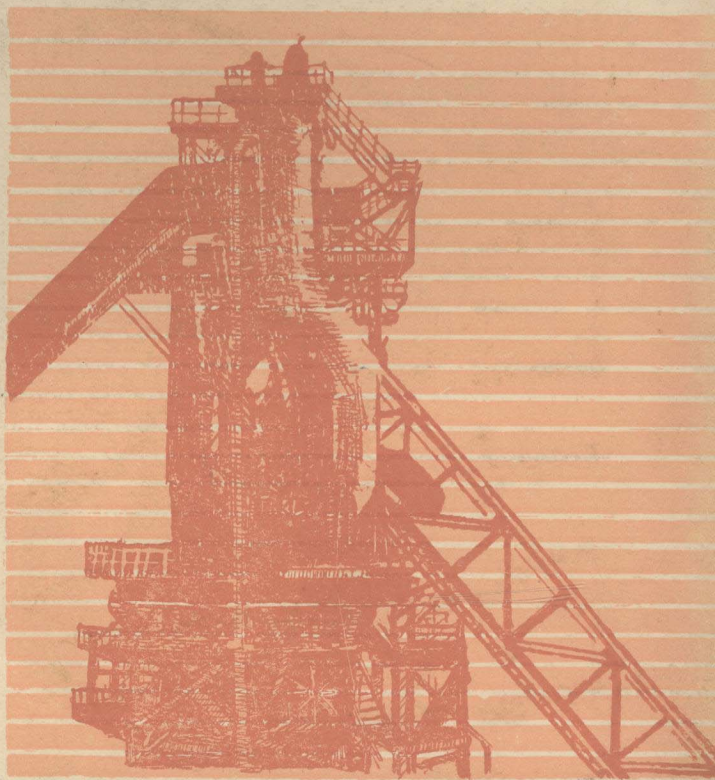


广州市中学课本

化 学

HUAXUE



高中一年级

目 录

第一章 物质结构与元素周期表	(1)
第一节 化学键与分子结构.....	(1)
第二节 氧化—还原反应.....	(9)
第三节 元素周期律.....	(13)
第四节 元素周期表.....	(16)
第二章 化学平衡 合成氨	(26)
第一节 我国氮肥工业的蓬勃发展.....	(26)
第二节 氨的性质和用途.....	(28)
第三节 化学平衡.....	(32)
第四节 合成氨.....	(39)
阅读资料 化工单元操作.....	(43)
第三章 电化学初步知识	(46)
第一节 强电解质和弱电解质.....	(46)
第二节 离子反应.....	(49)
第三节 盐类的水解.....	(53)
第四节 电解.....	(57)
第五节 电镀.....	(61)

第四章 钢铁 铝…………… (66)

- 第一节 在毛主席革命路线指引下,多快好省地
发展我国钢铁工业…………… (66)
- 第二节 铁和铁的合金…………… (70)
- 第三节 炼铁…………… (75)
- 第四节 炼钢…………… (80)
- 第五节 钢铁的腐蚀及防护…………… (84)
- 第六节 铝…………… (89)

学生实验

- 实验一 离子反应 盐类的水解…………… (95)
- 实验二 电解食盐水溶液…………… (95)
- 实验三 无氰镀锌…………… (96)
- 实验四 利用废铁和废硫酸制取硫酸亚铁…………… (97)
- 实验五 钢铁防锈法——发蓝法…………… (98)
- 附表 I 碱、酸和盐的溶解性表
- 附表 II 元素周期表(长式)

第一章 物质结构与元素周期表

初中化学里，我们已经学习过原子结构的初步知识。但是，对于认识客观事物的本质来说，仅仅有原子结构的初步知识是不够的。因为分子是保持物质化学性质的基本微粒，所以我们要研究物质的性质，就必须进一步研究有关分子结构的问题。本章将在初中原子结构知识的基础上，学习有关分子结构的初步知识。

唯物辩证法告诉我们，事物的发展和事物对立面的相互转化，都表现为由量变到质变，又由质变到量变的过程。元素的核电荷数变化（量变），引起了元素本质的变化（质变）。本章我们还将在物质结构的基础上，学习量变到质变规律，学习元素周期律以及元素周期表。

第一节 化学键与分子结构

毛主席指出：“对立统一规律是宇宙的根本规律。”自然界的一切事物，都是对立统一体。

原子是由原子核和核外电子形成的对立统一体，原子内部存在着原子核与核外电子之间的吸引与排斥的矛盾。

分子是由原子或离子组成的，它是原子或离子相互作用构成的对立统一体。在分子内部，存在着原子（或离子）之间的吸引与排斥的相互作用。在科学上，把分子中相邻原子（或离子）间以吸引占优势的吸引与排斥的相互作用叫做化

学键。我们知道， NaCl 、 HCl 、 Cl_2 几种物质，性质是不同的，其性质不同的根本原因，在于组成这些分子的原子种类不同，因而原子间相互作用的性质不同即化学键不同的缘故。为了认识关于分子结构的问题，必须进一步研究化学键的本质。

一、离子键

什么叫离子键？它是怎样形成的呢？让我们先观察下面的实验。

【实验 1—1】在燃烧匙里，放一小块金属钠，加热，待钠全部熔化后，立即插入盛满氯气的集气瓶中（图 1—1）。

我们可以看到，金属钠与氯气立即发生剧烈反应，放出热和耀眼的光。反应结果生成白色的氯化钠晶体，即食盐。我们知道，食盐与金属钠和氯气的性质根本不同，也就是说，氯化钠并不是钠原子和氯原子的简单的堆砌，而是发生了质的变化。那么钠原子与氯原子又是怎样形成氯化钠分子的呢？这就要从钠和氯的原子结构加以分析。

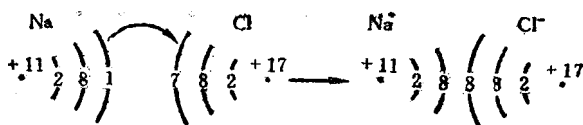


图 1—1
钠在氯气里燃烧

钠原子的核电荷数是11，氯原子的核电荷数是17，它们都有3个电子层。由于氯的核电荷数较大，氯原子半径较小（ $0.99 \text{ \AA}$ ①），钠的原子半径较大（ $1.572 \text{ \AA}$ ）。因此氯原子核对电子的吸引力比钠原子核对电子的吸引力大，同时，钠原子和氯原子核外电子排布情况（即电子构型）也不同：

① $\text{\AA}$ 读作埃。 $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

钠原子的最外电子层只有 1 个电子，离 8 个外层电子的稳定构型很远，而氯原子的最外层有 7 个电子，与 8 个外层电子的稳定构型很接近。由于以上两个主要原因，决定了当钠原子和氯原子发生碰撞时，钠原子容易失去最外层上的那个电子，而氯原子却获得 1 个电子，彼此都形成 8 个外层电子稳定构型。而钠原子失去 1 个电子之后，成了带 1 个单位正电荷的钠离子 (Na^+)，氯原子获得 1 个电子之后，成了带 1 个单位负电荷的氯离子 (Cl^-)，钠离子和氯离子电性相反，它们之间由于静电吸引而互相接近。同时，原子核与原子核之间，电子与电子之间的排斥作用也随着两种离子的互相接近而增大。因此，在一定条件下，离子间的吸引与排斥达到暂时的平衡，这对矛盾在新条件下，产生了新的对立统一体——氯化钠分子。



这种阳离子与阴离子之间以吸引占优势的吸引与排斥的相互作用，叫做离子键。以离子键结合的化合物，叫离子化合物。上述氯化钠分子中，钠离子与氯离子之间，就是靠离子键相互结合的，所以氯化钠是离子化合物。一般说来，活泼的金属与活泼的非金属相互作用时，金属原子失去电子成为阳离子，非金属原子获得电子成为阴离子，然后阳离子与阴离子之间依靠吸引与排斥的相互作用，即依靠离子键而成为分子。

上面我们所说的由一个钠离子和一个氯离子形成的氯化

钠“分子”，其实只有在气体状态时才存在。我们看到的氯化钠晶体，是由许许多多钠离子和许许多多氯离子有规律地排列而成的，一个离子与它周围的几个异性离子以离子键互相结合。这种晶体我们称之为离子晶体（图 1—2）。

为了简便起见，常用电子式来表示原子或分子的结构。电子式的写法是这样的：在某元素符号的周围，用小黑点或其他记号（如“×”）代表电子，以表示这种元素的原子最外层电子数（每一个电子用一个记号）。

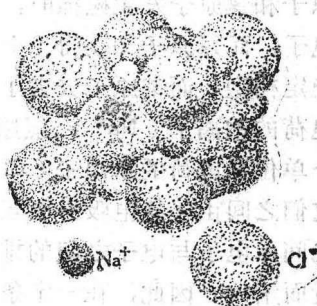


图 1—2 NaCl晶体结构

例如：

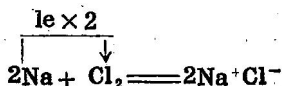


钠原子 氯原子 氧原子 氮原子 碳原子 氢原子

氯化钠分子的形成过程，可用电子式表示如下：



也可以用下列式子表示电子的转移：



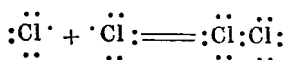
二、共价键

我们知道，氯气、氧气等分子都是双原子分子。这些分子是怎样形成的呢？下面用氯分子的形成来说明。

氯原子的最外电子层有 7 个电子，需要获得一个电子，

使最外层成为具有 8 个电子的稳定结构。当两个氯原子相遇时，由于彼此对电子的吸引力相同，不能通过得失电子而形成稳定结构，此时两个原子的原子核各以相等的力吸引对方最外层上的一个电子，结果形成一个共用电子对，这一个共用电子对同时围绕着两个原子核旋转，使两个原子达到稳定结构，同时，由于两个原子核对共用电子对都有吸引作用，这种吸引与两个原子间的排斥在一定条件下达到暂时的平衡，于是，两个氯原子就通过一个共用电子对而结合成氯分子。

氯分子的形成过程，可用电子式表示如下：



（写在两元素符号之间的一对电子表示共用电子对）

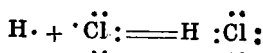
从氯原子结合成氯分子的例子可以看出，氯分子结合的方式跟离子化合物不同，它不是通过得失电子而形成离子键的方式结合的，因而氯分子中没有离子，也没有离子键，氯原子之间是通过共用电子对而结合成分子的，这种原子与原子间因形成共用电子对而产生的以吸引占优势的吸引与排斥的相互作用，叫做共价键，又称原子键。

氯分子有一个共用电子对，氯分子就有一个共价键。在氮分子中，两个氮原子间有三个共用电子对，因此氮分子有三个共价键（ $\text{:N}::\text{N:}$ ）。

氧气、氢气、氯气、溴、碘等非金属单质分子，都是由共价键结合的。

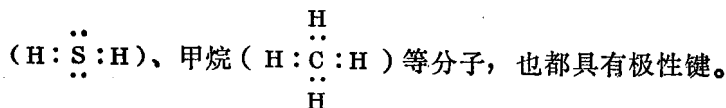
共价键不但存在于由同种原子组成的单质分子中，而且还存在于不同的非金属元素组成的化合物分子中。由共价键结合而成的化合物，叫做共价化合物。

在共价化合物中，由于各种元素的原子结构不同，不同的原子对共用电子对的吸引力就有强弱之分，共用电子对也必然或多或少地偏向于对它吸引力较大的那个原子。非金属性越强，对电子对的吸引力也就越强，电子对就偏向于它。例如，氢原子跟氯原子化合形成氯化氢分子时，由于氯的非金属性比氢强，氯的原子核对共用电子对的引力，大于氢原子核对共用电子对的引力。结果共用电子对就偏向于氯原子：



这种共用电子对偏向于某一原子的共价键叫做极性键。在具有极性键的化合物分子中，共用电子对的偏向程度也各不相同。偏向程度大的叫强极性键，偏向程度小的叫弱极性键。

除氯化氢的分子具有极性键外，水 ($\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$)、硫化氢

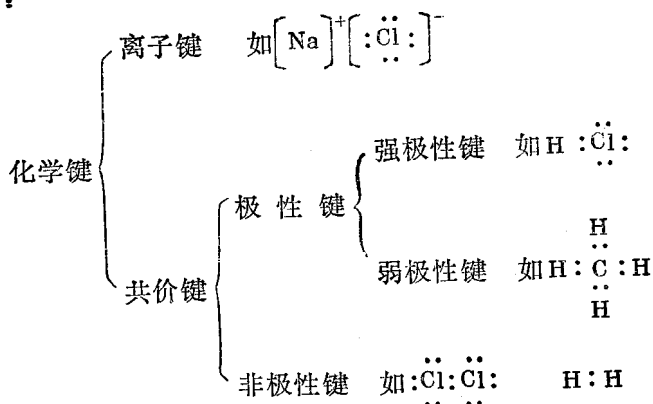


其中，氯化氢、水、硫化氢等分子中的共价键极性较强，甲烷分子中的共价键的极性较弱。一般说来，两种元素的非金属性差别越大，则它们的原子间形成的共价键极性越强，非金属性差别越小，则它们的原子间形成的共价键的极性越弱。

在氢气 (H_2)、氧气 (O_2)、氯气 (Cl_2) 等分子里，共用电子对没有偏向于任何一个原子，这种共价键叫做非极性键。

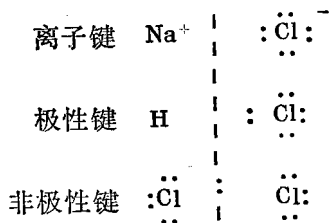
归纳所学过的原子形成分子的化学键有下列几种类

型①：



从以上分析知道，活泼的金属元素与活泼的非金属元素的原子通过离子键结合成分子，非金属元素的原子间则是通过共价键而结合成分子的。

以上我们学习了化学键的两种主要类型——离子键和共价键。它们各有其矛盾的特殊性。但是，唯物辩证法认为，矛盾着的事物之间，并没有绝对的界限，同样，离子键与共价键之间，也没有绝对的界限。在离子键和非极性键之间，存在着过渡性质的极性键。例如：



①化学键中除了离子键、共价键两种基本类型之外，还有其他类型，在此不加研究。

极性键的极性逐渐增强，最后转化为离子键。极性键的极性逐渐减弱，最后转化为非极性键。这一事实，又一次生动地说明了事物的转化遵循量变到质变的规律。

通过以上学习，我们知道，分子的形成过程是旧矛盾解决，新矛盾产生的一个矛盾转化的过程。原子在未结合成分子之前，一般都具有不稳定的电子层结构，形成分子时，由于电子的得失或形成共用电子对，解决了原子的电子层结构不稳定这一矛盾，形成了新的对立统一体——分子。但在分子中，仍然存在着矛盾，对于离子化合物分子来说，存在着阴、阳离子间的吸引与排斥的矛盾，对于共价化合物分子来说，存在着原子核对共用电子对吸引以及成键原子间的排斥的矛盾。这些矛盾在一定条件下，吸引表现为矛盾的主要方面，则分子保持稳定状态，当条件变化（例如高温、光等作用），排斥上升为矛盾的主要方面时，则旧分子会破坏，转化为新的分子。

习 题 一

1. 根据原子结构理论，说明原子结合成分子是什么原因引起的？

2. 离子键和共价键是怎样形成的？各举例说明之。

3. 用原子结构简图表示氯化镁、氧化钠分子的形成。

4. 用电子式表示下列原子化合成分子的过程，指出分子中以何种化学键结合？

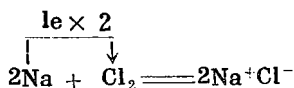
（1）氢和氟，（2）氢和氮，（3）钾和氯。

5. 工业上是利用氯气在氢气中燃烧制得氯化氢，然后用水吸收氯化氢而得盐酸。现要生产 100 吨 36.5% 的盐酸，需要氢气和氯气各多少吨？

第二节 氧化—还原反应

一、氧化—还原反应的概念

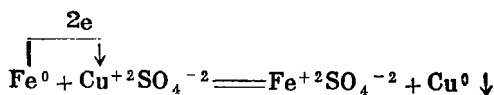
从上一节里，我们知道许多化学反应都伴随着反应物间发生电子的得、失。例如，当钠与氯气反应时，钠原子失去电子，变成钠离子（ Na^+ ），氯原子获得电子，变成氯离子（ Cl^- ）：



物质失去电子的变化，叫做氧化。物质获得电子的变化，叫做还原。电子得、失的变化，即氧化与还原是矛盾对立的两个方面，而“矛盾着的各方面，不能孤立地存在。假如没有和它作对的矛盾的一方，它自己这一方就失去了存在的条件。”没有失去电子的一方，则获得电子的一方就不存在，反过来也是如此。因此，氧化与还原互相对立，但又互相联系，互相依存，必然同时发生。有得、失电子的化学反应，叫做氧化—还原反应。

在氧化—还原反应中，既然发生了电子得失，必然引起元素化合价的变化。元素失去电子被氧化时，其化合价必然升高；元素获得电子被还原时，其化合价必然降低。因此，反应前后，元素化合价发生变化，是氧化—还原反应的特征。我们可以根据元素化合价的变化与否来判断一个反应是否氧化—还原反应，以及什么元素被氧化，什么元素被还原。

例如，铁与硫酸铜发生的置换反应：



$\text{Fe}^0 \xrightarrow{-2e} \text{Fe}^{+2}$ 每个铁原子失去两个电子，化合价从 0 价升至 +2 价，单质态的铁元素 (Fe^0) 发生了氧化反应 (被氧化)。

$\text{Cu}^{+2} \xrightarrow{+2e} \text{Cu}^0$ 每个铜离子获得两个电子，化合价从 +2 价降低为 0 价。+2 价的铜元素 (Cu^{+2}) 发生了还原反应 (被还原)。

在氧化—还原反应里，失去电子的物质称为还原剂 (它失去电子使另一物质还原)，得到电子的物质称为氧化剂 (它得到电子使另一物质氧化) 例如在上述反应里，铁是还原剂，硫酸铜是氧化剂。

对于共价化合物来说，反应物之间虽然没有发生电子的得失，但由于共用电子对偏向非金属性较强的元素的原子一边，因而也引起了元素化合价的变化，例如：



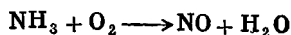
这类反应也属于氧化—还原反应。

二、氧化—还原反应方程式的配平

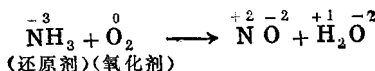
在氧化—还原反应里，不仅得、失电子的变化必然同时发生，而且氧化剂得到电子的总数，必然与还原剂失去电子的总数相等。根据这一事实，可以配平氧化—还原反应方程式。

现以氨氧化为一氧化氮为例，说明配平步骤。

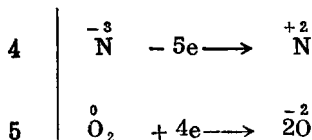
1. 写出反应物和生成物



2. 标出有关元素的化合价，进而确定氧化剂、还原剂。



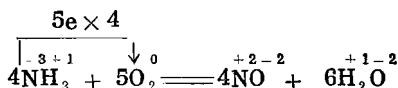
3. 写出氧化反应、还原反应的式子，根据得、失电子的最小公倍数，分别乘以适当的系数，使得、失电子的数目相等：



4. 把上述系数写在反应物相应的分子式前面：



5. 调整系数，使反应前后各元素原子数目相等。



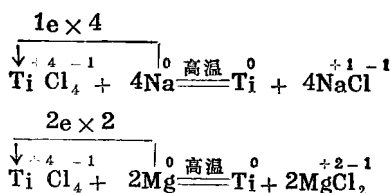
三、氧化—还原反应的应用

在生产实践和科学实验中，经常发生氧化—还原反应，例如金属的冶炼、电解、电镀，硝酸、硫酸、盐酸的生产，有机肥料的腐熟，土壤中元素的转化等等，都包含氧化—还原过程。这些知识，将在以后学习。

如果需要将某种物质还原，则要使用适当的还原手段，一般是使用还原剂。常用的还原剂有活泼金属（Na、Mg、Al等）、碳和氢气，以及某些元素低价态的化合物（如CO、H₂S）等，这些物质都是容易放出电子的物质。

例如，工业上冶炼金属钛（Ti），常用钠或镁作还原剂。钛是制造飞机、导弹、舰艇和化工设备等的重要战略金

属。



如果需要将某种物质氧化，则需要使用适当的氧化手段，一般是使用氧化剂。常用的氧化剂有空气、氧气、浓硫酸、硝酸、硝酸钾、氯气、氯的含氧酸及其盐、高锰酸钾等。

例如，工业上制造硫酸，就是利用空气为氧化剂（用其中的氧气），首先将硫铁矿（ FeS_2 ）氧化为二氧化硫，再在催化剂作用下，将二氧化硫氧化为三氧化硫，然后与水反应成硫酸。

此外，电解是很强的氧化—还原手段，将在第三章中学习。

掌握氧化—还原反应的规律，在农业上也甚为重要。例如，水稻田在长期浸水情况下，缺乏氧气，于是还原反应处于支配地位。随着土壤中有机质的分解，高价的铁（ Fe^{+3} ）、锰（ Mn^{+4} ）被还原为低价铁（ Fe^{+2} ）、锰（ Mn^{+2} ），硫酸根也被还原为硫化氢（ H_2S ），其它许多元素也处于还原状态。这些还原物质积累太多，会对作物产生毒害，影响水稻生长。因此要采取相应的措施，例如开排泉沟，降低地下水位，晒田，合理排灌等，以改善土壤氧化—还原状况。

习 题 二

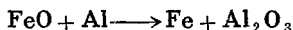
1. 硫酸铜溶液与石灰乳配合，可以配成一种用作杀菌剂的农药——波尔多液。配制时不能用铁桶来盛波尔多液，为

什么？试写出铁与硫酸铜反应的化学方程式，指出什么物质是氧化剂，什么物质是还原剂？

2. 冶炼钨、钼等高熔点金属时，可以用氢气与它们的氧化物在高温时反应而得。试写出 WO_3 、 MoO_3 与氢气反应的化学方程式，并注明电子转移情况。

3. 炼钢时，用铝脱去钢水中氧化亚铁的氧，试回答下列问题：

(1) 根据电子得失的方法，配平这一氧化—还原反应方程式：



(2) 指出上述反应中被氧化，被还原的元素。指出哪种物质是氧化剂？哪种物质是还原剂？

(3) 为什么说氧化与还原是互相矛盾着的两个方面？

第三节 元素周期律

毛主席教导我们：“事物的性质，主要地是由取得支配地位的矛盾的**主要方面**所规定的。”对于原子内部来说，核外电子和原子核之间的吸引与排斥是主要矛盾，而这一对矛盾中，电子排布情况又是决定元素性质的矛盾的主要方面。因此我们说，元素的性质，主要决定于它的原子的核外电子排布情况，特别是最外层电子数的多少；原子的最外层电子数如果已经饱和，它的化学性质就很不活泼，这些元素就是惰性元素。如果原子的最外层电子数较少（一般1、2、3个），这些元素就是金属元素，参加化学反应时，通常都是失去最外层的电子，成为带正电荷的阳离子。如果原子的最外层电

子数较多（一般5、6、7个），这些元素就是非金属元素。参加化学反应时，通常是最外层获得电子，成为带负电荷的阴离子。很明显，如果两种元素原子的最外层电子数相同，那么这两种元素必然有相似的性质。

现在我们以核电荷数3—18号元素为例，分析随着元素核电荷数递增时，原子的核外最外层电子排布变化规律（见表1—1）以及元素化合价变化规律（见表1—2）。

表 1—1

元素名称	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟	氖
元素符号	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
核电荷数	3	4	5	6	7	8	9	10
最外层电子数	1	2	3	4	5	6	7	8

元素名称	钠	镁	铝	硅	磷	硫	氯	氩
元素符号	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
核电荷数	11	12	13	14	15	16	17	18
最外层电子数	1	2	3	4	5	6	7	8

我们发现，从第3—18号元素，随着元素核电荷数递增，原子最外层电子数呈现从1到8的周期性变化，所谓周期性，就是每隔一定核电荷数之后，后面元素基本重复前面元素特征的规律。经过研究，19号以后的元素，直到目前发现的105号元素为止，核外电子排布也是呈现周期性变化，它们的最外层电子数基本上呈现从1到8的变化规律。既然元素的性质，主要决定于它的最外层电子数，那么，随着核