

Consumer
Chemistry

消费者化学

(新版)

高锦章 高原 刘惠涛 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

消费者化学

Consumer Chemistry

(新版)

高锦章 高原 刘惠涛 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是为高等院校非化学专业公共选修课编写的教材,分为上、下两篇。上篇用通俗的语言简要地介绍了化学基本常识,以高中化学知识为起点,逐步向上提升,接近大学一年级化学内容。考虑到文科学生的知识面,浅释时增加了生活中的比喻与实例。下篇介绍了与人类生存相关的化学常识,涉及环境、食品、医药、化妆品、洗涤剂、塑料、合成纤维、油漆与涂料等。因为今日化学已经站在自然学科的交汇口,渗透到人类生活的神经末梢。为了提高大学生的整体素质,也为了毕业后更好地工作,应该读一点化学。本书亦适合消费者浏览翻阅,因为身边处处有化学。

图书在版编目(CIP)数据

消费者化学 / 高锦章, 高原, 刘惠涛编著. —修订本.
—北京: 中国石化出版社, 2014. 7
ISBN 978 - 7 - 5114 - 2886 - 8

I. ①消… II. ①高… ②高… ③刘… III. ①化学 - 关系 - 社会生活 - 高等学校 - 教材 IV. ①06 - 05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 145803 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

710 × 1000 毫米 16 开本 12.5 印张 223 千字

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

定价: 32.00 元

前 言

《消费者化学》是为非化学专业大学生开设的一门公共选修课，初稿诞生于20世纪末，成书于2002年，由化学工业出版社出版发行。10余年的教学实践表明，大学生喜欢这门课，当代大学生确实需要了解更多的化学知识，为了丰富自己的生活，也为了毕业后更好地工作。今日化学已经站在自然学科的交汇口，渗透到人类生活的神经末梢。谈到各种污染，化学常被指指点点；享受美好生活，又怀着感恩的心去亲吻化学，从老年人口中的义齿到少妇脸上的面膜，从婴儿的奶嘴到奔月的玉兔与嫦娥，化学都在勤奋地工作，化学在打扮着世界万物，让明天更美好。正因为如此，本书亦适合于消费者浏览阅读。

本次修订将原《消费者化学》分为上、下两篇，上篇属于重写，用通俗的语言简要地介绍了化学基本常识，以高中化学知识为起点，逐步向上提升，接近大学一年级普通化学内容。考虑到文科学生的知识面，浅释时增加了一些类比，但比喻毕竟是比喻，绝对不能替代严格的科学论述，欲深入地理解化学，必须读一读化学专著。下篇是在上一版基础上进行精炼，压缩了多余的分子式与结构式，删除了累赘的图表，优化了内容，润色了文字，更适合消费者浏览与阅读。本次修订工作由高锦章(西北师范大学)、高原和刘惠涛(烟台大学)共同完成。

本书初稿由分析化学专业多位年轻教师和研究生泼墨绘就，我敬佩年轻人的开拓精神，初生牛犊不怕虎。十余年后，当我翘首眺望他们攀登的背影时，已是层林尽染、万山红遍、各领风骚、成绩斐然，心中十分欣慰。同时，也要感谢所有在分析化学专业学习过的博士和硕士研究生，大概数百名。感谢他们在校时的勤奋与合作，感谢他们毕业后对母校的牵挂与反哺，此情此景早已固化于心中。

高锦章

2013年12月9日于兰州
西北师范大学

目 录

上篇 化学浅说

第一章 原子、分子和物质	(2)
1.1 原子核外部的电子分布	(4)
1.2 八隅律的妙处	(5)
1.3 化学键	(7)
1.4 纯物质与混合物	(10)
第二章 元素周期表告诉我们什么?	(11)
2.1 如何读懂短元素周期表	(11)
2.2 如何读懂长元素周期表	(13)
2.3 周期律是元素周期表的灵魂	(15)
第三章 水溶液中的主要化学反应	(18)
3.1 溶液浓度的表示方法	(18)
3.2 溶解与电离	(19)
3.3 化学反应平衡状态通用表达式	(19)
3.4 酸碱中和反应	(20)
3.5 缓冲溶液	(23)
3.6 氧化还原反应	(24)
3.7 电池、电解与电镀	(30)
3.8 沉淀反应	(32)
3.9 络合反应	(34)
第四章 独树一帜的有机化学	(36)
4.1 烃类	(37)
4.2 烃类的衍生物——功能团的出现	(39)
4.3 高分子化合物	(41)
第五章 化学热力学与化学动力学	(44)
5.1 化学热力学	(45)
5.2 化学动力学	(49)

第六章 另类化学现象	(52)
6.1 元素周期表外面的两个家族——镧系与锕系	(52)
6.2 化学振荡现象	(54)
6.3 非法拉第电解	(57)

下篇 化学天地

第七章 空气与水——生命的符号	(60)
7.1 氧气与二氧化碳	(60)
7.2 碳、氧、氮在大气中的循环	(62)
7.3 二氧化碳的功与过	(64)
7.4 大气污染	(65)
7.5 什么是酸雨	(67)
7.6 氟里昂与南北两极上空的臭氧空洞	(68)
7.7 水——生命之源	(69)
7.8 水体中的微量元素	(72)
7.9 水污染及其危害	(77)
第八章 民以食为天——食品与化学	(79)
8.1 食品的主要化学成分	(79)
8.2 烹饪中的调味品	(89)
8.3 食品添加剂	(93)
第九章 药物与健康	(102)
9.1 化学为您延年益寿	(102)
9.2 大自然的恩赐——天然药物	(106)
9.3 化学合成药物——欲与天公试比高	(112)
9.4 病原微生物的克星——抗生素	(120)
第十章 琳琅满目的化妆品	(125)
10.1 皮肤与毛发的生理结构	(125)
10.2 皮肤用化妆品	(127)
10.3 毛发用化妆品	(137)
10.4 洁齿剂	(141)
第十一章 家中的好帮手——洗涤剂	(144)
11.1 洗涤剂的主要成分——表面活性剂	(144)

11.2	皂类洗涤剂·····	(148)
11.3	洗衣粉·····	(153)
11.4	液体洗涤剂·····	(156)
第十二章	塑料和合成纤维·····	(160)
12.1	合成高分子的结构和命名·····	(160)
12.2	塑料·····	(163)
12.3	合成纤维·····	(169)
第十三章	涂料与居室装修·····	(176)
13.1	功能各异的涂料·····	(176)
13.2	常用涂料的组成及特性·····	(179)
13.3	居室装修中使用的涂料·····	(186)
主要参考文献	·····	(191)



图 1-1 人物肖像

图 1-2 人物肖像

我们一向认为，只有那些具有高尚品德和丰富知识的人，才能成为社会的栋梁。但是，随着社会的发展，人们越来越重视个人的利益和欲望。在这种情况下，一些人为了达到自己的目的，不惜采取不正当的手段。这种行为不仅损害了社会的利益，也损害了个人的声誉。因此，我们呼吁大家树立正确的价值观，做一个有道德、有担当的人。只有这样，才能为社会做出更大的贡献。

III

上篇 化学浅说

化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学。而对于物质的定义又有广义与狭义之分，广义说“物质就是存在”，镜子是物质，镜子中存在的图像也是物质。对于化学而言，只研究镜子而从不过问镜子中存在的图像。从化学角度看，物质既具有质量又具有空间。我们生活在物质世界里，大自然的山川河流，我们的食品和衣物都是物质实体，就连我们的身躯，乃至呼吸的空气都属于物质。这么说来，化学研究的范围实在大，真是“化学无处不在处处在”。地球的形成、宇宙的变化都包含无数的化学反应。人类是自然界的一个组成部分，当然也是自然进化中的组成部分。化学现象的发生与存在先于人类，而人类发现和利用化学反应的时间亦久远。燃烧是一种氧化反应，人类学会使用火就意味着开始利用氧化还原反应为人类服务。火可用于清除大地上的杂草，驱逐黑暗，烹饪食物，乃至防御外敌。最终，人类学会了使用火烧制陶器、熔化矿石、精炼金属(图0-1、图0-2)，乃至欲炼制仙丹妙药等，在这方面我们的祖先并不逊于现代人。观察和利用化学现象的历史长河，不断地改善着人类的生存条件。照此推理，化学的历史的确悠久。实际上并非如此，因为作为一门自然科学必须要有坚实的理论基石与实验支撑。化学的真正形成应该在原子学说之后，距今只有两三百年的历史，当属一门高速前进中的年轻学科。



图0-1 古代冶金图



图0-2 现代冶金图

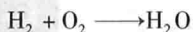
任何一门学科的出现、成长与完善都离不开人民大众的关注与支持，关注度越高发展越快。大众中只有少数人是从事某一学科研究的专家，多数人则是分享科学成果的消费者。对于专家，则要求掌握高深的理论；对于消费者而言，懂得一些科普常识足矣。人们天天都在照镜子，但多数人不知道镜子是如何制造出来

的。因此,将深奥的理论进行浅释是从事科学研究专家的责任。数学家华罗庚教授在宣讲黄金分割时,常常用烟头在叠好的纸条上烧个洞,展开后就叫“黄金分割”,以此来浅释其内涵。这是大师的风范,民众一看就懂,因为大多数人并不需要了解复杂的数学推导。

第一章 原子、分子和物质

构成物质的最小单位为分子,分子具有物质的化学性质。化学变化指的就是分子发生的变化;分子保持不变时,其他变化可视为物理变化。如水受热变成蒸汽、冷却后又能凝固成冰,但水分子没有变化,所以这些变化只能称为物理变化。氢气和氧气燃烧生成水,这叫化学变化,因为两种气体不复存在,转化成了液态水。同样,电解水(工业生产中为电解食盐水)可以生成氢气和氧气,这也叫化学变化。由此看来,化学就是研究分子变化的一门科学,通常所说从分子水平看问题就是这个意思。

分子是由原子组成的,而原子的变化不属于化学研究的范畴。化学变化指的是分子发生了变化,而原子没有变化。上面提到的水、氢气和氧气等都是物质实体,它们分别由水分子、氢分子和氧分子构成。虽然氢气和氧气燃烧生成了水,但氢原子和氧原子依然如故,可以用化学反应式(未平衡)示意如下:



在这个化学反应式中, H_2 、 O_2 和 H_2O 都是分子式,即 H_2 称氢分子、 O_2 称氧分子,而 H_2O 为水分子。仔细观察就会发现,氢分子(H_2)由两个相同的氢原子(H)组成,氧分子(O_2)由两个相同的氧原子(O)组成,而水分子(H_2O)却是由两种不同的原子(氢原子和氧原子)组成。为了区别这两类分子,前者称为单质,后者称为化合物。就是说,由相同元素原子组成的物质称为单质,顾名思义,单质就是由单纯一种元素原子组成的物质;化合物就是由两种或者两种以上元素原子组成的物质。

元素就是最基本的单元,是个笼统的名称,所有的原子统称为元素,如同所有的人种(黑人、白人、黄种人等)统称为“人”一样。当谈论具体化学反应时指的是特定的某一种或某一个原子,这时不再使用“元素”这一术语,因为“元素”还包括了同位素。原子核由质子和中子组成,加上核外电子就是总的原子质量,质子带正电荷,其数目与核外电子数相等,而中子只有质量,不带电荷,保持电中性。在元素周期表里排位时,是按照质子数的多少排序的,不考虑中子数。这

样一来,许多质子数相同而中子数不同的原子就只能挤在同一个座位里面,称之为同位素,如氢就有3种质量不同的同位素,即氢、氘和氚,如同三胞胎孪生兄弟,统称为氢元素。目前已知的元素数目为112个,且大多数元素都有同位素。但人们熟知且常见的元素并不太多,因为在地壳(含海洋和大气层)中氧、硅、铝、铁和钙5种元素的含量超过90%;在人体中氧、碳和氢3种元素的含量也超过90%。从这两个数字可以想像其他元素的含量较少乃至甚少,日常生活中人们经常谈及的元素不足20种。

每一种元素都有一个名字,但却没有统一的命名规则。因为化学元素是逐个被发现、逐步被认知的。发现者多用地名、人名、国家名称、神话中的人物、乃至元素的某些性质命名,毕竟发现者有优先命名权。如元素锶(Strontium)发现于苏格兰的Strontian地区,就以地方命名;元素钋(Polonium)是居里夫人用自己的祖国波兰(Poland)命名的;元素镎(Nobelium)是用伟大的化学家Nobel的名字命名的;元素钽(Tantalum)为希腊神话中的英雄Tantalus的名字;因为气体氯(Chlorine)显现绿色,而前缀“chlor-”就意味着“绿色”。根据常温常压下物质的存在状态,在汉语中元素名称可分为四大类:固体金属采用“钅”右偏旁,如钾、银、镁等;固体非金属与类金属采用“石”右偏旁,如硫、碘、硅等;气体采用“气”字头,如氧、氢、氮等;液体元素采用“水”偏旁,如溴和汞。

元素符号就是元素名字的缩写。由于发现者的语言不同,命名时多半采用自己的母语,在缩写时亦如此。近代合成或发现的元素,命名时多采用英语,而早期的元素命名依然通用。元素符号通常用1个英文大写字母或1个大写字母加上1个小写字母来表示。如氢的英文单词为Hydrogen,用第1个字母“H”作为氢的元素符号;氧的英文单词为Oxygen,就用“O”来代表氧的元素符号。化学元素周期表中有元素112个,而英文字母只有26个,用26个英文字母不可能表述112种化学元素,因而,大多数元素符号为两个字母,如铝的英文单词为Aluminum,铝的元素符号就取前面两个字母为“Al”;同样,钡Barium的元素符号为“Ba”。但钙和镉两个英文单词前面的两个字母相同,若钙Calcium取名为“Ca”,那么镉只好取第1和第3两个字母,即Cadmium缩写为“Cd”。元素符号中小写字母的取法讲究甚多,要经大家讨论商定才行,如锶(Strontium)不取“St”而取“Sr”,是因为“St”容易与其他缩写符号混淆。大多数元素符号来自英语单词缩写,少数符号保留了原来拉丁语的缩写,如,钠的英文单词为Sodium,但钠的元素符号却为“Na”,即取自拉丁语Natrium。类似的还有砷Antimony,元素符号“Sb”取自拉丁语Stibium;铜Copper的元素符号“Cu”取自Cuprum;金Gold的元素符号“Au”取自Aurum;铁Iron的元素符号“Fe”取自Ferrum;铅Lead的元素符号“Pb”取自Plumbum;汞Mercury的元素符号“Hg”取自Hydrargyrum;钾Potassium的元素符

号“K”取自 Kalium; 银 Silver 的元素符号“Ag”取自 Argentum; 锡 Tin 的元素符号“Sn”取自 Stannum 等。

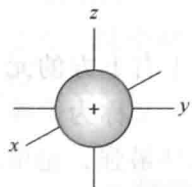
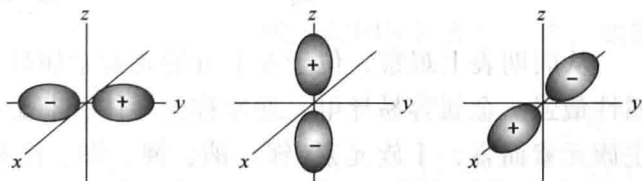
元素符号、分子式和化学反应式属于化学特有的语言, 如同五线谱是音乐的语言一样, 只要准确地写出化学反应式, 不用文字表述同行也能看懂。

1.1 原子核外部的电子分布

物质是由分子组成的, 而分子又是由原子组成的。人们不禁要问, 两个不同的电中性原子是如何形成分子的? 要回答这一问题, 还得先了解一点原子的电子结构知识, 特别是外层价电子结构。原子是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成, 由于原子核的正电荷与核外电子数相等, 整个原子显现电中性, 如果失去 1 个或几个价电子, 整个原子就会呈现正电性, 称为正离子或阳离子; 反之, 得到 1 个或几个价电子, 整个原子就会呈现负电性, 称为负离子或阴离子。由此看来, 化学变化的实质就是原子间的价电子转移。反过来说, 在化学反应中可以转移的电子称之为价电子, 因为电子转移后离子的价态会升高或降低。原子得失电子的数目有个最大限制, 就是 8 个电子, 通常称为“八隅律”。换句话说, 原子的最外层电子数达到 8 时其结构最稳定, 惰性气体最外层电子数就是 8。当然, 氦例外, 因为氦外层电子总数为 2, 也是十分稳定的电子结构。氢外层电子数为 1, 得到 1 个电子后就形成了与氦相同的外层电子稳定的结构。既然 8 电子外壳稳定, 在化学反应中所有原子都希望通过电子得失达到这种结构。

自然界的规律天衣无缝, 尽善尽美, 令人叹为观止。同性相斥、异性相吸是自然规律。原子核带正电荷, 电子带负电荷, 但原子核永远捕捉不到核外电子, 核外电子也脱离不了原子核的引力, 同时, 电子之间的斥力也要适度, 始终保持原子的电中性。原子的核外电子数少则一两个, 多则几十个, 乃至上百个。如此多的电子围绕着原子核高速运动, 而不发生任何交通事故, 必须要有精确的轨道设计和严格的制度相匹配, 这就是原子轨道。所谓原子轨道就是原子中电子走的路线, 如同城市中的街道一样。街道上的通行是按照行进速度快慢划分的, 如人行道、自行车道、机动车道和快车道等; 另一条规矩是靠右边走, 不能逆方向靠左边走。原子轨道是按照能量高低区分的, 在同一个电子壳层中轨道的能量顺序为 s 轨道 $< p$ 轨道 $< d$ 轨道 $< f$ 轨道……。每一个壳层中含有的电子轨道种类不同, 如 K 层只有 s 轨道, L 层含有 s 和 p 两种轨道, M 层含有 s 、 p 和 d 三种轨道, 而 N 层则含有 s 、 p 、 d 和 f 四种轨道, ……以此类推, 距离原子核越远, 轨道的能量越高。所谓壳层, 就是电子出现几率最高的地方, 如同用一条绳子系住一个

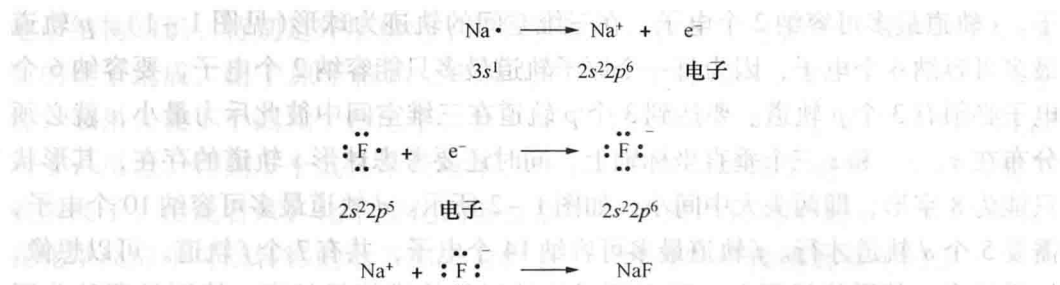
小球转动时,看到的不再是一个小球,而是一个圆环;电子在核外高速运动时也会留下这种轨迹,通常称为壳层,用 K 、 L 、 M 、 N ……等符号表示,其序号为 $K=1$ 、 $L=2$ 、 $M=3$ 、 $N=4$ ……等,且用来标记不同壳层中的原子轨道,如 $3s$ 、 $3p$ 和 $3d$ 分别表示位于第3层中的 s 、 p 和 d 轨道。请注意,不同壳层所含有的轨道亦不相同,如 K 壳层只含有1个 s 轨道,而 N 壳层可以有 s 、 p 、 d 和 f 四种不同类型的原子轨道,表示为 $4s$ 、 $4p$ 、 $4d$ 和 $4f$;另外,每一个原子轨道最多只能容纳2个电子,且必须自旋方向相反(所谓自旋,就是绕自身轴转动,如同地球绕太阳转动的同时自身也在转动一样),如 $4f$ 轨道在空间有不同方向、不同角度的7个 $4f$ 轨道,每个轨道最多可容纳2个电子,即 $4f$ 轨道总共可填充14个电子。 s 轨道最多可容纳2个电子,在三维空间的轨迹为球形(见图1-1)。 p 轨道最多可容纳6个电子,因为每一个原子轨道最多只能容纳2个电子,要容纳6个电子必须有3个 p 轨道。要达到3个 p 轨道在三维空间中彼此斥力最小,就必须分布在 x 、 y 、和 z 三个垂直坐标轴上,同时还要考虑球形 s 轨道的存在,其形状只能为8字形,即两头大中间小,如图1-2所示。 d 轨道最多可容纳10个电子,需要5个 d 轨道才行。 f 轨道最多可容纳14个电子,共有7个 f 轨道。可以想像,轨道越多,其形状越复杂,距离原子核越远的轨道能量越高,特别是那种非圆形、细长花瓣形轨道,其能量更高,甚至高于外层的 s 轨道。原子核每增加1个质子,必然核外要增加1个电子,电子首先填充最低能量轨道;相反,原子在失去电子时,总是先失去最高能量轨道上的电子,其能量高低顺序为 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f$ ……。在任何瞬间核外电子受到的引力、斥力以及离心力等必须处于最佳状态,否则,原子就不可能保持电中性。

图1-1 s 轨道在空间的轨迹图1-2 3个 p 轨道在空间的轨迹

1.2 八隅律的妙处

元素周期表有短表和长表之分,短表中有9个族,除0族和Ⅷ族外,Ⅰ至Ⅶ族又分为主族与副族。对于主族元素而言,其最外层价电子轨道只有 s 和 p 轨道,最大电子数为 $2+6=8$,与惰性气体最外层电子数相同(第1周期氢与氦例

外),也是最稳定的电子结构。为了达到八电子稳定结构,可通过得到电子或者失去电子的方式。俗话说水往低处流,那是因为能量越低越稳定,化学反应亦如是。原子失去或者得到电子都需要耗费能量,因而,也会选择少花钱多办事的原则,即最外层价电子数小于4时易失去电子,大于4时易得到电子以形成八电子稳定结构。现以钠与氟的反应为例,钠原子的外层电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$,最外层只有1个电子,失去1个电子就达到稳定的八电子结构 $2s^2 2p^6$;而氟原子的外层电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^5$,最外层有7个电子,再得到1个电子也能达到稳定的八电子结构 $2s^2 2p^6$,因而,两者化合时钠原子失去1个电子,氟原子得到1个电子,都达到了稳定的八电子结构。



又如原子序数为12的镁原子的核外电子排布为 $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2$,最外层有2个价电子,失去 $3s^2$ 上的2个电子后外层为 $2s^2 2p^6$ 八电子结构,也就是稳定的 Mg^{2+} ;对于原子序数为8的氧原子而言,其核外电子排布为 $1s^2, 2s^2 2p^4$,最外层有6个价电子,再得到2个电子也可形成八电子稳定结构,即 O^{2-} 。镁与氧的反应示意如下,



从周期表上观察,位于左下方的元素金属性最强,位于右上方的元素非金属性最强。金属容易导电,通常称为导体;非金属不导电,又称为绝缘体。就主族元素而言,I族元素(锂、钠、钾、铷、铯和钫)金属性最强,是电的良导体;VII族元素(氟、氯、溴、碘和砹)非金属性最强,对电而言是不良导体;处于两者中间的IV族元素(碳、硅、锗、锡和铅)其导电性能也应该位于两者之间,应称半导体。如果从锂到砹、从氟到钫画两条直线,其交点刚好落在IV族元素硅与锗的位置,而硅与锗的确是优良的半导体材料,这可能在八隅律的预料之中。除此之外,近年来又发现某些二元化合物,如硫化镉(CdS)、碲化镉(CdTe)、砷化镓(GaAs)、锑化镓(GaSb)、铟化镓(InSb)、磷化铟(InP)等也是良好的半导体材料。仔细观察发现,这是II-VI族组合与III-V族组合。二元化合物中的两个元素均处于IV族左右对称的两个族,可以直白地理解为

$(\text{II} + \text{VI})/2 = \text{IV}$, $(\text{III} + \text{V})/2 = \text{IV}$, 这似乎也在八隅律的预料之中。那么, 有没有 $(\text{I} + \text{VII})/2 = \text{IV}$ 型半导体二元化合物? 拭目以待! 当然, 专家对这种现象会有更精辟的理论解释, 但对于消费者来说, 这样理解或许更容易记住。

1.3 化学键

化学键是一种能够将原子束缚在一起形成分子的力。单个原子的价电子围绕着自己的原子核运转, 当两个原子各提供 1 个电子形成分子后, 这 1 对电子就必须围绕两个原子核运转, 也就是说, 这 1 对电子属于两个原子所共有, 此时的化学键称为共价键。如果两个原子相同, 如 N_2 、 O_2 、 F_2 等气体分子, 电子云呈“哑铃”形分布(图 1-3), 围绕两个核运动, 称为非极性共价键。请注意, 参与成键的只是外层价电子, 不参与成键的内层电子依然围绕自己的原子核运转, 因此, 哑铃两端的电子云密度必然高于中间部位, 这是正常现象。

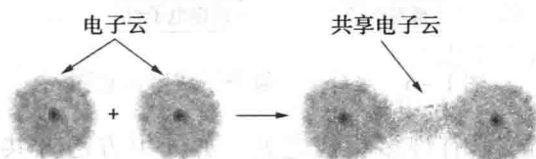


图 1-3 单个原子的电子云与形成分子后的哑铃形电子云

如果形成分子的两个原子不同, 如 HCl , 电子云不再对称分布(图 1-4), 而是一头大一头小, 分子出现极性, 称为极性共价键。很强的极性共价键就走向了离子键, 如氯化钠中的钠离子和氯离子。

电子在三维空间运转, 文字表述多有不便, 因此, 常用圆圈图代替之, 如氯与钠反应生成氯化钠(图 1-5)。

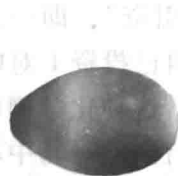


图 1-4 HCl 分子的电子云示意图

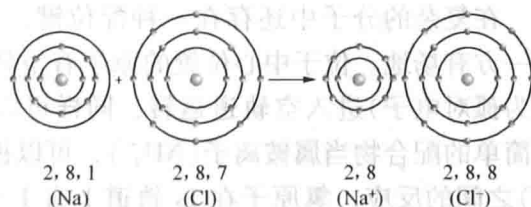


图 1-5 氯化钠分子形成示意图

圆圈中心为原子核, 依次向外为 K 、 L 、 M 、 N ……壳层。钠原子失去 M 层上的 1 个价电子后形成钠离子, 最外层为 8 个电子; 氯原子得到 1 个电子后生成氯离子, M 层电子数为 8 个, 结果是钠离子与氯离子都达到了稳定结构。由于只有

外层价电子参与成键, 内层电子结构有时也不画出。为了区分成键电子的来源, 分别用“×”和“·”表示不同原子中的电子, 如 H_2 、 O_2 、 N_2 、 Cl_2 、 HCl 等。



1 个“×”和 1 个“·”表示 1 个“成键”, 也可用“—”表示, 即 $\text{H}-\text{H}$ 、 $\text{O}=\text{O}$ 、 $\text{N}\equiv\text{N}$ 、 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 、 $\text{H}-\text{Cl}$ 等, “—”表示单键, “=”表示双键, “ $\equiv$ ”表示叁键。没有成键的外层电子对称为“孤对电子”, 如 H_2O 分子中氧原子上还有 2 对“·”, N_2 分子中两边的“××”和“··”都是“孤对电子”(图 1-6)。其实, 孤对电子并不甘于“孤独”, 在配位键和氢键中它们都有上乘之作。

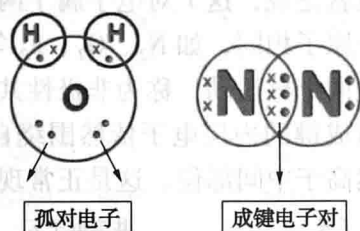


图 1-6 水分子、氮分子成键示意图

化学键与“合资企业”有许多相似之处, 如同甲方乙方共同投资创建的企业当属甲乙双方共同所有一样, 如果甲乙双方投资相等, 双方控股权相同; 如果甲乙双方投资不等, 控股权当属于投资多的一方; 如果一方将另一方的股份全部收购, 就变成了“独资企业”。化学键亦如是, 如果两个原子核对“共有”的 1 对电子吸引力相等, 分子不呈现极性, 此时的化学键称为非极性共价键; 如果两个原子核对“共有”的 1 对电子吸引力不等, 分子就呈现出极性, 此时的化学键称为极性共价键; 如果一个原子独占了这一对“共有”电子, 此时的化学键称为离子键, 即两个原子变成了 1 个正离子和 1 个负离子。

在复杂的分子中还存在一种配位键, 相当于“招商引资”, 即一方有资金, 另一方有场地。位于中心位置的原子有空轨道, 配位体自己投资 1 对电子(通常称为孤对电子)进入空轨道运转, 同样可以形成化学键, 这种化学键叫配位键。最简单的配合物当属铵离子(NH_4^+), 可以视为配体氨(中性分子)与中心离子(质子)之间的反应, 氢原子在 $1s$ 轨道上有 1 个价电子, 失去后变成了质子, 犹如“客走房空”一样, 客人虽然离去, 但房间仍在, 依然可以重新入住新客人。氨分子中刚好有 1 对未成键的“孤对电子”, 可入住质子的 $1s$ 轨道, 形成配位键, 如图 1-7 所示。可以看出, 在 NH_4^+ 中有 3 个正常化学键和 1 个配位键。

另一个例子是氨(NH_3)与氟化硼(BF_3)的反应(图 1-8)。

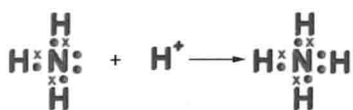


图 1-7 铵离子中的配位键



图 1-8 氨与三氟化硼的反应

因为硼的价电子层结构为 $2s^2 2p^1$ ，说明有空轨道，而氨分子中又有 1 对“孤对电子”，入住硼的空轨道之后就形成了配位键，两个中性分子形成了一个新的络合物(又称配合物)。配位化学是化学中的一个庞大分支，配合物数目数以万计，不胜枚举。

顺便说一句，“络合物”与“配合物”是一回事！在两个术语的使用上化学界存在分歧，多年来争论不休，互不相让，各有道理。其实汉语中“络合”与“配合”都有“协调”的意思，两个中性分子能结合在一起，的确需要“联络”、“配合”与“协调”。本书两个术语交互出现，只是想告诉消费者“不要为此劳神”。

共价键、离子键、配位键等化学键均发生在分子的内部，即两个原子核如何分享和管控 1 对电子，不管这对电子来自何方，这种化学键强度较大。在分子与分子之间也存在多种引力，常见的有氢键，顾名思义，这种引力与氢有关，如水、氟化氢和氨分子，可用通式 $\text{H}-\text{X}$ 表示，其中 X 为电负性很高的原子，如氟、氧和氮原子。在这些分子中电荷分布不均匀，氢原子上显现正电性，而氟、氧和氮原子上显现负电性，这里的“孤对电子”不甘孤独，主动向显现正电性的氢原子靠近，在相邻的分子之间就形成了 $\text{H}-\text{X} \cdots \text{H}-\text{X} \cdots \text{H}-\text{X}$ 链，这种分子间的引力称为氢键(示意于图 1-9)。当然，氢键的强度远低于正常的化学键，如同商场上签订的“意向协议”，若隐若现，“握握商家手，作个好朋友”。

氢键在人体内广为存在，如氨基酸、肽和蛋白质分子中都存在氢键，示意于图 1-10。

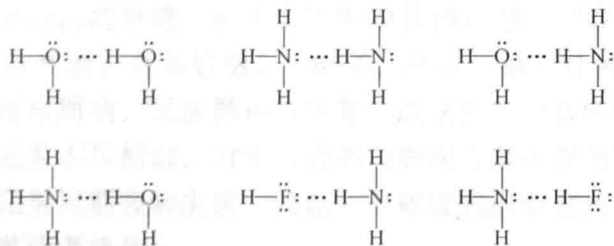


图 1-9 氢键示意图(水、氨和氟化氢)

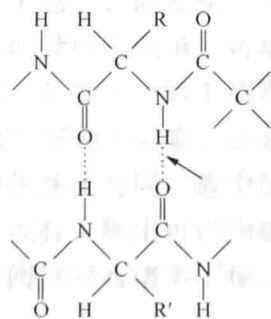


图 1-10 蛋白质中氢键示意图(箭头所指)

1.4 纯物质与混合物

物质是既具有质量又占有空间的实体。在探讨物质的性质之前,首先要区分纯物质和混合物,纯物质由单一物质构成,具有固定的结构式和理化性质;混合物则是由两种或两种以上不同物质混合而成,既没有固定的结构式也没有特征的理化性质。在研究物质性质时指的是纯物质而不是混合物,因为,只有纯物质的性质才是固定不变的,用其固定不变的性质才能反观物质。如纯水的结冰温度为 0°C ,而海水的结冰温度则低于 0°C ,因为海水中含有大量无机盐,且含盐量越高结冰温度越低,没有明确固定值。所以,不能用混合物去考察物质的真实性质。

物质是既具有质量又占有空间的实体。在探讨物质的性质之前,首先要区分纯物质和混合物,纯物质由单一物质构成,具有固定的结构式和理化性质;混合物则是由两种或两种以上不同物质混合而成,既没有固定的结构式也没有特征的理化性质。在研究物质性质时指的是纯物质而不是混合物,因为,只有纯物质的性质才是固定不变的,用其固定不变的性质才能反观物质。如纯水的结冰温度为 0°C ,而海水的结冰温度则低于 0°C ,因为海水中含有大量无机盐,且含盐量越高结冰温度越低,没有明确固定值。所以,不能用混合物去考察物质的真实性质。

物质是既具有质量又占有空间的实体。在探讨物质的性质之前,首先要区分纯物质和混合物,纯物质由单一物质构成,具有固定的结构式和理化性质;混合物则是由两种或两种以上不同物质混合而成,既没有固定的结构式也没有特征的理化性质。在研究物质性质时指的是纯物质而不是混合物,因为,只有纯物质的性质才是固定不变的,用其固定不变的性质才能反观物质。如纯水的结冰温度为 0°C ,而海水的结冰温度则低于 0°C ,因为海水中含有大量无机盐,且含盐量越高结冰温度越低,没有明确固定值。所以,不能用混合物去考察物质的真实性质。

物质是既具有质量又占有空间的实体。在探讨物质的性质之前,首先要区分纯物质和混合物,纯物质由单一物质构成,具有固定的结构式和理化性质;混合物则是由两种或两种以上不同物质混合而成,既没有固定的结构式也没有特征的理化性质。在研究物质性质时指的是纯物质而不是混合物,因为,只有纯物质的性质才是固定不变的,用其固定不变的性质才能反观物质。如纯水的结冰温度为 0°C ,而海水的结冰温度则低于 0°C ,因为海水中含有大量无机盐,且含盐量越高结冰温度越低,没有明确固定值。所以,不能用混合物去考察物质的真实性质。

(省略内容)图表示