

原子结构与元素性质·四·「原子结构 元素周期表」

族

1

1A

1

1

H

¹₁

2

He

²₂

2

3

Li

³₃

4

Be

⁴₄

3

11

Na

²³₁₁

12

Mg

²⁴₁₂

4

19

K

³⁹₁₉

20

Ca

⁴⁰₂₀

5

37

Rb

⁸⁵₃₇

38

Sr

⁸⁸₃₈

6

55

Cs

¹³³₅₅

56

Ba

¹³⁷₅₆

7

87

Fr

²²³₈₇

88

Ra

²²⁶₈₈

1A

II A

III B

IV B

V B

VI B

VII B

VIII

I B

II B

III A

IV A

V A

VI A

VII A

18

18

He

⁴₂

2

Ne

²⁰₁₀

3

Ar

³⁶₁₈

4

Kr

⁸⁴₃₆

5

Xe

¹³¹₅₄

6

Rn

²²²₈₆

1s²

2s²

3s²

3p⁶

4s²

4p⁶

4d¹⁰

4f¹⁴

5s²

5p⁶

5d¹⁰

5f¹⁴

6s²

6p⁶

6d¹⁰

6f¹⁴

7s²

7p⁶

7d¹⁰

7f¹⁴

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

偏系	57 La ¹³⁸ ₁₂₂	58 Ce ¹³⁶ ₁₄₂	59 Pr ¹⁴¹	60 Nd ¹⁴² ₁₄₆	61 Pm ¹⁴⁵ ₁₄₄	62 Sm ¹⁴⁴ ₁₅₀	63 Eu ¹⁵¹ ₁₃₃	64 Gd ¹⁵² ₁₅₈	65 Tb ¹⁵⁹ ₁₅₀	66 Dy ¹⁵⁶ ₁₆₁	67 Ho ¹⁶⁵ ₁₆₁	68 Er ¹⁶² ₁₆₈	69 Tm ¹⁶⁹ ₁₆₈	70 Yb ¹⁶⁸ ₁₇₃	71 Lu ¹⁷² ₁₇₆
	89 ⁶⁴	90 ⁶⁵	91 ⁶⁶	92 ⁶⁷	93 ⁶⁸	94 ⁶⁹	95 ⁷⁰	96 ⁷¹	97 ⁷²	98 ⁷³	99 ⁷⁴	100 ⁷⁵	101 ⁷⁶	102 ⁷⁷	103 ⁷⁸
	138.91	140.12	140.91	144.24	(145)	150.36(2)	151.96	157.25(3)	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.05	174.97
铜系	La 138.91	Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm (145)	Sm 150.36(2)	Eu 151.96	Gd 157.25(3)	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.05	Lu 174.97
	La 138.91	Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm (145)	Sm 150.36(2)	Eu 151.96	Gd 157.25(3)	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.05	Lu 174.97
	La 138.91	Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm (145)	Sm 150.36(2)	Eu 151.96	Gd 157.25(3)	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.05	Lu 174.97

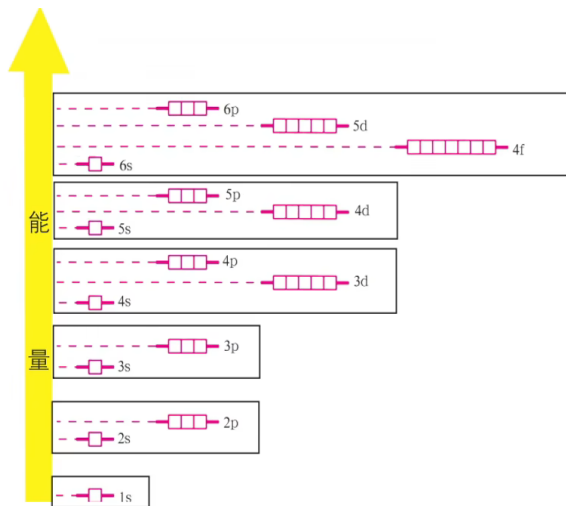
类金属: Te, Sb, B, Ge, As, Si

碱金属: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr

卤素: F, Cl, Br, I, At, Ts

核外电子排布与周期的划分

化学家鲍林(L.Pauling)基于大量光谱实验数据及近似的理论计算, 提出的多电子原子的原子轨道 **近似能级图**



在这个图中，如果将**能量相近的原子轨道归为一组**，所得到的能级组按照能量从低到高的顺序与元素周期表中的周期相对应。**不同能级组之间的能量差较大，同一能级组内能级之间的能量差较小**

进一步研究表明，通常只有最外能级组的电子才有可能参与化学反应，最外能级组中那些有可能参与 化学反应的电子称为 价电子(valence electron)

一般情况下，主族元素原子的价电子只包括最外层电子；过渡元素原子的价电子除最外层电子外，还包括次外层的部分电子，甚至倒数第三层的电子

价层电子排布与周期的划分

IA																						0
H 1s ¹	IIA											IIIA		IVA	VA	VIA	VIIA	He 1s ²				
Li 2s ¹	Be 2s ²												B 2s ² 2p ¹	C 2s ² 2p ²	N 2s ² 2p ³	O 2s ² 2p ⁴	F 2s ² 2p ⁵	Ne 2s ² 2p ⁶				
Na 3s ¹	Mg 3s ²	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII					IB	IIB	Al 3s ² 3p ¹	Si 3s ² 3p ²	P 3s ² 3p ³	S 3s ² 3p ⁴	Cl 3s ² 3p ⁵	Ar 3s ² 3p ⁶			
K 4s ¹	Ca 4s ²	Sc 3d ¹ 4s ²	Ti 3d ² 4s ²	V 3d ³ 4s ²	Cr 3d ⁵ 4s ¹	Mn 3d ⁵ 4s ²	Fe 3d ⁶ 4s ²	Co 3d ⁷ 4s ²	Ni 3d ⁸ 4s ²	Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	Zn 3d ¹⁰ 4s ²	Ga 4s ² 4p ¹	Ge 4s ² 4p ²	As 4s ² 4p ³	Se 4s ² 4p ⁴	Br 4s ² 4p ⁵	Kr 4s ² 4p ⁶					

- 第一周期：1s¹ → 1s²
- 第二周期：2s¹ → 2s² → 2s²2p¹ → ... → 2s²2p⁶
- 第三周期：3s¹ → 3s² → 3s²3p¹ → ... → 3s²3p⁶
- 第四周期：4s¹ → 4s² → 3d¹4s² → ... → 3d¹⁰4s² → 4s²4p¹ → ... → 4s²4p⁶
- 第五周期：5s¹ → 5s² → 4d¹5s² → ... → 4d¹⁰5s² → 5s²5p¹ → ... → 5s²5p⁶
- 第六周期：La系6s → 4f → 5d → 6p
- 第七周期：Ac系7s → 5f → 6d → 7p

除第一周期外，其余周期总是从ns能级开始，以nsnp能级结束；一个能级组最多能容纳的电子数等于对应的周期包含的元素种数

过渡元素优先填充内层的d轨道，其余元素的价层电子无需写d轨道

如：

33As:核外电子排布式：[Ar]3d¹⁰4s²4p³

33As:价层电子排布式：4s²4p³

54Xe:核外电子排布式：[Kr]4d¹⁰5s²5p⁶

54Xe:价层电子排布式：5s²5p⁶

价层电子排布式书写方式：（以Sb为例）

1. Sb为第五周期V A族
2. V A族：最外层有五个电子
3. 第五周期：第五能层
4. 所以电子排布式为5s²5p³

各族元素价层电子排布特点

- **主族**: $ns^1 \rightarrow ns^2np^5$, 且主族序数(n)=最外层电子数=价层电子数
- **0族**: He为 $1s^2$, 其他为 ns^2np^6 (最外层 8 电子)
- **过渡元素** (全部都是金属, 最外层电子数不超 2)

1. III B族~V II B族:

$$(n-1)d^{1-5}ns^{1-2}$$

族序数=价电子数

d 轨道未全满

特殊: $Cr: 3d^54s^1$ $Cu: 3d^{10}4s^1$

例外: $Pd: 4d^{10}$ (d 轨道全满) 以及 镧系、锕系

2. V III族 (8、9、10列): $(n-1)d + ns$ 能级的电子数之和

3. I B、II B族:

$$(n-1)d^{10}ns^{1-2} [(n-1)d \text{ 轨道为全充满状态}]$$

4. 镧系/锕系: $(n-2)f^{0-14}(n-1)d^{0-2}ns^2$

元素周期表的分区

按照核外电子排布, 可把元素周期表划分成5个区: s 区、 p 区、 d 区、 ds 区、 f 区

除 ds 区外, 各区的名称来自按构造原理最后填入电子的能级符号

