



6.3.4 原子的电子层结构和元素周期表

天津大学

邱海霞



元素周期律



门捷列夫 (1834-1907)

元素周期律(element periodicity)

元素性质的周期性变化规律

在化学史上具有里程碑式的意义



族\周期		元素周期表															0	电子层	电子数		
1	IA	1 H 氢 1s ¹ 1.008	IIA		<div>原子序数</div> <div>92 U</div> <div>元素符号, 红色指放射性元素</div> <div>金属</div> <div>非金属</div> <div>过渡元素</div> <div>待确认</div> <div>元素名称注*的是人造元素</div> <div>铀</div> <div>5f³6d¹7s²</div> <div>外围电子层排布, 括号指可能的电子层排布</div> <div>238.0</div> <div>相对原子质量</div>										2 He 氦 1s ² 4.003	K	2				
2		3 Li 锂 2s ¹ 6.941	4 Be 铍 2s ² 9.012											5 B 硼 2s ² 2p ¹ 10.81	6 C 碳 2s ² 2p ² 12.01	7 N 氮 2s ² 2p ³ 14.01	8 O 氧 2s ² 2p ⁴ 16.00	9 F 氟 2s ² 2p ⁵ 19.00	10 Ne 氖 2s ² 2p ⁶ 20.18	L	8
3		11 Na 钠 3s ¹ 22.99	12 Mg 镁 3s ² 24.31	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII		I B	II B	13 Al 铝 3s ² 3p ¹ 26.98	14 Si 硅 3s ² 3p ² 28.09	15 P 磷 3s ² 3p ³ 30.97	16 S 硫 3s ² 3p ⁴ 32.07	17 Cl 氯 3s ² 3p ⁵ 35.45	18 Ar 氩 3s ² 3p ⁶ 39.95	M	8	
4		19 K 钾 4s ¹ 39.1	20 Ca 钙 4s ² 40.08	21 Sc 钪 3d ¹ 4s ² 44.96	22 Ti 钛 3d ² 4s ² 47.87	23 V 钒 3d ³ 4s ² 50.94	24 Cr 铬 3d ⁵ 4s ¹ 52.00	25 Mn 锰 3d ⁵ 4s ² 54.94	26 Fe 铁 3d ⁶ 4s ² 55.85	27 Co 钴 3d ⁷ 4s ² 58.93	28 Ni 镍 3d ⁸ 4s ² 58.69	29 Cu 铜 3d ¹⁰ 4s ¹ 63.55	30 Zn 锌 3d ¹⁰ 4s ² 65.39	31 Ga 镓 4s ² 4p ¹ 69.72	32 Ge 锗 4s ² 4p ² 72.61	33 As 砷 4s ² 4p ³ 74.92	34 Se 硒 4s ² 4p ⁴ 78.96	35 Br 溴 4s ² 4p ⁵ 79.90	36 Kr 氪 4s ² 4p ⁶ 83.80	N	8
5		37 Rb 铷 5s ¹ 85.47	38 Sr 锶 5s ² 87.62	39 Y 钇 4d ¹ 5s ² 88.91	40 Zr 锆 4d ² 5s ² 91.22	41 Nb 铌 4d ⁵ 5s ¹ 92.91	42 Mo 钼 4d ⁵ 5s ¹ 95.94	43 Tc 锝 4d ⁵ 5s ² [99]	44 Ru 钌 4d ⁷ 5s ¹ 101.1	45 Rh 铑 4d ⁸ 5s ¹ 102.9	46 Pd 钯 4d ¹⁰ 106.4	47 Ag 银 4d ¹⁰ 5s ¹ 107.9	48 Cd 镉 4d ¹⁰ 5s ² 112.4	49 In 铟 5s ² 5p ¹ 114.8	50 Sn 锡 5s ² 5p ² 118.7	51 Sb 锑 5s ² 5p ³ 121.8	52 Te 碲 5s ² 5p ⁴ 127.6	53 I 碘 5s ² 5p ⁵ 126.9	54 Xe 氙 5s ² 5p ⁶ 131.3	O	8
6		55 Cs 铯 6s ¹ 132.9	56 Ba 钡 6s ² 137.3	57-71 La-Lu 镧系	72 Hf 铪 5d ² 6s ² 178.5	73 Ta 钽 5d ³ 6s ² 180.9	74 W 钨 5d ⁴ 6s ² 183.8	75 Re 铼 5d ⁵ 6s ² 186.2	76 Os 锇 5d ⁶ 6s ² 190.2	77 Ir 铱 5d ⁷ 6s ² 192.2	78 Pt 铂 5d ⁹ 6s ¹ 195.1	79 Au 金 5d ¹⁰ 6s ¹ 197.0	80 Hg 汞 5d ¹⁰ 6s ² 200.6	81 Tl 铊 6s ² 6p ¹ 204.4	82 Pb 铅 6s ² 6p ² 207.2	83 Bi 铋 6s ² 6p ³ 209.0	84 Po 钋 6s ² 6p ⁴ [209]	85 At 砹 6s ² 6p ⁵ [210]	86 Rn 氡 6s ² 6p ⁶ [222]	P	8
7		87 Fr 钫 7s ¹ [223]	88 Ra 镭 7s ² 226.0	89-103 Ac-Lr 锕系	104 Rf 𬵓* (6d ² 7s ²) [261.1]	105 Db 𬬻* (6d ³ 7s ²) [268.1]	106 Sg 𬬿* (6d ⁴ 7s ²) [271.1]	107 Bh 𬭍* (6d ⁵ 7s ²) [270.1]	108 Hs 𬬟* (6d ⁶ 7s ²) [277.2]	109 Mt 𬬟* [276.2]	110 Ds 𬬛* [281.2]	111 Rg 𬬛* [280.2]	112 Cn 𬬚* [285.2]	113 Uut [284.2]	114 Fl [289.2]	115 Uup [289.2]	116 Lv [283.2]	117 Uus [294.2]	118 Uuo [294.2]	Q	8

镧系	57 La 镧 $5d^1 6s^2$ 138.9	58 Ce 铈 $4f^1 5d^1 6s^2$ 140.1	59 Pr 镨 $4f^3 6s^2$ 140.9	60 Nd 钕 $4f^4 6s^2$ 144.2	61 Pm 钷 $4f^5 6s^2$ [147]	62 Sm 钐 $4f^6 6s^2$ 150.4	63 Eu 铕 $4f^7 6s^2$ 152.0	64 Gd 钆 $4f^7 5d^1 6s^2$ 157.3	65 Tb 铽 $4f^9 6s^2$ 158.9	66 Dy 镝 $4f^{10} 6s^2$ 162.5	67 Ho 铈 $4f^{11} 6s^2$ 164.9	68 Er 铒 $4f^{12} 6s^2$ 167.3	69 Tm 铥 $4f^{13} 6s^2$ 168.9	70 Yb 镱 $4f^{14} 6s^2$ 173.0	71 Lu 镥 $4f^{14} 5d^1 6s$ 175.0
锕系	89 Ac 锕 $6d^1 7s^2$ 227.0	90 Th 钍 $6d^2 7s^2$ 232.0	91 Pa 镤 $5f^2 6d^1 7s^2$ 231.0	92 U 铀 $5f^3 6d^1 7s^2$ 238.0	93 Np 镎 $5f^4 6d^1 7s^2$ 237.0	94 Pu 钚 $5f^6 7s^2$ [244]	95 Am 镅 $5f^7 7s^2$ [243]	96 Cm 锔 $5f^7 6s^1 7s^2$ [247]	97 Bk 锫 $5f^9 7s^2$ [247]	98 Cf 锿 $5f^{10} 7s^2$ [251]	99 Es 镄 $5f^{11} 7s^2$ [252]	100 Fm 镆 $5f^{12} 7s^2$ [257]	101 Md 钆 $(5f^{13} 7s^2)$ [258]	102 No 铈 $(5f^{14} 7s^2)$ [259]	103 Lr 镱 $(5f^{14} 6d^1 7s^2)$ [260]



能级组与周期

能级组

1s

2s 2p

3s 3p

4s 3d 4p

5s 4d 5p

6s 4f 5d 6p

7s 5f 6d 7p

周期	元素个数	周期特征
一	2	特短周期
二	8	短周期
三	8	
四	18	长周期
五	18	
六	32	特长周期
七	未完成	未满足周期

元素周期律的本质

随着原子序数的递增，原子的价层电子排布发生周期性变化

周期的本质是按能级组的不同对元素进行分类



价层电子排布与周期的关系

元素的周期数=电子层数=最大主量子数

元素名称	Si	Zn	Mo	Co
外层电子结构	$3s^23p^2$	$3d^{10}4s^2$	$4d^55s^1$	$3d^74s^2$
周期数	三	四	五	四



价层电子排布与族的关系

Cl Cu Zn	Sc Mn	Ni
$3s^2 3p^5$ $3d^{10} 4s^1$ $3d^{10} 4s^2$	$3d^1 4s^2$ $3d^5 4s^2$	$3d^8 4s^2$
VIIA I B II B	IIIB VIIB	VIII族

元素

主族、 I B- II B

IIIB-VIIB

VIII族

零族

族数

最外层电子数

$ns+(n-1)$ d电子数

$ns+(n-1)d$ 电子数为8~10

最外层电子数为8 , He为2



元素的分区

根据最后一个电子填入的亚层确定（He除外）

最后一个电子填入的亚层	区
最外层的 s 亚层（He除外，为p区）	s
外层的 p 亚层	p
一般为次外层的 d 亚层	d
一般为外数第三层的 f 亚层	f
一般为次外层的 d 亚层, 且为 d^{10}	ds



元素的分区

价电子构型相似的元素在一个区

	I A	价电子构型相似的元素在一个区																0	
一	1 s	II A											III A	IV A	V A	VIA	VII A	2	
二	3	4											5	6	7	8	9	10	
三	11	12	III B	IV B	V B	VIB	VII B	VIII			I B	II B	13	14	15 p	16	17	18	
四	19	20	21	22	23	24 d	25	26	27	28	29 ds	30	31	32	33	34	35	36	
五	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	ns ² np ¹⁻⁶			54	
六	55	56	71*	(n-1)d ¹⁻¹⁰ ns ¹⁻²						77	78	(n-1)d ¹⁰ ns ¹⁻²			82	83	84	85	86
七	87	88	103*	(Pd无 s 电子)						109	110	111	112						

镧系	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
铪系	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

$$(n-2)f^{1-14}(n-1)d^{0-2}ns^2$$



例题

判断 $_{47}\text{Ag}$ 的周期数、族数和区

价层电子排布式 $4d^{10}5s^1$

周期数 = 电子层数 五周期

最后一个电子填入次外层d亚层，
而d电子数为10 ds区元素

族数 = 最外层电子数 = 1 IB

Ag 为第**五**周期、**IB**族、**ds**区元素