

高中化学·

自学与自测

(第二册)

石家庄市教育局教研室 编
化学教学中心组

河北教育出版社

高中化学

自学与自测

(第二册)

石家庄市教育局教研室
化学教学中心组 编

河北教育出版社

责任编辑：李连保

封面设计：李彦彬

高中化学
自学与自测
(第二册)

石家庄市教育局教研室 编
化学教学中心组

河北教育出版社出版 (石家庄市北马路45号)
河北新华印刷一厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/32 6.75印张 143,000字 印数：1—90,300 1987年8月第1版
1987年8月第1次印刷 统一书号：7509·72 定价：1.05元

前 言

《高中化学自学与自测》丛书是为已学过初中化学的自学青年和在校高中学生编写的自学参考书。丛书重点讲述高中化学的基本概念和基本理论，注意揭示知识的内在联系，总结化学基本规律，并详尽地分析知识的重点和难点内容。编写的最终目的是，帮助读者提高自学能力，系统地学习、并掌握高中化学的基础知识，提高分析问题和解决问题的能力。丛书共分三册，分别对应高中化学教材（甲种本）第一、第二和第三册的内容。

本册内容包括化学键和分子结构、氮族、化学反应速度和化学平衡、硅、胶体、电解质溶液及镁铝等。每一节后都设有“思考与练习”，以帮助读者复习巩固本节所讲基本内容；每章后都有二组“自测题”，目的是让读者自我检查该章内容学习和掌握的情况；全书后备有一组“总复习自测题”。书末附有“思考与练习参考答案”和“自测题参考答案”。

参加本书编写工作的有：王增强、范相武、王铁铮、史润棠、李天民、庞玉贞、徐必成、李杰、谢高媛和曹凤玲。编写工作由胡立民、宋廷学、陈廷煜主持，并负责初稿的修改工作，最后由胡立民审定。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和欠妥之处，恳望广大读者批评指正。

编 者

1986年8月

目 录

第一章 化学键和分子结构	(1)
第一节 离子键	(1)
第二节 共价键	(4)
第三节 非极性分子和极性分子	(8)
第四节 分子间作用力	(12)
第五节 氢键	(13)
第二章 氮族	(21)
第一节 氮族元素	(21)
第二节 氮气	(23)
第三节 氨 铵盐	(24)
第四节 硝酸的工业制法	(29)
第五节 硝酸 硝酸盐	(33)
第六节 氧化-还原反应方程式的配平	(39)
第七节 磷 磷酸 磷酸盐	(41)
第三章 化学反应速度和化学平衡	(50)
第一节 化学反应速度	(50)
第二节 化学平衡	(53)
第三节 影响化学平衡的条件	(59)
第四节 合成氨工业	(63)
第四章 硅 胶体	(74)
第一节 碳族元素	(74)
第二节 硅及其重要的化合物	(80)
第三节 硅酸盐工业简述	(83)

第四节	胶体	(85)
第五章	电解质溶液	(96)
第一节	强电解质和弱电解质	(96)
第二节	电离度和电离常数	(99)
第三节	水的电离和溶液的 pH 值	(103)
第四节	盐类的水解	(109)
第五节	酸碱的当量浓度	(114)
第六节	酸和碱的中和反应	(119)
第七节	原电池 金属的腐蚀和防护	(121)
第八节	电解和电镀	(127)
第六章	镁 铝	(138)
第一节	金属键	(138)
第二节	镁和铝的性质	(139)
第三节	镁和铝的重要化合物 铝的冶炼	(142)
第四节	硬水及其软化	(148)
总复习自测题	(158)	
思考与练习参考答案	(166)	
自测题参考答案	(180)	

第一章

化学键和分子结构

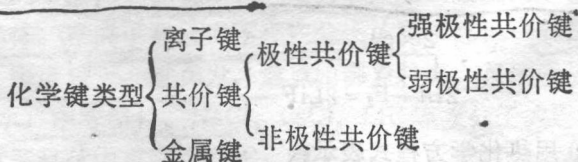
分子是由原子组成的。那么，原子是怎样结合成分子的呢？为什么氢分子是由两个氢原子组成而不是由三个氢原子组成呢？为什么有的物质熔点高、硬度大、难液化，而有的物质熔点低，硬度小、易液化呢？如此等等。

为了解决上面提出的问题，本章在掌握原子结构、元素周期律等知识的基础上，要进一步学习以下内容。

1. 化学键（离子键、共价键、配位键）、分子结构等知识；
2. 分子间的作用力（范德华力、氢键）；
3. 晶体类型及其与物质性质（熔点、沸点、硬度等）的关系。

第一节 离子键

分子是由原子组成的。所以分子中相邻的原子间必然存在着相互作用，在化学上把这种相邻的两个或多个原子间强烈的相互作用叫做化学键。



一、离子键 (电价键)

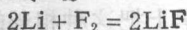
1. 离子的形成

惰性气体原子彼此不能结合成分子，是由于它们具有稳定的电子层结构。而其它元素的原子都未达到稳定的电子层结构，但是它们都有达到稳定结构的倾向。一般地说，最外层电子数小于4的活泼金属（如IA、IIA族）元素原子易失去最外层电子达到稳定结构。而活泼非金属（如VIA、VIIA族）元素原子易获得电子达到稳定结构。例如，锂原子最外层有一个电子，而氟原子最外层有七个电子，当这两种元素的原子结合时，锂原子最外层上的一个电子转移到氟原子的最外层上，双方都达到稳定结构。当锂原子失去一个电子后，就形成带有一个单位正电荷的阳离子(Li^+)；氟原子得到一个电子后，就形成带有一个单位负电荷的阴离子(F^-)。因而锂离子和氟离子之间存在着静电引力，同时两原子核之间及它们的电子之间又存在着斥力，当引力和斥力达到平衡时，就形成氟化锂的分子。这种由阴阳离子间通过静电作用所形成的化学键，叫做离子键。

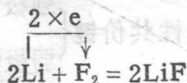
2. 离子键形成的表示方法

以LiF为例：

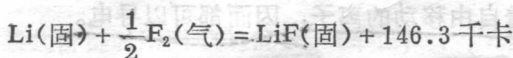
(1) 用化学方程式表示：



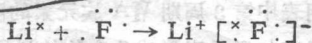
(2) 用氧化-还原方程式表示：



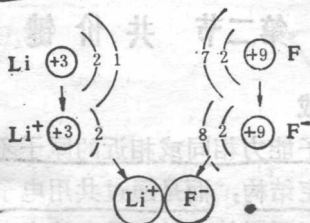
(3) 用热化学方程式表示：



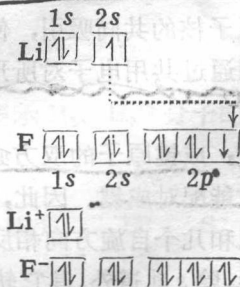
(4) 用电子式表示:



(5) 用原子结构示意图表示:



(6) 用轨道表示式表示:



3. 离子晶体

离子晶体的微粒是阴、阳离子，它们通过离子键而结合成晶体。在离子晶体中不存在分子。离子晶体一般都具有硬度、密度较大，难挥发，熔点和沸点较高，易溶于极性溶剂（如水）中等特性。NaCl、CsCl、LiF等“分子式”都只表示离子晶体中离子个数比。离子晶体在水溶液或熔化状态下

都存在着自由移动的离子，因而都可以导电。

思考与练习

写出位于元素周期表中第3周期ⅦA族元素的阴离子的电子排布式，并用电子式表示它与镁元素形成化合物的过程。

第二节 共价键

一、共价键的形成

两个吸引电子能力相同或相近的原子不是通过得失电子来达到各自的稳定结构，而是通过共用电子对来达到稳定结构。例如，两个氯原子结合时，是各给出一个电子，形成共用电子对（这对电子自旋方向必须相反），达到各自的稳定结构。这对电子受两个氯原子核的共同吸引，使两个氯原子结合在一起。象这种原子间通过共用电子对所形成的化学键叫做共价键。

形成共价键的条件是：成键原子的双方必须有未成对的且自旋方向相反的电子才能配对成键。因此，一个原子有几个未成对的电子，就可以和几个自旋方向相反的电子配对成键。所以共价键有饱和性。除s轨道外，其它轨道电子云都具有一定的伸展方向，在形成共价键时，尽可能沿着电子云密度最大的方向形成稳定的共价键。所以共价键有方向性。

描述共价键或分子结构，常使用键长、键能、键角等概念。

键长——两个成键的原子核间的平均距离。

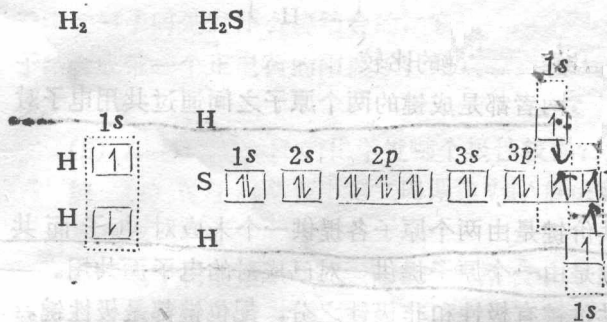
键能——形成1摩尔某共价键时所释放出的能量，或拆

开 1 摩尔某共价键时所吸收的能量。(单位: 千卡/摩尔)

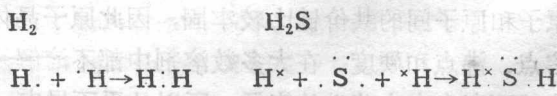
键角——分子中键和键之间的夹角。

利用键能数据可以计算反应热, 利用键角和键长数据可以判断分子的几何构型。

用轨道表示式表示 H_2 、 H_2S 分子的形成过程:



用电子式表示 H_2 、 H_2S 分子的形成过程:



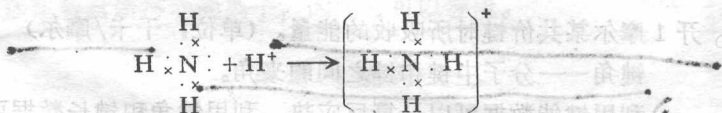
二、配位键

1. 概念: 配位键是一种特殊的共价键。共用电子对是由一个原子单方面提供而跟另一个原子共用的共价键。

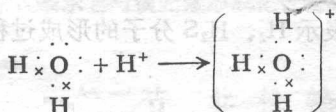
2. 形成的条件: ①一方的原子能提供孤对电子, 如 N、O、F; ②另一方的原子具有空轨道, 如 H^+ 。

用电子式表示:

例如 NH_4^+ 、 H_3O^+ 。



四个 H—N 的键长、键能、键角都是一样的。



3. 配位键与共价键的比较

相同点：两者都是成键的两个原子之间通过共用电子对结合的。

不同点：

(1) 共价键是由两个原子各提供一个未成对电子而共用。配位键是由一个原子提供一对已成对的电子而共用。

(2) 共价键有极性和非极性之分，配位键都是极性键。

三、原子晶体

原子晶体的微粒是中性原子，它们靠共价键结合成晶体。由于原子和原子间的共价键比较牢固，因此原子晶体具有较高的熔点、沸点和硬度，在大多数溶剂中都不溶解，这种晶体熔化后不存在自由移动的离子，所以几乎不导电。例如金刚石、二氧化硅等。

【例题】有 A、B、C、D 四种元素：

A 元素位于元素周期表中第二周期 VIIA 族；

B 元素的外围电子构型是 $3s^2 3p^4$ ；

C 元素的带一个正电荷的阳离子电子层结构和氖原子的电子层结构相同；

D 元素原子核内有 7 个质子。

(1) 根据以上条件, 写出 A、B、C、D 元素的名称及符号。

(2) 用电子式表示 B 和 C 形成化合物的过程。此化合物的晶体是什么类型的晶体?

(3) 用轨道表示式表示 A 元素的单质。

(4) 写出 D 元素与氢元素结合成化合物的分子式, 此分子中的原子间是以什么键结合的, 它又以什么键可以和氢离子结合成带一个正电荷的阳离子? 用电子式表示其形成的过程。

(5) A—H、D—H 的化学键哪个极性较强? 为什么?

解 (1) 位于周期表中第二周期第 VIIA 族的是氟, 所以 A 元素是氟 (F)。

外围电子构型是 $3s^2 3p^4$, 元素在周期表中第 3 周期 VIA 族是硫, 所以 B 元素是硫 (S)。

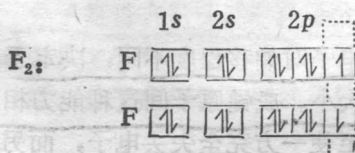
带一个正电荷的阳离子, 电子层结构是 $1s^2 2s^2 2p^6$, 这是钠元素, 所以 C 元素是钠 (Na)。

原子核内有 7 个质子, 它的原子序数就是 7。所以, D 元素是周期表中第 7 号元素 (N)。

(2) B 元素是硫、C 元素是钠, 形成的化合物就是硫化钠, 属于离子晶体。

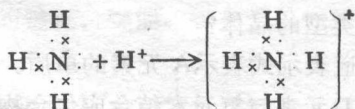


(3) A 元素是氟, 单质是 F_2 。



(4) D 元素是氮 (N)。

氮氢化合物的分子式是 NH_3 , N—H 键是极性共价键。
 NH_3 以配位键与 H^+ 结合成 NH_4^+ 。



(5) F—H 键的极性大于 N—H 键的极性, 因为 F 的电负性大于 N 的电负性。

思考与练习

1. 写出下列物质的电子式, 并指出化学键的类型, 并按它们的键的极性由大到小的顺序排列起来: KCl 、 CO_2 、 Br_2 、 HF 。

2. 用轨道表示式表示 NaF 、 HF 的形成过程。

3. 用电子式表示 Br_2 、 HBr 的形成过程。

4. 写出下列微粒的结构式。

(1) NH_4^+ (2) H_3O^+ (3) HNO_3 (4) H_2SO_4 (5) H_2CO_3

5. 根据键能数据: H_2 —104.2 千卡/摩尔、 N_2 —226.8 千卡/摩尔、N—H—93.4 千卡/摩尔, 计算合成氨的反应是吸热反应还是放热反应, 能量变化值是多少?

6. 列表说明共价键和配位键异同点以及形成的条件。

第三节 非极性分子和极性分子

一、键的极性

共价键的极性主要是电子对偏移程度不同, 决定于成键的两原子吸引电子能力的大小。成键原子间这种能力相差越大, 键的极性就越强; 甚至使一方完全失去电子, 而另一方

得到电子，形成离子键。但是，共价键和离子键之间也没有严格的界线。

表 3-1

结 构	电子偏移程度 (转移程度)		键的极性
$\text{Cl} : \text{Cl} :$	共用电子对不偏移	成键原子不显电性	非极性共价键
$\text{H} \times \text{Cl} :$	共用电子对偏离一方	偏移的一方带负电	极性共价键
$\text{Na}^+ \left[\text{Cl} : \right]^-$	成键的原子一方失去电子，另一方接受电子	接受电子的一方带负电	离子键

二、非极性分子和极性分子

我们已经知道，两个氯原子以共用电子对形成氯分子时，电子对不偏移，分子内电荷分布对称，分子内没有显正、负电性的部分，这样的分子叫做非极性分子。

当氯原子和氢原子形成氯化氢分子时，由于氯原子吸引电子对的能力比氢原子强，所以共用电子对偏向氯原子，使氯原子显负电性，氢原子显正电性，在分子中形成正、负两极。在这种分子内，电荷分布不对称，分子内有部分显正电性，部分显负电性的分子叫做极性分子。

分子是否有极性，取决于分子内电荷分布的对称与否。这是由化学键和分子空间构型所决定的。

三、分子的极性、键的极性和分子构型的关系 (如表 3-2)

表 3-2

分子种类	键的极性	分子空间构型	分子的极性
双原子分子 A_2 如: Cl_2	$Cl-Cl$ 非极性键	直线型(对称)	非极性分子
双原子分子 AB 如: HF	$H-F$ 极性键	直线型(不对称)	极性分子
三原子分子 AB_2 如: CO_2	$C=O$ 极性键	直线型(对称)	非极性分子
三原子分子 A_2B 如: H_2S	$S-H$ 极性键	折线型(不对称)	极性分子
四原子分子 AB_3 如: BF_3	$B-F$ 极性键	平面三角形(对称)	非极性分子
四原子分子 AB_3 如: NH_3	$N-H$ 极性键	三角锥型(不对称)	极性分子
五原子分子 AB_4 如: CH_4	$C-H$ 极性键	正四面体型(对称)	非极性分子

四、电负性

为了说明共价键的极性，下面我们引入一种叫做电负性的概念。

分子中两个成键原子吸引电子的能力的大小（也就是一种原子对共价键中电子对所表现出的吸引能力）叫做电负性，通常用符号 X 表示。非金属元素的原子夺取电子的本领大于金属元素的原子。但是非金属元素之间，金属元素之间这种本领也有差异。锂（Li）的电负性为1.0，氟（F）的电负性最大为4.0；铯（Cs）的电负性最小为0.7等等。金属的电负性一般在2.0以下；非金属的电负性一般在2.0以上。电负性是一种原子对它外层电子吸引力的一种衡量尺度，但它不是一个很确切的概念，只能用来作定性的估计。

共价键的极性大小，通常根据成键原子的电负性的数值就可以大致判断出来。如果成键的两个原子的电负性相等，如 $H-H$ 、 $Cl-Cl$ ，形成的键就是非极性共价键，两个原子电负性相差不很大时，如 H 原子的电负性为2.1， Cl 原子的电负性为3.0相差0.9，就形成了 $H-Cl$ 极性共价键，两个原子的电负性相差很大时，如 Na 原子电负性为0.9和 Cl 原子电负性差值是2.1，它们之间形成离子键。

思考与练习

1. 由非极性键形成的分子一定是非极性分子，由极性键形成的分子一定是极性分子。这种说法对不对，为什么？

2. 下列物质中，具有极性键的极性分子是 H_2O ，具有极性键的非极性分子是 CO_2 ，只具有离子键的离子晶体是 $NaCl$ ，既有离子键又有共价键、配位键的离子晶体是 Na_2CO_3 。