

## 第三节

# 化学键

从元素周期表可以看出，到目前为止，已经发现的元素有一百多种。然而，由这一百多种元素的原子构成的物质已超过1亿种。那么，元素的原子之间通过什么作用形成如此丰富的物质呢？

### 一、离子键

氯化钠是我们熟悉的物质。从原子结构的角度来看，钠原子和氯原子是怎样形成氯化钠的呢？

根据钠原子和氯原子的核外电子排布，钠原子要达到8电子的稳定结构，就需失去1个电子；而氯原子要达到8电子稳定结构则需获得1个电子。钠与氯气反应时，钠原子的最外电子层上的1个电子转移到氯原子的最外电子层上，形成带正电荷的钠离子和带负电荷的氯离子。带相反电荷的钠离子和氯离子，通过静电作用结合在一起，从而形成与单质钠和氯气性质完全不同的氯化钠。人们把这种带相反电荷离子之间的相互作用叫做**离子键**。

像氯化钠这样，由离子键构成的化合物叫做离子化合物。例如，KCl、MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub>、ZnSO<sub>4</sub>、NaOH等都是离子化合物。通常，活泼金属与活泼非金属形成离子化合物。

离子化合物的形成，可以用电子式表示，如氯化钠的形成过程可表示为：



离子键 ionic bond



#### 资料卡片

##### 电子式

为方便起见，我们在元素符号周围用“·”或“×”来表示原子的最外层电子（价电子）。这种式子叫做电子式。例如：



## 二、共价键

你也许会问：为什么2个氢原子结合成氢分子，2个氯原子结合成氯分子，而不是3个、4个呢？为什么1个氢原子和1个氯原子结合成氯化氢分子，而不是以其他的个数比相结合呢？

### 提示

在化学上，常用一根短线“—”表示1对共用电子，如氯分子可以表示为Cl—Cl。这种图示叫做结构式。

我们以氯原子为例来分析氯分子的形成过程。

氯原子的最外层有7个电子，要达到8电子稳定结构，都需要获得1个电子，所以氯原子间难以发生电子的得失。如果2个氯原子各提供1个电子，形成共用电子对，2个氯原子就都形成了8电子稳定结构：



像氯分子这样，原子间通过共用电子对所形成的相互作用叫做**共价键**。

共价键 covalent bond




不同种非金属元素化合时，它们的原子之间也能形成共价键。例如，HCl的形成过程可用下式表示：

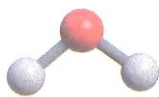
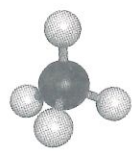


像HCl这样，以共用电子对形成分子的化合物叫做共价化合物。例如，H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>等都是共价化合物。

分子具有一定的空间结构，如CO<sub>2</sub>是直线形，H<sub>2</sub>O呈V形，CH<sub>4</sub>呈正四面体形等。通过现代实验手段（如X射线衍射法等）可以测定某些分子的结构。

表 4-6 以共价键形成的分子及其结构

分子	电子式	结构式	分子结构模型
H <sub>2</sub>	H×H	H—H	
HCl	H× $\ddot{\text{Cl}}$ :	H—Cl	
CO <sub>2</sub>	: $\ddot{\text{O}}$ :×C×: $\ddot{\text{O}}$ :	O=C=O	

分子	电子式	结构式	分子结构模型
H <sub>2</sub> O	$\text{H} \times \ddot{\text{O}} \times \text{H}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
CH <sub>4</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \times \\ \text{H} \times \text{C} \times \text{H} \\ \times \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	

在H<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>这样的单质分子中，由同种原子形成共价键，两个原子吸引电子的能力相同，共用电子对不偏向任何一个原子，成键的原子因此而不显电性，这样的共价键叫做非极性共价键，简称非极性键。在化合物分子中，不同种原子形成共价键时，因为原子吸引电子的能力不同，共用电子对偏向吸引电子能力强的一方，所以吸引电子能力强的原子一方显负电性，吸引电子能力弱的原子一方显正电性。例如，HCl分子中，Cl吸引电子的能力比H强，共用电子对偏向Cl一方，Cl一方相对显负电性，H一方则相对显正电性。像这样共用电子对偏移的共价键叫做极性共价键，简称极性键。H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>中的共价键也是极性键。

我们知道，原子结合成分子时存在着相互作用。这种作用存在于分子内相邻原子之间，也存在于非直接相邻的原子之间，而相邻原子之间的相互作用比较强烈。我们把这种相邻的原子之间强烈的相互作用叫做**化学键**。

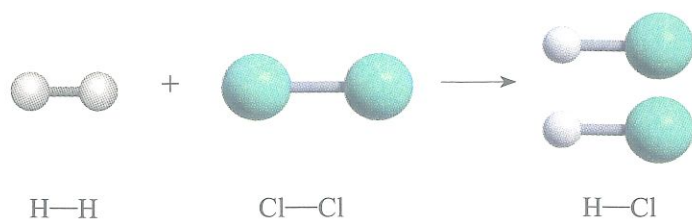
化学键的形成与原子结构有关，它主要通过原子的价电子的转移来实现。一般的化学物质主要由离子键或共价键结合而成。

化学键 chemical bond

表面上看，化学反应是反应物中的原子重新组合为产物分子的一种过程。其实，在化学反应过程中，包含着反应物分子内化学键的断裂和产物分子中化学键的形成。如果用化学键的观点来解释H<sub>2</sub>与Cl<sub>2</sub>反应的过程，可以把它想象为以下两个步骤：H<sub>2</sub>和Cl<sub>2</sub>中的化学键（旧化学键）断裂，生成H和Cl；H和Cl结合成HCl，形成了H和Cl之间



的化学键H—Cl(新化学键)。



分析其他化学反应,可以得出类似的结论。研究证实,化学反应的过程,本质上就是旧化学键断裂和新化学键形成的过程。

## 资料卡片

### 分子间作用力

我们知道,分子内相邻的原子之间存在着化学键。实际上,分子之间还存在一种把分子聚集在一起的作用力,叫做分子间作用力。荷兰物理学家范德华(J.D.van der Waals, 1837—1923)最早研究分子间作用力,所以最初也将分子间作用力称为范德华力。范德华力比化学键弱得多,对物质的熔点、沸点等有影响。 $\text{NH}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 等气体在降低温度、增大压强时能凝结成液态或固态,就是由于存在范德华力。

分子间形成的氢键也是一种分子间作用力,它比化学键弱,但比范德华力强。氢键会

使物质的熔点和沸点升高,这是因为固体熔化或液体汽化时必须破坏分子间的氢键,消耗较多能量。

水在液态时,除了单个水分子,还有几个水分子通过氢键结合而形成的缔合水分子 $(\text{H}_2\text{O})_n$ 存在。在固态水(冰)中水分子间以氢键结合成排列规整的晶体。由于冰的结构中有空隙,造成体积膨胀、密度减小至低于液态水的密度,所以冰会浮在水面上。氢键在生命现象中也起着重要的作用,如DNA的结构和生理活性都与氢键的作用有关等。