

Mc
Graw
Hill
Education

美国高中主流理科教材

科学发现者

化学

[美] 菲利普 等著 王祖浩 等 译

概念与应用

第二版



Chemistry
Concepts and Applications

中册



浙江教育出版社
ZHEJIANG EDUCATION PUBLISHING HOUSE

美国高中主流理科教材

科学发现者

化学

[美] 菲利普 等著 王祖浩 等 译

概念与应用

第二版



Chemistry
Concepts and Applications

中册

浙江教育出版社·杭州

8

第8章 元素性质的周期性 254

起步实验 周期性性质 255

第1节 主族元素 256

迷你实验 8.1 原子半径的周期性规律 260

化学实验 碱土金属的反应及其离子所带的电荷数 266

历史链接 罗马帝国的衰落与铅中毒 270

生活中的化学 火柴与化学 273

生物学链接 氟化物与蛀牙 278

第2节 过渡元素 280

工作原理 灯泡中的过渡元素 282

迷你实验 8.2 过渡金属离子所带的电荷数 283

化学与技术 碳 与 钢 286



9

第9章 化学键 298

起步实验 油和醋的混合 299

第1节 原子间的化学键 300

历史链接 莱纳斯·鲍林:知识与和平的倡导者 305

迷你实验 9.1 纸上层析 310

第2节 分子的形状与极性 313

化学工作者 化学家 316

生活中的化学 振动着的分子 318

迷你实验 9.2 搭建分子模型 323

化学与技术 层析 324

化学实验 糖果中有哪些色素 326



10

第10章 物质的动力学理论 336

起步实验 温度与混合 337

第1节 物质的物理学行为 338

迷你实验 10.1 扩散速率 341

艺术链接 玻璃雕刻 344

第2节 能量与物质状态的变化 346

生活中的化学 冷冻干燥 351

化学与技术 空气的分馏 352

迷你实验 10.2 汽化速率 355

工作原理 高压锅 357

化学实验 分子与能量 360



11

第11章 气体的行为 368

起步实验 气体的体积和温度 369

第1节 气压 370

迷你实验 11.1 气体的质量和体积 373

工作原理 轮胎压力表 375

第2节 气体定律 380

地球科学链接 气象气球 383

迷你实验 11.2 吸管的工作原理 384

化学实验 波义耳定律 386

化学与技术 压力下的健康 388

生活中的化学 爆米花 395



12

第12章 化学量 402

起步实验 1摩尔是多少 403

第1节 计算物质的微粒数 404

迷你实验 12.1 用质量来计数 408

艺术链接 加纳阿散蒂的黄铜砝码 411

第2节 摩尔的应用 413

生活中的化学 安全气囊 417

迷你实验 12.2 计算反应物的量 418

化学实验 分析混合物 422

化学与技术 提高化学合成的产率 424



13

第13章 水和溶液 434

起步实验 溶液的形成 435

第1节 神奇的水 436

迷你实验 13.1 表面张力 443

化学与社会 水处理 447

化学工作者 废水处理员 448

第2节 溶液及其性质 451

迷你实验 13.2 硬水和软水 452

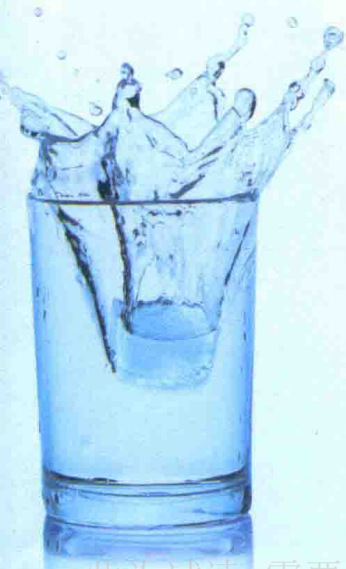
生活中的化学 肥皂与清洁剂 455

化学实验 溶液的鉴定 456

生活中的化学 防冻剂 466

工作原理 便携式反渗透设备 468

化学与技术 凝胶 470



14

第14章 酸、碱和pH 478

起步实验 日用品测试 479

第1节 酸 和 碱 480

迷你实验 14.1 酸的反应 482

化学与技术 柠檬酸的生产 485

生物学 链接 血液检测 487

化学工作者 化妆品药剂师 490

化学与社会 大气污染 495

第2节 酸和碱的强度 497

迷你实验 14.2 抗 酸 剂 504

生活中的化学 平衡化妆品中的pH 505

化学实验 家用的酸和碱 506

15

第15章 酸碱反应 514

起步实验 缓 冲 剂 515

第1节 酸碱中和反应 516

迷你实验 15.1 酸性,碱性还是中性 518

工作原理 味 觉 519

地球科学 链接 溶洞的形成 525

第2节 酸碱中和反应的应用 531

迷你实验 15.2 缓冲溶液 533

生活中的化学 打 嗝 534

化学与社会 人造血液 537

工作原理 指 示 剂 543

化学实验 醋的滴定 544



第 8 章

元素性质的周期性

本章 概要 元素周期表中元素的变化规律包括它们的大小以及得失电子的能力。

第1节 主族元素

本节 主旨 同一周期主族元素的金属性和原子半径从左到右逐渐减小。

第2节 过渡元素

本节 主旨 过渡元素的性质取决于d轨道上的电子,内过渡元素的性质还取决于f轨道上的电子。

你知道吗?

- 颜料根据颜色和亮度来分类。
- 元素根据质子数来分类。
- 氢是宇宙中最丰富的元素。

课前活动

起步实验



周期性性质

熔点具有周期性吗？

实验器材

- 笔记本
- 图形计算器或坐标纸

实验步骤

1. 创建一张数据表来记录第四周期元素(19~36号元素)的熔点。表格内容应当包含原子序数、元素名称和熔点。
2. 利用元素周期表找到元素名称。利用附录的表 E.4 找到这些元素的熔点,以 $^{\circ}\text{C}$ 为单位。在数据表中记录不同元素的熔点。
3. 利用图形计算器或坐标纸来画出熔点曲线图。以原子序数为 x 轴,熔点为 y 轴。一定要标注坐标并且给表格命名。

实验分析

1. **描述** 你能在创建的图表中看出什么规律吗？
2. **推断** 熔点是否呈现出周期性？请说明理由。

探究 沸点和密度具有周期性吗？做出预测,然后试着验证。

折叠式学习卡

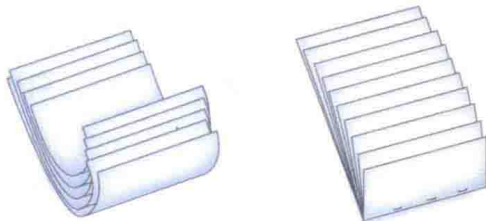
学习组织者

周期性规律 按以下图示制作折叠式学习卡,帮助你整理有关元素周期表规律的内容。

- ▶ **步骤1** 将5张纸每隔2 cm垂直放置。



- ▶ **步骤2** 折叠纸张的底边形成10层,钉住折叠处。



- ▶ **步骤3** 在第一层上标注“元素周期表”,按序号和主族元素族的名称依次标注,最后一层写“过渡元素”。

1. 碱金属
2. 碱土金属
- 第13族
- 第14族
- 第15族
- 第16族
17. 卤素
18. 稀有气体
- 过渡元素



折叠式学习卡 在第1节和第2节中使用该折叠式学习卡。在你阅读的过程中,利用折叠式学习卡记录电子组态、化学性质以及元素的用途。

第1节

核心问题

- 主族元素在周期表中的位置与它们的电子组态有何关联?
- 主族元素的化学性质是什么?
- 元素的电子组态和原子半径与它的化学性质有何关联?

术语回顾

内过渡元素: 镧系或铀系中的任一元素。

关键术语

碱金属
碱土金属
卤素

主族元素

本节主旨 同一周期主族元素的金属性和原子半径从左到右逐渐减小。

链接真实世界 你可能还没意识到,你家里有好多化学品:水槽边,你会发现洗涤剂、清洁剂等;在厨房,你会找到醋、发酵粉和小苏打等。这些产品中含有许多简单的化合物,例如氯化钠和氢氧化钠。

主族元素性质的规律

你已学过,元素周期表中同族元素的价电子数相同,并因此具有相似的性质。而同周期元素性质各异,这是因为,除第1周期外,其他周期按从左到右的顺序,每一行元素的价电子数从1递增到8,所以元素呈现出各自不同的特性。**图8.1**列出了主族元素,由图中可以看出,除了第1周期,每一周期从两种或两种以上金属元素开始,接下来是一到两种准金属元素,再右边是非金属元素,最后总是以一种稀有气体元素结尾。

■ **图8.1** 金属—准金属—非金属—稀有气体,这是除第1周期外每一周期主族元素所呈现出的规律。记住,最活泼的金属元素——第1、2族元素,位于周期表的s区。准金属、非金属以及较不活泼的金属位于周期表的p区。

阐述 写出从第3周期开始的金属元素的名称。第4周期以哪一种非金属元素结尾?

1

2

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

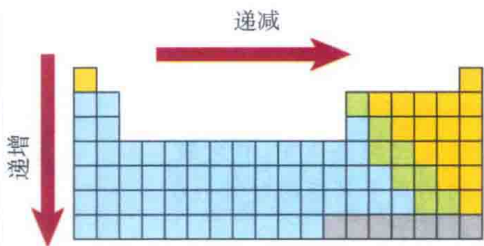
2

3

4

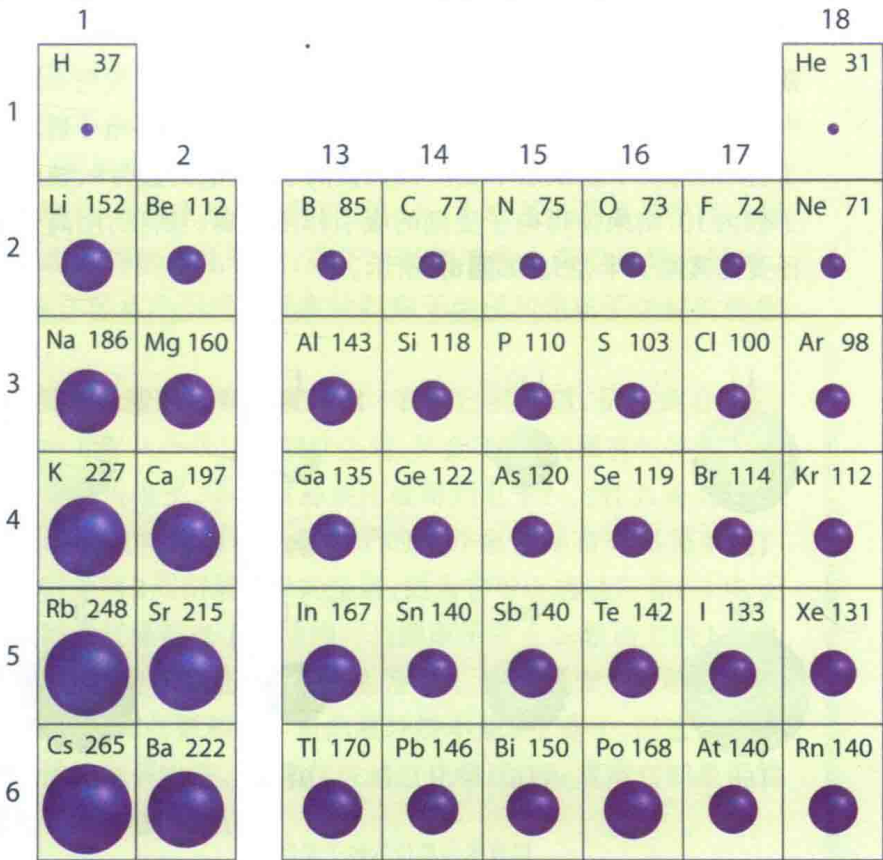
原子半径的规律 我们知道,同主族元素自上而下原子半径逐渐增大,这是因为价电子所处的电子层离原子核越来越远。那么,同周期元素从左到右,原子半径是如何变化的呢?以第2周期为例,你也许会认为,从锂原子到氟原子,随着电子数越来越多,半径肯定也会越来越大。然而,事实正好相反。锂原子虽然只有3个电子,半径却比拥有9个电子的氟原子大。这种规律对于整张周期表都适用。**图8.2**和**图8.3**展示了原子半径的周期性规律。

核电荷递增效应 要理解为什么同周期元素从左到右原子半径逐渐减小,我们要知道是什么决定了原子半径的大小。原子半径的定义为两个同种原子相结合后原子核之间距离的一半,原子半径与价电子数和原子核中的质子数有关。比较锂原子和铍原子,锂原子核内有3个质子,其最外层电子受到3个单位正电荷的吸引;而铍原子核内有4个质子,因此铍的最外层电子受到4个单位正电荷的吸引,使得铍的两个电子离核更近。吸引力越强,电子所受原子核的吸引力越大。



原子半径的规律

■ **图8.2** 同周期从左到右原子半径递减,同族从上到下原子半径递增。

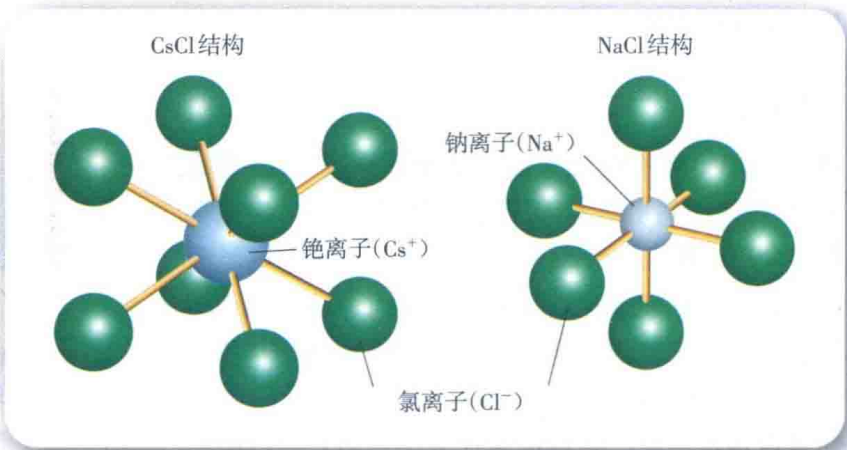


■ **图8.3** 图中为主族元素的原子半径,其单位为皮米(pm, 1pm=10⁻¹² m),同周期从左到右、同族从上到下发生有规律性的变化。

应用 为什么同族原子半径从上到下递增?



■ **图 8.4** 铯离子的半径要比钠离子的大,因此在氯化铯晶体中,每个铯离子周围能够同时吸引 8 个氯离子,而在氯化钠晶体中,相对较小的钠离子只能同时吸引 6 个氯离子。



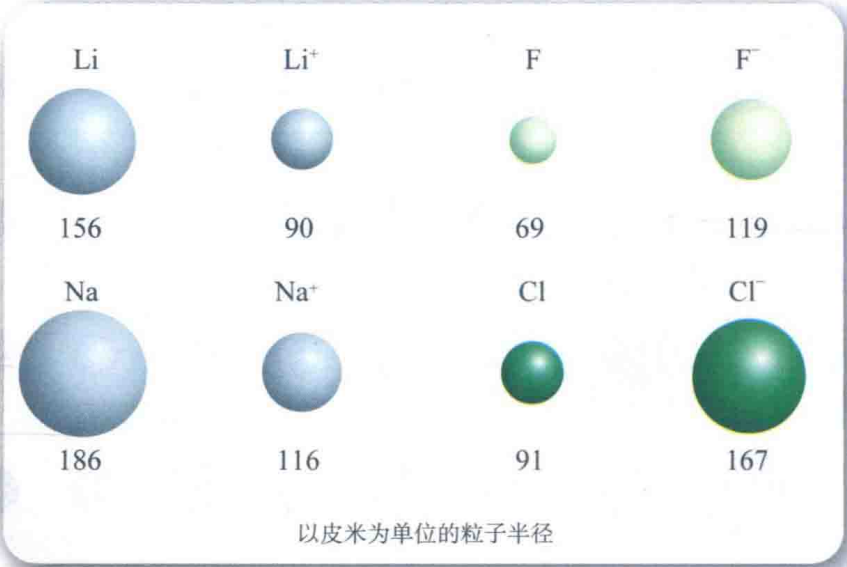
离子半径 原子半径是影响元素化学性质的一个重要因素,离子半径则决定了离子在溶液中的性质以及固态离子化合物的结构。从图 8.4 中我们可以看出,两种离子化合物因为阳离子半径的差异,而具有不同的晶体结构。那么,当原子变成离子时,其大小发生了怎样的变化呢?

阳离子 当金属元素的原子失去一个或多个电子变成阳离子时,它们将形成上一周期中的稀有气体元素原子的电子层结构。也就是说,比起原来呈电中性的原子的最外层电子,阳离子的最外层电子离核更近,那些未失去的电子受核的吸引作用更强,因而半径也就更小。所以,阳离子半径比其原子半径要小。由图 8.5 我们可以比较钠和锂与其阳离子半径的大小。

阴离子 当原子得到电子成为阴离子时,该原子将形成与本周期中的稀有气体元素原子相同的电子层结构。虽然核外电子数增加了,但核内质子数依然不变。例如氟离子,核电荷数为 9,核外电子数为 10,结果使得电子受到的吸引作用减弱。所以,阴离子半径要比其原子半径大,如图 8.5 所示。

■ **图 8.5** 锂原子和钠原子失去最外层的 1 个电子成为阳离子,其剩余电子位于较低能级,受核的吸引更强,因而半径减小。氟原子和氯原子得到一个电子成为阴离子,其原子核对更多电子的吸引力要比中性原子小,因而半径增大。

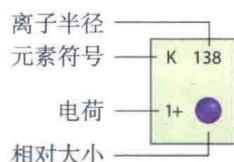
总结 氧离子的半径比其中性原子的半径大还是小? 为什么?



	1	2	13	14	15	16	17
2	Li 76 1+ 	Be 31 2+ 	B 20 3+ 	C 15 4+ 	N 146 3- 	O 140 2- 	F 133 1- 
3	Na 102 1+ 	Mg 72 2+ 	Al 54 3+ 	Si 41 4+ 	P 212 3- 	S 184 2- 	Cl 181 1- 
4	K 138 1+ 	Ca 100 2+ 	Ga 62 3+ 	Ge 53 4+ 	As 222 3- 	Se 198 2- 	Br 196 1- 
5	Rb 152 1+ 	Sr 118 2+ 	In 81 3+ 	Sn 71 4+ 	Sb 62 5+ 	Te 221 2- 	I 220 1- 
6	Cs 167 1+ 	Ba 135 2+ 	Tl 95 3+ 	Pb 84 4+ 	Bi 74 5+ 		

■ **图8.6** 请注意第15~17族元素的阴离子都远比同周期的阳离子大得多,这是因为电子相互排斥,增加电子使得阴离子电子云因排斥而变得更大。从第15族到第17族,离子中的电荷数逐个递减且原子核中的正电荷逐个递增,所以半径大小规律和阳离子的相似。

解释 为什么阳离子和阴离子的离子半径在同族中都是从上到下递增?



离子半径的规律 在图8.5中我们可以看出,钠离子的半径要比锂离子大。正如图8.6所示,第1族自上而下,离子半径越来越大。在同一周期中,分别带1个、2个、3个单位正电荷的离子(第1、2、13族)的半径从左到右递减,虽然这些离子具有相同的电子组态,但核电荷从左到右递增,导致原子核对电子的吸引力变强,从而半径越来越小。同样,第15、16、17族的阴离子半径也都呈现出同样的变化规律,离子半径随着核电荷的递增而递减。图8.6还揭示出同周期元素的阳离子半径和阴离子半径的变化趋势。

第2周期元素的化学反应规律 我们已经知道,从左到右,第2周期的元素从金属过渡到准金属、非金属,再到稀有气体。为什么金属易失电子,非金属易共用或得到电子?为什么稀有气体性质不活泼?这些与元素原子的核外电子排布有何关系呢?

锂是第2周期最活泼的金属,因为它可以通过失去1个电子形成稀有气体的电子层结构。当锂原子失去2s轨道上的1个电子时,它的电子组态由 $1s^2 2s^1$ 变为 $1s^2$ 。锂离子带1个单位正电荷,电子排布与氦相同。虽然最外层不是8个电子,但这也是稀有气体的电子组态。元素往往通过化学反应形成离它们最近的稀有气体的电子组态。

铍是第2周期的第2种元素,必须失去2s轨道上的2个电子才能形成氦的电子组态。失去2个电子比失去1个电子困难,因而金属铍的活动性比锂稍弱。不过,铍在化学反应中还是会失去2个2s电子,形成带2个单位正电荷的离子,从而实现氦的电子组态。

如果照这种规律继续下去,你可能认为硼会失去3个电子形成氦原子的电子结构。有时候,硼确实会在反应中失去电子,但它更容易形成共用电子对。硼是第2周期唯一的准金属元素。有时候,它会像前两种金属锂和铍那样,在反应中失去电子而表现出金属的性质,实现氦原子的电子排布。但在更多情况下,硼表现得像非金属,易形成共用电子对。硼的性质较为特殊,它只有3个电子可以参与共用,因而无法通过共用电子对形成最外层8电子结构。在后续的学习中,你将了解更多有关硼的化学性质。

迷你实验 1

原子半径的周期性规律

主族元素的原子半径是怎样周期性变化的

原子的活动性由价电子转移的难易程度决定,而这种难易程度取决于原子核与价电子间距离的长短以及对价电子吸引作用的强弱。在本实验中,你将探究从氢到钡这前36种主族元素的原子半径的周期性变化规律。

实验步骤



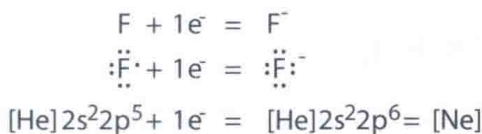
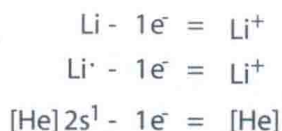
1. 阅读并完成实验安全表格。
2. 准备好以下实验材料:96孔板、大小适合小孔的吸管、剪刀、尺子。将96孔板编排为元素周期表的样式:第1行代表第1周期,H1为氢,A1为氦;第2行代表第2周期,从H2(锂)到A2(氖)。第3行到第7行依次代表第3到第7周期。当然,在此我们只考虑主族元素。在96孔板上贴上标签“原子半径(单位:pm)”。
3. 运用图8.1和图8.3来制作模型,注意在

附录中的表E.4中可以查到各元素的原子半径。

4. 按1 cm:40 pm的比例,将原子半径的单位由皮米转换为厘米。例如:氢原子半径为78 pm, $78 \text{ pm} \times 1 \text{ cm}/40 \text{ pm} = 1.95 \text{ cm}$,约为2.0 cm。剪一段吸管,长度为2.0 cm。按照同样的方法,用不同长度的吸管代表不同元素的原子半径,将它们分别插入每个小孔中。

分析与讨论

1. **解释** 同一周期从左到右,元素的原子半径如何变化? 根据元素原子的电子组态,解释你的发现。
2. **解释** 同一主族从上到下,元素的原子半径如何变化? 根据元素原子的电子组态,解释你的发现。
3. **解释** 为什么原子半径呈现出周期性的变化规律?



碳、氮、氧和氟都是非金属元素。碳的电子组态为 $[\text{He}]2s^22p^2$ ，氮的电子组态为 $[\text{He}]2s^22p^3$ ，它们通过共用电子对形成稀有气体氖的电子组态 $[\text{He}]2s^22p^6$ 。氧的电子组态为 $[\text{He}]2s^22p^4$ ，易得2个电子形成氧离子(O^{2-})。氟的电子组态为 $[\text{He}]2s^22p^5$ ，易得1个电子形成氟离子(F^-)。图8.7展示了第2周期的两种元素通过得失电子形成离子化合物的过程，同时每个原子形成稀有气体电子组态。

主族的金属元素与非金属元素

主族元素是指那些在第1、2和13~18族的元素，这些元素几乎代表了完整的理化性质范围——高度活泼的元素和基本不参加反应的元素；室温下为固态、液态和气态的元素；金属元素、非金属元素和准金属元素。因为它们表现出这么广泛的性质，有时候也被叫作代表性元素。当你学习主族元素时，会发现同族元素的价电子都是以同样的方式排布在s和p轨道上，因此同族元素具有相似的化学性质。

碱金属 第1族元素——锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、铯(Cs)、钫(Fr)被称为**碱金属(alkali metal)**。碱金属是银白色的单质，质软，具有良好的导电性和导热性。它们的化学性质相对较简单，在反应中易失去s轨道上的1个电子，成为带1个单位正电荷的阳离子，所形成的电子排布与上一周期稀有气体元素原子相同。

因为碱金属在反应中都会失去s轨道上的1个电子，所以对这个电子吸引最弱的就是最活泼的碱金属。原子半径越大，价电子离核越远，受核的束缚也就越小。在碱金属家族中，钫的原子半径最大，应该是化学性质最活泼的。但我们对金属钫还不太了解，因为它稀少且具有放射性。因此，铯(Cs)就成为我们通常所说的最活泼的碱金属了——事实上，它是所有金属中最活泼的。锂是碱金属中原子半径最小的，因此也是第1族元素中最不活泼的金属元素。图8.8展示了碱金属的一些反应和用途。

■ 图8.7 碱金属元素的原子，例如锂原子，在失去1个电子后成为阳离子，所形成的电子排布与前一周期的稀有气体元素原子相同。非金属元素的原子，例如氟原子，在得到1个电子后成为阴离子，所形成的电子排布与同周期的稀有气体元素原子相同。这样，阴、阳离子结合生成离子化合物LiF。

折叠式学习卡

将本节中的信息归纳到你的折叠式学习卡中。

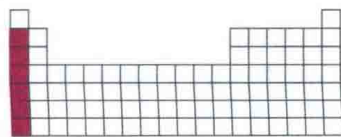


图 8.8

观察碱金属

金属化合物

碱金属非常活泼,因此在自然界中不存在碱金属单质。例如金属钠,其最常见的形式是与氯元素结合而成的氯化钠。用电解法(使电流通过熔融的盐)可从氯化钠中制得金属钠。



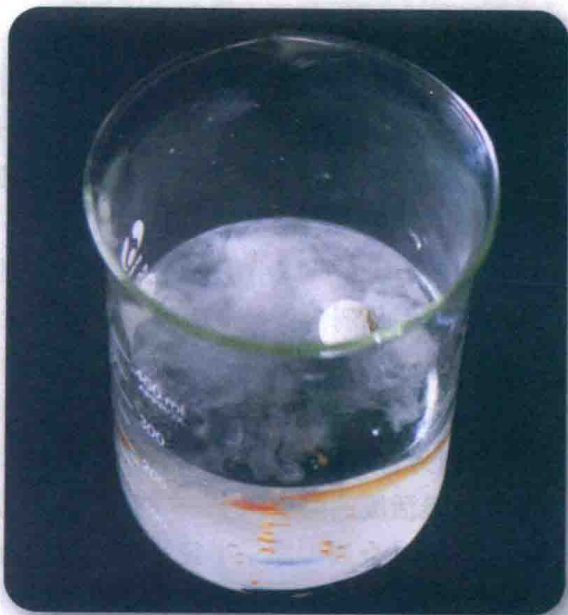
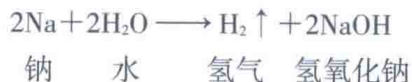
自发反应

金属钠与水反应时会释放出大量的热,足以使钠融化成闪亮小球而四处游动。若向水中滴加指示剂酚酞试液,我们会观察到溶液变红,说明反应后的溶液显碱性。这种碱性是因反应中生成的氢氧化钠(NaOH)引起的。碱既是家庭中的常用物质,也是工业上的重要原料。



碱金属和水

金属钠容易与空气中的氧气或者水蒸气反应,所以它往往保存在煤油中(上图)。金属钠质地柔软,我们可以用小刀进行切割(左图),切开后看到闪亮的金属表面。钠以及其他碱金属是金属中最活泼的一类。所有碱金属都能与水剧烈反应,产生氢气和相应的碱。如下所示的是钠与水反应的化学方程式:





工业应用

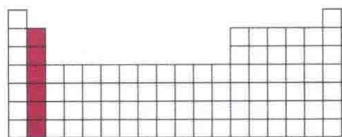
在其他工业应用中,造纸工业在蒸煮纸浆过程中要使用氢氧化钠。造纸过程的其他阶段也需要碱性环境,因而在这些过程中需使用氢氧化钠来保持相对的碱性条件。

制皂工业、石油炼制、橡胶回收以及制造人造纤维等也都要用到氢氧化钠。右图中的人造纤维是由一种经过氢氧化钠处理的纤维素浓溶液制成的。



生活及生物领域中的应用

日常生活中,清洁剂中含有氢氧化钠溶液,疏通下水道的粉末中也有固体氢氧化钠。氢氧化钠能将油脂转化为硬脂酸钠(肥皂的主要成分),这让它成为清洁厨房的好帮手。在生物体内,钠离子和钾离子在传导神经刺激中起着关键作用。钾元素还是植物必需的营养元素之一。



碱土金属 第2族元素——铍(Be)、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)、钡(Ba)、镭(Ra)被称为**碱土金属(alkaline earth metal)**,它们的性质与第1族元素相似。和碱金属一样,它们也非常活泼,因而自然界中也无单质存在。在反应过程中,它们易失去s轨道上的2个电子,成为带2个单位正电荷的阳离子,所形成的电子排布与上一周期的稀有气体元素相同。由于第2族元素必须失去2个电子而不是1个,它们的活泼程度要比第1族稍弱一些。与相邻的碱金属相比,每种碱土金属的密度、硬度更大,熔点也更高。

碱土金属中性质最活泼的元素,应当是原子半径最大、价电子受核束缚最弱的金属。知道这一点之后,应该不难预测出:第2族元素中原子半径最大的镭是其中最活泼的金属。

原子半径越大,碱土金属越活泼,这一点可以通过金属单质与水的反应得到证实。如图8.9所示,铍不能与水反应,镁能和热水反应,而钙可与水反应生成氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$,化学方程式如下:



碱土金属在许多方面都有着重要的作用。例如,叶绿素分子中有镁元素,而叶绿素是植物中负责光合作用的色素,光合作用对于许多生物的生存都至关重要。图8.10展示了碱土金属的另外一些应用。

■ **图 8.9** 将金属铍投入水中,无任何现象产生。钙可以与水反应产生氢气。锶、钡和镭与水的反应则是越来越剧烈。

