



化

学





## 第二节 元素周期律与元素周期表



## 一、元素周期表

1869年，俄国化学家门捷列夫将元素按照相对原子质量由小到大依次排列，将化学性质相似的元素放在一个纵行，通过分类、归纳，制出了第一张元素周期表

## 1.周期

元素周期表中，每一个横行称为一个**周期**，共有七个周期。每个周期中元素的电子层数相同，从左到右原子序数递增，**周期的序数就是该周期元素具有的电子层数**。第一、二、三周期所含元素较少，分别为2、8、8种，称为短周期；第四、五、六周期所含元素较多，分别为18、18、32种，称为长周期；第七周期还未填满，称为不完全周期。

元素序号：1

元素符号：H

元素名称：氢

元素原子量：1.008

元素类型：非金属

发现人：卡文迪许

发现年代：1766年

发现过程：从金属与酸作用所得的气体中发现氢。

H

碱金属

主族元素

惰性气体

碱土金属

准金属

\* 人造元素

稀有金属

非金属

过渡元素

卤素

	IA																IIA										IIIB										IVB										VB										VIB										VIIB										VIII										IB										IIB										IIIA										IVA										VA										VIA										VIIA										0																																																																															
1	1 H 氢 1.008																3 Li 锂 6.941										4 Be 铍 9.012										11 Na 钠 22.99										12 Mg 镁 24.31										19 K 钾 39.10										20 Ca 钙 40.08										21 Sc 钪 44.96										22 Ti 钛 47.87										23 V 钒 50.94										24 Cr 铬 52.00										25 Mn 锰 54.94										26 Fe 铁 55.85										27 Co 钴 58.93										28 Ni 镍 58.69										29 Cu 铜 63.55										30 Zn 锌 65.41										31 Ga 镓 69.72										32 Ge 锗 72.64										33 As 砷 74.92										34 Se 硒 78.96										35 Br 溴 79.90										36 Kr 氪 83.80									
2	5 B 硼 10.81																6 C 碳 12.01										7 N 氮 14.01										8 O 氧 16.00										9 F 氟 19.00										10 Ne 氖 20.18										13 Al 铝 26.98										14 Si 硅 28.09										15 P 磷 30.97										16 S 硫 32.06										17 Cl 氯 35.45										18 Ar 氩 39.95																																																																																																																							
3	19 K 钾 39.10																20 Ca 钙 40.08										21 Sc 钪 44.96										22 Ti 钛 47.87										23 V 钒 50.94										24 Cr 铬 52.00										25 Mn 锰 54.94										26 Fe 铁 55.85										27 Co 钴 58.93										28 Ni 镍 58.69										29 Cu 铜 63.55										30 Zn 锌 65.41										31 Ga 镓 69.72										32 Ge 锗 72.64										33 As 砷 74.92										34 Se 硒 78.96										35 Br 溴 79.90										36 Kr 氪 83.80																																																											
4	37 Rb 铷 85.47																38 Sr 锶 87.62										39 Y 钇 88.91										40 Zr 锆 91.22										41 Nb 铌 92.91										42 Mo 钼 95.94										43 Tc 锝 98										44 Ru 钌 101.1										45 Rh 铑 102.9										46 Pd 钯 106.4										47 Ag 银 107.9										48 Cd 镉 112.4										49 In 铟 114.8										50 Sn 锡 118.7										51 Sb 锑 121.8										52 Te 碲 127.6										53 I 碘 126.9										54 Xe 氙 131.3																																																											
5	55 Cs 铯 132.9																56 Ba 钡 137.3										La-Lu 镧系										72 Hf 铪 178.5										73 Ta 钽 180.9										74 W 钨 183.8										75 Re 铼 186.2										76 Os 锇 190.2										77 Ir 铱 192.2										78 Pt 铂 195.1										79 Au 金 197.0										80 Hg 汞 200.6										81 Tl 铊 204.4										82 Pb 铅 207.2										83 Bi 铋 209.0										84 Po 钋 (209)										85 At 砹 (210)										86 Rn 氡 (222)																																																											
6	87 Fr 钫 (223)																88 Ra 镭 226										Ac-Lr 锕系										104 Rf 钚* (261)										105 Db 铼* (262)										106 Sg 钅* (266)										107 Bh 钹* (264)										108 Hs 𨭈* (277)										109 Mt 𨭉* (268)										110 Ds 𨭊* (281)										111 Rg 𨭋* (272)										112 Cn 𨭌* (285)										113 Uu* Uut* (284)										114 Fl* Uuq* (289)										115 Uup* Uup* (288)										116 Lv* Uuh* (292)										117 Uus* Uus* (292)										118 Uuo* Uuo* (292)																																																											
7	57 La 镧 138.9																58 Ce 铈 140.1										59 Pr 镨 140.9										60 Nd 钕 144.2										61 Pm 钷 145										62 Sm 钐 150.4										63 Eu 铕 152.0										64 Gd 钆 157.3										65 Tb 铽 158.9										66 Dy 镝 162.5										67 Ho 铥 164.9										68 Er 铒 167.3										69 Tm 铥 168.9										70 Yb 镱 173.0										71 Lu 镥 175.0																																																																																									
	89 Ac 锕 (227)																90 Th 钍 232.0										91 Pa 镤 231.0										92 U 铀 238.0										93 Np 镎 237										94 Pu 钚 (244)										95 Am 镅* (243)										96 Cm 锔* (247)										97 Bk 锫* (247)										98 Cf 锿* (251)										99 Es 镱* (252)										100 Fm 镆* (257)										101 Md 镎* (258)										102 No 诺* (259)										103 Lr 铹* (262)																																																																																									

镧系

锕系



图 1-1 原子结构示意图

${}_1\text{H}$ $(+1) 1$							${}_2\text{He}$ $(+2) 2$
${}_3\text{Li}$ $(+3) 2 1$	${}_4\text{Be}$ $(+4) 2 2$	${}_5\text{B}$ $(+5) 2 3$	${}_6\text{C}$ $(+6) 2 4$	${}_7\text{N}$ $(+7) 2 5$	${}_8\text{O}$ $(+8) 2 6$	${}_9\text{F}$ $(+9) 2 7$	${}_{10}\text{Ne}$ $(+10) 2 8$
${}_{11}\text{Na}$ $(+11) 2 8 1$	${}_{12}\text{Mg}$ $(+12) 2 8 2$	${}_{13}\text{Al}$ $(+13) 2 8 3$	${}_{14}\text{Si}$ $(+14) 2 8 4$	${}_{15}\text{P}$ $(+15) 2 8 5$	${}_{16}\text{S}$ $(+16) 2 8 6$	${}_{17}\text{Cl}$ $(+17) 2 8 7$	${}_{18}\text{Ar}$ $(+18) 2 8 8$

图 1-2 核电荷数为 1~18 的元素的原子结构示意图

## 2.族

元素周期表的纵行称为族。元素周期表中有18个纵行。（18个族？）

周期表中共7个主族，分别IA、IIA、IIIA、IVA、VA、VIA、VIIA表示。主族的序数与周期表中最外层电子数的结构有如下关系：

主族序数=最外层电子数

周期表中共7个副族，分别用IB，IIB，IIIB，IVB，VB，VIB，VIIB表示。

周期表中有一个VIII族，一个0族

元素序号：1

元素符号：H

元素名称：氢

元素原子量：1.008

元素类型：非金属

发现人：卡文迪许

发现年代：1766年

发现过程：从金属与酸作用所得的气体中发现氢。

H

- 碱金属
- 碱土金属
- 稀有金属
- 过渡元素
- 主族元素
- 准金属
- 非金属
- 卤素
- 惰性气体
- 人造元素

	IA																IIA										IIIA										IVA										VA										VIA										VIIA										0									
1	1 H 氢 1.008																																																																		2 He 氦 4.003																			
2	3 Li 锂 6.941		4 Be 铍 9.012																		5 B 硼 10.81		6 C 碳 12.01		7 N 氮 14.01		8 O 氧 16.00		9 F 氟 19.00		10 Ne 氖 20.18																																																							
3	11 Na 钠 22.99		12 Mg 镁 24.31																		13 Al 铝 26.98		14 Si 硅 28.09		15 P 磷 30.97		16 S 硫 32.06		17 Cl 氯 35.45		18 Ar 氩 39.95																																																							
4	19 K 钾 39.10		20 Ca 钙 40.08		21 Sc 钪 44.96		22 Ti 钛 47.87		23 V 钒 50.94		24 Cr 铬 52.00		25 Mn 锰 54.94		26 Fe 铁 55.85		27 Co 钴 58.93		28 Ni 镍 58.69		29 Cu 铜 63.55		30 Zn 锌 65.41		31 Ga 镓 69.72		32 Ge 锗 72.64		33 As 砷 74.92		34 Se 硒 78.96		35 Br 溴 79.90		36 Kr 氪 83.80																																																			
5	37 Rb 铷 85.47		38 Sr 锶 87.62		39 Y 钇 88.91		40 Zr 锆 91.22		41 Nb 铌 92.91		42 Mo 钼 95.94		43 Tc 锝 98		44 Ru 钌 101.1		45 Rh 铑 102.9		46 Pd 钯 106.4		47 Ag 银 107.9		48 Cd 镉 112.4		49 In 铟 114.8		50 Sn 锡 118.7		51 Sb 锑 121.8		52 Te 碲 127.6		53 I 碘 126.9		54 Xe 氙 131.3																																																			
6	55 Cs 铯 132.9		56 Ba 钡 137.3		La-Lu 镧系		72 Hf 铪 178.5		73 Ta 钽 180.9		74 W 钨 183.8		75 Re 铼 186.2		76 Os 锇 190.2		77 Ir 铱 192.2		78 Pt 铂 195.1		79 Au 金 197.0		80 Hg 汞 200.6		81 Tl 铊 204.4		82 Pb 铅 207.2		83 Bi 铋 209.0		84 Po 钋 (209)		85 At 砹 (210)		86 Rn 氡 (222)																																																			
7	87 Fr 钫 (223)		88 Ra 镭 226		Ac-Lr 锕系		104 Rf 钌* (261)		105 Db 铪* (262)		106 Sg 𬬻* (266)		107 Bh 𬬾* (264)		108 Hs 𬬿* (277)		109 Mt 鰐* (268)		110 Ds 鰕* (281)		111 Rg 𬬻* (272)		112 Cn 𬬼* (285)		113 * Uut* (284)		114 Fl Uuq* (289)		115 * Uup* (288)		116 Lv Uuh* (292)		117 * Uus (292)		118 * Uuo																																																			

镧系	57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 145	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0	64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 铥 164.9	68 Er 铒 167.3	69 Tm 铥 168.9	70 Yb 镱 173.0	71 Lu 镥 175.0
	89 Ac 锕 (227)	90 Th 钍 232.0	91 Pa 镤 231.0	92 U 铀 238.0	93 Np 镎 237	94 Pu 钚 (244)	95 Am 镅* (243)	96 Cm 锔* (247)	97 Bk 锫* (247)	98 Cf 锿* (251)	99 Es 镱* (252)	100 Fm 镆* (257)	101 Md 镈* (258)	102 No 镉* (259)	103 Lr 铹* (262)





图 1-1 原子结构示意图

${}_1\text{H}$ $(+1) 1$							${}_2\text{He}$ $(+2) 2$
${}_3\text{Li}$ $(+3) 2 1$	${}_4\text{Be}$ $(+4) 2 2$	${}_5\text{B}$ $(+5) 2 3$	${}_6\text{C}$ $(+6) 2 4$	${}_7\text{N}$ $(+7) 2 5$	${}_8\text{O}$ $(+8) 2 6$	${}_9\text{F}$ $(+9) 2 7$	${}_{10}\text{Ne}$ $(+10) 2 8$
${}_{11}\text{Na}$ $(+11) 2 8 1$	${}_{12}\text{Mg}$ $(+12) 2 8 2$	${}_{13}\text{Al}$ $(+13) 2 8 3$	${}_{14}\text{Si}$ $(+14) 2 8 4$	${}_{15}\text{P}$ $(+15) 2 8 5$	${}_{16}\text{S}$ $(+16) 2 8 6$	${}_{17}\text{Cl}$ $(+17) 2 8 7$	${}_{18}\text{Ar}$ $(+18) 2 8 8$

图 1-2 核电荷数为 1~18 的元素的原子结构示意图

## 二、元素周期律

元素的性质随着元素核电荷数的递增而呈周期性变化的规律称为**元素周期律**。

下面从1~18号元素核外电子的排布，原子半径和主要化合价的变化来进一步认识元素周期律。

表1-3 1~18号元素的核外电子排布、原子半径和主要化合价

原子序数	1							2
元素名称	氢							氦
元素符号	H							
核外电子排布								He
原子半径/nm	0.037							
主要化合价	+1							0.122
								0
原子序数	3	4	5	6	7	8	9	10
元素名称	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟	氖
元素符号	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
核外电子排布								
原子半径/nm	0.152	0.089	0.082	0.077	0.075	0.074	0.071	0.160
主要化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2	-1	0

表1-3 1~18号元素的核外电子排布、原子半径和主要化合价

原子序数	11	12	13	14	15	16	17	18
元素名称	钠	镁	铝	硅	磷	硫	氯	氩
元素符号	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
核外电子排布								
原子半径/nm	0.186	0.160	0.143	0.117	0.110	0.102	0.099	0.191
主要化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0

通过表1-3所示的数据规律，可以得到如下规律：

①除第一周期外，其他周期元素的原子半径随原子序数的递增而减小（惰性气体元素除外）；

②同一族的元素最外层电子数相同，从上到下，随电子层数的增多，原子半径不断增大；

③除第一周期外，其他周期元素从左到右，元素化合价正价由+1价递增到+7价，元素化合价负价由-4价递增到-1价（其中氟、氧除外，氟元素无正价，氧元素最高正价为+2价）；

④同一主族元素的最高正价、负价均相同。

### 三、元素性质的递变规律

#### 1. 元素的金属性和非金属性

金属性通常根据元素单质与水或酸反应置换出氢的难易程度，以及形成最高价氧化物对应的水化物的碱性强弱来判断。

非金属性通常根据元素单质与氢气反应生成气态氢化物的难易程度，以及形成最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱来判断。

同周期的元素，从左到右随着核电荷数的递增，原子半径逐渐变小，原子核对外层电子的吸引力逐渐增大，原子失去电子的能力逐渐减弱，原子得到电子的能力逐渐增强。

所以，元素的金属性逐渐减弱， 非金属性逐渐增强。

同一主族的元素，从上到下随着电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大，原子得到电子的能力逐渐减弱，失去电子的能力逐渐增强。所以，元素的非金属性逐渐减弱，金属性逐渐增强。



主族元素的金属性和非金属性递变规律如表1-4所示。

表1-4主族元素的金属性和非金属性递变规律

周期 族	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

## 2.元素的化合价

元素的化合价与原子的电子层结构相关，特别是与最外层的电子数目有密切关系。元素的价电子全部失去后所表现出的化合价称为最高正价。

对于主族元素，存在如下关系：

元素的最高正化合价=主族元素的族序数=最外层电子数

非金属元素的最低负化合价=最高正化合价-8

副族元素的化合价比较复杂，这里不作讨论。