# 原子结构与元素性质 · 四 · 「原子结构 元素周期表」

族	I A		l				元	素	周	期	表			I				0	电子层	18族电子数
1	1 H ½ 氢 ls'	2	原子序数、	19	同位素的质				注:	<b>구류용</b> 과 취임명		A MIN.	13	14	15	16	17	2 He ½ 氦		
_	1.008	II A	元素符号、 (红色指放 射性元素)	K 40	最大的同 指放射性同	位素)	金属	稀有气体	会 (IUP 五位有	子质量引自国际 AC) 相对原子。 效数字,末尾数	质量表 (2013),	删节至	III A	IV A	V A	VI A	VII A	4.0026	K	2
2	3 Li <sup>6</sup> / <sub>2</sub> 锂 <sub>2s</sub> 1	Be <sup>9</sup> 铍 2s <sup>2</sup>	构对原子或量(加括号的是放射性   的选列参考自有关文献。										10 Ne <sup>20</sup> 元 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 20.180	L K	8 2					
3	11 Na <sup>23</sup> 钠 <sub>3s<sup>1</sup></sub>	12 Mg <sup>24</sup> <sub>25</sub> 镁 3s <sup>2</sup>	3 <b>Ⅲ B</b>	4 IV B	5 V <b>B</b>	6 VI.B	7 VII <b>B</b>	8	9 VIII	10	11 I B	12 II D	13 Al <sup>27</sup> 铝 <sub>3s<sup>2</sup>3p<sup>1</sup></sub>	14 Si <sup>28</sup> 建 <sub>3s</sub>	15 P <sup>31</sup> 磷 <sub>3s*3p*</sub>	16 S 32 36 S 33 34 硫 3s'3p'	17 Cl 35 氯 3s/3p/	18 36 Ar 38 氯 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	M L	8 8
4	19 K <sup>30</sup> 41 年 39.098	20 Ca 40 40 44 43 48 年5 48 <sup>2</sup> 40.078(4)	21 Sc <sup>45</sup> 钪 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	22 Ti 46 49 47 50	23 V 50 51	VI B  24 50 54  Cr 52 53  43 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	25 Mn 55	26 Fe 55 铁 3d <sup>4</sup> 4s <sup>3</sup> 55.845(2)	VIII 27 Co <sup>59</sup> 钴 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup> 58.933	28 Ni 58 62 Ni 66 64 镍 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	29 Cu 63 65	Ⅱ B  30 64 68 Zn 66 70 67 70 67 3d 04s² 65.38(2)	26.982	32 Ge 70 74 75 76	33 As 75	34 Se 76 80 77 82	35.45 35 Br 29/81	36 Kr <sup>80</sup> <sup>84</sup> <sup>83</sup> <sup>84</sup> <sup>86</sup>	N M L K	8 18 8 2
5	37 Rb 85 钩 5s <sup>1</sup> 85.468	38 Sr <sup>86</sup> 87 年 87.62	39 Y <sup>89</sup> 忆 <sub>4d'5s²</sub> 88.906	40 Zr <sup>90</sup> <sup>94</sup> 结 <sub>4d</sub> 25s2	41 Nb <sup>93</sup> 铌 4d*5s	42 92 97 Mo 95 100 钼 4d <sup>5</sup> 58 <sup>1</sup>		44 96 101 Ru 98 102 Ru 99 104 钌 4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	45 Rh <sup>103</sup> 铑 4d <sup>9</sup> 5s <sup>1</sup>	46   102   106   Pd   104   108   110   110   110   106.42     4d <sup>10</sup>		48 106 112 Cd 108 113 Cd 110 114 间 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	49 In 113 知 5s²5p¹	50 112 118 Sn 114 119 Sn 115 120 116 122 117 124 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	51 Sb 121 注3 第 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	52   120   125   122   126   128   128   128   124   130   137   127.60(3)	53 I <sup>127</sup> 碘 <sub>5s²5p²</sub>	54 124 131 Xe 128 134 Xe 128 134 129 136 記 5s²5p°	O N M L K	8 18 18 8 2
5	55 Cs <sup>133</sup> 铯 6s <sup>1</sup>	56   130   136   132   137   138   138   138   137   138   137   137.33	57-71 La-Lu 镧系	Til 5d 6s2	73 Ta 180 担 5d <sup>3</sup> 6s <sup>3</sup>	74 W 180 184 W 182 186 183 与 5d*6s*	75 Re 185 铼 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	76 184 189 186 190 Os 187 192 我 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> 190.23(3)	77 Ir <sup>191</sup> 铱 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	78 Pt <sup>190</sup> <sup>195</sup> 192 <sup>196</sup> 194 <sup>198</sup> 铂 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup>	79 Au <sup>197</sup> 金 5d <sup>19</sup> 6s <sup>1</sup>	80 196 200 Hg 199 202 Hg 199 2004 汞 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 200.59	81 Tl 203 完 6s²6p¹ 204.38	82 Pb <sup>204</sup> 208 207 铅 6s³6p³ 207.2	Bi <sup>209</sup> 長達 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>	84 Po <sup>208</sup> 209 210 年 6s²6p⁴ (209)	85 At <sup>210</sup> 成 <sub>68</sub> 6666	86 Rn <sup>211</sup> 220 222 氢 6s²6p <sup>6</sup> (222)	P O N M L K	8 18 32 18 8 2
7	87 Fr <sup>212</sup> 222 223 纺 <sub>78</sub> <sup>1</sup>	88 223 228 Ra 224 226 年 78 <sup>2</sup> (226)	89-103 Ac-Lr 锕系	104 Rf <sup>265</sup> 66 <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	105 Db <sup>268</sup> 270 柱 <sup>*</sup> 6d <sup>5</sup> 7s <sup>2</sup>	106 Sg <sup>269</sup> 271 镇* 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup>	107 Bh <sup>270</sup> 铍* 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	108 Hs <sup>269</sup> 共業* 6d*7s <sup>2</sup> (270)	109 Mt <sup>276</sup> 按* 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	110 Ds <sup>280</sup> 包 <sup>*</sup> 6d <sup>8</sup> 7s <sup>2</sup>	111 Rg <sup>281</sup> 轮* 6d <sup>10</sup> 7s <sup>1</sup>	112 Cn <sup>283</sup> 写* 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> (285)	113 Nh <sup>285</sup> <b>软*</b> (286)	114 Fl 287 Fl 288 289 铁* 7s <sup>2</sup> 7p <sup>2</sup>	MC 289	116 LV <sup>291</sup> 292 293 <b>在文*</b> 7s²7p⁴	117 Ts <sup>293</sup> 和出* (293)	118 Og <sup>294</sup> 氣* (294)	QPONMLK	8 18 32 32 18 8 2
			57 镧 La	58 Ce 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 铈 4	136 142 138 Pr 140 特許	141 60 Nd 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> 钕	142 146 61 Pm 145 4f*6s² 年回	145 146 147 44°6s²	144 150 63 147 152 Eu 148 154 Eu 149 4ff6s² 特	151 153 41°6s² 年4	152 157 154 158 155 160 Tb	159 66 Dy 4f'6s² 镝	156 162 158 163 160 164 161 4f°06s² <b>针</b>	68 Er 4f <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 铒	162 167 164 168 166 170 46 <sup>2</sup> 6s²	169 Yb	168 173 71 Lu 170 174 Lu 171 176 4174 41746s² 特			
			138.91 <b>钢</b> Ac	90 Th	91 Pa	92 231 233 U	(145) 93 Np	94 Pu	2) 151.96 238 241 95 239 242 Am	96 241 Cm	3) 158.93 97 243 246 244 247 Bk	98 Cf	164.93 249 252 250 Es	167.26 100 Fm	168.93 101 Md 5f <sup>127</sup> s² 钔*	173.05 102 No 258 No				

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
<b>H</b> 1s <sup>1</sup>	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	<b>He</b> 1s <sup>2</sup>
<b>Li</b> 2s <sup>1</sup>	<b>Be</b> 2s <sup>2</sup>											B 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	C 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	$ \begin{array}{c} \mathbf{N} \\ 2s^2 \\ 2p^3 \end{array} $	O 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	F 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	Ne 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>
<b>Na</b> 3s <sup>1</sup>	<b>Mg</b> 3s <sup>2</sup>	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB		VIII		IB	IIB	Al 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	<b>Si</b> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	P 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	\$ 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>	Cl 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	Ar 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>
<b>K</b> 4s <sup>1</sup>	<b>Ca</b> 4s <sup>2</sup>	Sc 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>Ti</b> 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	V 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	Cr 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	Mn 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	Fe 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	Co 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>Ni</b> 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	Cu 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	Zn 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>Ga</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	Ge 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	<b>As</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	<b>Se</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>	<b>Br</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	<b>Kr</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>

• 第一周期:  $1s^1 \longrightarrow 1s^2$ 

• 第二周期:  $2s^1 \longrightarrow 2s^2 \longrightarrow 2s^22p^1 \longrightarrow \ldots \longrightarrow 2s^22p^6$ 

• 第三周期:  $3s^1 \longrightarrow 3s^2 \longrightarrow 3s^23p^1 \longrightarrow \ldots \longrightarrow 3s^23p^6$ 

• 第四周期:  $4s^1 \longrightarrow 4s^2 \longrightarrow 3d^14s^2 \longrightarrow \ldots \longrightarrow 3d^{10}4s^2 \longrightarrow 4s^24p^1 \longrightarrow \ldots \longrightarrow 4s^24p^6$ 

• 第五周期:  $5s^1 \longrightarrow 5s^2 \longrightarrow 4d^15s^2 \longrightarrow \ldots \longrightarrow 4d^{10}5s^2 \longrightarrow 5s^25p^1 \longrightarrow \ldots \longrightarrow 5s^25p^6$ 

• 第六周期: La系 $6s \longrightarrow 4f \longrightarrow 5d \longrightarrow 6p$ 

• 第七周期: Ac系 $7s \longrightarrow 5f \longrightarrow 6d \longrightarrow 7p$ 

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:

 $_{33}As$ : 核外电子排布式:  $[Ar]3d^{10}4s^24p^3$ 

 $_{33}As$ : 价层电子排布式: $4s^24p^3$ 

 $_{54}Xe$ : 核外电子排布式:  $[Kr]4d^{10}5s^25p^6$ 

 $_{54}Xe$ : 价层电子排布式: $5s^25p^6$ 

价层电子排布式书写方式: (以 Sb为例)

1. Sb 为第五周期 VA 族

2. VA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  $5s^25p^3$ 

#### 各族元素价层电子排布特点

- **主族**:  $ns^1 \longrightarrow ns^2np^5$ , 且主族序数(n)= 最外层电子数 = 价层电子数
- $\mathbf{0}$  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. IIIB 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.  $V ext{ III }$  族(8、9、10 列): (n-1)d+ns 能级的电子数之和
- 3. IB、IIB族:  $(n-1)d^{10}ns^{1-2}$  [(n-1)d 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

