

# CONTENTS 目录

## 绪 言

## 主题 1 原子结构与化学键

第 1 节 原子结构 /6

第 2 节 元素周期律 /11

第 3 节 化学键 /21

学生实验：化学实验基本操作 /29



## 主题 2 化学反应及其规律

第 1 节 氧化还原反应 /36

第 2 节 化学反应速率 /42

第 3 节 化学平衡 /48



## 主题 3 溶液与水溶液中的离子反应

第 1 节 溶液组成的表示方法 /60

第 2 节 弱电解质的解离平衡 /68

第 3 节 水的离子积和溶液的 pH /73

第 4 节 离子反应和离子方程式 /78

第 5 节 盐的水解 /82

学生实验：溶液的配制、稀释及其 pH 测定 /90

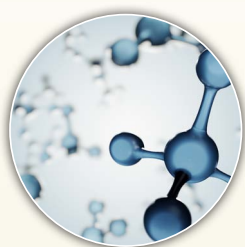




## 主题4 常见无机物及其应用

第1节 常见非金属单质及其化合物 /94

第2节 常见金属单质及其化合物 /119



## 主题5 简单有机化合物及其应用

第1节 有机化合物的特点和分类 /148

第2节 烃 /155

第3节 烃的衍生物 /169

学生实验：重要有机化合物的性质 /192



## 主题6 常见生物分子及合成高分子化合物

第1节 糖类 /196

第2节 蛋白质 /201

第3节 合成高分子化合物 /207

学生实验：常见生物分子的性质 /218

# 绪 言

通过初中化学课程的学习，我们知道化学是一门在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的基础自然科学。人们通过化学科学来认识自然界中的物质，同时也通过化学变化创造出了一个美轮美奂、五彩缤纷的人工世界。化学是推动人类社会进步的重要力量。

化学科学经历了漫长的发展过程。早在远古时代，我们的祖先开始用火之时，化学实践活动就开始了。随着时代的发展，人们在长期的生产和生活实践中逐渐学会了烧制陶瓷、冶金、造纸、酿酒等，由此积累了大量的化学实用知识和技能，同时也发明了许多化学实验器具，为近代化学的形成奠定了基础。1661年，英国科学家波义耳提出化学元素的概念，标志着近代化学的诞生。此后，随着氧化学说、原子和分子学说以及元素周期律的相继提出，化学科学实现了从经验到理论的重大飞跃，人们对物质及其变化本质的认识也迈上崭新的台阶，化学研究领域愈发活跃，无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等化学科学分支学科体系日趋成熟。

1661年，英国科学家波义耳（R.Boyle, 1627—1691）提出化学元素的概念，标志着近代化学的诞生



1803年，英国科学家道尔顿（J.Dalton, 1766—1844）提出原子论，为近代化学的发展奠定了坚实的基础



1869年，俄国科学家门捷列夫（D.I.Mendeleev, 1834—1907）发现元素周期律，把化学元素及其化合物纳入一个统一的理论体系



1777年，法国科学家拉瓦锡（A.L.Lavoisier, 1743—1794）提出氧化学说，使近代化学取得了革命性的进展



1811年，意大利科学家阿伏加德罗（A.Avogadro, 1776—1856）提出分子学说，系统地解决了在物质组成和相对原子质量测定方面存在的混乱问题

图0-1 近代化学发展的重要里程碑

进入 20 世纪，量子力学的诞生、放射性元素的发现、化学热力学与动力学研究的突破等推动了化学科学的飞速发展。化学研究逐渐呈现出由宏观向微观、由定性向定量、由静态向动态不断深入的研究趋势。与此同时，多种分析和测试物质结构的仪器和技术也相继出现，X 射线衍射仪、质谱仪、



图0-2 X射线衍射仪

核磁共振仪等精密实验仪器成为现代化学研究的重要工具。而随着社会的不间断进步及科学技术的迅猛发展，化学与生物学、医学、地质学等其他学科呈现交叉渗透的态势，与化学相关的边缘学科，如地球化学、海洋化学、大气化学等相继出现。

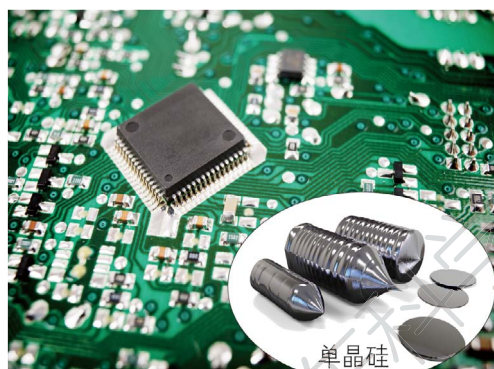


图0-3 信息时代的关键材料——硅

如今，化学已成为一门中心的、实用的和创造性的科学，在能源、环境、医药、国防、信息技术等方面发挥着越来越重要的作用。例如，以硅及其化合物为原料制造的芯片和光导纤维将人类带入信息时代，疾病诊断和药物研发为人类提供了健康保障，新型材料与高能燃料的研制助力人类实现了航天梦。



图0-4 合成药物



图0-5 新型材料与高能燃料助力人类实现航天梦

化学科学的发展也推动了相关领域产业的兴起，社会上许多的行业和职业都与化学密切相关，学好化学也是同学们未来从事有关职业的重要基础。





作为世界四大文明古国之一，我国的化学科学取得了辉煌的成就。火药、造纸、印染等工艺的发明和应用，《本草纲目》《天工开物》等书籍对化学知识经验的记载，都充分展现了我国古代人民的智慧。进入近代，1943年侯德榜发明的联合制碱法，享誉世界化工界。新中国成立后，我国化学基础理论研究和化学工业得到进一步发展。1965年，我国科学家在世界上首次实现结晶牛胰岛素的人工合成，1972年，屠呦呦团队成功地从黄花蒿等植物中提取出青蒿素，这些都是我国化学科学研究取得的重大成果，为我国化学科学的发展作出了突出贡献。进入21世纪，我国化学科学与技术发展更加迅速。例如，依靠科技创新，我国的石油加工关键技术已达到世界先进水平。我们相信，在化学家的不懈努力下，化学科学必将为促进我国科技创新与经济社会发展作出更大的贡献。

化学科学在漫长的发展过程中积累了丰富的知识，也沉淀了化学家们认识、改造和应用物质的思想、观点和方法。实验是化学家们进行科学研究的重要工具，也是同学们学习化学的基本方法和途径。在化学科学研究中，化学家们从宏观和微观相结合的视角来认识和研究物质，这也是同学们学习化学的重要思维方式。在宏观层面，我们能够对物质的性质和变化进行观察描述，如物质的颜色、气味、物质发生反应时所产生的各种



图0-6 1965年我国科学家人工合成结晶牛胰岛素



图0-7 2015年屠呦呦获诺贝尔生理学或医学奖



图0-8 我国先进的柴油超深度加氢脱硫技术装置

现象；在微观层面，我们能够在分子、原子的水平上来对物质的宏观性质进行解释，进而深刻把握物质变化的本质规律。



图0-9 金刚石、石墨和C<sub>60</sub>

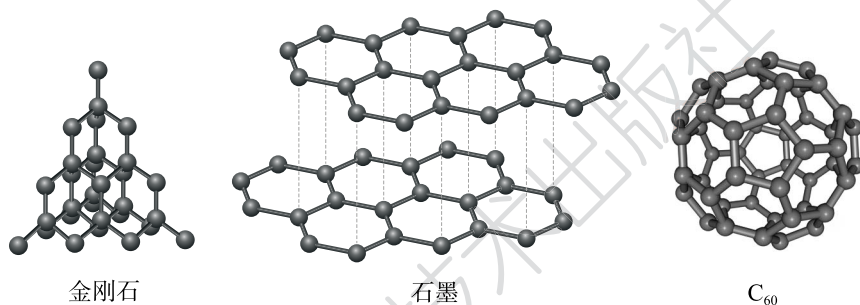


图0-10 金刚石、石墨和C<sub>60</sub>的微观结构

纵览人类发展的历史长河，无论是从钻木取火的石器时代到青铜时代、铁器时代，还是从化石燃料广泛应用的工业时代到计算机、互联网飞速发展的信息时代，是化学科学助力人类从蒙昧走向文明，是化学科学推动世界从荒芜驶向繁荣。拥抱化学，就是拥抱科学的未来！祝愿同学们通过化学课程的学习，能够学会用化学的知识和方法分析和解决问题，能够用化学的思维方式认识多姿多彩的物质世界、培养科学态度与责任感，在未来的职业生涯中乘风远航！

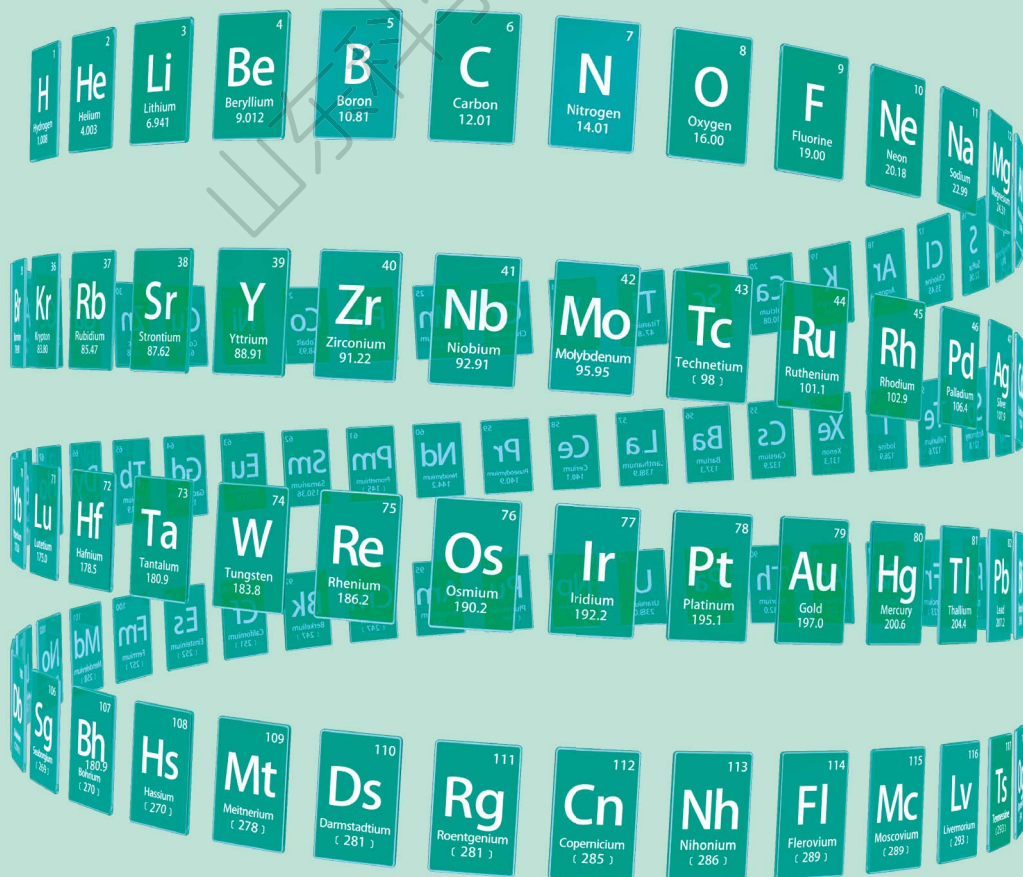
# 主题 1

## 原子结构与化学键

ZHU TI MI

我们生活在缤纷多彩的物质世界中。物质是由原子、分子、离子等微观粒子构成的。如水是由水分子构成的，食盐（主要成分为氯化钠）是由钠离子和氯离子构成的。那么，这些微观粒子是怎样相互结合形成多种多样的物质的呢？

原子的发现以及对微观粒子间相互作用的研究揭开了物质构成的奥秘，而元素周期律的发现则使人们能够系统地解释并预测元素的宏观性质。本主题将从原子结构入手，介绍原子核外电子排布、元素周期律与元素周期表及化学键等基本知识，认识物质结构与性质的关系及其在科学研究和生产实践中的应用。



# 第 1 节 原子结构

## 学习目标

认识原子的结构，了解原子核外电子的排布规律，能画出 1~20 号元素的原子结构示意图。

化学是变化之学，化学改变世界的途径就是使物质发生化学变化。原子是化学变化中的基本微粒，在化学变化中不可再分。因此，想要探寻化学变化的奥秘，就必须深入认识原子。

## 观察思考

人类对原子结构的探索经历了一个漫长的时期。图 1-1 展示了原子结构模型的演变过程。观察图片，并查阅相关资料，说一说人类对原子结构的认识是如何不断深入的？你从中能得到哪些启示？

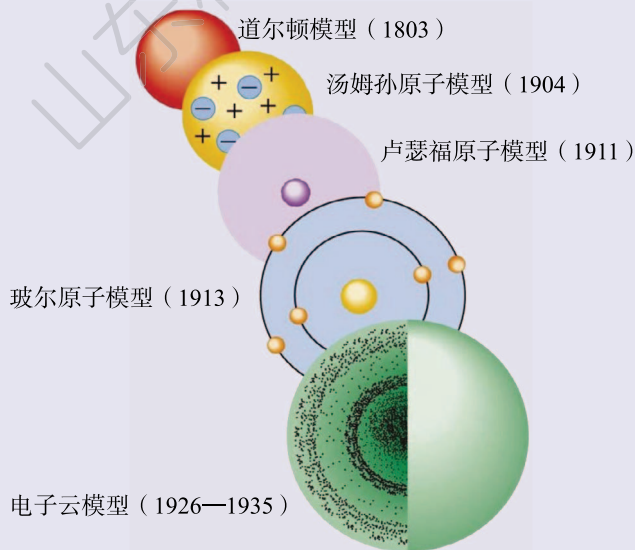


图 1-1 原子结构模型的演变



## 一、原子结构

原子由带正电的原子核和带负电的核外电子构成。原子核很小，体积只占原子体积的几千亿分之一，它居于原子的中心，由更小的粒子——质子和中子构成。

### 观察思考

表 1-1 给出了质子、中子和电子的相关数据，仔细观察，并结合下面的问题进行思考、讨论。

表 1-1 质子、中子和电子的相关数据

构成原子的微粒	原子核		电子
	质子	中子	
电性与电量	1 个质子带 1 个单位正电荷	不带电	1 个电子带 1 个单位负电荷
质量 /kg	$1.673 \times 10^{-27}$	$1.675 \times 10^{-27}$	$9.109 \times 10^{-31}$
相对质量 <sup>①</sup>	1.007	1.008	0.000 548 4

- (1) 原子中，核电荷数、质子数和核外电子数之间有什么关系？
- (2) 原子的质量主要是由哪些粒子的质量决定的？

通过表 1-1 可以看出，一个质子带一个单位的正电荷，中子不带电；一个电子带一个单位的负电荷。整个原子呈电中性，这是因为核电荷数、质子数、核外电子数之间存在如下关系：

$$\text{核电荷数} = \text{质子数} = \text{核外电子数}$$

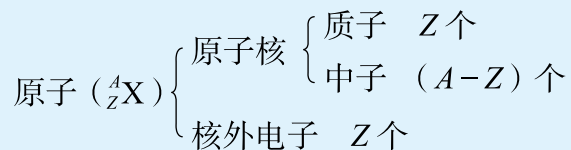
由于电子的质量很小，可以忽略不计，因此原子的质量主要集中在原子核上。质子和中子的相对质量都近似为 1，原子核中质子数和中子数之和与原子的相对原子质量的数值接近。据此，人们把原子中质子数和中子数之和称为质量数，用符号  $A$  表示。

$$\text{质量数} (A) = \text{质子数} (Z) + \text{中子数} (N)$$

<sup>①</sup> 指与  $^{12}\text{C}$  原子质量的 1/12 相比所得数值。



对于某一质量数为  $A$ 、质子数为  $Z$  的原子  $X$ ，我们可以用  ${}^A_ZX$  来表示它。构成  ${}^A_ZX$  原子的粒子之间存在如下关系：



### 观察思考

下图展示了氢元素的三种原子的构成情况。仔细观察，比较它们之间的异同，你能得到哪些结论？



图1-2 氕、氘、氚原子中质子、中子和电子的数量关系示意图

对于同种元素的原子而言，质子数是相同的，但中子数不一定相同。像氕、氘、氚这样同一种元素的不同原子之间互称同位素。同位素在军事、医学、考古、农业、工业和环境等多个领域中有着广泛的应用，如  ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$  可以用作制造氢弹（图 1-3）， ${}^{235}_{92}\text{U}$  可用作核反应堆的燃料等。



图1-3 1967年我国第一颗氢弹试爆成功



### $^{14}\text{C}$ 与科技考古

同位素对文物或化石年代的确定具有极为重要的价值。1946年，美国化学家利比(W.F.Libby)发明了 $^{14}\text{C}$ 断代法，利用 $^{14}\text{C}$ 衰变原理对文物进行年代测定。如今考古工作者不仅利用 $^{14}\text{C}$ 衰变测定装置对文物或化石进行年代测定，还会通过对 $^{13}\text{C}$ 和 $^{15}\text{N}$ 的测定来分析古代人类的食物结构，进一步了解当时的社会文化风俗、自然环境状况等。你知道 $^{14}\text{C}$ 为什么可以用于文物或化石的年代测定吗？课下查阅资料，进一步了解同位素在考古工作中的应用吧！

## 二、原子核外电子的排布

我们知道，电子在原子核外的“巨大”空间里高速运动，其运动规律与宏观物体不同，并没有确定的方向和轨迹。现代物质结构理论认为，在含有多个电子的原子中，由于电子的能量不相同，它们运动的区域也不相同。通常，能量低的电子在离核较近的区域运动，而能量高的电子就在离核较远的区域运动。人们将这些不同的“区域”称作电子层，并分别用 $n=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ 或K, L, M, N, O, P, Q来表示，如图1-4所示。

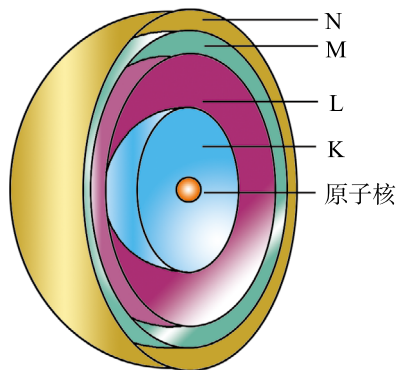


图1-4 电子层模型示意图

为了方便，人们常用原子结构示意图表示电子的分层排布情况。图1-5所示为氧原子的原子结构示意图。

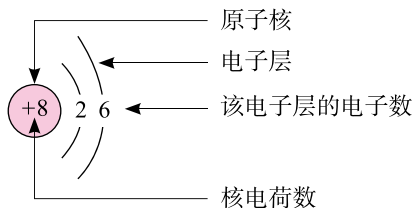


图1-5 氧原子的原子结构示意图

## 观察思考

观看碳原子、钠原子、氯原子等的核外电子运动的动画，看看原子核外电子运动有怎样的特点？下图展示了核电荷数 1~20 的元素原子结构示意图，仔细观察不同元素原子核外电子的排布情况，你发现了哪些规律？

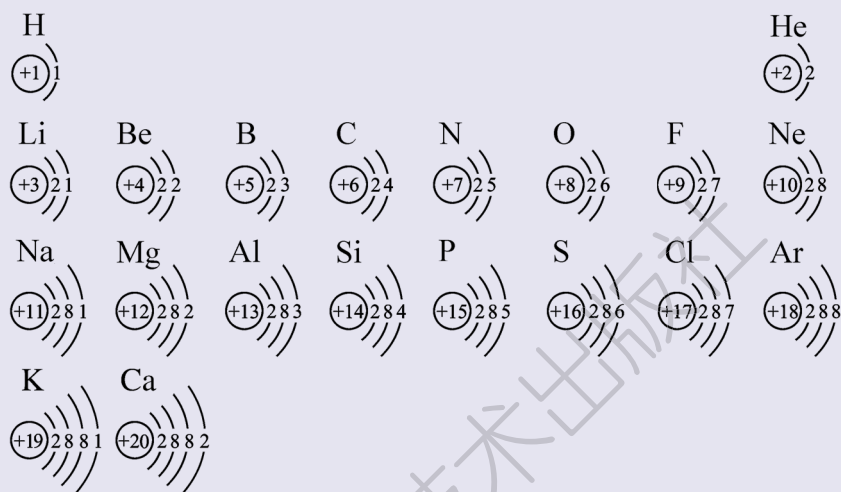


图1-6 核电荷数为1~20的元素原子结构示意图

仔细观察图 1-6 可以发现，原子的核外电子排布是有一定规律的。它们总是尽可能地先从内层排起，排满一层后再排下一层。原子核外第  $n$  层最多能容纳  $2n^2$  个电子，最外层最多能容纳 8 个电子（当最外层为 K 层时，最多能容纳 2 个电子）。原子最外层有 8 个电子时，结构稳定（最外层是 K 层时，有 2 个电子即达到稳定结构）。这也意味着元素的性质与其原子的最外层电子数密切相关。

一般来说，稀有气体元素的原子最外层电子数为 8（氦元素的原子最外层电子数为 2），结构稳定，既不容易得到电子，也不容易失去电子，因而稀有气体元素化学性质不活泼；金属元素的原子最外层电子数大多少于 4 个，易失去电子形成阳离子，因此金属元素具有金属性（表现为原子的失电子能力）；非金属元素的原子最外层电子多于或等于 4 个，易得到电子形成阴离子，因此非金属元素具有非金属性（表现为原子的得电子能力）。



## 达标练习

1. 碳元素在自然界中存在  ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$  三种原子，请分别写出它们的质子数、中子数、核外电子数及质量数。

	质子数	中子数	核外电子数	质量数
${}^{12}_6\text{C}$				
${}^{13}_6\text{C}$				
${}^{14}_6\text{C}$				

2. 下列关于原子的说法中，正确的是 ( )。

- A. 通常用  ${}_Z^AX$  表示一个原子，其中  $Z$  表示质子数， $A$  表示中子数
  - B. 所有原子都是由质子、中子和核外电子组成的
  - C. 在原子中，质子数与核电荷数、核外电子数相等
  - D. 原子的质量主要集中在原子核上，所以原子核几乎与原子一样大
3. 画出核电荷数分别为 8、10、12、14 的元素的原子结构示意图。

## 第2节 元素周期律

### 学习目标

1. 认识元素性质的递变规律及其内在原因，初步形成结构决定性质的观念。
2. 了解元素周期表的结构，体会元素周期律（表）对化学科学和人类社会发展的价值。

从 17 世纪波义耳提出化学元素的概念至今，科学家已经发现了 110 多种元素。这 110 多种元素组成了上亿种物质。那么，这些元素之间是否存在某种联系？这些元素的性质变化是否遵循着某种规律？在长期的科学研究和生产实践中，人们逐渐发现了元素之间的内在联系及元素性质的变化规律，并利用这些规律创造出了崭新的物质世界。

## 一、元素周期律

为了方便研究，化学家把元素按照核电荷数从小到大的顺序编号，这个序号称为元素的原子序数，其数值等于它的原子的核电荷数。

通过分析原子序数为 1~18 的元素原子的核外电子排布可以发现，随着核电荷数的递增，元素原子最外层电子数重复出现从 1 递增到 8 的周期性变化（H、He 除外），如图 1-7 所示。

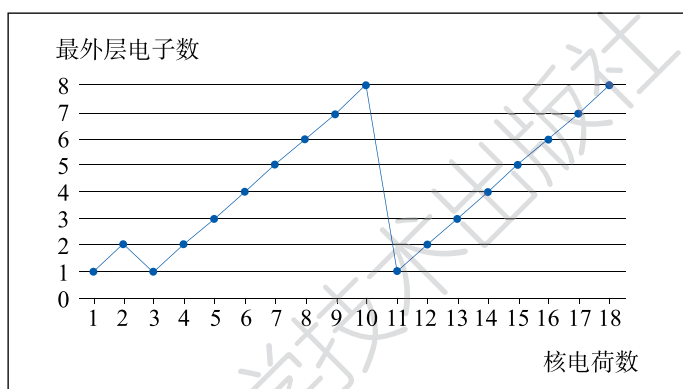


图1-7 1~18号元素原子最外层电子数的变化

### 观察思考

表 1-2 给出了 1~18 号元素的部分信息，请将表中内容填写完整，并运用作图的方法对表中内容进行比较、分析，看看还能从中找到哪些规律。

表 1-2 1~18 号元素的部分信息

原子序数	元素名称	元素符号	核电荷数	电子层数	最外层电子数	原子半径 /nm	最高化合价和最低化合价（常见）
1	氢				1	0.037	+1
2	氦				2	—	0
3	锂				1	0.152	+1





(续表)

原子序数	元素名称	元素符号	核电荷数	电子层数	最外层电子数	原子半径 /nm	最高化合价和最低化合价(常见)
4	铍				2	0.111	+2
5	硼				3	0.086	+3
6	碳				4	0.077	+4, -4
7	氮				5	0.070	+5, -3
8	氧				6	0.066	-2
9	氟				7	0.064	-1
10	氖				8	—	0
11	钠				1	0.186	+1
12	镁				2	0.160	+2
13	铝				3	0.143	+3
14	硅				4	0.117	+4, -4
15	磷				5	0.110	+5, -3
16	硫				6	0.106	+6, -2
17	氯				7	0.099	+7, -1
18	氩				8	—	0

通过分析比较我们可以发现,除了元素原子的最外层电子数之外,原子半径、元素的化合价等也都随着原子序数的递增而呈现周期性变化。

不仅如此,化学家研究发现元素的金属性和非金属性也随原子序数的递增而呈现出一定的变化规律。下面我们就以11~17号元素为例来进行探究。



图1-8 11~17号元素及其单质

## 实验探究

## 比较钠、镁、铝三种元素的金属性强弱

**实验用品：**金属钠、镁条、铝条、酚酞溶液、稀盐酸、蒸馏水、小烧杯、试管、酒精灯、砂纸、镊子、试管夹、小刀、滤纸。

**实验步骤：**

(1) 切取1块绿豆粒大小的金属钠，用滤纸吸干其表面的煤油。向小烧杯中加入适量水，并滴入2滴酚酞溶液，然后将钠块投入烧杯中，观察实验现象。

(2) 取表面积大致相同的镁条和铝条，用砂纸磨去它们表面的氧化膜，分别放入两支试管中，加入适量水，并滴入2滴酚酞溶液，观察实验现象；随后加热试管，观察实验现象。

(3) 另取2支试管，分别加入打磨好的一小段镁条和铝条，各加入2 mL 稀盐酸，观察实验现象。

**实验现象与结论：**根据以上实验，将下表填写完整。结合方法导引进行交流讨论，由此能得出什么结论？

实验		钠 (Na)	镁 (Mg)	铝 (Al)
与水反应	与冷水反应			
	与热水反应	—		
与盐酸反应		—		

## 方法导引

## 元素金属性与非金属性强弱的判断依据

通常情况下，元素的金属性越强，其单质越容易从水或酸中置换出氢，其最高价氧化物对应水化物的碱性越强；元素的非金属性越强，其单质越容易与氢气反应，且生成的气态氢化物越稳定，其最高价氧化物对应水化物的酸性越强。



实验表明，钠、镁、铝三种金属单质在与水或酸反应时，反应的剧烈程度按钠、镁、铝的顺序逐渐减弱，这说明钠、镁、铝元素的金属性依次减弱。

### 观察思考

表 1-3 给出了硅、磷、硫、氯最高价氧化物对应水化物的酸性强弱，依据“方法导引”能得出什么结论？

表 1-3 硅、磷、硫、氯最高价氧化物对应水化物的酸性

元素	硅 (Si)	磷 (P)	硫 (S)	氯 (Cl)
最高价氧化物对应水化物酸性强弱	硅酸 ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) 是弱酸	磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 是中强酸	硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 是强酸	高氯酸 ( $\text{HClO}_4$ ) 是强酸(酸性比硫酸强)

通过表 1-3 可以看出，硅、磷、硫、氯四种元素的最高价氧化物对应水化物的酸性依次增强，由此可以推断它们的非金属性依次增强。

概括起来，对于 11~17 号元素，从左到右，元素的金属性逐渐减弱、非金属性逐渐增强。这是因为 11~17 号元素原子的核外电子层数相同，但从左到右，核电荷数依次增大，原子半径逐渐减小，元素原子的失电子能力逐渐减弱、得电子能力逐渐增强，因此元素的金属性逐渐减弱、非金属性逐渐增强。

Na    Mg    Al    Si    P    S    Cl

金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强

大量科学研究表明，随着原子序数的递增，元素的原子半径、化合价、元素的金属性和非金属性均呈现周期性变化。人们将元素的性质随着原子序数递增而呈周期性变化的规律叫作**元素周期律**。元素周期律是元素原子的核外电子排布周期性变化的必然结果，它深刻揭示了元素之间的内在联系。

## 二、元素周期表

元素周期律揭示了元素之间的内在联系与变化规律。作为元素周期律的具体表现形式，元素周期表的诞生使人们对物质世界的认识变得更加系统和规律，开创了化学科学的新纪元。

1869年，俄国科学家门捷列夫在前人研究的基础上，将元素按照原子量（现称“相对原子质量”）由小到大的顺序排列，并分成几行，使化学性质相似的元素排在同一行中，从而制得了第一张元素周期表（图1-9）。此后，化学家对这张元素周期表进行了不断丰富和完善。如今的元素周期表有许多种，最常见的是依据元素周期律，将原子核外电子层数相同的元素按照原子序数递增的顺序从左到右排成行，将原子核外最外层电子数相同的元素按照电子层数递增的顺序自上而下排成列，如图1-10所示。

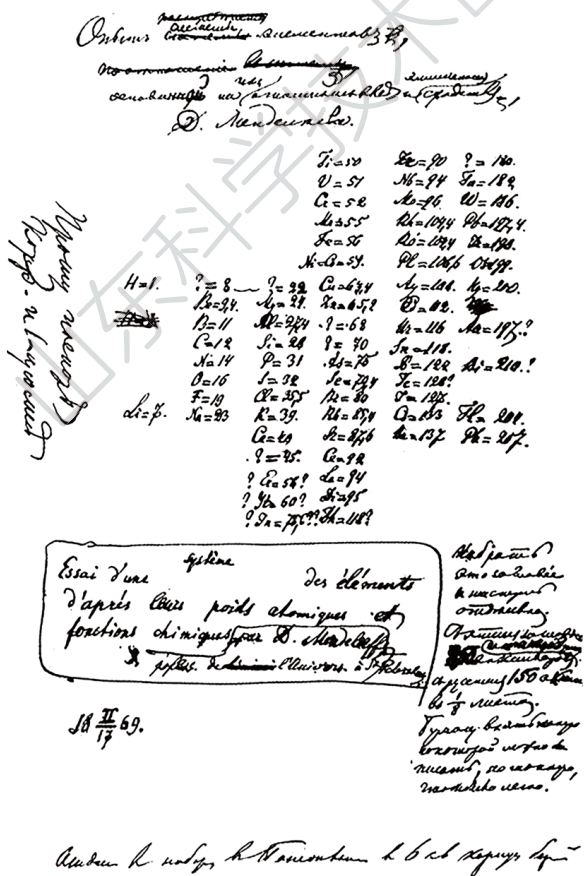


图1-9 门捷列夫绘制的第一张元素周期表（手稿）



周期	元素周期表																		0	18	电子层	0	族	电子数																																													
1	<table border="1"> <tr> <td>I A</td> <td colspan="16">II A</td> <td>III A</td> <td>IV A</td> <td>V A</td> <td>VI A</td> <td>VII A</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1 H 1.008</td> <td colspan="16"></td> <td>13 B</td> <td>14 C</td> <td>15 N</td> <td>16 O</td> <td>17 F</td> <td>18 Ne</td> <td>2</td> </tr> </table>																		I A	II A																III A	IV A	V A	VI A	VII A	0	1 H 1.008																	13 B	14 C	15 N	16 O	17 F	18 Ne	2	2 He 4.003	K	2	2
I A	II A																III A	IV A	V A	VI A	VII A	0																																															
1 H 1.008																	13 B	14 C	15 N	16 O	17 F	18 Ne	2																																														
2	<table border="1"> <tr> <td>3 Li 6.941</td> <td>4 Be 9.012</td> <td colspan="16"></td> <td>5 B 10.81</td> <td>6 C 12.01</td> <td>7 N 14.01</td> <td>8 O 16.00</td> <td>9 F 19.00</td> <td>10 Ne 20.18</td> <td>L</td> <td>8</td> <td>2</td> </tr> </table>																		3 Li 6.941	4 Be 9.012																	5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18	L	8	2	L	8	2																					
3 Li 6.941	4 Be 9.012																	5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18	L	8	2																																											
3	<table border="1"> <tr> <td>11 Na 22.99</td> <td>12 Mg 24.31</td> <td>III B</td> <td>IV B</td> <td>V B</td> <td>VI B</td> <td>VII B</td> <td>VIII</td> <td>IX</td> <td>X</td> <td>I B</td> <td>II B</td> <td>13 Al 26.98</td> <td>14 Si 28.09</td> <td>15 P 30.97</td> <td>16 S 32.06</td> <td>17 Cl 35.45</td> <td>18 Ar 39.95</td> <td>M</td> <td>8</td> <td>2</td> </tr> </table>																		11 Na 22.99	12 Mg 24.31	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	IX	X	I B	II B	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	M	8	2	M	8	2																											
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	IX	X	I B	II B	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	M	8	2																																																	
4	<table border="1"> <tr> <td>19 K 39.10</td> <td>20 Ca 40.08</td> <td>21 Sc 44.96</td> <td>22 Ti 47.87</td> <td>23 V 50.94</td> <td>24 Cr 52.00</td> <td>25 Mn 54.94</td> <td>26 Fe 55.85</td> <td>27 Co 58.93</td> <td>28 Ni 58.69</td> <td>29 Cu 63.55</td> <td>30 Zn 65.38</td> <td>31 Ga 69.72</td> <td>32 Ge 72.63</td> <td>33 As 74.92</td> <td>34 Se 78.97</td> <td>35 Br 79.90</td> <td>36 Kr 83.80</td> <td>N</td> <td>8</td> <td>18</td> <td>8</td> <td>2</td> </tr> </table>																		19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80	N	8	18	8	2	N	8	18	8	2																							
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80	N	8	18	8	2																																															
5	<table border="1"> <tr> <td>37 Rb 85.47</td> <td>38 Sr 87.62</td> <td>39 Y 88.91</td> <td>40 Zr 91.22</td> <td>41 Nb 92.91</td> <td>42 Mo 95.95</td> <td>43 Tc (98)</td> <td>44 Ru 101.1</td> <td>45 Rh 102.9</td> <td>46 Pd 106.4</td> <td>47 Ag 107.9</td> <td>48 Cd 112.4</td> <td>49 In 114.8</td> <td>50 Sn 118.7</td> <td>51 Sb 121.8</td> <td>52 Te 127.6</td> <td>53 I 126.9</td> <td>54 Xe 131.3</td> <td>O</td> <td>8</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>8</td> <td>2</td> </tr> </table>																		37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3	O	8	18	18	8	2	O	8	18	18	8	2																					
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3	O	8	18	18	8	2																																														
6	<table border="1"> <tr> <td>55 Cs 132.9</td> <td>56 Ba 137.3</td> <td>57 La-Lu [226]</td> <td>58 Ce 138.9</td> <td>59 Pr 140.1</td> <td>60 Nd 144.2</td> <td>61 Pm [145]</td> <td>62 Sm 150.4</td> <td>63 Eu 152.0</td> <td>64 Gd 157.3</td> <td>65 Tb 158.9</td> <td>66 Dy 162.5</td> <td>67 Ho 164.9</td> <td>68 Er 167.3</td> <td>69 Tm 168.9</td> <td>70 Yb 173.0</td> <td>71 Lu 175.0</td> <td>P</td> <td>8</td> <td>18</td> <td>32</td> <td>18</td> <td>8</td> <td>2</td> </tr> </table>																		55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La-Lu [226]	58 Ce 138.9	59 Pr 140.1	60 Nd 144.2	61 Pm [145]	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0	P	8	18	32	18	8	2	P	8	18	32	18	8	2																				
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La-Lu [226]	58 Ce 138.9	59 Pr 140.1	60 Nd 144.2	61 Pm [145]	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0	P	8	18	32	18	8	2																																														
7	<table border="1"> <tr> <td>87 Fr [223]</td> <td>88 Ra [226]</td> <td>89 Ac-Lr [267]</td> <td>90 Th 232.0</td> <td>91 Pa 231.0</td> <td>92 U 238.0</td> <td>93 Np [237]</td> <td>94 Pu [244]</td> <td>95 Am [247]</td> <td>96 Cm [247]</td> <td>97 Bk [247]</td> <td>98 Cf [251]</td> <td>99 Es [252]</td> <td>100 Fm [257]</td> <td>101 Md [258]</td> <td>102 No [259]</td> <td>103 Lr [262]</td> <td>Q</td> <td>8</td> <td>18</td> <td>32</td> <td>18</td> <td>8</td> <td>2</td> </tr> </table>																		87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac-Lr [267]	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [247]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]	Q	8	18	32	18	8	2	Q	8	18	32	18	8	2																				
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac-Lr [267]	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [247]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]	Q	8	18	32	18	8	2																																														

图1-10 元素周期表

## 观察思考

仔细观察图 1-10 所示的元素周期表，分析讨论以下问题。

- (1) 元素周期表共有多少个横行？多少个纵列？
- (2) 元素周期表各个横行分别有多少种元素？
- (3) 元素周期表中每一个方格中标有哪些信息？
- (4) 找出 11~17 号元素在元素周期表中的位置，并联系元素周期律看看能有什么发现。
- (5) 还有哪些新发现？

元素周期表共有 7 个横行，每一个横行叫作一个周期。其中，第一周期最短，只有两种元素，第二、三周期各有 8 种元素。由于前三周期元素种类较少，因此被称为短周期，而第四至第七周期称为长周期。同一周期中元素原子的电子层数相同，且电子层数与周期的序数相同。

元素周期表共有 18 个纵列，每一个纵列叫作一个族（8、9、10 三个纵列共同组成Ⅷ族）。族有主族（用 A 表示）和副族（用 B 表示）之分，如



I A 族 ~ VII A 族是主族，I B 族 ~ VII B 族是副族。而稀有气体由于其元素原子结构稳定，化学性质不活泼，以单原子形式存在，化合价通常为 0，因此叫作 0 族。同一主族的元素原子最外层电子数相同，且最外层电子数与族序数相同。

对于同周期元素（稀有气体元素除外）来说，原子的电子层数相同，从左至右，核电荷数依次增多，原子半径逐渐减小，金属元素原子失电子能力逐渐减弱，非金属元素原子得电子能力逐渐增强，因此，元素的金属性逐渐减弱、非金属性逐渐增强。这可以从 11~17 号元素的性质递变规律中得到证明。

同主族元素的性质也存在着递变规律。例如，I A 族中的金属元素锂（Li）、钠（Na）、钾（K）、铷（Rb）、铯（Cs）、钫（Fr）等被称为碱金属元素。实验表明，从锂到铯，元素的单质越来越容易与水反应，这表明元素的金属性依次增强。又如，VII A 族中的非金属元素氟（F）、氯（Cl）、溴（Br）、碘（I）、砹（At）等被称为卤素。实验证明，从氟到碘，元素的单质越来越难与氢气发生反应，这表明元素的非金属性逐渐减弱。这些性质都是由元素的原子结构决定的。同主族元素原子从上到下，尽管核电荷数依次增大，但核外电子层数依次增多，原子半径逐渐增大，元素原子的失电子能力逐渐增强、得电子能力逐渐减弱，所以元素的金属性逐渐增强、非金属性逐渐减弱。

尽管同主族元素性质有所差异，但由于它们原子的最外层电子数相同，因此也具有相似的性质。如前所述，碱金属元素的单质都能与水反应，其最高价氧化物对应的水化物都具有较强的碱性等。

我们可以在元素周期表中将元素的金属性和非金属性递变规律表示出来，如图 1-11 所示，分界线左侧是金属元素，右侧是非金属元素。

族	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A
周期							
1							
2			B				
3			Al	Si			
4				Ge	As		
5					Sb	Te	
6						Po	At
7							

图 1-11 展示了元素周期表中金属性和非金属性的递变规律。图中显示了从周期 1 到 7，族 I A 到 VII A 的元素分布。在周期 1 到 7 的范围内，金属性逐渐增强（从右向左，从上到下），而非金属性逐渐增强（从左向右，从上到下）。图中还标注了“金属元素”和“非金属元素”的分布区域。

图 1-11 元素金属性和非金属性的递变规律



元素在周期表中的位置不仅反映了元素的原子结构特点，同时也反映了元素的性质特征。元素周期律和元素周期表为研究物质的性质、发现新元素、合成新物质等提供了重要指导。例如，门捷列夫依据元素周期律（表）成功预言了类铝（镓）、类硼（钪）和类硅（锗）三种元素的存在；人们利用元素周期表中位置相近的元素具有相似的性质的规律，在金属元素和非金属元素的交界处寻找新型半导体材料，在非金属元素区域寻找制造出新品种农药的元素，在过渡元素区域寻找制造优良的催化剂、耐高温和耐腐蚀合金的元素等。

### 学以致用

镧系元素及钪、钇共 17 种元素被称为稀土元素。它们性质相似、应用广泛，在信息、能源、军事等领域中发挥着重要作用，享有“工业的维生素”“工业黄金”等美誉。我国是稀土资源大国，已探明的储量约占世界总储量的 23%。我国“稀土之父”徐光宪院士坚持钻研稀土提炼技术，发现“恒定混合萃取比”基本规律并提出了串级萃取理论，为我国稀土分离化学与工程的研究作出了巨大贡献，推动了我国稀土资源利用产业的飞速发展。



图1-12 徐光宪院士

请在元素周期表中找出稀土元素的位置，并进一步查阅资料，了解稀土资源在各领域的具体应用。同时搜集资料，了解徐光宪院士的生平事迹，选取其中某一事例写一篇小短文，在班级内进行交流。

## 化学与社会

### 硅与半导体材料

硅是化学性质稳定的半导体材料，主要用于制造芯片和太阳能电池。实际上，半导体器件的研制始于锗，后来才发展到了与其同族且位置相近的硅。自然界没有游离态的硅，硅元素主要以氧化物和硅酸盐的形式存在于沙子、土壤和地壳的岩石中。工业上一般通过焦炭在电炉中还原二氧化硅得到粗硅（含杂质），后将其提纯得到高纯硅。



## 达标练习

1. 下列关于元素性质及其递变规律的说法中，错误的是（ ）。
  - A. 元素的性质与其原子最外层电子数密切相关
  - B. 元素的性质随原子序数递增而呈现周期性变化
  - C. 同周期元素，从左到右，元素的金属性逐渐减弱
  - D. 同主族元素，从上到下，元素的非金属性逐渐增强
2. 主族元素在元素周期表中的位置取决于元素原子的（ ）。
  - A. 相对原子质量和核外电子
  - B. 相对原子质量和最外层电子数
  - C. 电子层数和次外层电子数
  - D. 电子层数和最外层电子数
3. 下列关于元素周期表和元素周期律的说法中，错误的是（ ）。
  - A. 元素周期表是元素周期律的具体表现形式
  - B. 第一到第三周期元素，其原子的最外层电子数与其所在族的族序数相同（稀有气体元素原子除外）
  - C. 现在常用的元素周期表是按照元素原子质量大小排列而成的
  - D. 同一周期的主族元素（氢元素除外）中，族序数越小的元素，其最高价氧化物对应水化物的碱性越强
4. 元素周期表中可以用于制造半导体材料的区域是（ ）。
  - A. 稀有气体元素
  - B. 元素周期表左下方的金属元素区域
  - C. 元素周期表右上方的非金属元素区域
  - D. 金属元素和非金属元素分界线附近



# 第3节 化学键

## 学习目标

1. 知道微观粒子之间存在着相互作用，建立化学键的概念。
2. 认识离子键与共价键的形成过程，知道离子化合物与共价化合物。
3. 理解化学反应的实质。

目前人类发现和合成的物质已超过1亿种，这些物质归根结底都是由原子通过一定的方式相互结合形成的。那么，一个个小小的原子为什么能够相互结合，又是怎样结合形成了世界上如此丰富多彩的物质呢？

## 一、离子键

食盐是我们十分熟悉的物质，它的主要成分是氯化钠。下面，我们就以氯化钠的形成过程为例来探索物质构成的奥秘。

### 观察实验

#### 钠和氯气的反应

取一块绿豆大小的钠（用滤纸吸干其表面的煤油，切去表层），置于石棉网上，用酒精灯微热。待金属钠熔成球状，迅速将盛有氯气的集气瓶倒扣在钠球的上方，观察并记录实验现象。

实验现象：\_\_\_\_\_。



图1-13 钠在氯气中燃烧

钠和氯气在点燃的条件下反应，生成了氯化钠。从微观角度分析，这一反应过程是如何发生的呢？

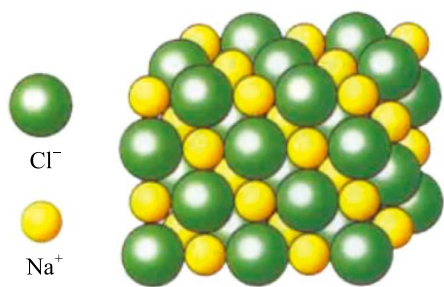


图1-14 氯化钠固体的微观结构

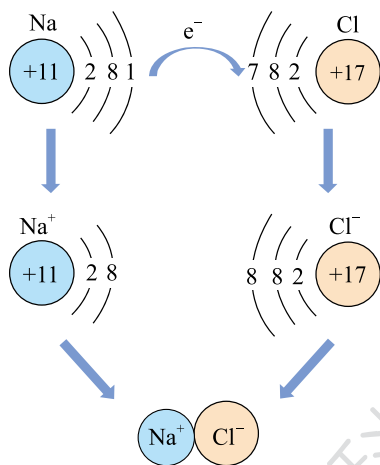
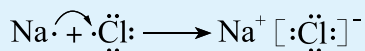


图1-15 氯化钠形成示意图

我们知道，金属钠是由钠原子构成的，氯气分子是由氯原子构成的，而氯化钠固体则是由带正电荷的钠离子（ $\text{Na}^+$ ）和带负电荷的氯离子（ $\text{Cl}^-$ ）结合形成的（图 1-14）。

依据钠原子和氯原子的核外电子排布，钠原子最外层电子数为 1，容易失去 1 个电子达到 8 电子稳定结构；氯原子最外层电子数为 7，容易得到 1 个电子达到 8 电子稳定结构。因此，在氯化钠的形成过程中，钠原子最外层的 1 个电子转移到了氯原子的最外层上，由此形成带正电荷的  $\text{Na}^+$  和带负电荷的  $\text{Cl}^-$ 。这两种带相反电荷的离子通过静电作用结合在一起，从而形成了稳定的化合物——氯化钠，如图 1-15 所示。

如果用电子式（由元素符号及用于表示最外层电子的“·”或“×”组成的式子）来表示氯化钠的形成过程：



人们将这种存在于阴、阳离子之间的强烈的相互作用称为**离子键**，由离子键结合而形成的化合物叫作**离子化合物**。通常，活泼的金属（如钾、钠、镁等）与活泼的非金属（如氯、溴、碘等）化合时，能形成离子键。绝大多数盐、强碱和活泼金属氧化物都是离子化合物，如  $\text{KCl}$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{MgO}$  等。





## 二、共价键

### 观察思考

观看氯化氢分子形成的动画，并运用原子结构的知识，从核外电子排布的角度出发，分析当氢原子与氯原子结合形成氯化氢分子时，其原子最外层电子发生了怎样的变化？



图1-16 氢原子结构示意图

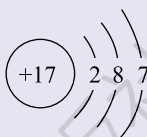
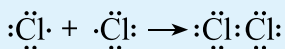


图1-17 氯原子结构示意图

与氯化钠的形成不同，氢分子、氯分子、氯化氢分子等并不能通过原子间得失电子来形成。以氯分子为例进行分析，氯原子的最外层电子数为7，两个氯原子各获得1个电子才可达到最外层8电子稳定结构，而氯原子间又难以发生电子的得失。那么，它们是怎样结合在一起的呢？在这种情况下，两个氯原子各提供1个电子，形成一对共用电子，如此，二者就都能形成最外层8电子稳定结构。用电子式表示这一过程为：



像氯分子这样，原子之间通过共用电子所形成的强烈的相互作用叫作**共价键**。以共价键形成的化合物叫作**共价化合物**。非金属氢化物（如HCl、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>）、非金属氧化物（如CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>）、含氧酸（如H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、HNO<sub>3</sub>）、大多数有机化合物（如甲烷、乙醇）都是共价化合物。

通常，在化学上用短线“—”表示1对共用电子，如氯分子可以表示为Cl—Cl、水分子可以表示为H—O—H。这种表示分子组成的方式称为**结构式**。

通过对 NaCl、Cl<sub>2</sub> 形成过程的分析我们可以看到，原子结合成分子时原子之间存在着相互作用。人们把这种相邻原子之间的强烈的相互作用叫作化学键。离子键和共价键是两种常见的化学键。

## 拓展视野

### 分子间作用力

降温加压时气体会液化，降温时液体会凝固，这些事实表明分子之间也存在着相互作用，这种相互作用称为分子间作用力。荷兰物理学家范德华（J.D.van der Waals）最早对其进行了研究，所以最初人们把这类分子间作用力称为范德华力。范德华力比化学键弱很多，它对物质的熔点、沸点等有重要影响。

氢键是除范德华力之外的另一种分子间作用力。它比一般的范德华力强，但比化学键弱。水分子之间存在着氢键，且固态水中相邻水分子间通过氢键形成规则的网状结构，导致水分子间平均距离变大，因此，冰的微观结构中空隙较大，表现在宏观性质上即与等质量的液态水相比，冰的体积膨胀。

结合信息资料，思考一下，冰为什么能浮在水面上。

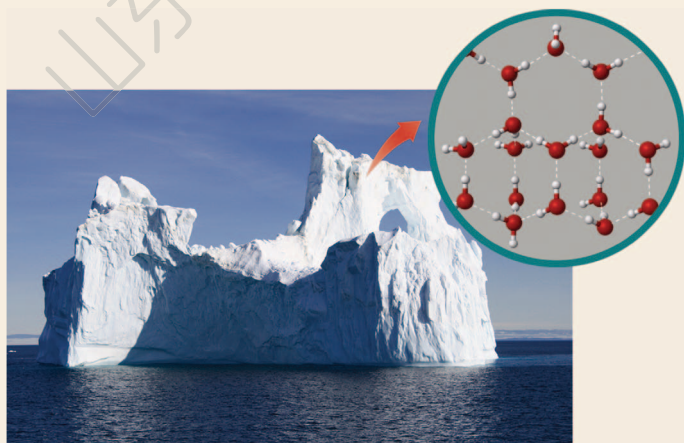


图1-18 浮在水中的冰及水分子间的氢键



氢气与氯气反应可以生成氯化氢，而从化学键的角度来看，该反应包括  $\text{H}_2$  和  $\text{Cl}_2$  中的  $\text{H—H}$  和  $\text{Cl—Cl}$  两种旧化学键的断裂和  $\text{H—Cl}$  这一新化学键的形成。所以，化学反应的过程，本质上是旧化学键断裂和新化学键形成的过程。

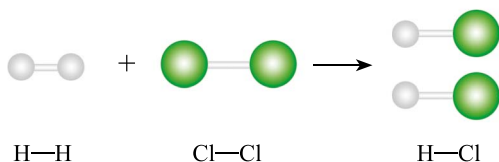


图1-19 氯化氢分子形成过程中化学键变化情况示意图

## 达标练习

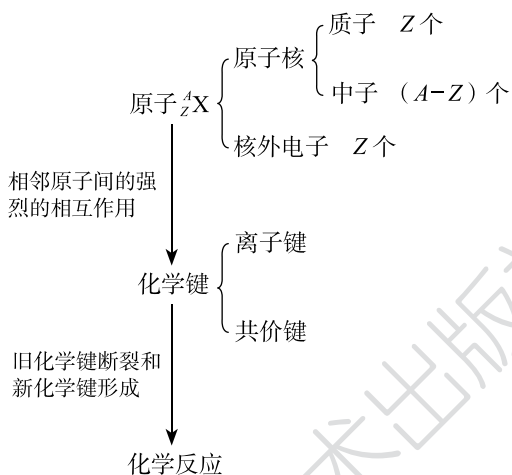
- 下列关于化学键的说法中，正确的是（ ）。
  - 化学反应的过程，实质上是旧化学键断裂和新化学键形成的过程
  - 化学键只存在于离子之间
  - 化学键是相邻的分子之间强烈的相互作用
  - 非金属单质中不一定含有共价键
- 下列各数值表示多种原子的原子序数，其所表示的各原子能以离子键相结合形成稳定化合物的是（ ）。
 

A. 10 与 19	B. 6 与 16	C. 11 与 17	D. 14 与 8
------------	-----------	------------	-----------
- 下列物质中只含离子键的是（ ）。
 

A. NaOH	B. NaCl	C. $\text{H}_2$	D. $\text{H}_2\text{O}$
---------	---------	-----------------	-------------------------

## 知识归纳

### 一、原子结构与化学键



质量数：质量数 ( $A$ ) = 质子数 ( $Z$ ) + 中子数 ( $N$ )。

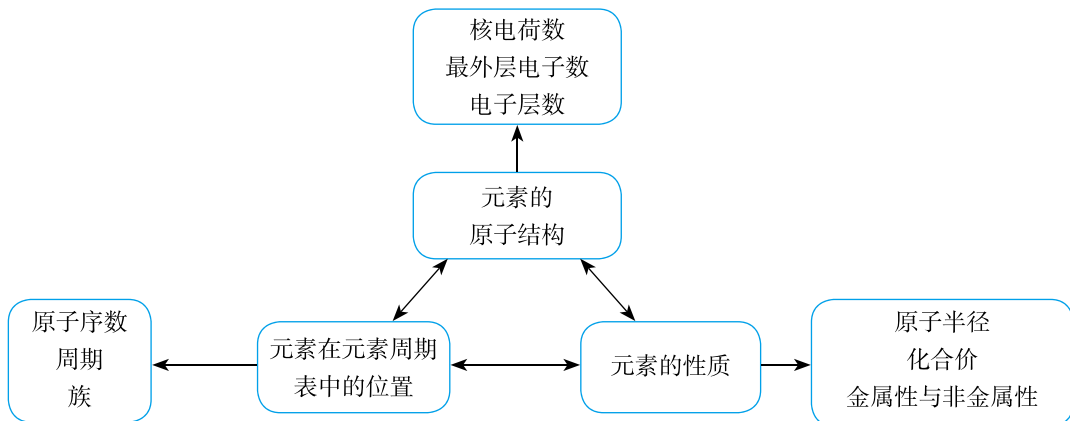
核外电子排布：电子是按照一定规律在不同的电子层上运动的，它总是尽可能地先从内层排起，排满一层后再填充下一层。

离子键：存在于阴、阳离子之间的强烈的相互作用。

共价键：原子之间通过共用电子所形成的强烈的相互作用。

### 二、元素周期律

元素周期表是元素周期律的具体表现形式，元素的原子结构与元素在元素周期表中的位置、元素的性质紧密相关。





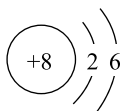
## 综合练习

### 一、选择题

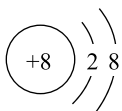
- 下列数据中，根据元素的原子序数不能确定的是( )。
  - 核电荷数
  - 核内质子数
  - 核外电子数
  - 中子数
- 下面关于化学反应的认识中，正确的是( )。
  - 有新物质生成不一定是化学变化
  - 化学反应一定伴随着发光发热现象
  - 化学反应的过程，实质上是旧化学键断裂与新化学键形成的过程
  - 化学反应过程中，原子的数目和种类一定发生变化
- 下列物质中，只含有离子键的是( )。
  - NaOH
  - H<sub>2</sub>
  - H<sub>2</sub>O
  - MgCl<sub>2</sub>
- 下列关于元素周期表中第三周期元素性质的描述中，错误的是( )。
  - 从左到右，原子半径逐渐增大
  - 从左到右，气态氢化物的稳定性逐渐增强
  - 从左到右，最高化合价依次升高
  - 从左到右，最高价氧化物对应水化物的碱性逐渐减弱，酸性逐渐增强
- 下列气态氢化物中最稳定的是( )。
  - CH<sub>4</sub>
  - NH<sub>3</sub>
  - H<sub>2</sub>O
  - HF

### 二、填空题

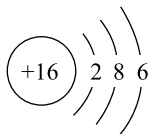
1. 请结合下面给出的几种粒子的结构示意图，填写下列各题中的空白。



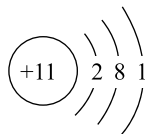
A



B



C



D

- 属于阴离子的有\_\_\_\_\_；
- 属于金属元素的有\_\_\_\_\_；

(3) 具有相似化学性质的是\_\_\_\_\_。

2. 原子  $^{137}_{55}\text{Cs}$ , 原子序数为\_\_\_\_\_, 质子数为\_\_\_\_\_, 中子数为\_\_\_\_\_, 质量数为\_\_\_\_\_, 原子核外电子数为\_\_\_\_\_。

3. A、B、C 三种元素原子的核外电子数都比氫原子少, 若 A、C 处于同一主族但间隔一个周期, A 和 B 的核电荷数之差为 5, B 原子的 M 电子层比 L 电子层少 2 个电子, 则 A、B、C 三种元素的元素符号分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

山东科学技术出版社



# 学生实验：化学实验基本操作



## 实验目的

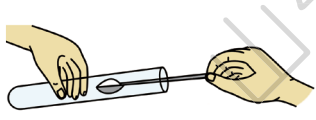
1. 学会药品的取用、物质的加热等基本操作技能，形成良好的实验习惯。
2. 能识别常见易燃、易爆化学品的安全标识，了解防火与灭火常识。
3. 知道常见化学实验废弃物的处理方法，树立安全和环保意识。

## 一、练习基本实验技能

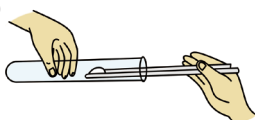
### 1. 药品的取用

#### (1) 固体药品的取用

取用粉末状固体需使用药匙或纸槽，取用块状固体需使用镊子。取用时，首先将试管平放，再将盛有药品的药匙（纸槽）或夹持块状固体的镊子伸入试管中，然后将试管直立，使药品缓缓滑至试管底部。



▲ 粉末状固体的取用



▲ 块状固体的取用

#### (2) 液体药品的取用

向试管中倾倒液体时应先取下瓶塞，并将其倒放在桌面上，然后手心对着标签拿起瓶子，使瓶口紧靠试管口，再将液体缓缓倒入试管。

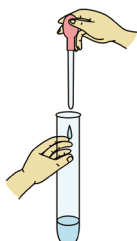
用胶头滴管滴加液体时，胶头滴管应垂悬在试管口上方，避免接触试管。

用量筒量取液体时应使量筒倾斜且紧挨瓶口，缓缓倒入液体至接近所量刻度时将量筒放平，视线平视所量刻度，改用胶头滴管逐滴滴加直至达到所

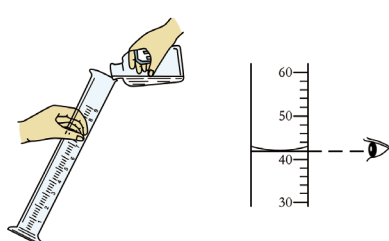
要量取的体积，注意视线要与量筒内凹液面的最低点保持水平。



▲ 液体的倾倒



▲ 液体的滴加

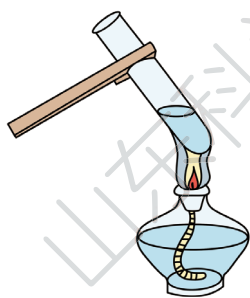


▲ 液体的量取

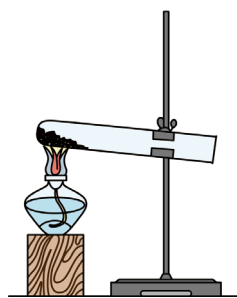
## 2. 物质的加热

液体加热时需注意试管中液体的体积不得超过试管容积的  $\frac{1}{3}$ ，将试管夹夹持在离试管口约  $\frac{1}{3}$  处，使试管倾斜，随后将试管预热，加热过程中应不断上下稍稍移动试管。

固体加热时应先放置好酒精灯，然后根据酒精灯火焰高度将盛有药品的试管固定在铁架台上，试管口应略向下倾斜；加热时先将试管均匀加热，然后将酒精灯固定在有药品的部位加热。



▲ 给试管中的液体加热



▲ 给试管中的固体加热



### 安全提示

1. 在使用酒精灯前，务必认真检查酒精灯内酒精的量，一般控制在酒精灯容量的  $\frac{1}{3}$  至  $\frac{2}{3}$ 。切忌向燃着的酒精灯内添加酒精，也不能用燃着的酒精灯点燃另一个酒精灯。
2. 给试管中液体加热时切忌将管口对准自己或他人，避免液体沸腾溅出伤人。不要碰触刚加热完的试管，以免烫伤。

## 二、探究实验训练

### 探究碳酸钙的热稳定性

实验用品：碳酸钙粉末，石灰水，试管，烧杯，药匙，酒精灯，导管，橡胶塞，铁架台。

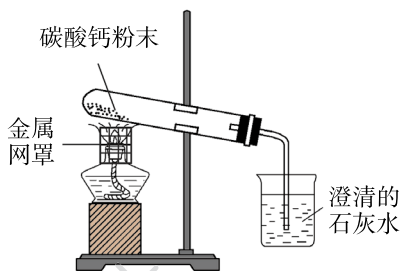
实验步骤：

1. 取适量碳酸钙粉末于干燥洁净的试管中，再向烧杯中倒入一定量的澄清石灰水。

按照自下而上、从左到右的顺序组装好实验装置（如图所示），然后用酒精灯加热试管，观察并记录实验现象。

2. 实验结束后，先将导管从液体中移出，再熄灭酒精灯，以防止出现倒吸。

实验现象：\_\_\_\_\_。



## 三、认识化学品安全使用标识

化学品具有各种各样的性质，其中一些性质可能会带来危险，如燃烧、爆炸、腐蚀、毒害等。为了避免危险的发生，我们需要认识一些化学品安全使用标识。



爆炸物



易燃气体



易燃液体



易燃固体



暴露在空气中自燃的物质



无机氧化剂



毒性物质



二级放射性物质



腐蚀性物质



物质轻度危害健康或危害臭氧层



物质对健康存在危害



物质对环境存在危害

## 四、了解实验室突发事件应对措施

### 1. 着火

实验室一旦发生火情，应立即切断电源，并将附近的可燃物移走，防止燃烧继续扩大。如果火势不大，可用石棉布、湿抹布等材料盖灭；若火势较大，应选择合适的灭火器进行灭火，并及时与消防部门联系。



#### 安全提示

1. 实验室应时刻准备好灭火物品，包括灭火器、灭火沙、防火毯、石棉布等，进入实验室后应认真观察，了解这些灭火物品的摆放位置和使用方法。
2. 灭火应在确保自身安全的情况下进行。如果身上衣物不慎着火，应立即将其脱掉，并浸入水中或用湿布盖灭；若燃烧面积较大且不易脱掉，需躺在地上翻滚以达到灭火效果。

### 2. 烫伤或烧伤

烫伤或烧伤时，较轻微的情况下可用洁净冷水做降温处理，然后涂上烫伤药膏（若出现水泡，尽量不要弄破）；情况严重需及时就医。

### 3. 酸或碱等腐蚀性药品灼伤

若不慎被酸灼伤，应立即用大量水冲洗，然后用 3%~5% 的  $\text{NaHCO}_3$  溶液冲洗；若不慎被碱灼伤，应立即用大量水冲洗，然后涂抹 1% 的硼酸。

## 五、知道常见废弃物处理办法

化学实验中产生的废气、废液、废渣（简称“三废”），不可随意排放到空气或下水道中，应根据其性质特点进行吸收处理或收集在指定的容器中，集中安全处置。

### 1. 废气的处理

对于少量的废气，可通过通风橱经空气稀释后直接排出。

对于大量有毒、有害的废气，应通过溶解法、燃烧法、吸附法等进行吸收处理，不得直接向室内外排放。

## 2. 废液的处理

对于酸、碱、氧化剂或还原剂的废液，应分别收集，在混合无危险时利用酸碱中和或氧化还原法少量多次混合后再排放。

对于有机废液，不需要回收利用的可做焚烧处理，注意含卤素的有机废液需处理焚烧后的尾气；具有回收利用价值的，可萃取分液或蒸馏后回收。

## 3. 废渣的处理

对于钠、钾、白磷等易燃物，不可随意丢弃，以免引起火灾，可以回收至原试剂瓶。

对于难溶物或含有重金属的固体废渣，应送至环保部门进一步处理，不可随意排放。

山东科学技术出版社