失去;氯原子最外层有 7 个电

子,参加化学反应时趋于得到1个电子,这样钠原子和氯原子的最外层都达到8个电子的稳定结构,即形成钠离子(Na^+)和氯离子(Cl^-)。钠离子与氯离子之间有静电吸引作用,还有电子与电子、原子核与原子核之间的相互排斥作用。

当两种离子接近到某一定距离时,吸引和排斥作用达到了平衡,于是阴离子、阳离子之间就形成稳定的化学键。

我们可以用电子式来表示氯化钠的生成过程:



像氯化钠这样,阴离子、阳离子间通过静电引力所形成的化学键称为**离子键**。活泼金属(如钾、钠、钙等)与活泼非金属(如氟、氯、氧等)化合时,易形成离子键。如氟化钙、氯化钾等。

像氯化钠、氟化钙等以离子键结合形成的化合物称为离子化合物。

二、两个氢原子是怎样结合生成氢气的

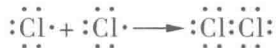
当非金属元素的原子彼此相遇时,由于都易获得电子,因此,原子间不可能以得失电子的方式来形成化学键。例如,氢分子的形成:



在形成氢分子的过程中电子不是从一个氢原子转移到另一个氢原子,而是在两个原子间共用两个电子,形成共用电子对在两核周围做高速运动,使每个氢原子都达到具有氦原子的稳定结构。

像氢分子这样,原子间通过共用电子对所形成的化学键,称为**共价键**。全部以共价键形成的化合物称为共价化合物。

Cl_2 的形成与 H_2 相似,两个氯原子共用一对电子,这样,每个氯原子都具有氩原子的稳定结构:



在化学上常用一根短横线表示一对共用电子。用这样的方法表示分子结构的式子,称为**结构式**。例如,氢分子的结构式表示为 $\text{H}-\text{H}$,氯分子的结构式表示为 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 。

非金属原子相互结合时,易形成共价键。例如, H_2 、 N_2 、 Cl_2 、 HCl 、 H_2O 、 NH_3 等都是由共价键形成的。

氯化氢分子的电子式和结构式为:



水分子的电子式和结构式为:



在以上讨论的共价键中,由同种原子形成的共价键,称为**非极性共价键**。 $\text{H}-\text{H}$ 键、

Cl—Cl 键都是非极性键。由不同种原子形成的共价键,称为极性共价键。如氯化氢分子中的 H—Cl、水分子中的 H—O 键、氨分子中的 H—N 键等都是极性共价键。

三、为什么冰会浮于液体之上

原来,冰浮于液体之上这种“反常”的现象和水在不同状态时的结构有着密切的关系。

水分子中氢原子和氧原子共用一对电子,氧原子吸引电子的能力较大,于是氧原子便带有部分负电荷,而氢原子则带有部分正电荷。在液态的时候,带正电荷的氢紧紧地被另一个水分子的氧原子吸着,见图 1-1,这种作用力小于化学键,它称为氢键。氢键是一种较特殊的分子间作用力,是由于与非金属性很强的元素原子(如氟、氧等)相结合的氢原子,和另一分子中非金属性很强的原子间所产生的引力而形成的。氢键可用简单的化学式 $X-H\cdots Y$ (虚线所示为氢键)表示。X:非金属性很强、原子半径小;Y:非金属性很强、原子半径小,外层有孤对电子。

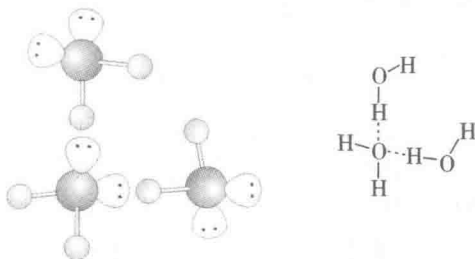


图 1-1 水分子中的氢键

当温度在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,水的分子排列得最密,所以水的密度最大。可是,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的时候,水开始凝结为冰。每一个水分子便会与另外的四个水分子通过氢键连接起来,形成一个环状(图 1-2)。

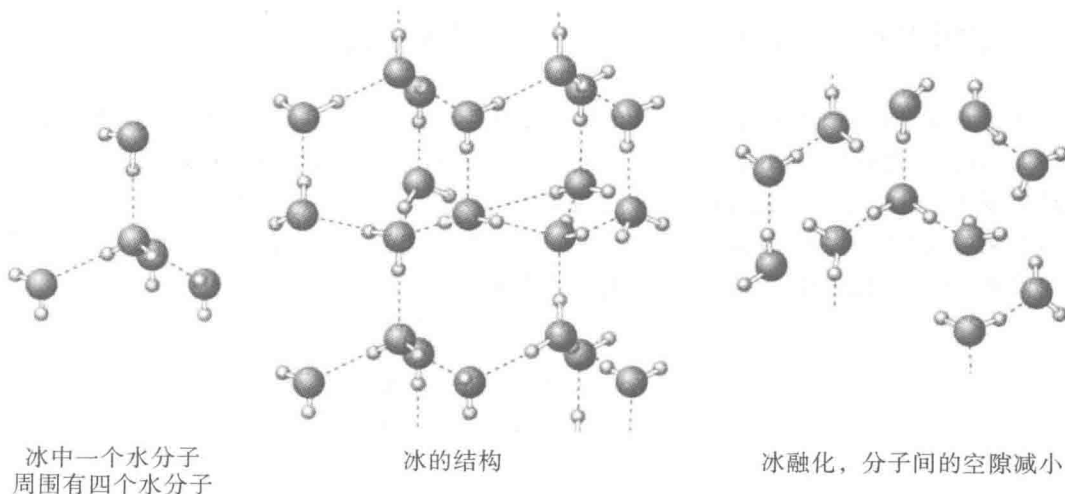


图 1-2 冰中的氢键