

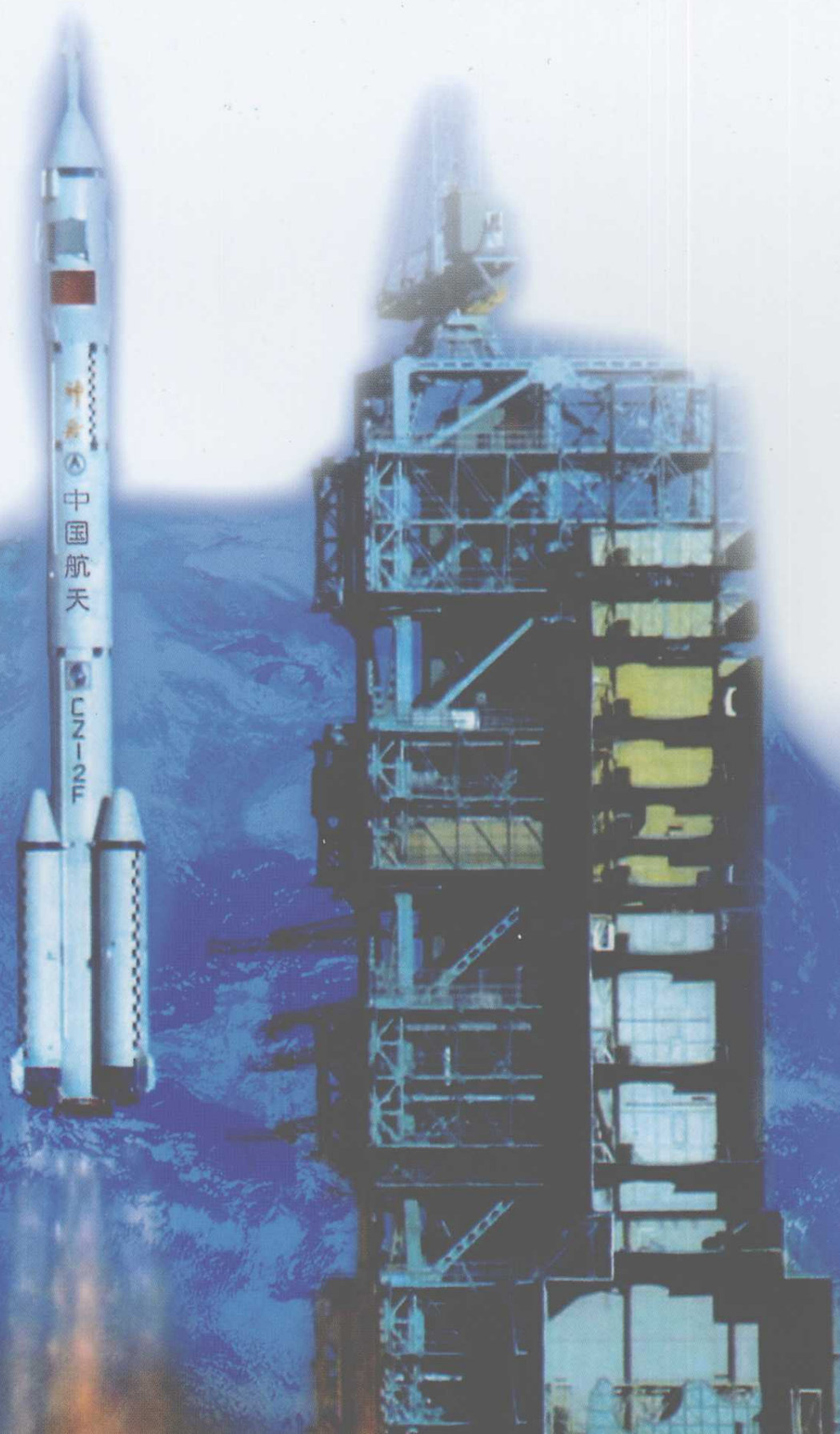
经全国中小学教材审定委员会
2004年初审通过

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 编著
化学课程教材研究开发中心



人民教育出版社

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

网址：<http://www.pep.com.cn>

北京北人羽新胶印有限责任公司印刷 全国新华书店经销

*

开本：890 毫米 × 1 240 毫米 1/16 印张：7.25 插页：1 字数：160 000

2007 年 3 月第 3 版 2007 年 6 月第 6 次印刷

ISBN 978-7-107-17649-4 定价：8.90 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，请与本社出版科联系调换。
(联系地址：北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编：100081)

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	13
第三节 化学键	21
归纳与整理	26
第二章 化学反应与能量	30
第一节 化学能与热能	32
第二节 化学能与电能	39
第三节 化学反应的速率和限度	47
归纳与整理	55
第三章 有机化合物	58
第一节 最简单的有机化合物——甲烷	60
第二节 来自石油和煤的两种基本化工原料	66
第三节 生活中两种常见的有机物	73
第四节 基本营养物质	78
归纳与整理	84
第四章 化学与自然资源的开发利用	86
第一节 开发利用金属矿物和海水资源	88
第二节 资源综合利用 环境保护	95
归纳与整理	104
结束语	108
附录 I 相对原子质量表	110
附录 II 部分酸、碱和盐的溶解性表 (20 ℃)	111
附录 III 一些常见元素中英文名称对照表	112
元素周期表	

普通高中课程标准实验教科书

主 编 王 晶 李 文 鼎

化学

本册主编 宋 心 肖

隔 主 编 王 晶

编 人 员 王 晶

责 任 编 平 燕

美 术 编 王 晶

审 核 王 晶

图 文 编 王 晶

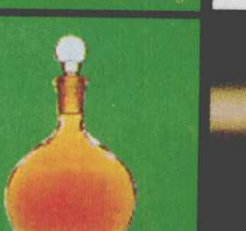
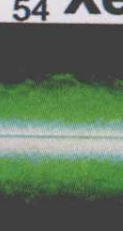
图 文 编 王 晶

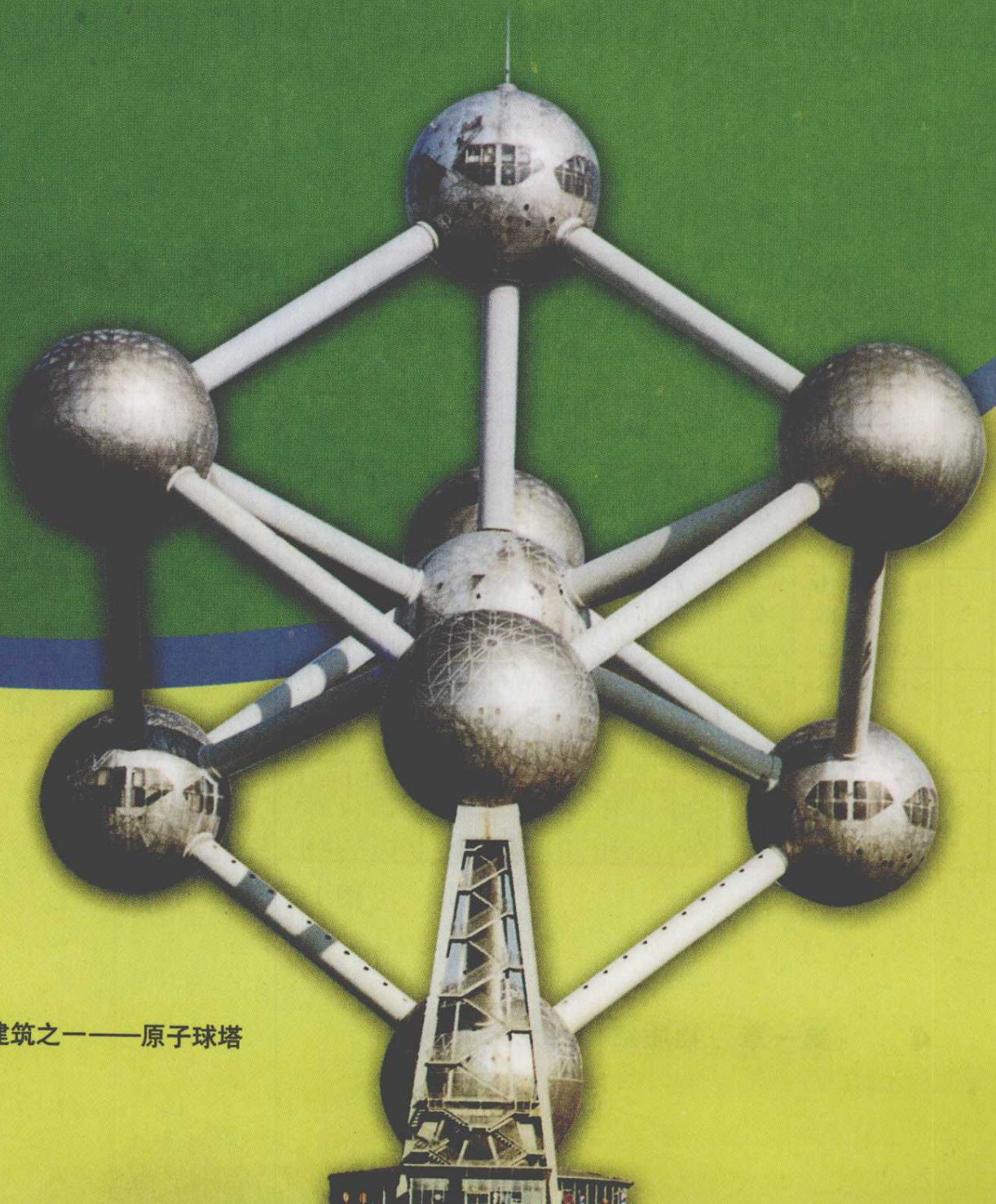
必修

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

			 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	 58.69 28 Ni	 63.55 29 Cu	 65.41 30 Zn	 69.72 31 Ga	 72.64 32 Ge	 74.92 33 As	 78.96 34 Se	 79.90 35 Br	 83.80 36 Kr
			 106.4 46 Pd	 107.9 47 Ag	 112.4 48 Cd	 114.8 49 In	 118.7 50 Sn	 121.8 51 Sb	 127.6 52 Te	 126.9 53 I	 131.3 54 Xe
			 195.1 78 Pt	 197.0 79 Au	 200.6 80 Hg	 204.4 81 Tl	 207.2 82 Pb	 209.0 83 Bi	 209 84 Po	 210 85 At	 222 86 Rn
			 281 110 Ds	 272 111 Rg	 285 112 Uub						



比利时布鲁塞尔市标志性建筑之一——原子球塔

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，并将化学性质相似的元素放在一个纵行，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我们常用的这种形式。

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

元素周期表 periodic table
of elements

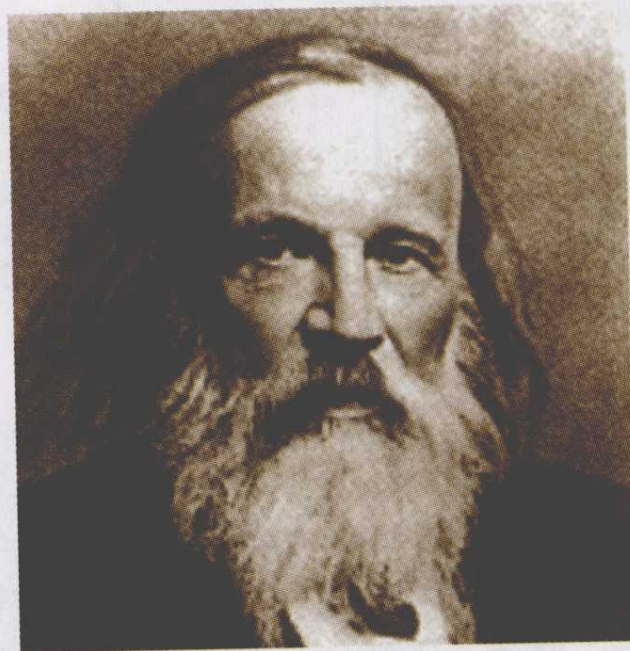


图 1-1 门捷列夫

Д. И. Менделеев (1834—1907)

族	IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0	电子层	0 族
周期	1 H 氢 1.008																	2 He 氦 4.003	K	2
1																				
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 32.06	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 [209]	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 钌* [261]	105 Db 铪* [262]	106 Sg 钽* [266]	107 Bh 铌* [264]	108 Hs 钼* [277]	109 Mt 锝* [268]	110 Ds 钌* [281]	111 Rg 铑* [272]	112 Uub 钯* [285]								

图 1-2 元素周期表

层电子数相同的元素，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。

原子序数 atomic number

周期 period

族 group

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，副族元素的族序数后标 B(见周期表)①。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②。

在周期表中有些族的元素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

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	原子半径③ nm
碱金属元素	锂						0.152
	钠						0.186
	钾						0.227
	铷						0.248
	铯						0.265

① 1989 年，IUPAC（国际纯粹与应用化学联合会）建议用 1~18 列替代原主族、副族等。
② 第一周期只有两种元素，其中的氦(He)最外层电子数为 2，化学性质不活泼，化合价定为 0，也属于 0 族。
③ 金属的原子半径指固态金属单质里 2 个邻近原子核间距离的一半。

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：

(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。

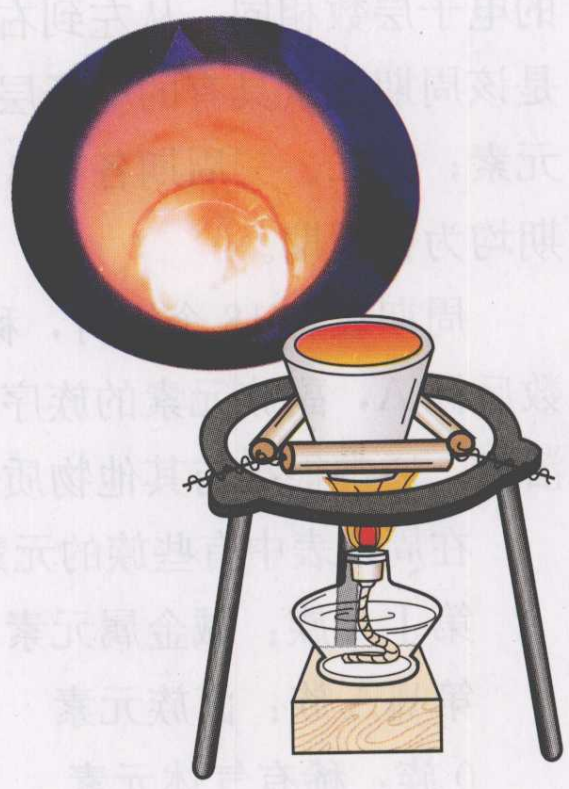


图 1-3 钾在空气中燃烧

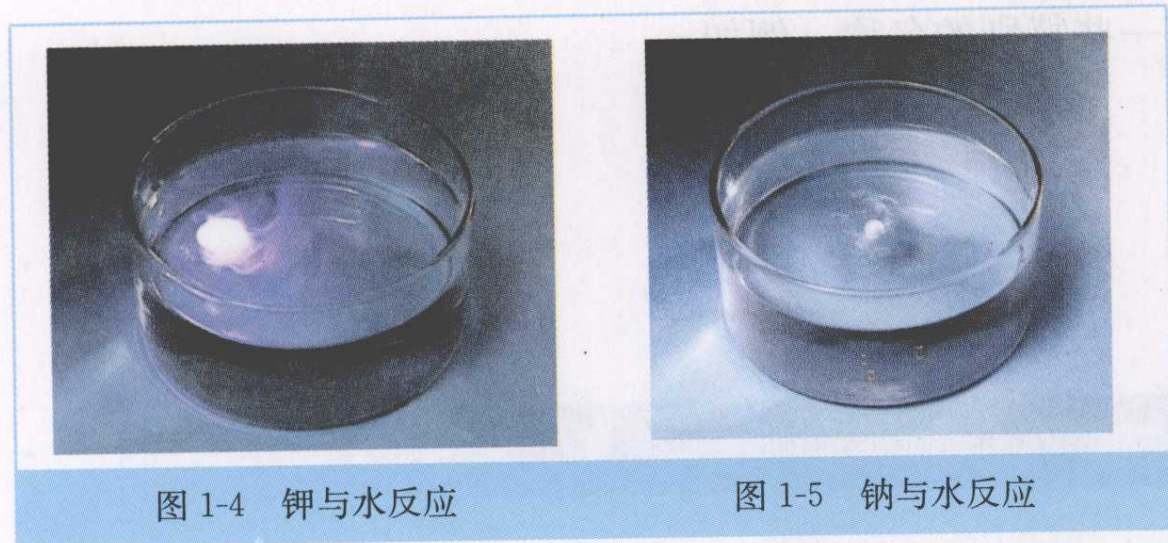


图 1-4 钾与水反应

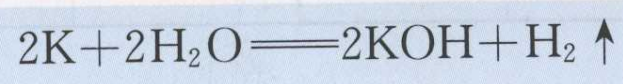
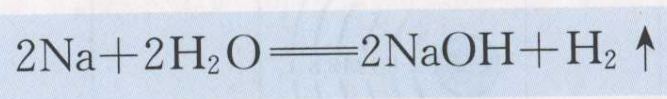
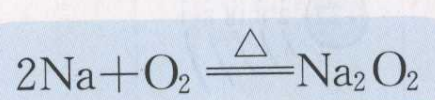
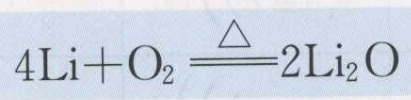
图 1-5 钠与水反应

	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：



① 此实验由教师演示。

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，原子半径逐渐增大，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，如它们与氧气或水反应时，钾比钠的反应剧烈，铷、铯的反应更剧烈。

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。

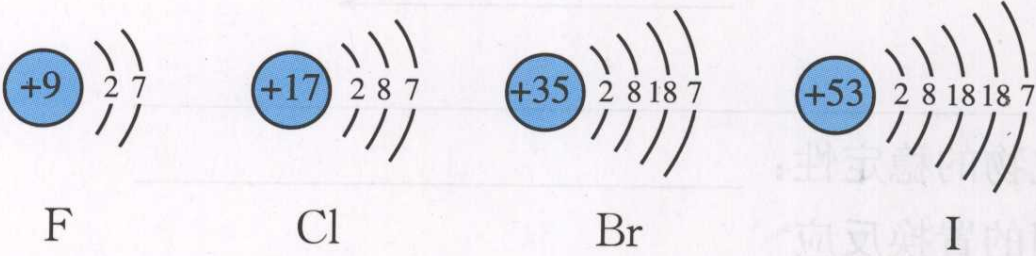
表 1-1 碱金属的主要性质

碱金属单质	颜色和状态	密度 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	熔点 $^{\circ}\text{C}$	沸点 $^{\circ}\text{C}$
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。

^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。

资料卡片

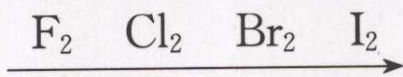
卤素单质的物理性质

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

$\text{H}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow 2\text{HF}$	在暗处能剧烈化合并发生爆炸，生成的氟化氢很稳定
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照或点燃}} 2\text{HCl}$	光照或点燃发生反应，生成的氯化氢较稳定
$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HBr}$	加热至一定温度才能反应，生成的溴化氢不如氯化氢稳定
$\text{H}_2 + \text{I}_2 \xrightleftharpoons{\Delta} 2\text{HI}$	不断加热才能缓慢反应；碘化氢不稳定，在同一条件下同时分解为 H_2 和 I_2 ，是可逆反应

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

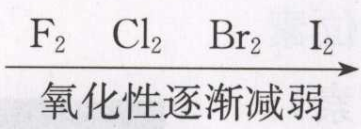
类似于通过金属与盐溶液的置换反应可以比较金属还原性的强弱，通过卤素间的置换反应实验，我们也可以比较出卤素氧化性的强弱。

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。

在元素周期表中，同主族元素从上到下原子核外电子层数依次增多，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。所以，金属性逐渐增强，非金属性^①逐渐减弱。

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整数值相加，所得的数值叫做质量数。

质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)

我们知道，元素是具有相同核电荷数（质子数）的同一类原子的总称。也就是说，同种元素原子的原子核中质子数是相同的。那么，中子数是否一定相同呢？

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。例如，氢元素的原子核中，中子数不相同，如下表。

^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。

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

把具有一定数目质子和一定数目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，在元素周期表中占有相同的位置。

天然存在的同位素，相互间保持一定的比率。元素的相对原子质量，就是按照该元素各种核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 ${}^{18}_8\text{O}$ 三种核素；碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 和 ${}^{14}_6\text{C}$ 等核素；铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等多种核素；等等。此外，科学家还利用核反应人工制造出很多种同位素。同位素中，有些具有放射性，称为放射性同位素。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。

核素 nuclide
同位素 isotope

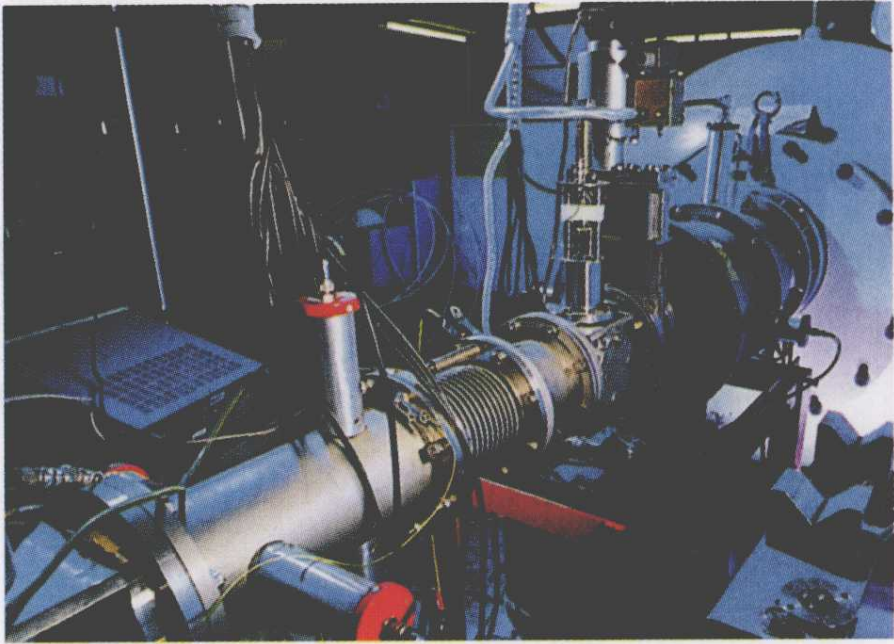


图 1-6 ${}^{14}_6\text{C}$ 射线测定装置

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分类方法的认识，试一试自己制作元素周期表。
- 将你收集的资料和成果在班上发表，或以墙报、黑板报等形式与大家交流。

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



1. 碱金属元素原子最外层的电子数都是_____个，在化学反应中它们容易失去_____个电子；碱金属元素中金属性最强的是_____，原子半径最小的是_____。卤素原子最外层的电子数都是_____个，在化学反应中它们容易得到_____个电子；在卤族元素中非金属性最强的是_____，原子半径最小的是_____。

2. 查阅元素周期表，判断下列元素中不属于主族元素的是（ ）。

- A. 磷 B. 钙 C. 铁 D. 碘

3. 下列关于F、Cl、Br、I性质的比较，不正确的是（ ）。

- A. 它们的原子核外电子层数随核电荷数的增加而增多
B. 被其他卤素单质从其卤化物中置换出来的可能性随核电荷数的增加而增大
C. 它们的氢化物的稳定性随核电荷数的增加而增强
D. 单质的颜色随核电荷数的增加而加深

4. 放射性同位素 ${}^{166}_{67}\text{Ho}$ 的原子核内的中子数与核外电子数之差是（ ）。

- A. 32 B. 67 C. 99 D. 166

5. 在 ${}^6_3\text{Li}$ 、 ${}^7_3\text{Li}$ 、 ${}^{23}_{11}\text{Na}$ 、 ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_7\text{N}$ 中：

- (1) _____和_____互为同位素；
(2) _____和_____的质量数相等，但不能互称同位素；
(3) _____和_____的中子数相等，但质子数不等，所以不是同一种元素。

6. 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。

7. 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。

8. 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，看一看其中含有哪些元素，查阅它们在周期表中的位置；查阅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。

9. 写出下列反应的化学方程式，并指出氧化剂和还原剂。

- (1) 锂在空气中燃烧
(2) 钾与水反应
(3) 溴与碘化钾反应
(4) 氯化亚铁与氯气反应

10. 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: _____

11. 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?

12. 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。

丁	丙	乙	甲	元素
21	11	8	8	说明元素
				符号表示
				性质
				类

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。

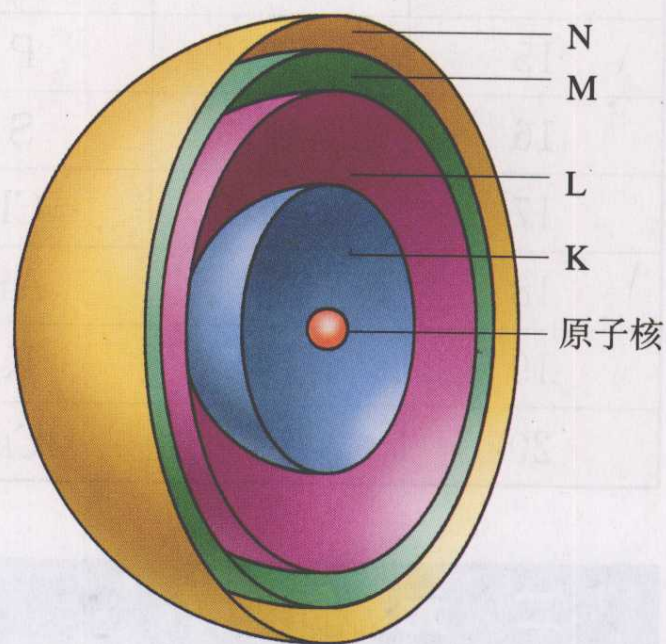


图 1-7 电子层模型示意图

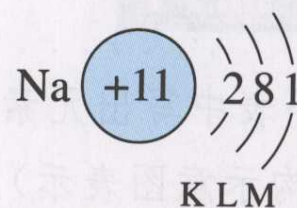


图 1-8 钠原子的核外电子排布

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		
11	钠	Na	2	8	1	

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
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								
原子半径 nm	0.037							—①
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								
原子半径 nm	0.152	0.089	0.082	0.077	0.075	0.074	0.071	—

① 稀有气体元素的原子半径测定与相邻非金属元素的测定依据不同，数据不具有可比性，故没有列出。