

化学



说 明

遵照毛主席关于“教材要彻底改革”的教导，根据教育革命的需要及工农兵和革命师生的意见，我们修订这册教材。供我市中学高中一年级使用。

当前教育革命形势迅速发展，教材必须作进一步改革。但因时间关系，我们只作部分必要的修订。各校可根据教育革命形势发展的需要，采用全部或部分内容，并从实际出发编写补充教材。

教材改革是教育革命的一项重要任务。由于我们学习马列主义、毛泽东思想不够，教材中仍难免有缺点和错误，希望广大工农兵和革命师生批评指正，以便进一步修改。

广州市中小学教材编写组

一九七五年四月

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.....	(14)
第四节 元素周期表.....	(17)
第二章 化学平衡 合成氨	(27)
第一节 我国氮肥工业的蓬勃发展.....	(27)
第二节 氨的性质和用途.....	(29)
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.....	(56)
第五节 电镀.....	(60)

第四章 钢铁 铝..... (65)

- 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..... (65)
- 第二节 铁和铁的合金..... (69)
- 第三节 炼铁..... (74)
- 第四节 炼钢..... (79)
- 第五节 钢铁的腐蚀及防护..... (83)
- 第六节 铝..... (87)

学生实验

- 实验一 离子反应 盐类的水解..... (93)
- 实验二 电解食盐水溶液..... (94)
- 实验三 无氰镀锌..... (95)
- 实验四 利用废铁和废硫酸制取硫酸亚铁..... (96)
- 实验五 钢铁防锈法——发蓝法..... (97)
- 附表 I 碱、酸和盐的溶解性表..... (99)
- 附表 II 元素周期表(长式)..... (100)

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）间的吸引与排斥的相互作用叫做化学键。我们知道， NaCl 、 HCl 、 CCl_4 几种物质，性质是不同的，其性质

不同的根本原因，在于组成这些化合物的原子种类不同，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。

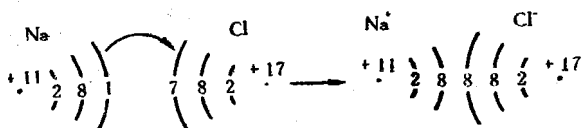


图 1—1
钠在氯气里燃烧

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：钠原子的最外层电子只有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

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

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的吸引与排斥而形成分子的相互作用，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。

科学实验证明了不少简单离子具有惰性气体原子的结构，但还有一些阳离子的最外层具有 18 或 $18 + 2$ 以及 8 至 18 之间的电子，也是较稳定的结构。如 Zn^{++} (18 个外层电子)、 Pb^{++} ($18 + 2$ 个外层电子)、 Fe^{++} (14 个外层电子) 等。那种认为只有 8 个外层电子才能形成稳定离子的观点是有局限性的。但是，关于通过电子转移形成离子进而形成离子键

的理论，至今仍然是正确的。

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）。

离子晶体中的离子，在通常情况下，由于受到离子键的束缚而不能自由移动，因此离子晶体不导电。需要较高温度情况下，它才能熔化（因此离子晶体熔点较高）。此时由于离子的运动速度加大，离子间排斥作用加大，到一定程度时，排斥作用上升为矛盾的主要方面，吸引则转化为次要方面，这时离子晶体就会熔化成为液态，离子就可以自由移动了。因此熔化状态的离子化合物是能导电的。同样，离子晶体溶解于水时，由于水分子的吸引，也能使离子间的作用减弱，从而电离成为自由移动的离子。

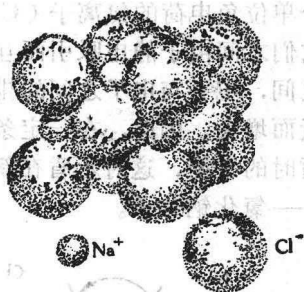
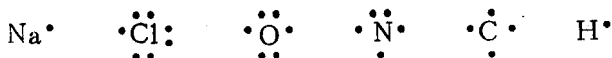


图1—2 NaCl 晶体结构

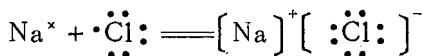
对离子化合物的性质可归纳为几点：（1）熔点较高，所以通常情况下呈晶体状态。（2）是强电解质，在熔融状态或水溶液中，能几乎全部电离为自由移动的离子。

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（如打“ $\times$ ”等）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）。

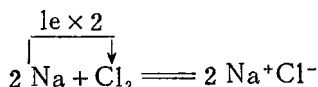
例如:



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:

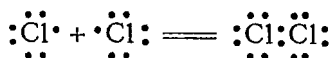


二、共价键

我们知道, 氯气、氧气分子等都是双原子分子。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)

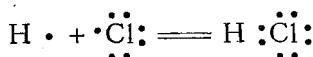
从氯原子结合成氯分子的例子可以看出，氯分子结合的方式跟离子化合物不同，它不是通过得失电子而形成离子键的方式结合的，因而氯分子中没有离子，也没有离子键，氯原子之间是通过共用电子对而结合成分子的，这种原子与原子间因形成共用电子对而产生的吸引与排斥的相互作用，叫做共价键，又称原子键。

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 ($:N:::N:$)。

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。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。

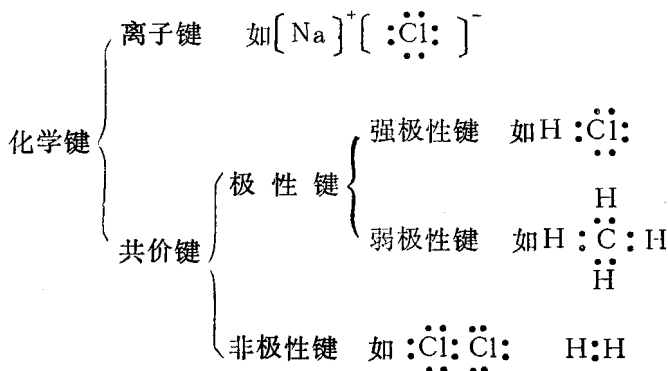
除氯化氢的分子具有极性键外，水 ($H : \ddot{O} : H$)、硫化氢

($\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$)、甲烷($\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}:\text{H}$)等分子,也都具有极性

键。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:

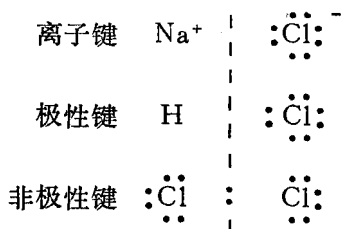


①化学键中除了离子键、共价键两种基本类型之外,还有其它类型,在此不加研究。

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。

以共价键结合的分子（称为共价分子）组成的物质，与离子化合物在性质上有较大差别。许多共价分子是由少数原子组成的，如 O_2 、 N_2 、 H_2O 等，这些分子之间作用力较弱，因此它们的熔点、沸点较低。共价分子中，只具有非极性键和很弱的极性键的分子，在溶液中难于电离，所以属非电解质。而具有强极性键的分子（如 HCl 等）则在溶液中容易电离，所以属强电解质。

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：



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消灭，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。

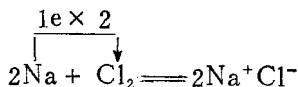
4. 用电子式表示下列原子化合成分子的过程，指出分子中以何种化学键结合？

(1) 氢和氟 (2) 氢和氮 (3) 钾和氯

第二节 氧化——还原反应

一、氧化——还原反应的概念

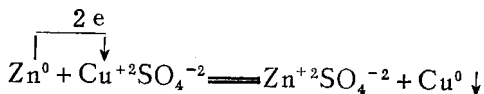
从上一节里，我们知道许多化学反应都伴随着反应物间发生电子的得、失。例如，当钠与氯气反应时，钠原子失去电子，变成钠离子（ Na^+ ），氯原子获得电子，变成氯离子（ Cl^- ）：



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，锌与硫酸铜发生的置换反应：



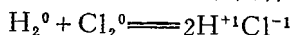
$\text{Zn}^0 \xrightarrow{-2e} \text{Zn}^{+2}$ 每个锌原子失去两个电子，化合价从 0 价升至 +2 价，单质态的锌元素 (Zn^0) 发生了氧化反应 (被氧化)。

$\text{Cu}^{+2} \xrightarrow{+2e} \text{Cu}^0$ 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，锌是还原剂，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。

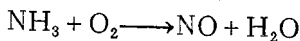
通常，人们把物质得到氧或失去氢的变化，叫做氧化，把物质失去氧或得到氢的变化叫做还原。这和电子得失的观点是没有矛盾的。物质得氧或失氢，总伴着随着失去电子或电子对偏离的过程，所以是氧化。物质失氧或得氢总伴随着获得电子（或电子对靠近）的过程，所以是还原。电子得失的观点是广义的氧化——还原观点，得失氢、氧的观点，是狭义的氧化——还原观点，在有机物中，主要以共价键结合，发生氧化——还原反应时，经常是由于氢、氧的得失，而电子的得失不明显，因此常运用狭义的氧化——还原观点。

二、氧化——还原反应方程式的配平

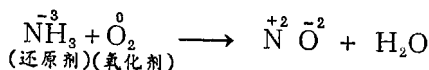
在氧化——还原反应里，不仅得、失电子的变化必然同时发生，而且氧化剂得到电子的总数，必然与还原剂失去电子的总数相等。根据这一事实，可以配平氧化——还原反应方程式。

现以氨氧化为一氧化氮为例，说明配平步骤。

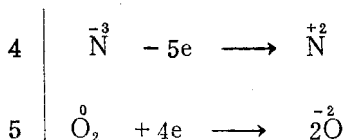
1. 写出反应物和生成物



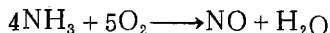
2. 标出有关元素的化合价，进而确定氧化剂、还原剂。



3. 写出氧化反应、还原反应的式子，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里相应的分子式前面：



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。

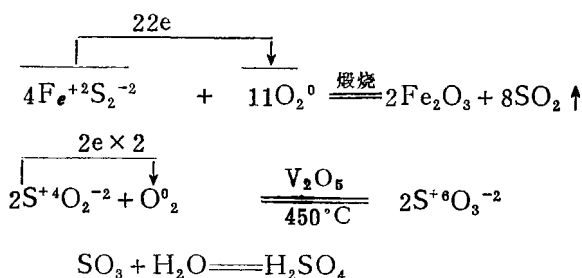
如果需要将某种物质还原，则要使用适当的还原手段，一般是使用还原剂。常用的还原剂有活泼金属（Na、Mg、Al等）、碳和氢气，以及某些元素低价态的化合物（如CO、H₂S）等，这些物质都是容易放出电子的物质。

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、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（用水吸收）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。随着土壤中有机的分解，高价铁（ 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