

经全国中小学教材审定委员会

2004 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

化学 2

必修

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心 编著



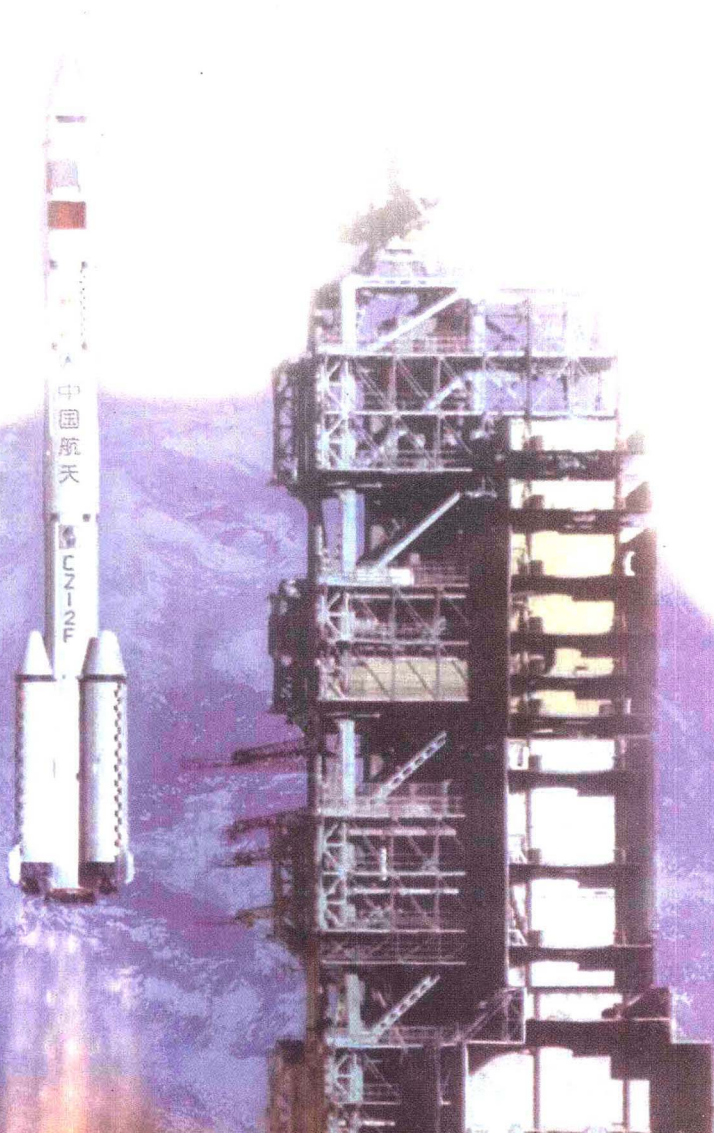
人民教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

化学 2

必修

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
化学课程教材研究开发中心



主 编：宋心琦
副 主 编：王 晶 李文鼎

本册主编：宋心琦
副 主 编：王 晶
编写人员：王 晶 王作民 李 桢 吴海建 宋心琦（按编写顺序）
责任编辑：冷燕平
美术编辑：李宏庆
摄 影：朱 京
绘 图：李宏庆 王国栋

普通高中课程标准实验教科书

化学 2

必修

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心 编著

*

人民教育出版社出版发行
(北京沙滩后街 55 号 邮编：100009)

网址：<http://www.pep.com.cn>

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

*

开本：890 毫米×1 240 毫米 1/16 印张：6.5 插页：1 字数：109 000

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-107-17649-8 定价：9.45 元
G·10738 (课)

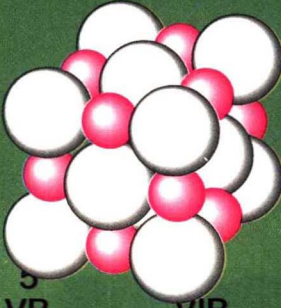
著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系调换。

(联系地址：北京市方庄小区芳城园三区 13 号楼 邮编：100078)

目 录

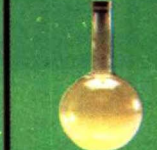
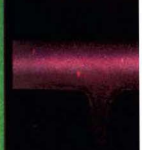
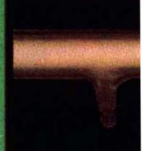
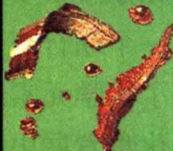
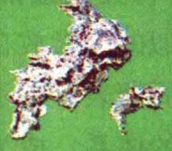
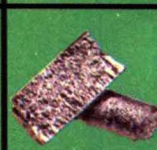
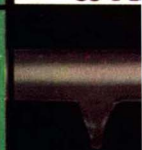
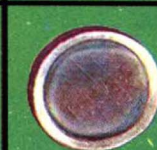
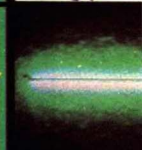
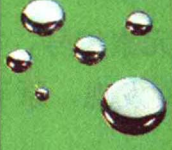
第一章 物质结构 元素周期律	2
第一节 元素周期表	4
第二节 元素周期律	12
第三节 化学键	19
归纳与整理	24
第二章 化学反应与能量	26
第一节 化学能与热能	28
第二节 化学能与电能	34
第三节 化学反应的速率和限度	41
归纳与整理	49
第三章 有机化合物	50
第一节 最简单的有机化合物——甲烷	52
第二节 来自石油和煤的两种基本化工原料	58
第三节 生活中两种常见的有机物	66
第四节 基本营养物质	71
归纳与整理	77
第四章 化学与可持续发展	78
第一节 开发利用金属矿物和海水资源	80
第二节 化学与资源综合利用、环境保护	86
归纳与整理	94
结束语	95
附录 I 相对原子质量表	97
附录 II 部分酸、碱和盐的溶解性表 (20 ℃)	98
附录 III 一些常见元素中英文名称对照表	99
元素周期表	

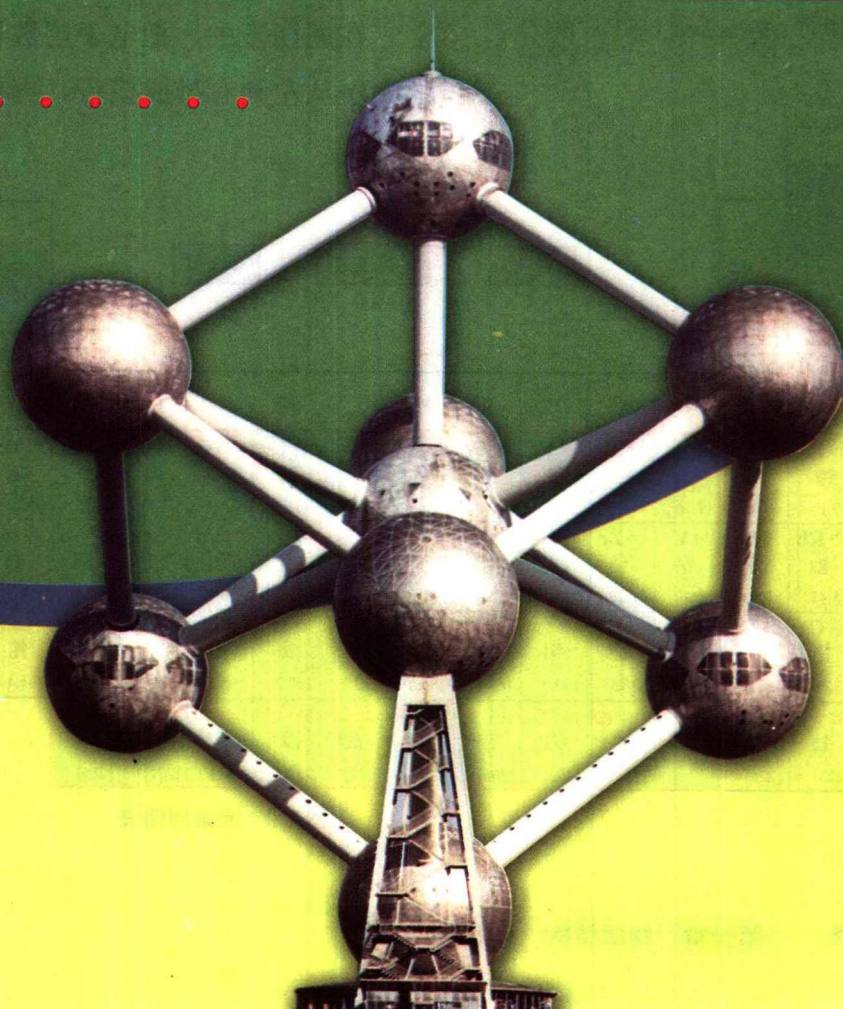
2 6.941 3Li	9.012 4Be							
22.99 11Na	24.31 12Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIII
39.10 19K	40.08 20Ca	44.96 21Sc	47.87 22Ti	50.94 23V	52.00 24Cr	54.94 25Mn	55.85 26Fe	58.93 27Co
85.47 37Rb	87.62 38Sr	88.91 39Y	91.22 40Zr	92.91 41Nb	95.94 42Mo	98 43Tc	101.1 44Ru	102.9 45Rh
						186 75Re	190.2 76Os	192.2 77Ir
							277 108Hs	268 109Mt

第一章

物质结构 元素周期律

丰富多彩的物质世界是由一百多种元素组成的,这些元素有着不同的性质,如有的元素性质活泼,可以与其他元素形成化合物,有的元素性质不活泼,不易与其他元素形成化合物,等等。面对这么多不同的元素,我们怎样才能更好地认识它们呢?

			 10.81 5 B	 12.01 6 C	 14.01 7 N	 16.00 8 O	 19.00 9 F	 20.18 10 Ne
			 26.98 13 Al	 28.09 14 Si	 30.97 15 P	 32.06 16 S	 35.45 17 Cl	 39.95 18 Ar
1 0	1 1 IB	1 2 IIB	 69.72 31 Ga	 72.64 32 Ge	 74.92 33 As	 78.96 34 Se	 79.90 35 Br	 83.80 36 Kr
 58.69 28 Ni	 63.55 29 Cu	 65.41 30 Zn	 114.8 49 In	 118.7 50 Sn	 121.8 51 Sb	 127.6 52 Te	 126.9 53 I	 131.3 54 Xe
 106.4 46 Pd	 107.9 47 Ag	 112.4 48 Cd	 204.4 81 Tl	 207.2 82 Pb	 209.0 83 Bi	 209 84 Po	 210 85 At	 222 86 Rn
 195.1 78 Pt	 197.0 79 Au	 200.6 80 Hg						
 281 110 Uun	 272 111 Uuu	 285 112 Uub						



1

元素周期表

元素周期表 periodic table
of elements

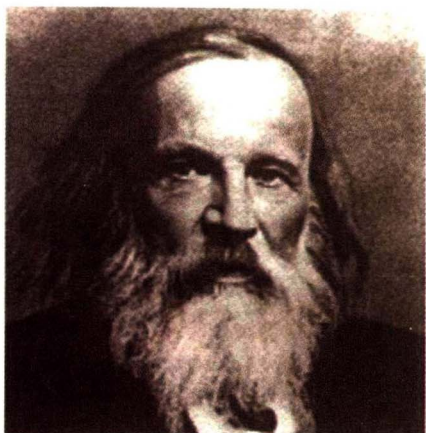


图 1-1 门捷列夫

Д. И. Менделеев (1834—1907)

一、元素周期表

1869 年，俄国化学家门捷列夫将元素按照相对原子质量由小到大依次排列，将化学性质相似的元素放在一个纵行，通过分类、归纳，制出了第一张元素周期表，揭示了化学元素间的内在联系，使其构成了一个完整的体系，成为化学发展史上的重要里程碑之一。

随着化学科学的不断发展，元素周期表中为未知元素留下的空位先后被填满，周期表的形式也变得更加完美。当原子结构的奥秘被发现以后，元素周期表中元素的排序依据由相对原子质量改为原子的核电荷数，周期表也逐渐演变成现在我们常用的形式。

按照元素在周期表中的顺序给元素编号，得到原子序数。在发现原子的组成及结构之后，人们发现，原子序数与元素的原子结构之间存在着如下关系：

原子序数=核电荷数=质子数=核外电子数

在周期表中，把电子层数目相同的元素，按原子序数递增的顺序从左到右排成横行，再把不同横行中最外层电子数相同

周期\族	IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0	电子层	0 族 电子数
1	1 H 氢 1.008																	2 He 氦 4.003	K	2
2	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	L K	8 2
3	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 32.07	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95	M L K	8 8 2
4	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	36 Kr 氪 83.80	N M L K	8 18 8 2
5	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]	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	54 Xe 氙 131.3	O N M L K	8 18 18 8 2
6	55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57-71 La~Lu 镧系	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 209.0	84 Po 钋 [210]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]	P O N M L K	8 18 32 18 8 2
7	87 Fr 钫 [223]	88 Ra 镭 [226]	89-103 Ac~Lr 锕系	104 Rf 钨* [261]	105 Db 铼* [262]	106 Sg 钼* [266]	107 Bh 铱* [264]	108 Hs 铂* [277]	109 Mt 铑* [268]	110 Uun [281]	111 Uuu [272]	112 Uub [285]								

图 1-2 元素周期表

的元素，按电子层数递增的顺序由上而下排成纵行。

元素周期表有 7 个横行，叫做**周期**。每一周期中元素的电子层数相同，从左到右原子序数递增，周期的序数就是该周期元素具有的电子层数。第一周期最短，只有两种元素；第二、三周期各有 8 种元素，称为短周期；其他周期均为长周期。

周期表有 18 个纵行，称为族，族有主族和副族之分。在周期表中，主族元素的族序数后标 A，副族元素在族序数后标 B(见周期表)。最外层电子数为 8 的元素化学性质不活泼，通常很难与其他物质发生化学反应，把它们的化合价定为 0，因而叫做 0 族^①。

在周期表中有些族还有一些特别的名称。例如：

第 I A 族：碱金属元素

第 VII A 族：卤族元素

0 族：稀有气体元素

原子序数 atomic number

周期 period

族 group

^① 1989 年 IUPAC 建议用 1~18 列替代原主族、副族等。

二、元素的性质与原子结构

1. 碱金属元素

科学探究

1. 查阅元素周期表中的有关信息，填写下表。

	元素名称	元素符号	核电荷数	原子结构示意图	最外层电子数	电子层数
碱金属元素	锂					
	钠					
	钾					
	铷					
	铯					

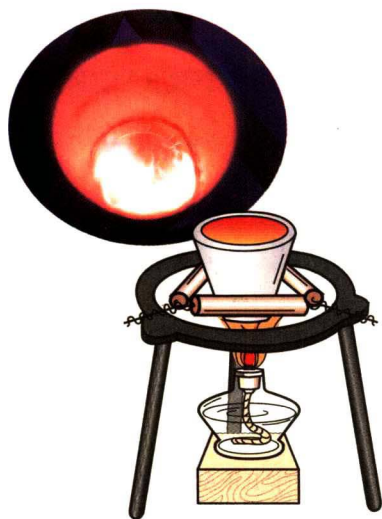


图 1-3 钾在空气中燃烧

通过观察碱金属的原子结构示意图，你能发现碱金属元素的原子结构有什么共同之处吗？

2. 实验：

(1) 将一干燥的坩埚加热，同时取一小块钾，擦干表面的煤油后，迅速投到热坩埚中(如图 1-3)，观察现象。回忆钠与氧气的反应，进行对比。

(2) 在培养皿中放入一些水，然后取绿豆大的钾，用滤纸吸干表面的煤油，投入培养皿中，观察现象。回忆钠与水的反应，进行对比。



图 1-4 钾与水反应



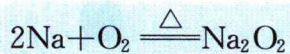
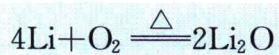
图 1-5 钠与水反应

	钾	钠
与氧气反应		
与水反应		

3. 思考与交流：通过回忆和观察钠和钾的实验，思考并讨论钠和钾的性质有什么相似性和不同。你认为元素的性质与它们的原子结构有关系吗？

通过大量实验和研究，人们得出了如下结论：

● 碱金属元素原子的最外层都有 1 个电子，它们的化学性质相似，正如上述实验所示，它们都能与氧气等非金属单质以及水反应。例如：



而且，上述反应的产物中，碱金属元素的化合价都是+1。

● 随着核电荷数的增加，碱金属元素原子的电子层数逐渐增多，原子核对最外层电子的引力逐渐减弱。所以，碱金属元素的性质也有差异，从锂到铯金属性^①逐渐增强，如钾与氧气或水反应比钠的反应剧烈，铷、铯的反应更剧烈。

^① 元素金属性强弱可以从其单质与水(或酸)反应置换出氢的难易程度，以及它们的最高价氧化物的水化物——氢氧化物的碱性强弱来比较。

碱金属在物理性质上也表现出一些相似性和规律性。例如，除铯外，其余的都呈银白色；它们都比较柔软，有延展性。碱金属的密度都比较小，熔点也都比较低，导热性和导电性也都很好，如液态钠可用作核反应堆的传热介质。

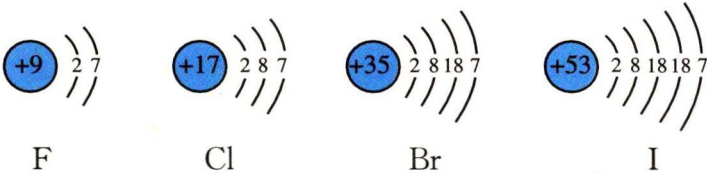
表 1-1 碱金属的主要性质

碱金属单质	颜色和状态	密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	熔点 ℃	沸点 ℃
Li	银白色，柔软	0.534	180.5	1 347
Na	银白色，柔软	0.97	97.81	882.9
K	银白色，柔软	0.86	63.65	774
Rb	银白色，柔软	1.532	38.89	688
Cs	略带金属光泽，柔软	1.879	28.40	678.4

2. 卤族元素

学 与 问

卤族元素的原子结构如下所示：



根据卤素的原子结构，请你试着推测一下氟、氯、溴、碘在化学性质上所表现的相似性和递变性。

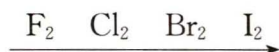
卤素单质的物理性质

卤素单质	颜色和状态	密度	熔点 ℃	沸点 ℃
F ₂	淡黄绿色气体	1.69 g/L(15 ℃)	-219.6	-188.1
Cl ₂	黄绿色气体	3.214 g/L(0 ℃)	-101	-34.6
Br ₂	深红棕色液体	3.119 g/cm ³ (20 ℃)	-7.2	58.78
I ₂	紫黑色固体	4.93 g/cm ³	113.5	184.4

(1) 卤素单质与氢气反应

$\text{H}_2 + \text{F}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{HF}$	在暗处能剧烈化合并发生爆炸，生成的氟化氢很稳定
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{HCl}$	光照或点燃发生反应，生成的氯化氢较稳定
$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{HBr}$	加热至一定温度才能反应，生成的溴化氢不如氯化氢稳定
$\text{H}_2 + \text{I}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{HI}$	不断加热才能缓慢反应；碘化氢不稳定，同时发生分解

随着核电荷数的增多，卤素单质与氢气的反应呈下述规律性变化：



剧烈程度：_____

生成的氢化物的稳定性：_____

(2) 卤素单质间的置换反应

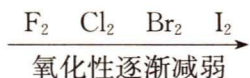
类似于通过金属与盐溶液的置换反应可以比较金属还原性的强弱，通过卤素间的置换反应实验，我们也可以比较出卤素氧化性的强弱。

实验 1-1

完成下列实验，观察现象。写出有关反应的化学方程式。

实 验	现 象	化学方程式
1. 将少量新制的饱和氯水分别加入盛有 NaBr 溶液和 KI 溶液的试管中，用力振荡后加入少量四氯化碳，振荡、静置		① $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ ②
2. 将少量溴水加入盛有 KI 溶液的试管中，用力振荡后加入少量四氯化碳，振荡、静置		③

随着核电荷数的增加，卤素单质的氧化性强弱顺序为：



通过比较碱金属单质与氧气、水的反应，以及卤素单质与氢气的反应、卤素单质间的置换反应，我们可以看出，元素性质与原子结构有密切的关系，主要与原子核外电子的排布，特别是最外层电子数有关。原子结构相似的一族元素，它们在化学性质上表现出相似性和递变性。

思考与交流

讨论同主族元素随着原子核外电子层数的增加，它们得失电子能力、金属性、非金属性递变的趋势。

三、核素

元素的性质与原子核外电子有密切的关系。那么，元素的性质与原子核有什么关系吗？

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，如果忽略电子的质量，将核内所有质子和中子的相对质量取近似值加起来，所得的数值叫做质量数。

质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)

例如，氢元素的原子核中，中子数不相同，如下表。

① ${}^A_Z\text{X}$ 代表一个质量数为 A 、质子数为 Z 的原子。

氢元素的原子核		原子名称	原子符号 (${}^A_Z\text{X}$)①
质子数(Z)	中子数(N)		
1	0	氕(piě)	${}^1_1\text{H}$
1	1	氘(dāo)	${}^2_1\text{H}$ 或 D
1	2	氚(chuān)	${}^3_1\text{H}$ 或 T

核素 nuclide
同位素 isotope

精确的测定结果证明，同种元素原子的原子核中，中子数不一定相同。把具有一定数目的质子和一定数目的中子的一种原子叫做**核素**，如 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 就各为一种核素。质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为**同位素**（即同一元素的不同核素互称为同位素），如 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 三种核素都是氢的同位素。“同位”即指核素的质子数相同，在元素周期表中占相同的位置。

同位素有的是天然存在的，而且相互间保持一定的比率。元素的相对原子质量，就是按照各种同位素原子所占的一定百分比算出的平均值。许多元素都有同位素；如氧元素有 ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 和 ${}^{18}_8\text{O}$ 三种同位素；碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 和 ${}^{14}_6\text{C}$ 等同位素；铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等多种同位素；等等。同位素在日常生活、工农业生产和科学研究中有着重要的用途，如考古时利用 ${}^{14}_6\text{C}$ 测定一些文物的年代， ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 用于制造氢弹，利用放射性同位素释放的射线育种、治疗癌症和肿瘤等。

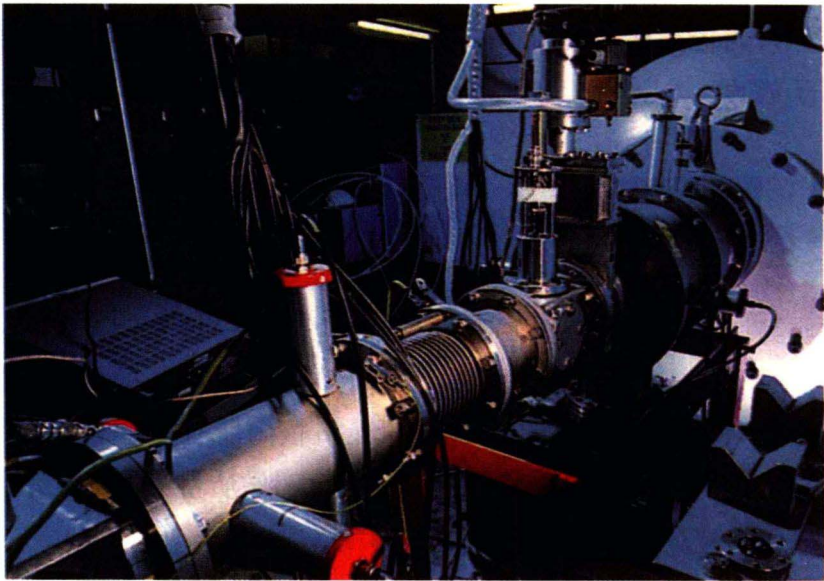


图 1-6 ${}^{14}_6\text{C}$ 射线测定装置

实践活动

1. 查阅资料(如书刊、网络等),搜集不同形式的元素周期表。
2. 根据你对元素知识和对分类方法的认识,试一试自己制作元素周期表。
3. 将你的成果在班上发表,或以墙报、黑板报等形式与大家交流。

习 题



1. 查阅元素周期表,从每个方格中可以得到哪些信息?以一种元素为例,将你获得的信息用图表示出来。
2. 在元素周期表中找到金、银、铜、铁、锌、钛的位置(周期和族),并指出这些元素的核电荷数。
3. 寻找你家中的食品、调味品、药品、化妆品、洗涤剂、清洁剂及杀虫剂等,查阅标签或说明书,看一看哪些物品中含有卤族元素。试着向你的家人说明其中卤素的有关性质。
4. 甲、乙、丙、丁四种元素的原子序数如表中所示,从周期表中找出这四种元素。

(1) 填写下表

元素	甲	乙	丙	丁
原子序数	6	8	11	13
元素符号				
周期				
族				

(2) 写出这几种元素的单质间反应的化学方程式:

甲与乙: _____

乙与丙: _____

乙与丁: _____

5. 截止到1999年,人们已经发现了113种元素,是否可以说我们已经发现了113种原子?为什么?
6. 通过各种渠道收集资料,了解放射性同位素在能源、农业、医疗、考古等方面的应用。以讨论、讲演、墙报等形式在班上交流。

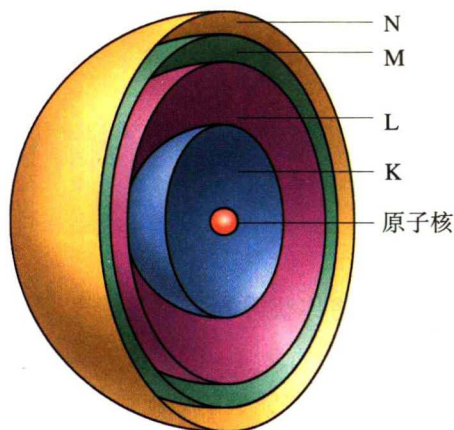


图 1-7 电子层模型示意图

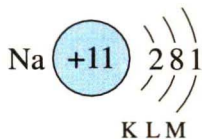


图 1-8 钠原子的核外电子排布

一、原子核外电子的排布

原子是由原子核和核外电子构成的。在含有多个电子的原子中，电子分别在能量不同的区域内运动。我们把不同的区域简化为不连续的壳层，也称作电子层（有人把这种电子层模型比拟为洋葱式结构，参看图 1-7），分别用 $n=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ 或 K、L、M、N、O、P、Q 来表示从内到外的电子层。

在多电子原子中，电子的能量是不相同的。在离核较近的区域内运动的电子能量较低，在离核较远的区域内运动的电子能量较高。由于原子中的电子是处在原子核的引力场中（类似于地球上的万物处于地心的引力场中），电子总是尽可能地先从内层排起，当一层充满后再填充下一层。那么，每个电子层最多可以排布多少个电子呢？

根据原子光谱和理论分析（其中包括元素周期表的启示）的结果，人们得出了原子核外电子排布的规律。

表 1-2 核电荷数为 1~20 的元素原子核外电子层排布

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数			
			K	L	M	N
1	氢	H	1			
2	氦	He	2			
3	锂	Li	2	1		
4	铍	Be	2	2		
5	硼	B	2	3		
6	碳	C	2	4		
7	氮	N	2	5		
8	氧	O	2	6		
9	氟	F	2	7		
10	氖	Ne	2	8		

续表

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数			
			K	L	M	N
11	钠	Na	2	8	1	
12	镁	Mg	2	8	2	
13	铝	Al	2	8	3	
14	硅	Si	2	8	4	
15	磷	P	2	8	5	
16	硫	S	2	8	6	
17	氯	Cl	2	8	7	
18	氩	Ar	2	8	8	
19	钾	K	2	8	8	1
20	钙	Ca	2	8	8	2

二、元素周期律

科学探究

1. 在下表中写出元素周期表前三周期元素(1~18号)的符号及原子的核外电子排布(用原子结构示意图表示)。

原子序数	1							2
元素名称	氢							氦
元素符号								
核外电子排布								
主要化合价	+1							0
原子序数	3	4	5	6	7	8	9	10
元素名称	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟	氖
元素符号								
核外电子排布								
最高正化合价或 最低负化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2	-1	0

续表

原子序数	11	12	13	14	15	16	17	18
元素名称	钠	镁	铝	硅	磷	硫	氯	氩
元素符号								
核外电子排布								
最高正化合价或 最低负化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0

2. 观察上面的表格, 思考并讨论: 随着原子序数的递增, 原子的核外电子层排布呈现什么规律性的变化? 元素的化合价呈现什么规律性的变化?

原子序数	电子层数	最外层电子数	最高或最低化合价的变化
1~2	1	1→2	+1 → 0
3~10			+1 → +5 -4 → -1 → 0
11~18			
结论:			

通过上面的讨论我们知道, 随着原子序数的递增, 元素原子的电子层排布和化合价都呈现周期性变化。那么, 元素的金属性和非金属性^①是否也随原子序数的变化呈现周期性变化呢? 我们通过第三周期元素的一些化学性质来探讨这一问题。

① 元素的非金属性强弱可以从其最高价氧化物的水化物的酸性强弱, 或与氢气生成气态氢化物的难易程度以及氢化物的稳定性来推断。

科学探究

1. 实验:

(1) 取一小段镁带, 用砂纸磨去表面的氧化膜, 放入试管中。向试管中加入2 mL水, 并滴入2滴酚酞溶液。观察现象。过一会儿加热试管至水沸腾。观察现象。

现 象	
化学方程式	

(2) 取一小段镁带和一小片铝, 用砂纸磨去它们表面的氧化膜, 分别放入两支试管, 再各加入2 mL 1 mol/L 盐酸。观察发生的现象。