



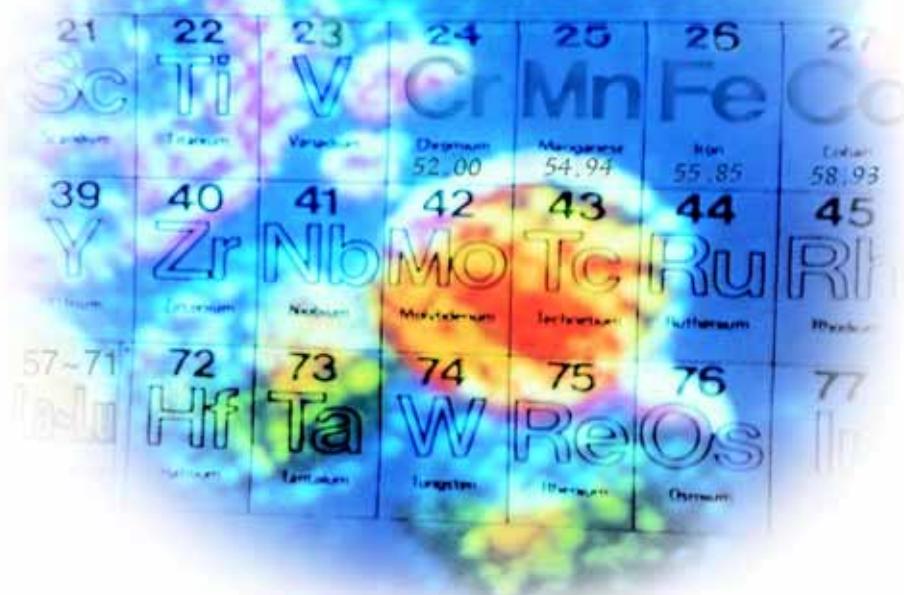
普通高中课程标准实验教科书

# 化 学

## 化学 2 (必修)

北京师范大学国家基础教育课程标准实验教材总编委会组编

全套教材主编 王 磊 陈光巨  
本册教材主编 王 磊



山东科学技术出版社

# 目录 CONTENTS

## 第1章 原子结构与元素周期律

第1节 原子结构 .....	2
第2节 元素周期律和元素周期表 .....	10
第3节 元素周期表的应用 .....	20
本章自我评价 .....	27

## 第2章 化学键 化学反应与能量

第1节 化学键与化学反应 .....	31
第2节 化学反应的快慢和限度 .....	40
第3节 化学反应的利用 .....	47
本章自我评价 .....	55

## 第3章 重要的有机化合物

第1节 认识有机化合物 .....	58
第2节 石油和煤 重要的烃 .....	66
第3节 饮食中的有机化合物 .....	76
第4节 塑料 橡胶 纤维 .....	89
本章自我评价 .....	98

# CONTENTS

## 附录

- |                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1. 各章节中的主要术语与物质名称 ..... | 100 |
| 2. 本册教材中主要的实验内容 .....   | 102 |
| 3. 常见元素中英文名称对照表 .....   | 103 |
| 元素周期表                   |     |

核电荷数 = 质子数 = 核外电子数  
质子数 ( $Z$ ) + 中子数 ( $N$ ) = 质量数 ( $A$ )

## 第 1 章

# 原子结构与元素周期律

- 第 1 节 原子结构
- 第 2 节 元素周期律和元素周期表
- 第 3 节 元素周期表的应用
- 本章自我评价



Chemistry



# 第 1 节 原子结构

有关原子结构的知识是自然科学的重要基础知识之一。原子是构成物质的一种基本微粒，物质的组成、性质和变化都与原子结构密切相关。那么，原子的内部结构是怎样的呢？

## 联想·质疑

英国物理学家卢瑟福 (E.Rutherford) 通过 $\alpha$ 粒子散射实验证明，原子中带正电的部分集中在一起。



实验前，根据“葡萄干布丁”原子模型进行的预测

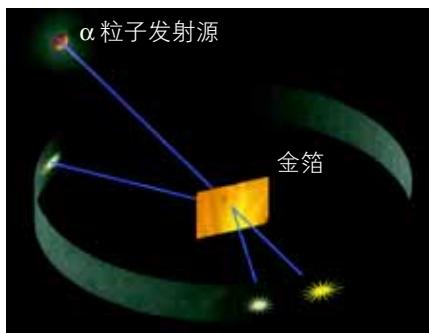
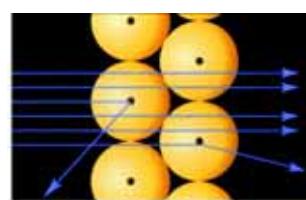


图 1-1-1 卢瑟福实验示意图



实验结果：绝大多数 $\alpha$ 粒子通过，少数 $\alpha$ 粒子转向，个别 $\alpha$ 粒子反弹

在此实验的基础上，卢瑟福提出了核式原子模型：原子由原子核和核外电子构成。原子核带正电荷，位于原子的中心；电子带负电荷，在原子核周围空间做高速运动。

那么，原子核的内部结构是怎样的？电子在核外空间的运动状态又是怎样的呢？

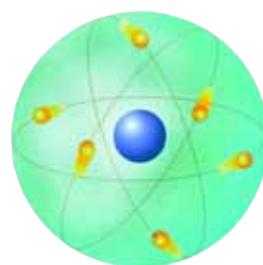


图 1-1-2 卢瑟福核式原子模型

## 一、原子核 核素

### 1. 原子核的构成

原子是由原子核和核外电子构成的，而原子核又是由更小的微粒——质子 (proton) 和中子 (neutron) 构成的。



## 交流·研讨

下表列出的是构成原子的微粒——电子、质子和中子的基本数据。

微粒	电子	质子	中子
质量/kg	$9.109 \times 10^{-31}$	$1.673 \times 10^{-27}$	$1.675 \times 10^{-27}$
相对质量	0.000 548 4	1.007	1.008
电量/C	$1.602 \times 10^{-19}$	$1.602 \times 10^{-19}$	0
电荷	-1	+1	0

请根据表中所列数据讨论：

- 在原子中，质子数、核电荷数和核外电子数之间存在着怎样的关系？为什么？
- 原子的质量主要由哪些微粒决定？
- 如果忽略电子的质量，质子、中子的相对质量分别取其近似整数值，那么，原子的相对质量在数值上与原子核内的质子数和中子数有什么关系？

质子带正电荷，中子不带电，质子和中子依靠一种特殊的力——核力结合在一起。对一个原子来说：

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

由于电子的质量很小，相对于质子、中子的质量，可以忽略不计，因此原子的质量几乎全部集中在原子核上。也就是说，原子的质量可以看做原子核中质子的质量和中子的质量之和。人们将原子核中质子数和中子数之和称为质量数（mass number）。

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

一般用符号 ${}^A_Z X$ 表示一个质量数为A、质子数为Z的原子，那么，组成原子的有关粒子间的关系可表示为：

$$\text{原子} {}^A_Z X \left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{质子 } Z \text{个} \\ \text{中子 } (A-Z) \text{ 个} \end{array} \right. \\ \text{核外电子 } Z \text{ 个} \end{array} \right.$$

## 迁移·应用

1. 在科学的研究中，人们常用“ $^{37}_{17}\text{Cl}$ ”来表示某种氯原子，请你谈谈其中符号和数字的含义。

2. 生物体在生命过程中保留的一种碳原子—— $^{14}_{6}\text{C}$ 会在其死亡后衰变。测量在考古遗址中发现的生物遗体里 $^{14}_{6}\text{C}$ 的数量，可以推断出它的存在年代。请你利用所学知识分析， $^{14}_{6}\text{C}$ 与作为相对原子质量标准的 $^{12}_{6}\text{C}$ 在结构上有何异同。

## 2. 核素

元素的种类是由原子核内的质子数决定的。元素(element)是具有相同质子数(核电荷数)的同一类原子的总称。

同种元素原子的质子数相同，那么，中子数是否也相同呢？

## 观察·思考

### 氕、氘、氚

科学家们发现有三种氢原子：氕(piē)、氘(dāo)、氚(chuān)，这三种氢原子中质子、中子和电子的数量关系如图1-1-3所示。

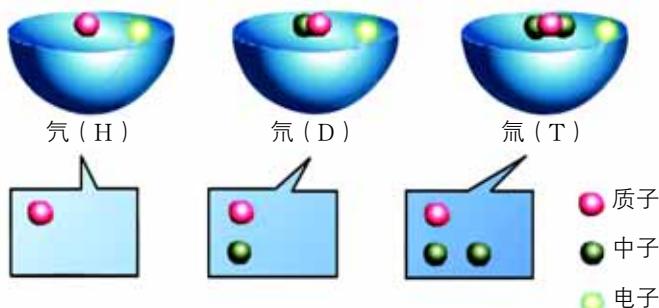


图1-1-3 氕、氘、氚原子中质子、中子和电子的数量关系示意图

原 子	氕	氘	氚
符 号	H	D	T
俗 称	—	重氢	超重氢
发现年份	1766	1931	1934

## 思考

1. 氕、氘、氚的原子结构有何异同？

2. 它们是同一种元素吗？

人们把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子称为核素(nuclide)。氢元素有氕、氘、氚3种核素，分别用 $^1_{1}\text{H}$ 、 $^2_{1}\text{H}$ 和 $^3_{1}\text{H}$ 表示。除氢外，在天然元素中，还有许多元素具有多种核素，如碳元素有3种核素( $^{12}_{6}\text{C}$ 、 $^{13}_{6}\text{C}$ 、 $^{14}_{6}\text{C}$ )，氧元素有3种核素( $^{16}_{8}\text{O}$ 、 $^{17}_{8}\text{O}$ 、 $^{18}_{8}\text{O}$ )，铀元素有3种核素( $^{234}_{92}\text{U}$ 、 $^{235}_{92}\text{U}$ 、 $^{238}_{92}\text{U}$ )，氯元素有2种核素( $^{35}_{17}\text{Cl}$ 、 $^{37}_{17}\text{Cl}$ )等；有些元素则只有1种核素，如氟( $^{19}_{9}\text{F}$ )、钠( $^{23}_{11}\text{Na}$ )等。



质子数相同而中子数不同的同一种元素的不同核素互为同位素 (isotope)。例如,  $^1\text{H}$ 、 $^2\text{H}$  和  $^3\text{H}$  互为同位素, 其中  $^2\text{H}$ 、 $^3\text{H}$  用做制造氢弹的原料;  $^{234}_{92}\text{U}$ 、 $^{235}_{92}\text{U}$ 、 $^{238}_{92}\text{U}$  互为同位素, 其中  $^{235}_{92}\text{U}$  是核反应堆的燃料。同位素分为稳定同位素和放射性同位素两种。放射性同位素最常见的应用是作为放射源和进行同位素示踪。例如, 追踪植物中放射性  $^{32}\text{P}$  发出的射线, 能确定磷在植物中的作用部位; 应用放射性同位素发射出的射线, 可进行金属制品探伤、食物保鲜和肿瘤治疗等。



图1-1-4 放射性同位素  $^{60}_{27}\text{Co}$  应用于蔬菜保鲜

### 化学与技术

#### 放射性同位素与医疗

**放射性同位素用于疾病的诊断** 用放射性同位素标记的药物进入人体后, 医务人员可以利用标记药物的放射性, 借助有关仪器从体外观察脏器功能和生化过程的变化。在疾病的形成过程中, 生化变化和功能变化一般要早于组织形态的变化, 因此放射性同位素广泛用于肿瘤的早期诊断。例如, 用放射性同位素进行诊断可比用 X 光法早 3~6 个月发现骨癌转移。

**放射性同位素用于疾病的治疗** 放射性同位素能放射出  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  射线, 射线达到一定剂量时有杀死生物细胞的作用。通过长期的实践, 科学家们选用不同种类及剂量的放射性同位素, 用特殊的方法照射不同部位的肿瘤, 杀灭癌细胞或抑制癌细胞的繁殖, 并尽量减少对人体正常细胞的损害。



图1-1-5 放射性同位素用于某些疾病的诊断

#### 未来的能源——核聚变能



图1-1-6 核聚变反应控制室

核聚变是将轻原子核融合成较重原子核的核反应, 它所产生的能量比核裂变反应产生的能量大得多。例如, 1 g 氕 ( $^2\text{H}$ ) 全部聚合为氦所放出的热能可使  $4 \times 10^8$  g 冰变成水蒸气。另外, 核聚变产生的污染轻, 不会造成放射性垃圾。因此, 核聚变的和平利用将帮助人类长久地解决能源问题。

要使核聚变作为能源为人类服务, 必须使核聚变产生的能量均匀地释放出来, 也就是要进行受控核聚变反应。目前受控核聚变反应的最大技术障碍是难以将核燃料加热到几千万甚至上亿摄氏度的高温。现在, 科学家们正在探索在室温下实现受控核聚变的可能性。

## 二、核外电子排布

物质在化学反应中的表现与组成该物质的元素的原子结构有着密切的联系，其中核外电子扮演着非常重要的角色。电子在原子内有“广阔”的运动空间。在这“广阔”的空间里，核外电子是怎样运动的呢？

### 交流·研讨

电子极其微小，即使使用最先进的扫描隧道显微镜（STM），也只能观察到排列有序、紧密堆积的原子，而观察不到比原子小得多的电子。一个多世纪以来，科学家们主要采用建立模型的方法对核外电子的运动情况进行研究。

请你查阅有关原子结构模型的资料，与同学们讨论电子在原子核外是怎样运动的。

现代物质结构理论认为，在含有多个电子的原子里，能量低的电子通常在离核较近的区域内运动，能量高的电子通常在离核较远的区域内运动。据此可以认为，电子是在原子核外距核由近及远、能量由低到高的不同电子层上分层排布的。通常把能量最低、离核最近的电子层叫做第一层；能量稍高、离核稍远的电子层叫做第二层；由里往外依次类推，共有7个电子层。科学研究表明：每层最多容纳的电子数为 $2n^2$ （ $n$ 代表电子层数），而最外层电子数则不超过8个（第一层为最外层时，电子数不超过2个）。人们常用原子结构示意图来简明地表示电子在原子核外的分层排布情况。

核电荷数为1~18的元素的原子结构示意图如图1-1-8所示。

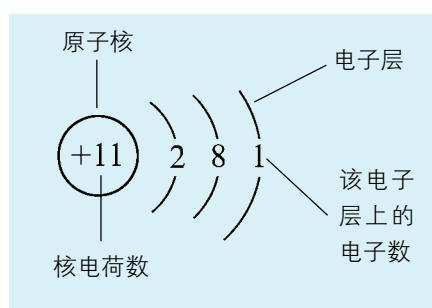


图1-1-7 钠的原子结构示意图

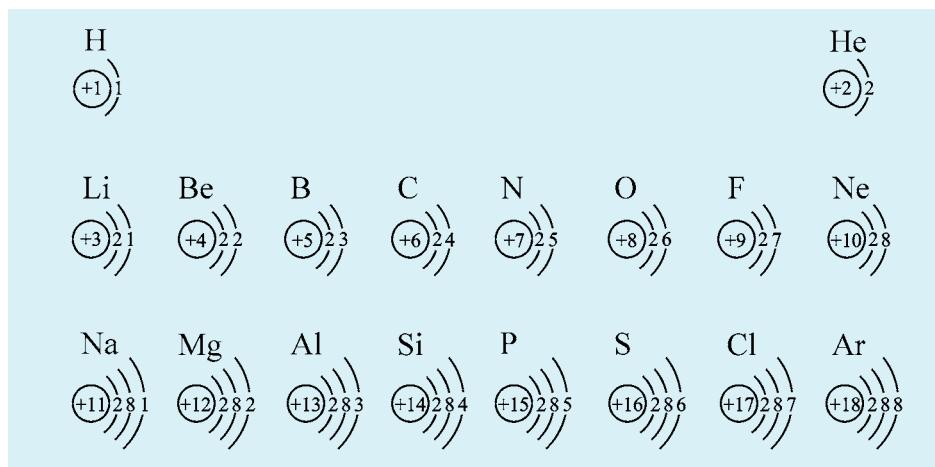


图1-1-8 核电荷数为1~18的元素的原子结构示意图



经过分析发现，元素的性质与原子的最外层电子排布密切相关。例如，稀有气体元素原子最外层电子数为8（氦除外，它的最外层只有2个电子），结构稳定，既不容易获得电子，也不容易失去电子；金属元素原子最外层电子数一般小于4，较易失去电子形成阳离子；非金属元素原子最外层电子数一般大于或等于4，有较强的获得电子的倾向，活泼非金属元素的原子则较易获得电子形成阴离子。

化合价是元素的一种重要性质。元素的化合价的数值，与原子的电子层结构特别是最外层电子数有关。例如，稀有气体元素原子核外电子排布已达稳定结构，既不容易获得电子也不容易失去电子，所以稀有气体元素通常表现为0价。钠原子最外层只有1个电子，容易失去这个电子形成 $\text{Na}^+$ 而达到稳定结构，因此钠元素在化合物中显+1价；氯原子最外层有7个电子，只需获得1个电子形成 $\text{Cl}^-$ 便可达到稳定结构，因此氯元素在化合物中常显-1价。

## 交流·研讨

- 请你尝试画出钙原子（核电荷数为20）和钾离子（核电荷数为19）的结构示意图。
- 通过前面的学习你已经知道，金属钠、金属镁在化学反应中表现出还原性，而氧气、氯气在化学反应中表现出氧化性，你能用原子结构的知识对这一事实进行解释吗？
- 你认为原子结构的知识对于理解物质结构和性质的关系有哪些帮助？



### 资料在线

#### 玻尔原子模型

1913年，玻尔（N.Bohr）在核式原子模型的基础上指出：核外电子是处在一定的轨道上绕核运行的，正如太阳系的行星绕太阳运行一样；在核外运行的电子分层排布，按能量高低而距核远近不同。这个模型被称为“玻尔原子模型”。现代物质结构理论在新的实验基础上保留了玻尔原子模型合理的部分，并赋予其新的内容。



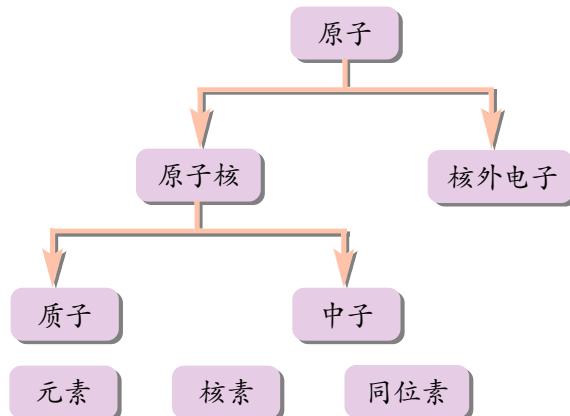
图1-1-9 丹麦科学家 玻尔  
(N.Bohr, 1885—1962)

#### 核外电子运动的特征

宏观物体的运动都有一定的轨迹，如人造卫星按一定的轨道围绕地球运行，而在原子核外运动的电子并不遵循宏观物体的运动规律。研究表明，电子在核外空间所处的位置及其运动速度不能同时准确地确定。于是，人们采用统计的方法，对一个电子的多次行为或多个电子的一次行为进行研究，从而统计出电子在核外空间某处单位体积里出现机会的多少，并用电子云形象地进行表示。

## 概 括 · 整 合

1. 请用图示的方式描述构成原子的各种微粒与元素、核素间的关系，以及元素、核素与同位素间的关系。

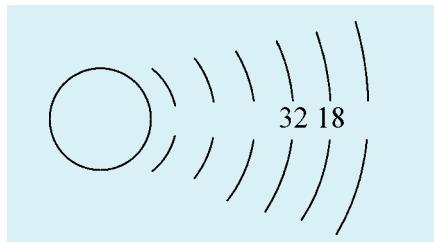


2. 核外电子排布是有一定规律的。那么，电子在核外是如何排布的？原子的最外层电子排布与元素的化学性质有什么关系？
3. 你认为研究原子结构有什么意义？请你列举核素在生产和生活中的应用。

## 练习与活动

1. 据报道，某些花岗岩会产生氡 ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ )，从而对人体产生伤害。请回答：

- (1) 该原子的质量数是\_\_\_\_\_，质子数是\_\_\_\_\_，中子数是\_\_\_\_\_。  
 (2) 请将以下 Rn 的原子结构示意图补全。



- (3) 请根据 Rn 的原子结构预测氡气的化学性质( )。

- A. 非常活泼，容易与氧气等非金属单质反应
- B. 比较活泼，能与钠等金属反应
- C. 不太活泼，与氮气性质相似
- D. 很难与其他物质发生反应

你选择该选项的理由是\_\_\_\_\_。

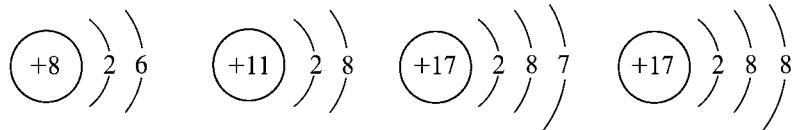


(4) 研究发现, 镭能蜕变为 $^{222}_{86}\text{Rn}$ , 故将 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 称为镭射气; 钇能蜕变为 $^{220}_{86}\text{Rn}$ , 故将 $^{220}_{86}\text{Rn}$ 称为钍射气; 钼能蜕变为 $^{219}_{86}\text{Rn}$ , 故将 $^{219}_{86}\text{Rn}$ 称为锕射气。 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 、 $^{220}_{86}\text{Rn}$ 、 $^{219}_{86}\text{Rn}$ ( )。

- A. 属于同种元素
- B. 互为同位素
- C. 属于同种核素
- D. 属于同种原子

由此可见, \_\_\_\_\_决定元素种类, \_\_\_\_\_决定核素种类。

2. 你知道以下微粒结构示意图表示的各是什么微粒吗?



3. 请利用原子结构的知识解释下列事实。

- (1) 在硫化钠中, 钠元素显+1价, 硫元素显-2价。
- (2) 钠原子和铝原子电子层数相同, 但金属钠与氯气的反应要比金属铝与氯气的反应容易而且剧烈。

4. 查阅资料并与同学们交流: 放射性同位素在能源、农业、医疗以及考古等方面有哪些应用?



## 第2节 元素周期律和元素周期表

物质世界尽管丰富多彩、变化无穷，但一切物质都是由元素组成的。人类在长期的生产活动和科学实验中，逐渐认识了元素间的内在联系和元素性质变化的规律性，并以一定的方式将它们表示出来。

### 联想·质疑

目前已经发现的元素有110多种。在元素周期表中，元素是有序排列的。你是否想过：元素为什么会按照这样的顺序在元素周期表中排列？它们之间存在着什么关系？人们是怎样描述这种关系的？

元素周期表																			
	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0	1s <sup>2</sup>	电子层	0								
1	1 H 氢 1.008	2 He 氦 4.003	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012	5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00	9 F 氟 19.00	10 Ne 氖 20.18									
2	11 Na 钠 22.99	12 Mg 镁 24.31	13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.09	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.06	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95											
3	19 K 钾 39.10	20 Ca 钙 40.08	21 Sc 钪 44.96	22 Ti 钛 47.87	23 V 钒 50.94	24 Cr 铬 52.00	25 Mn 锰 54.94	26 Fe 铁 55.85	27 Co 钴 58.93	28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.55	30 Zn 锌 65.41	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.64	33 As 砷 74.92	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.90		
4	37 Rb 铷 85.47	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.91	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.91	42 Mo 钼 95.94	43 Tc 锝 98.1	44 Ru 钌 101.1	45 Rh 铑 102.9	46 Pd 钯 106.4	47 Ag 银 107.9	48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9		
5	55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57-71 La-Lu 镧系 (1223)	72 Hf 铪 (226)	73 Ta 钽 178.5	74 W 钨 180.9	75 Re 铼 183.8	76 Os 锇 186.2	77 Ir 铱 190.2	78 Pt 铂 192.2	79 Au 金 195.1	80 Hg 汞 197.0	81 Tl 铊 200.6	82 Pb 铅 204.4	83 Bi 铋 207.2	84 Po 钋 (209)	85 At 砹 (210)	86 Rn 氡 (222)	
6	87 Fr 钫 (223)	88 Ra 镭 (226)	89-103 Ac-Lr 锕系 (261)	104 Rf 铹 (262)	105 Db 𬭊 (262)	106 Sg 镄 (266)	107 Bh 锫 (264)	108 Hs 镆 (277)	109 Mt 镆 (268)	110 Un 镆 (281)	111 Un 镆 (272)	112 Ub 镆 (285)	87 Lu 镥 175.0						
7																			
	57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 145	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 157.3	64 Gd 钆 158.9	65 Tb 铽 162.5	66 Dy 镝 164.9	67 Ho 钬 167.3	68 Er 铒 168.9	69 Tm 铥 173.0	70 Yb 镱 175.0	71 Lu 镥 175.0				
	89 Ac 锕 (227)	90 Th 钍 232.0	91 Pa 镤 231.0	92 U 铀 238.0	93 Np 镎 (237)	94 Pu 钚 (244)	95 Am 镅 (243)	96 Cm 锔 (247)	97 Bk 锫 (247)	98 Cf 锎 (251)	99 Es 锿 (252)	100 Fm 镄 (257)	101 Md 钔 (258)	102 No 锘 (259)	103 Lr 铹 (262)				

注：相对原子质量来自2001年国际原子量表，并全部取4位有效数字。

图1-2-1 元素周期表



## 一、元素周期律

原子序数(atomic number)是元素在元素周期表中的序号,其数值等于原子核内的质子数或原子核外的电子数。研究原子序数为1~18的元素,可以帮助我们认识元素之间的内在联系和元素性质变化的规律性。

### 活动·探究

#### 元素周期律初探

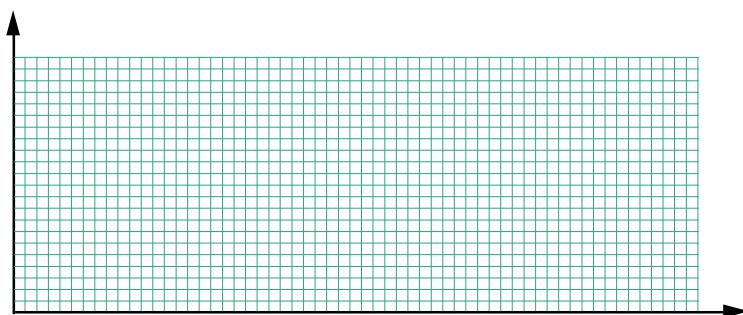
1. 下表所列的是部分元素的有关信息,请将表中所缺内容补充完整。

元素符号	元素名称	原子序数	核外电子排布	电子层数	原子最外层电子数	原子半径/nm	相对原子质量	最高化合价和最低化合价(常见)
H						0.037	1.008	+1
He						—	4.003	0
Li						0.134	6.941	+1
Be						0.090	9.012	+2
B						0.082	10.81	+3
C						0.077	12.01	+4; -4
N						0.075	14.01	+5; -3
O						0.073	16.00	-2
F						0.071	19.00	-1
Ne						—	20.18	0
Na						0.154	22.99	+1
Mg						0.130	24.31	+2
Al						0.118	26.98	+3
Si						0.111	28.09	+4; -4
P						0.106	30.97	+5; -3
S						0.102	32.06	+6; -2
Cl						0.099	35.45	+7; -1
Ar						—	39.95	0

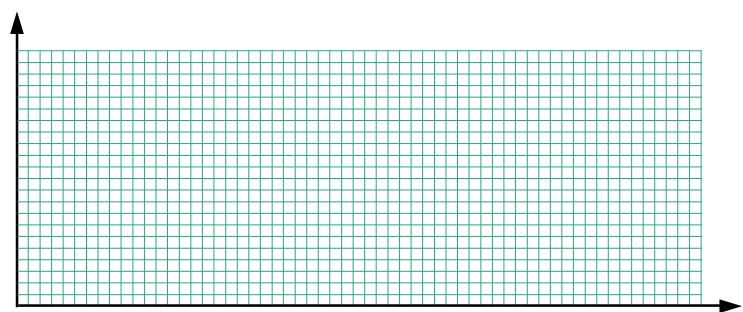


2. 请对表中的各项内容进行比较、分析，寻找其中的规律。

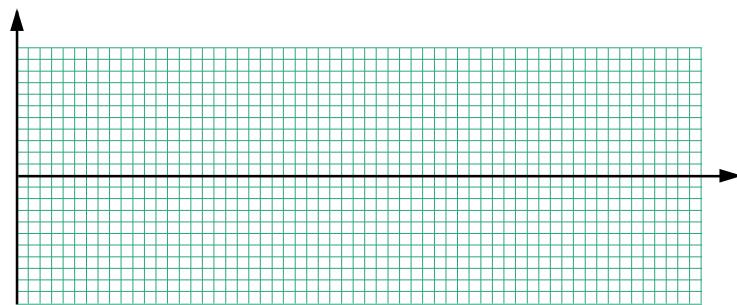
(1) 以元素的原子序数为横坐标、原子的最外层电子数为纵坐标，绘出柱状图。



(2) 以元素的原子序数为横坐标、元素的原子半径为纵坐标，绘出折线图。



(3) 以元素的原子序数为横坐标、元素的最高化合价和最低化合价为纵坐标，用不同颜色的笔绘出折线图。

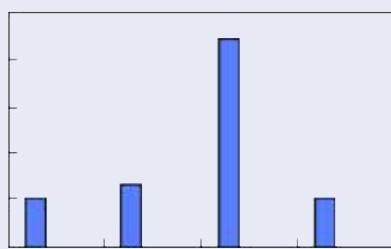


### 讨论

通过以上探究，你发现1~18号元素之间有什么内在联系？它们的性质具有怎样的变化规律？你将如何描述这些联系和规律？

### 方法导引

怎样处理科学实验得到的数据？图表是帮你整理数据、发现其中规律的一种重要工具。



柱状图



折线图



通过探究可以发现：随着原子序数的递增，元素原子的最外层电子排布、原子半径、元素的化合价等均呈现周期性变化。

在大量科学研究的基础上，人们归纳出这样一条规律：元素的性质随着元素原子序数的递增而呈周期性变化，这个规律叫做元素周期律（periodic law of the elements）。

元素周期律的发现是19世纪化学科学的重要成就之一，它极大地推动了人们对物质世界的认识，指导着人们开展诸如预测元素及其化合物的性质、寻找或合成具有特殊性质的新物质等科学的研究工作。元素周期律有力地推动着现代科学技术的发展。

### 历史回眸

#### 人类对元素周期律的认识

人类对元素周期律的认识经历了一个漫长的过程。

自道尔顿提出原子学说和原子量（现称相对原子质量）概念之后，测定各种元素原子量的工作进展迅速，到19世纪中叶，已经获得了60多种元素的原子量数据。以此为基础，科学家们开始研究原子量与元素性质之间的关系。门捷列夫（D. I. Mendeleev）和迈尔（J. L. Meyer）等科学家根据原子量的大小对元素进行分类排列，发现元素性质随原子量的递增呈现明显的周期性变化。这就是人们对元素周期律的早期认识。

门捷列夫根据元素周期律预言了三种新元素及其有关性质，这三种元素随后皆被发现，它们分别是1875年发现的镓（Ga）、1879年

发现的钪（Sc）和1886年发现的锗（Ge），

它们的原子量、密度和有关性质都与门捷列夫的预言惊人地相符。

门捷列夫去世后，英国物理学家莫斯莱（H. G. J. Moseley）应用X射线测定了原子核所带正电荷的数目，指出元素原子的核电荷数是这种元素的根本特征，原子序数是根据原子的核电荷数确定的。这样，元素周期律就有了更科学的基础。

直到20世纪30年代运用量子力学方法弄清了各元素原子的核外电子排布之后，才实现了对元素周期律实质的认识。现在人们已经知道，元素在元素周期表中的位置与原子的核外电子排布特别是最外层电子排布密切相关。

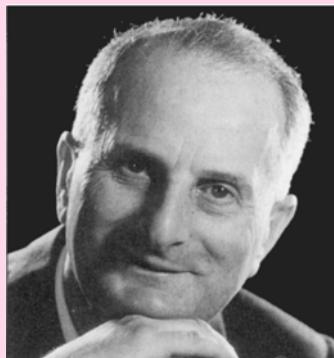


图1-2-3 德国科学家 迈尔  
(J. L. Meyer, 1830—1895)



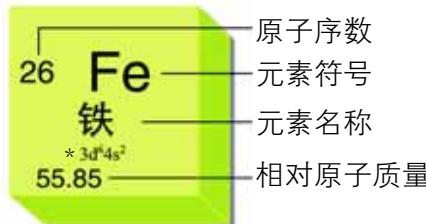
图1-2-2 门捷列夫纪念邮票

## 二、元素周期表

元素周期律帮助人们认识了看似杂乱无章的化学元素之间的相互联系和内在变化规律。元素周期表是元素周期律的具体表现形式，它是学习和研究化学的重要工具。

通过元素周期表，可以了解关于某元素的名称、元素符号、相对原子质量、原子序数等

信息。元素周期表还对金属元素和非金属元素进行了分区。如果沿着元素周期表中硼、硅、砷、碲、砹与铝、锗、锑、钋的交界处画一条虚线，虚线的左侧是金属元素，右侧是非金属元素；位于虚线附近的元素，既表现金属元素的某些性质，又表现非金属元素的某些性质。



注: \*处给出的是关于价电子分布的信息。此内容将在《物质结构与性质》(选修模块教材) 中介绍。

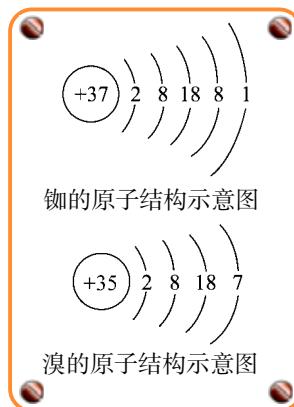
图 1-2-4 元素周期表中铁元素的信息

在元素周期表中，行称为周期 (period)，列称为族 (group)。

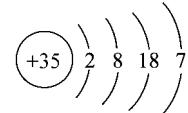
## 交流·研讨

请仔细观察元素周期表 (见附录)，回答问题：

- 元素周期表有多少个周期？每个周期各有多少种元素？
- 以第2周期、第3周期元素为例分析：元素周期表中位于同一周期的元素的原子结构有什么相同之处？它们是怎样递变的？
- 以第1列、第17列元素为例分析：元素周期表中位于同一列（族）的元素的原子结构有什么相同之处？它们又是怎样递变的？
- 在元素周期表中，找出你熟悉的元素的位置。
- 关于元素周期表，你还有哪些问题？



碘的原子结构示意图



溴的原子结构示意图

### 1. 周期

元素周期表有7个横行，也就是7个周期。周期的序数就是该周期元素原子具有的电子层数。其中，1、2、3周期称为短周期；4、5、6周期称为长周期；第7周期尚未填满，称为不完全周期。除第1和第7周期外，每一周期的元素都是从原子最外层电子数为1的元素开始，逐渐过渡到原子最外层电子数为7的元素，最后以原子最外层电子数为8的稀有气体元素结束。

#### 知识点击

##### 镧系和锕系

在第6周期中，从57号元素镧 (La) 到71号元素镥 (Lu)，原子的最外层和次外层电子层结构及元素的化学性质十分相似，这15种元素总称为镧系元素。同样道理，第7周期中89号元素锕 (Ac) 到103号元素铹 (Lr) 这15种元素总称为锕系元素。为了使元素周期表的结构紧凑，将镧系元素和锕系元素分别放在第6周期和第7周期的同一格内，并按原子序数递增的顺序，把它们分两行单独列在表的下方。



## 2. 族

元素周期表中共有18个纵列，其中第8、9、10三个纵列称为Ⅷ族。第18纵列由稀有气体元素组成。稀有气体元素的化学性质不活泼，化合价通常为零，因而这一族称为0族。其余14个纵列，每个纵列为一族。族有主族和副族之分：由短周期元素和长周期元素共同组成的族称为主族，符号为A，序数用罗马数字表示，如ⅠA、ⅡA、ⅢA等；仅由长周期元素组成的族称为副族，符号为B，序数也用罗马数字表示，如ⅠB、ⅡB、ⅢB等。

在元素周期表中位于同一主族的元素的原子最外层电子数相同，而且最外层电子数与族序数相同，它们按照电子层数递增的顺序自上而下依次排列。因此，每一主族的各元素具有相似的性质。

例如，ⅡA族包括铍(Be)、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)、钡(Ba)、镭(Ra)等元素，人们称它们为碱土金属元素(图1-2-5)。这些元素的原子容易失去最外层的两个电子，因此它们性质活泼，在自然界中都以化合态存在。该主族中的每一种金属元素的单质都呈亮白色，而且具有良好的导电性。含钙、锶、钡等元素的物质灼烧时会产生绚丽的颜色，因此这些元素的化合物可用于制造焰火。

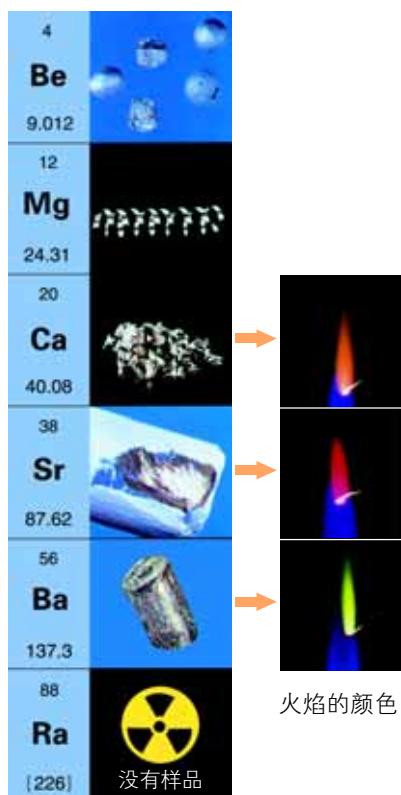


图1-2-5 碱土金属元素及其单质



### 知识支持

#### 焰色反应及其应用

焰色反应是某些金属或它们的化合物在灼烧时火焰呈现特征颜色的反应。根据焰色反应可以判断某种元素的存在、制造焰火等。

表1-2-1 常见金属元素的焰色

金属元素	焰色
钡	黄绿
钙	砖红
铜	蓝绿
钾	浅紫
锂	深红
钠	黄

又如，VA族包括氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi)等元素(图1-2-6)。其中，氮和磷是典型的非金属元素。单质磷在空气中易被氧化，因此自然界里没有游离态的磷元素，磷元素主要以磷酸盐的形式存在于矿石中。氮元素是组成蛋白质的重要成分，蛋白质又是生命的存在形式，因此氮元素被称为“生命元素”。而磷元素则存在于动物的骨骼、牙齿、脊髓和神经组织以及植物的果实和幼芽里，对于维持生物体的正常生理活动有着重要作用。

对于副族和VII族元素也有类似的情况。元素周期表中第3~12列(副族和VII族)中的元素称为过渡元素。过渡元素包括了大部分金属元素，如铁、铜、镍、银和金等。大部分过渡元素的单质既坚硬又有光泽，金、铜等单质具有独特的色泽。所有过渡元素的单质都具有良好的导电性。多数过渡元素的单质比较稳定，与空气和水的反应缓慢或根本不能反应。例如，古金币历经上千年的风雨侵蚀，仍保持着原有的光泽，其上的各种花纹也依然清晰可见。

元素周期表是一个化学知识的宝库，它的内涵十分丰富。我们不仅可以从元素周期表中直接获得元素的名称、元素符号、相对原子质量、电子层结构等信息，还可以根据元素在元素周期表中的位置认识它们的性质。

7 N 14.01	
15 P 30.97	
33 As 74.92	
51 Sb 121.8	
83 Bi 209.0	

图1-2-6 氮族元素及其单质

### 历史回眸

#### 形式不同的元素周期表

自1869年门捷列夫给出第一张元素周期表以来，至少已经出现了700多种不同形式的元素周期表。总的来说，人们制作元素周期表的目的是为研究元素周期律提供方便，但研究的侧重点不同，给出的元素周期表的形式也就不同。

**短式周期表** 元素周期表有短表和长表之分。20世纪前半叶广泛使用的是短表，图1-2-7给出的就是一种短式元素周期表。门捷列夫起初制作的元素周期表是最原始的短式元素周期表。当时，稀有气体元素和很多其他元素尚未被发现，因此在他制作的元素周期表里没有它们的位置。

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА																	
1	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne							
2	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar									
3	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni							
4	Rb	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Ru	Rh	Pd						
5	Ag	Cd	In	Sn	Sh	Te	I	Xe									
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt							
7	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	U								
	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

图1-2-7 一种短式元素周期表



**三角形元素周期表** 1930年以后广泛使用的长式元素周期表有很多种形式，我们现在经常使用的就是一种长式元素周期表（见附录）。图1-2-8给出的这种三角形元素周期表也是一种长式元素周期表，它能直观地展现元素性质的周期性发展，但不能很好地反映纵列元素的相互关系。

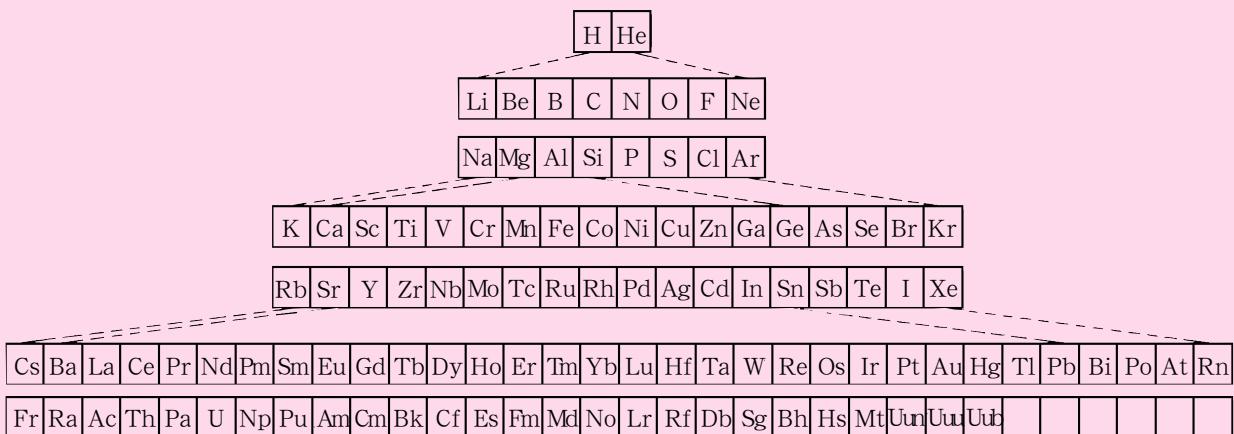


图 1-2-8 三角形元素周期表

# 概 括 • 整 合

- 元素之间是存在相互联系和内在变化规律的，元素周期律揭示了这种相互联系和内在变化规律。什么是元素周期律？元素周期律的实质是什么？
  - 元素周期表是元素周期律的具体表现形式。常见的元素周期表的结构是怎样的？金属元素和非金属元素可怎样分区？同周期、同主族元素的原子结构各有什么特点？
  - 利用元素周期表归纳总结你所学过的元素化合物知识。

## 练习与活动

1. 下表是元素周期表的一部分，表中所列的字母分别代表某一化学元素。

(1) 表中所列元素中：

属于短周期元素的有\_\_\_\_\_；

属于主族元素的有\_\_\_\_\_；

e元素在元素周期表中的位置是\_\_\_\_\_周期，\_\_\_\_\_族。

(2) 下列\_\_\_\_\_组元素的单质可能都是电的良导体。

- A. b, c, i      B. a, g, k      C. c, g, l      D. d, e, f

(3) 将元素a, b, c, f, l的原子半径按从小到大的顺序排列：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

(4) i元素属于\_\_\_\_\_ (填“金属”或“非金属”)元素，它的最高化合价是\_\_\_\_\_，最低化合价是\_\_\_\_\_。它能与氧气反应，生成一种吸水性很强的物质，这种物质在实验室里常用做干燥剂，写出i的单质与氧气反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

2. 请你利用元素周期律和元素周期表的有关知识，回答下列问题：

(1) 下列各组元素性质或原子结构递变情况错误的是( )。

- A. Li、Be、B原子最外层电子数依次增多  
 B. P、S、Cl元素最高正化合价依次升高  
 C. N、O、F原子半径依次增大  
 D. Na、K、Rb的电子层数依次增多

(2) A元素原子最外层电子数是次外层电子数的3倍，B元素原子次外层电子数是最外层电子数的2倍，则A、B元素( )。

- A. 一定是第2周期元素  
 B. 一定是同一主族元素  
 C. 可能是第2、3周期元素  
 D. 可以相互化合形成化合物

3. 动手实践：比较原子的大小。

在这个活动中，你要用模型来比较元素周期表中同族元素原子的大小。

### 材料

圆规，计算器，元素周期表。

### 活动过程

- (1) 根据元素周期表，预测同族元素从上到下原子半径是增大、不变还是减小。
- (2) 查看ⅡA族中每种元素的原子半径。
- (3) 以ⅡA族元素中原子半径最小的铍元素为标准，计算每种原子的相对半径(精确到小数点后一位)。
- (4) 根据计算的相对半径值，用圆规画出代表各种原子的圆，各圆的半径以厘米为单位。



原子序数	元 素	半径 /pm*	相对半径
4	Be	90	1
12	Mg	130	
20	Ca	174	
38	Sr	192	
56	Ba	222	

\*1 pm =  $1 \times 10^{-12}$  m

### 分析

- (1) 根据你的模型，你第(1)步的预测正确吗？请予以解释。
- (2) 元素周期表中每一族中原子半径最大的元素在哪个位置？



## 第3节 元素周期表的应用

元素周期律的发现和元素周期表的诞生，开创了化学科学的新纪元。从此，人们对千变万化的物质世界的认识再也不是支离破碎的了。利用元素周期表，人们不仅可以系统地总结已有的元素知识，而且可以结合原子结构的知识，研究元素性质的递变规律，并在此基础上预测未被发现的新物质的性质和应用，继而把它们合成出来。

### 联想·质疑

1871年，门捷列夫预言：一定存在一种元素，在元素周期表中它紧排在锌(Zn)的后面，处于铝(Al)和铟(In)之间。门捷列夫将其称为“类铝”，并预测了它的性质。4年之后，法国化学家布瓦博德朗(P.E.L.de Boisbaudran)发现了这种元素——镓(Ga)，并通过实验证实了门捷列夫的预测。你知道门捷列夫是如何做出如此准确的预测的吗？你知道元素周期表中元素的性质呈现怎样的变化规律吗？



图1-3-1 “类铝”——镓  
位于ⅢA族

### 一、认识同周期元素性质的递变规律

你已经知道，元素周期表是元素周期律的具体表现形式。那么，元素周期表是怎样体现元素的性质随着原子序数的递增而呈现的周期性变化呢？为了解决这一问题，可以逐个周期地研究元素的原子失电子能力或得电子能力的相对强弱。

### 活动·探究

#### 第3周期元素原子得失电子能力的比较

第3周期包括钠(Na)、镁(Mg)、铝(Al)、硅(Si)、磷(P)、硫(S)、氯(Cl)、氩(Ar)8种元素，请你运用实验观察、查阅资料等方法认识这些元素原子失电子能力或得电子能力的相对强弱。



图 1-3-2 第3周期元素及其单质

### 交流研讨

1. 第3周期元素原子的核外电子排布是如何递变的?
2. 尝试根据元素原子的核外电子排布规律预测第3周期元素原子失电子能力或得电子能力的相对强弱。

### 实验探究

请你利用所给试剂和仪器设计并完成实验,验证你对钠、镁、铝三种元素原子失电子能力相对强弱的预测。

#### 试剂

表面积相同的镁条和铝条,  $MgCl_2$  溶液, 金属钠(切成小块), 盐酸( $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ),  $NaOH$  溶液,  $AlCl_3$  溶液, 蒸馏水。

#### 仪器

烧杯, 试管, 表面皿, 酒精灯, 试管夹。

#### 实验方案

#### 方法导引

元素原子失电子能力的强弱可以采用下列方法间接地判断。

1. 比较元素的单质与水(或酸)反应置换出氢的难易程度。置换反应越容易发生,元素原子的失电子能力越强。

2. 比较元素最高价氧化物对应的水化物的碱性强弱。一般来说,碱性越强,元素原子失电子的能力越强。

#### 实验记录

实验内容	实验现象	结 论

### 阅读探究

请你阅读以下材料,从中获取证据,验证你对硅、磷、硫、氯等元素原子得电子能力相对强弱的预测。

硅的最高价氧化物( $SiO_2$ )对应的水化物是原硅酸( $H_4SiO_4$ ),它难溶于水,是一种很弱的酸。硅只有在高温下才能与氢气反应生成少量的气态氢化物——硅烷( $SiH_4$ )。

磷的最高价氧化物( $P_2O_5$ )对应的水化物是磷酸( $H_3PO_4$ )，它属于中强酸。磷蒸气与氢气能反应生成气态氢化物——磷化氢( $PH_3$ )，但相当困难。

硫的最高价氧化物( $SO_3$ )对应的水化物是硫酸( $H_2SO_4$ )，它是一种强酸。硫在加热时能与氢气反应生成气态氢化物——硫化氢( $H_2S$ )。硫化氢在较高温度时可以分解。

氯的最高价氧化物( $Cl_2O_7$ )对应的水化物是高氯酸( $HClO_4$ )，它的酸性比硫酸的酸性还强。氢气与氯气在光照或点燃的条件下反应生成稳定的气态氢化物——氯化氢。

### 思考

你对以上四种非金属元素原子得电子能力相对强弱的预测正确吗？你是如何运用以上材料提供的信息来证实你的预测的？

### 方法导引

元素原子得电子能力的强弱可以采用下列方法间接地判断。

1. 比较元素的单质与氢气化合的难易程度以及气态氢化物的稳定性。一般说来，反应越容易进行，生成的气态氢化物越稳定，元素原子得电子的能力越强。

2. 比较元素最高价氧化物对应水化物的酸性。一般说来，酸性越强，元素原子得电子的能力越强。

通过研究发现，在第3周期元素中，从钠到氯，元素原子失电子能力逐渐减弱，得电子能力逐渐增强，而氩为性质极其稳定的稀有气体元素。对其他周期元素进行同样的研究，也可得到类似的结论。例如，在第4周期中，从左到右，由活泼的金属元素(K、Ca等)逐渐过渡到不太活泼的金属元素，再逐渐过渡到非金属元素(As、Br等)，最后是性质极其稳定的稀有气体元素——氪(Kr)。

在同一周期中，各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多，原子半径逐渐减小(稀有气体元素除外)，原子失电子能力逐渐减弱、得电子能力逐渐增强。这种情况周而复始。因此，元素周期表清楚地体现了元素的性质随着原子序数的递增呈现的周期性变化。

## 二、预测同主族元素的性质

元素周期表与元素原子结构的特点和元素的性质有着密切的关系。元素在元素周期表中的位置反映了该元素原子结构的特点以及由此决定的元素的性质，因此可以根据某元素在元素周期表中的位置，推测它的原子结构和有关性质。

### 交流·研讨

- 元素周期表中，同主族元素原子的核外电子排布有什么特点？请你推测同主族元素的性质。
- 尝试着从你学过的物质及其变化中为你的推测寻找证据。



在元素周期表中位于同一主族的元素原子的最外层电子数相同，因此同主族元素具有类似的性质。例如，VII A 族元素（F、Cl、Br、I等），原子的最外电子层都有7个电子，元素的最高化合价为+7（F除外），最低化合价为-1；原子得电子能力很强，都是活泼的非金属元素。通常，这些元素的最高价氧化物对应的水化物具有很强的酸性；它们都能形成气态氢化物；在氧化还原反应中，它们的单质常做氧化剂，等等。

但是，同主族元素原子从上到下电子层数依次增多，原子半径逐渐增大，失电子能力逐渐增强，得电子能力逐渐减弱。这样，就引起了同主族元素的单质及化合物有关化学性质的递变。例如，氯气能够将Br<sup>-</sup>氧化成溴单质，而溴单质能够将I<sup>-</sup>氧化为碘单质，从氯到碘，单质的氧化性逐渐减弱。又如从氟到碘，VII A 族元素的单质与氢气发生的化合反应越来越难进行：氟气与氢气在暗处就能剧烈化合，并发生爆炸；氯气在光照或点燃的条件下，能与氢气发生剧烈的化合反应；溴蒸气与氢气的反应，在200℃时能较缓慢地进行；碘与氢气的反应要在更高温度下才能缓慢进行，生成的碘化氢很不稳定，同时发生分解。

人们可以根据同主族元素性质的相似性和递变规律来预测某种元素的单质及化合物的性质。

17	
Cl	
35.45	
35	
Br	
79.90	
53	
I	
126.9	

图1-3-3 氯、溴、碘元素及其单质

## 观察·思考

### 预测金属钾的性质

1. 根据钾元素在元素周期表中的位置预测金属钾的性质，并与金属钠的性质进行比较。

2. 观察金属钠、钾与水反应的情况，为你的预测收集证据。

【实验】分别向两只培养皿中加水至其容积的1/2，然后分别加入绿豆大小的一块金属钾和金属钠，迅速用玻璃片盖好，注意观察反应的剧烈程度，并记录所发生的现象。



图1-3-4 金属钾与水的反应

实验内容	实验现象	结论
钾与水反应		
钠与水反应		

### 思考

根据金属钾、钠的性质，预测IA 族其他元素单质的性质。

钾与钠性质相似，是银白色的活泼金属，熔点较低。但是，金属钾的化学性质比金属钠的化学性质活泼，金属钾与水的反应比金属钠与水的反应更剧烈，并发生轻微爆炸。

人们把IA族中的金属元素锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、铯(Cs)等称为碱金属元素(图1-3-5)。碱金属元素具有相似的性质：原子的最外电子层都有1个电子，元素的最高化合价为+1；原子的失电子能力很强，都是活泼的金属元素。因此，碱金属元素的单质都能与氧气、水等物质发生反应，碱金属元素最高价氧化物对应的水化物一般具有很强的碱性。但是，由于碱金属元素原子的核电荷数、电子层数不同，它们的性质也有所差异。从锂到铯，元素的原子失电子能力逐渐增强，因此，金属锂与氧气反应不如金属钠与氧气反应剧烈，而金属铷和金属铯遇到空气会立即燃烧，遇水还可能发生爆炸。

从以上分析可以发现，每一周期、每一主族的元素，其性质总是呈现规律性的变化。这使元素周期表成为化学家的得力工具，为研究物质结构、发现新元素、合成新物质、寻找新材料提供了许多有价值的指导。

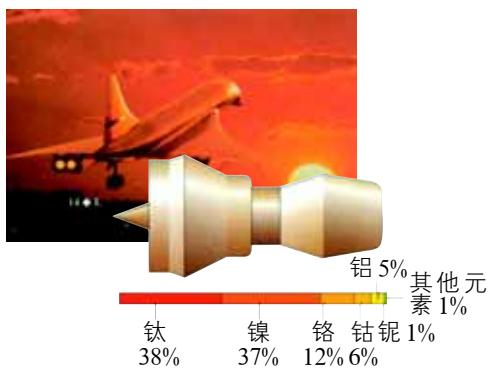


图1-3-6 以过渡元素为主要成分的

合金用于制造飞机发动机

蚀等特点，人们利用以它们为原料制成的特种合金来制造火箭、导弹、宇宙飞船等。此外，人们还利用元素周期表寻找合适的超导材料、磁性材料等。

科学的研究发现，地球上化学元素的分布与它们在元素周期表里的位置有着密切的关系。例如，相对原子质量较小的元素在地壳中含量较多，相对原子质量较大的元素在地壳中含量较少；原子序数是偶数的元素在地壳中的含量较多，原子序数是奇数的元素在地壳中的含量较少；处于地球表面的元素多数呈现高价态，处于岩层深处的元素多数呈现低价态；碱金属一般是强烈的亲石元素，主要富集于岩石圈。有的科学家把元素周期表分为10个区（每个区里元素的性质相似），并认为同一区域的元素往往形成同生矿。以上这些，对探矿具有重要的指导意义。

总之，元素周期律和元素周期表在哲学、自然科学、生产实践等方面都具有十分重要的价值。



图1-3-5 碱金属元素及其单质

例如，根据在元素周期表中位置靠近的元素具有相似的性质这一规律，可以利用元素周期表寻找新材料。人们不但在金属元素和非金属元素的交界处寻找半导体材料，还在过渡元素中寻找优良的催化剂。目前，人们已经用铁、镍做催化剂使石墨在高温和高压下转化成金刚石；广泛采用过渡元素做催化剂进行石油化工生产，而且通过少量稀土元素的加入来改善催化剂的性能。位于元素周期表IVB到VIIB的过渡元素如钛(Ti)、钽(Ta)、钼(Mo)、钨(W)等的单质，大多具有耐高温、耐腐蚀等特点，人们利用以它们为原料制成的特种合金来制造火箭、导弹、宇宙飞船等。此外，人们还利用元素周期表寻找合适的超导材料、磁性材料等。



## 历史回眸

## 制冷剂“氟里昂”的研制

在未发现氟里昂以前，冷冻机里用的制冷剂是二氧化硫或氨，这两种化合物都有令人不愉快的气味，而且对人体有强烈的刺激性。因此，工程师们一直在想方设法寻找新的制冷剂。这种新的制冷剂必须是一种性质稳定、无毒害、无异味、不易燃烧、对冷冻机没有腐蚀作用的物质，而且沸点最好处于0℃～-40℃之间。

美国科学家米奇利(T. Midgley)利用元素周期表来寻找制冷剂。他通过研究发现，元素周期表左边各元素的化合物，绝大多数是固体，沸点都很高，显然不适合用做制冷剂；中间各元素的化合物也是这样；右边的元素，它们能生成易挥发的化合物，可是其中B、Si、P、As、Sb、Bi、Se和Te的挥发性化合物不稳定，有的毒性比较大，有的容易燃烧，这些化合物也不符合制冷剂的要求；最右边的稀有气体元素的单质，虽然性质稳定也无毒性，但沸点太低、价格昂贵，也不宜采用。

剩下的只有元素周期表的一个“三角地带”里的元素。从元素性质递变的规律可以推知，在元素周期表中，从左到右元素有关化合物的易燃性逐渐降低，自上而下元素有关化合物的毒性逐渐增大。根据这一判断，氟的化合物应该毒性小、不易燃烧。米奇利选定氟化合物为自己的研究对象，经过努力，终于制得优良的制冷剂——二氟二氯甲烷( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ )，商业上称为氟里昂-12。

氟里昂制冷剂风靡一时，不过，由于它对大气的臭氧层有强烈的破坏作用，现已被其他制冷剂代替。

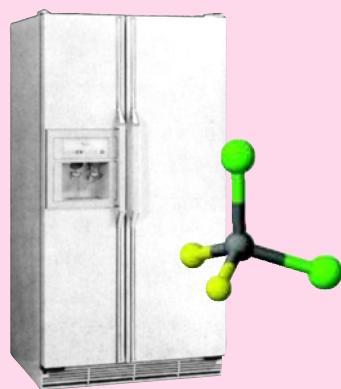


图1-3-7 冷冻机与氟里昂-12分子的结构模型

## 概 括 • 整 合

1. 完成下表，总结元素周期表中同周期、同主族元素性质的递变规律。

族 周期	IA	II A	III A	IV A	VA	VIA	VIIA	0
1		(					)	
2	—		B					—
3			Al	Si				
4				Ge	As			
5					Sb	Te		
6						Po	At	
7	—							—

稀有气体元素

(1) 从原子结构的角度分析,元素的性质为什么呈现上述递变规律?

(2) 怎样根据元素在元素周期表中的位置预测它的性质?

2. 元素周期律的发现和元素周期表的诞生是19世纪化学科学的重大成就之一,具有重要的哲学意义、自然科学意义和实际应用价值。举例说明元素周期律和元素周期表在化学学习、科学探究和生产实践中的具体应用。

## 练习与活动

1. 利用元素周期表,根据元素性质的相似性将左右两列元素配对。

氪 (Kr)	钠 (Na)
磷 (P)	氖 (Ne)
钾 (K)	钙 (Ca)
镁 (Mg)	硫 (S)
硅 (Si)	氮 (N)
氧 (O)	碳 (C)

2. X、Y是元素周期表VIIA族中的两种元素。下列叙述中能说明X的原子得电子能力比Y强的是( )。

- A. X原子的电子层数比Y原子的电子层数多
- B. X的氢化物的沸点比Y的氢化物的沸点低
- C. X的气态氢化物比Y的气态氢化物稳定
- D. Y的单质能将X从NaX的溶液中置换出来

3. 元素X的单质的分子是双原子分子X<sub>2</sub>;元素X的单质与金属镁反应时元素X的原子形成-1价的阴离子。请回答:

- (1) 元素X在元素周期表中位于哪一族?
- (2) 写出金属镁与X的单质反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

4. 请你利用元素周期表的有关知识,判断下列对于铍元素及其化合物的性质的推测是否正确并说明理由。

- (1) 铍原子的半径大于硼原子的半径;
- (2) 相同条件下,单质铍与酸反应比单质锂与酸反应剧烈;
- (3) 氢氧化铍的碱性比氢氧化钙的碱性弱;
- (4) 单质铍能与冷水剧烈反应。

5. 请根据你对元素周期律和元素周期表的理解,设计、绘制一张新的元素周期表。

## 本章自我评价

1. 1956年，杨振宁和李政道提出在弱相互作用中宇称不守恒，并由吴健雄用 $^{60}_{27}\text{Co}$ 放射源进行了实验验证。次年，杨振宁、李政道两人因此获得诺贝尔物理学奖。 $^{60}_{27}\text{Co}$ 的衰变方程为：



其中， $\bar{\nu}_e$ 是反中微子，它的电荷为零，静止质量可认为是零。

(1) 下列关于 $^{60}_{27}\text{Co}$ 的叙述中，错误的是( )。

- A. 质子数是27      B. 电子数是27      C. 质量数是27      D. 中子数是60

(2) 在上述衰变方程中，衰变产物Ni的质量数A为\_\_\_\_\_，核电荷数Z为\_\_\_\_\_。

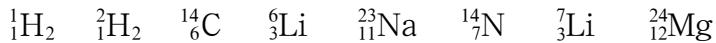
(3) 元素的化学性质主要决定于( )。

- A. 核外电子数      B. 核内质子数      C. 核内中子数      D. 最外层电子数

(4) 不同种元素的本质区别是( )。

- A. 质子数不同      B. 中子数不同      C. 电子数不同      D. 质量数不同

2. 下列8种化学符号：



(1) 表示核素的符号共\_\_\_\_\_种。

(2) 互为同位素的是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(3) 质量数相等，但不能互称同位素的是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(4) 中子数相等，但质子数不相等的是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

3. 请根据元素周期律和元素周期表回答以下问题。

(1) 下列叙述中，正确的是( )。

- A. 同周期元素中，VIIA族元素的原子半径最大  
B. VIA族元素的原子，其半径越大，越容易得到电子  
C. 室温时，0族元素的单质都是气体  
D. 元素周期表中从ⅢB到ⅡB 10个纵列的元素都是金属元素

(2) X、Y、Z、W均为短周期元素，它们在元素周期表中的位置如右图所示。若Y原子的最外层电子数是次外层电子数的3倍，下列说法中正确的是( )。

- A. 原子半径：W > Z > Y > X  
B. 最高价氧化物对应水化物的酸性：Z > W > X  
C. 4种元素的单质中，Z单质的熔、沸点最高  
D. W单质能与水反应，生成一种具有漂白性的物质

X	Y
Z	W

第3(2)题图



(3) 铊(Tl)位于元素周期表的ⅢA族。有的同学预测：单质铊能与盐酸反应放出氢气，氢氧化铊是两性氢氧化物。你认为这位同学的预测正确吗？说明你的理由。

4. 已知A、B、C、D、E是短周期中的5种非金属元素，它们的原子序数依次增大。A元素原子形成的离子核外电子数为零，C、D在元素周期表中处于相邻的位置，B原子的最外层电子数是内层电子数的2倍。E元素与D元素同主族；E的单质为黄色晶体，易溶于二硫化碳。

(1) 请写出元素符号：

A \_\_\_\_\_, B \_\_\_\_\_, C \_\_\_\_\_, D \_\_\_\_\_, E \_\_\_\_\_。

(2) 画出E的阴离子的结构示意图：\_\_\_\_\_。

(3) A的单质和C的单质在一定条件下反应生成化合物X，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。向X的水溶液中滴入酚酞溶液，会观察到\_\_\_\_\_。

(4) 将9 g B单质在足量的D单质中燃烧，所得气体通入1 L 1 mol·L<sup>-1</sup> NaOH溶液中，完全吸收后，溶液中大量存在的离子是\_\_\_\_\_。

5. 动手实践：某同学探究同周期元素性质递变规律时，自己设计了一套实验方案，并记录了有关实验现象(见下表，表中的“实验步骤”与“实验现象”前后不一定是对应关系)。

实验步骤	实验现象
① 将镁条用砂纸打磨后，放入沸水中；再向溶液中滴加酚酞溶液	A. 浮在水面上，熔成小球，做不定向运动，随之消失，溶液变成红色
② 向新制得的Na <sub>2</sub> S溶液中滴加新制的氯水	B. 有气体产生，溶液变成浅红色
③ 将一小块金属钠放入滴有酚酞溶液的冷水中	C. 剧烈反应，迅速产生大量无色气体
④ 将镁条投入稀盐酸中	D. 反应较快，产生无色气体
⑤ 将铝条投入稀盐酸中	E. 生成白色胶状沉淀，继而沉淀消失
⑥ 向AlCl <sub>3</sub> 溶液中滴加NaOH溶液至过量	F. 生成淡黄色沉淀

请你帮助该同学整理并完成实验报告。

(1) 实验目的：\_\_\_\_\_。

(2) 实验用品：

试剂：金属钠，镁条，铝条，稀盐酸，新制氯水，新制Na<sub>2</sub>S溶液，AlCl<sub>3</sub>溶液，NaOH溶液等。



仪器: ① \_\_\_\_\_, ② \_\_\_\_\_, ③ \_\_\_\_\_, 试管夹, 镊子, 小刀, 玻璃片, 砂纸等。

(3) 实验内容: (填写与实验步骤对应的实验现象的标号和化学方程式)

实验内容	实验现象	化学方程式
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		

(4) 实验结论: \_\_\_\_\_。

(5) 请用原子结构的知识简单解释上述结论。

(6) 你还能提出其他的可行性方案吗?

6. 元素周期律和元素周期表对深化物质性质的认识具有重要的作用, 有利于将零散的元素化合物的知识整合起来形成知识网络。通过本章的学习, 你是否将学习过的元素化合物的知识进行了整合? 请你尝试用图示的方式进行总结, 并与同学们进行交流。

示例:

李明打开元素周期表, 看到元素符号“S”, 便按照以下思路回顾和整理了关于硫元素的相关知识。

- (1) 硫元素的原子结构示意图, 元素符号。
- (2) 硫元素所在周期的元素的性质递变规律。
- (3) 硫元素所在主族的元素的性质递变规律。
- (4) 含有硫元素的常见物质的性质及它们之间的转化关系。

