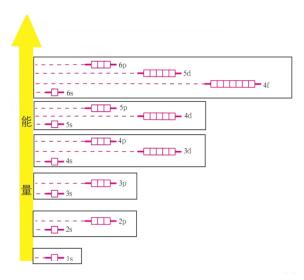
# 原子结构与元素性质·四·「原子结构 元素周期 表」

| 族周期 | 1<br>I A   |   |   |  |   |   | र्तःः ः   | 素   | 周力   | 曲 -   | 表  |   |   |  |   |  |   | 18  | 电子层                             | 18族<br>电子数                          |
|-----|--|---|---|--|---|---|---|---|--|---|--|---|---|--|---|--|---|---|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1<br>H ½<br>氢 ls¹  | 2<br>II A   | 原子序数。元素符号。  | 19 29 /  | 同位素的质<br>(加底线的)<br>最大的同信  | 9.65  | 金属  | 稀有气体  | 注:   | 子质量引自国际   | ·<br>· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·                               |   | 13  | 14<br>IV A   | 15<br>V A   | 16<br>VI A   | 17<br>VII A   | 2<br>He ¾<br>氦 1s <sup>2</sup>  |                                 |                                     |
| 2   | 3<br>Li <sup>6</sup><br>锂 <sub>2s</sub> <sup>1</sup>           | 4<br>Be <sup>9</sup><br>铍 2s <sup>2</sup>   | (红色指索)<br>射性元素)<br>元素名称-<br>(标*的为<br>人造元素)                                    | 钾 4<br>39.098  | #放射性同 s¹ 外层电子构 m括号的是放射性   | 型   | 非金属   | 会(IUPAC) 相似那千成量故(2013), 期节至<br>五位有效数字。 · R无数的海峡应距往在其后<br>括号内。<br>最宽、直对有其在自然界存在的同位案的质量数<br>的选列参考自有文文献。 |  |   |  |   | 5<br>B 10<br>11<br>10.81  | 6 12 C 13 14 TUI   | 7<br>N <sup>14</sup><br>気 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>                 | 8 16 0 17 18 氧 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>   | 9<br>F <sup>19</sup><br>氟 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>   | 10 Ne 20 22 55 25°29°   | L<br>K                          | 8<br>2                              |
| 3   | 11<br>Na <sup>23</sup><br>钠 <sub>3s<sup>1</sup></sub>          | 12<br>Mg <sup>24</sup> / <sub>25</sub><br>镁 3s <sup>2</sup><br>24.305   | 3<br><b>Ⅲ B</b>   | 4<br>IV B  | 5<br>V B  | 6<br>VI B   | 7<br>VII B  | 8   | 9<br>VIII  | 10  | 11<br>I B  | 12<br>II B  | 13<br>Al <sup>27</sup><br>铝 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>       | 14<br>Si <sup>28</sup><br>30<br>硅 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup><br>28.085  | 15<br>P 31<br>磷 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>                           | 16<br>S 32 36<br>S 33<br>34<br>硫 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>                                       | 17<br>Cl 35<br>氯 3s <sup>3</sup> 3p <sup>4</sup>            | 18<br>Ar 38<br>40<br>氯 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup><br>39.948                      | M<br>L<br>K                     | 8<br>8<br>2                         |
| 4   | 19<br>K 40<br>41<br>钾 4s <sup>1</sup><br>39,098                | 20<br>Ca <sup>40</sup> <sup>44</sup> <sup>44</sup> <sup>46</sup> <sup>48</sup> <sup>48</sup><br>钙 <sup>48</sup> <sup>48</sup> | 21<br>Sc <sup>45</sup><br>钪 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>                   | 22<br>Ti <sup>46</sup> <sup>49</sup><br>绘<br>钛 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup> | V 50<br>V 51<br>钒 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>                               | 24<br>Cr 52<br>络 3d <sup>5</sup> 4s <sup>4</sup>                            | 25<br>Mn <sup>55</sup><br>紜 3d'4s'  | 26<br>Fe 55<br>铁 3d <sup>4</sup> 4s <sup>2</sup>  | 27<br>Co <sup>59</sup><br>钴 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>  | 28<br>Ni 60 64<br>镍 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup><br>58.693         | 29<br>Cu 63<br>铜 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup><br>63.546(3)           | 30<br>Zn 64 68<br>70<br>锌 3d <sup>20</sup> 4s <sup>2</sup><br>65.38(2)            | 31<br>Ga <sup>69</sup><br>宗 4s <sup>-4</sup> p <sup>-1</sup>      | 32<br>Ge <sup>70</sup> <sup>74</sup><br>宿 <sup>48</sup> <sup>48</sup> <sup>48</sup> <sup>4</sup> <sup>48</sup> <sup>7</sup> <sup>2</sup> .630(8) | 33<br>As <sup>75</sup><br>砷 <sub>4s²4p³</sub>                             | 34<br>Se 76 80<br>77 82<br>何 4874p <sup>4</sup><br>78.971(8)   |   | 36<br>Kr <sup>80</sup> <sup>84</sup><br>氪 <sup>462</sup> 4p <sup>6</sup><br>83.798(2) | N<br>M<br>L<br>K                | 8<br>18<br>8<br>2                   |
| 5   | 37<br>Rb 85<br>铷 5s <sup>1</sup>                               | 38<br>Sr <sup>84</sup> <sup>88</sup><br>第7<br>锶 5s²   | 39<br>Y <sup>89</sup><br>EZ <sub>4d<sup>1</sup>5s<sup>2</sup></sub><br>88.906 |  | 41<br>Nb <sup>93</sup><br>铌 4d'5s <sup>3</sup>                                  | 42 92 97<br>Mo 94 98<br>94 98<br>95 90<br>钼 4d <sup>5</sup> 58 <sup>1</sup> |   | 44 % 101<br>Ru 98 102<br>Ru 99 104<br>钌 4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>                               | 45<br>Rh <sup>103</sup><br>铑 4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup> | 46<br>Pd 102 106<br>Pd 104 108<br>105 110<br>但 4d <sup>10</sup>       |  | 48 106 112<br>Cd 108 113<br>Cd 110 114<br>们 111 116                               | 49<br>In 113<br>铟 5s²5p¹  | 50 112 118<br>Sn 114 119<br>Sn 115 120<br>116 122<br>117 124<br>5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>  | 51<br>Sb ½<br>注3<br>第 5s²5p¹  | 52 120 125<br>Te 122 126<br>Te 123 128<br>124 136<br>5s²5p°  | 53<br>I <sup>127</sup><br>碘 <sub>5s25p1</sub><br>126.90     | 54 124 131<br>Xe 128 134<br>Xe 129 136<br>130<br>fil 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>  | O<br>N<br>M<br>L<br>K           | 8<br>18<br>18<br>8<br>2             |
| 6   | 55<br>Cs <sup>133</sup><br>铯 <sub>6s<sup>1</sup></sub>         | 56 130 136<br>Ba 132 137<br>Ba 134 138<br>钡 682   | 57-71<br>La-Lu<br>镧系  | 72<br>Hf 176 179<br>177 182<br>给 5d <sup>3</sup> 6s <sup>3</sup><br>178.49(2)  | 73<br>Ta 180<br>钽 5d/6s <sup>3</sup>  | 74<br>W 180 184<br>W 182 186<br>印 5d'6s'                                    | 75<br>Re <sup>185</sup><br>採 5d <sup>1</sup> 6s <sup>3</sup>                    | 76 184 189<br>Os 186 190<br>Os 187 192<br>我 5d <sup>6</sup> 6s <sup>3</sup>                           | 77<br>Ir <sup>191</sup><br>铱 5d <sup>6</sup> 6s <sup>3</sup> | 78<br>Pt 190 195<br>Pt 192 196<br>194 198<br>铂 5d'6s <sup>1</sup>     | 79<br>Au <sup>197</sup><br>金 5d <sup>196s1</sup>                         | 80 198 201<br>Hg 198 202<br>Hg 199 204<br>汞 5d <sup>m</sup> 6s <sup>2</sup>       | 81<br>Tl 203<br>轮 65°6p°  | 82<br>Pb <sup>204</sup> 208<br>Pb <sup>206</sup><br>207<br>铅 6s³6p³  | 83<br>Bi <sup>209</sup><br>秘 68 <sup>3</sup> 6p <sup>3</sup><br>208.98    | 84 208<br>Po 209<br>210<br>年 6s²6p²  | 85<br>At 210<br>成 68 <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>           | 86 211<br>Rn 220<br>222<br>氡 68 <sup>3</sup> 69 <sup>6</sup>                          | P<br>O<br>N<br>M<br>L           | 8<br>18<br>32<br>18<br>8            |
| 7   | 87<br>Fr <sup>212</sup><br>完 <sup>222</sup><br>结 <sub>78</sub> | 88 223 228<br>Ra 224<br>226<br>镭 7s²  | 89-103<br>Ac-Lr<br>锕系   | 104<br>Rf <sup>265</sup><br>停* 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup><br>(267)        | 105<br>Db 268<br>270<br>铁 <sup>*</sup> 6d <sup>5</sup> 7s <sup>2</sup><br>(270) | 106<br>Sg <sup>269</sup><br>辖* 6d*7s*                                       | 107<br>Bh <sup>270</sup><br>铍* 6d <sup>5</sup> 7s <sup>2</sup>                  |   | 109<br>Mt <sup>276</sup><br>接* 6dF7s <sup>2</sup>            | 110<br>Ds <sup>280</sup><br>数* <sub>6d*7s²</sub>                      | 111<br>Rg <sup>281</sup><br>轮* 6d <sup>107</sup> s <sup>1</sup><br>(281) | 112<br>Cn <sup>283</sup><br>缙* <sub>6d<sup>20</sup>7s<sup>2</sup><br/>(285)</sub> | 113<br>Nh <sup>285</sup><br>软*<br>(286)                           | 114<br>Fl 287<br>Fl 288<br>快* 78 <sup>2</sup> 7p <sup>2</sup>  | 115<br>Mc <sup>288</sup><br>使<br>(289)                                    | 116<br>Lv <sup>291</sup><br>上v <sup>292</sup><br>空 <sup>3</sup><br>年立* 78 <sup>2</sup> 7p <sup>4</sup> | 117<br>Ts <sup>293</sup><br>石田 <sup>*</sup><br>(293)        | 118<br>Og <sup>294</sup><br>氣*  | Q<br>P<br>O<br>N<br>M<br>L<br>K | 8<br>18<br>32<br>32<br>18<br>8<br>2 |
|     |  |   | 系 锏<br>138.91   | 58<br>Ce<br>5d'6s <sup>2</sup> 铈 4   | ri5d'6s <sup>2</sup> 镨<br>140.91  | 4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup> 钕<br>144.24                                 | 142 146 61<br>143 148 Pm<br>144 150 Pm<br>145 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> 和 | 4f'6s <sup>2</sup> 钐<br>150.36(   | 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup><br>2) <b>特</b><br>151.96     | 4F6s <sup>2</sup> 年L 4<br>157.25(                                     |  | 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> 簡<br>162.50                                       | 164.93  | 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup> 年<br>167.26   | 162 167<br>164 168<br>17m<br>4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup> 任<br>168.93 |  | 168 173 71<br>170 174 Lu<br>171 176 4<br>40°6s² 镥<br>174.97 | 5d16s2  |                                 |                                     |
|     |  |   | <ul><li>網 Ac</li><li>系 钢</li><li>(227)</li></ul>                              |  | 91<br>Pa<br>6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 镤 5<br>231.04                       |   | 93<br>234<br>238<br>Np<br>235<br>P6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup><br>第 9        | 236<br>237<br>Pu<br>51 <sup>8</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup><br>(244)                          | 238 241<br>239 242<br>Am<br>56°7s²<br>(243)                  | 96<br>Cm<br>5f <sup>*</sup> 7s <sup>2</sup> 锅 <sup>*</sup> 5<br>(247) | 97<br>243 246<br>244 247<br>245 248<br>音·6d·7s²<br>(247)                 | 98<br>Cf<br>5f <sup>27</sup> 5s <sup>2</sup> 铜 <sup>*</sup><br>(251)              | 249 252<br>250 Es<br>5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 锿*<br>(252) | 252<br>254<br>5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup> (257)   | 207   |  |   | 261<br>262<br>6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>   |                                 |                                     |

类金属: Te, Sb, B, Ge, As, Si (记忆: 弟弟捧着神龟-碲锑硼锗砷硅)

## 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><br>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<br>2s <sup>2</sup><br>2p <sup>1</sup>   | C<br>2s <sup>2</sup><br>2p <sup>2</sup>         | N<br>2s <sup>2</sup><br>2p <sup>3</sup>   | 0<br>2s <sup>2</sup><br>2p <sup>4</sup>         | F<br>2s <sup>2</sup><br>2p <sup>5</sup>   | Ne<br>2s <sup>2</sup><br>2p <sup>6</sup> |
| Na 3s1                      | <b>Mg</b> 3s <sup>2</sup> | ШВ                                       | IVB                                       | VB                                      | VIB                                      | VIIB                                     |                                    | VIII                                     |  | IB  | IIB                                       | Al<br>3s <sup>2</sup><br>3p <sup>1</sup>  | <b>Si</b><br>3s <sup>2</sup><br>3p <sup>2</sup> | P<br>3s <sup>2</sup><br>3p <sup>3</sup>   | \$ 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>              | Cl<br>3s <sup>2</sup><br>3p <sup>5</sup>  | Ar<br>3s <sup>2</sup><br>3p <sup>6</sup> |
| <b>K</b><br>4s <sup>1</sup> | <b>Ca</b> 4s <sup>2</sup> | Sc<br>3d <sup>1</sup><br>4s <sup>2</sup> | <b>Ti</b> 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup> | V<br>3d <sup>3</sup><br>4s <sup>2</sup> | Cr<br>3d <sup>5</sup><br>4s <sup>1</sup> | Mn<br>3d <sup>5</sup><br>4s <sup>2</sup> | Fe 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> | Co<br>3d <sup>7</sup><br>4s <sup>2</sup> | Ni<br>3d <sup>8</sup><br>4s <sup>2</sup> | Cu<br>3d <sup>10</sup><br>4s <sup>1</sup> | Zn<br>3d <sup>10</sup><br>4s <sup>2</sup> | <b>Ga</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup> | Ge<br>4s <sup>2</sup><br>4p <sup>2</sup>        | <b>As</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup> | <b>Se</b><br>4s <sup>2</sup><br>4p <sup>4</sup> | <b>Br</b> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup> | Kr<br>4s <sup>2</sup><br>4p <sup>6</sup> |

- 第一周期:  $1s^1 \to 1s^2$
- 第二周期:  $2s^1 \to 2s^2 \to 2s^2 2p^1 \to \ldots \to 2s^2 2p^6$
- 第三周期:  $3s^1 \rightarrow 3s^2 \rightarrow 3s^23p^1 \rightarrow \ldots \rightarrow 3s^23p^6$
- 第四周期:  $4s^1 \rightarrow 4s^2 \rightarrow 3d^14s^2 \rightarrow \ldots \rightarrow 3d^{10}4s^2 \rightarrow 4s^24p^1 \rightarrow \ldots \rightarrow 4s^24p^6$
- 第五周期:  $5s^1 \to 5s^2 \to 4d^15s^2 \to \ldots \to 4d^{10}5s^2 \to 5s^25p^1 \to \ldots \to 5s^25p^6$
- 第六周期: La系6s o 4f o 5d o 6p
- 第七周期: Ac系 $7s \rightarrow 5f \rightarrow 6d \rightarrow 7p$

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:  $[Kr]4d^{10}5s^25p^6$ 

54Xe: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. 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 $5s^25p^3$ 

## 各族元素价层电子排布特点

- **\mathbf{z}** $\mathbf{k}$ :  $ns^1 \rightarrow ns^2np^5$ ,  $\mathbf{l}$   $\mathbf{z}$  $\mathbf{k}$  $\mathbf{$
- **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. III B族 $\sim V II B$ 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.  $V \coprod$ 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 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

