



过渡金属元素在周期表中的位置

周期	1	2											13	14	15	16	17	18
	I A	II A											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Ha	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	-	-	-	-	-				

镧系	La	Ce	Pr	Nb	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
锕系	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No



周期 族	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	I B
第一过渡系	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe Co Ni	Cu
第二过渡系	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru Rh Pd	Ag
第三过渡系	La	Hf	Ta	W	Re	Os Ir Pt	Au



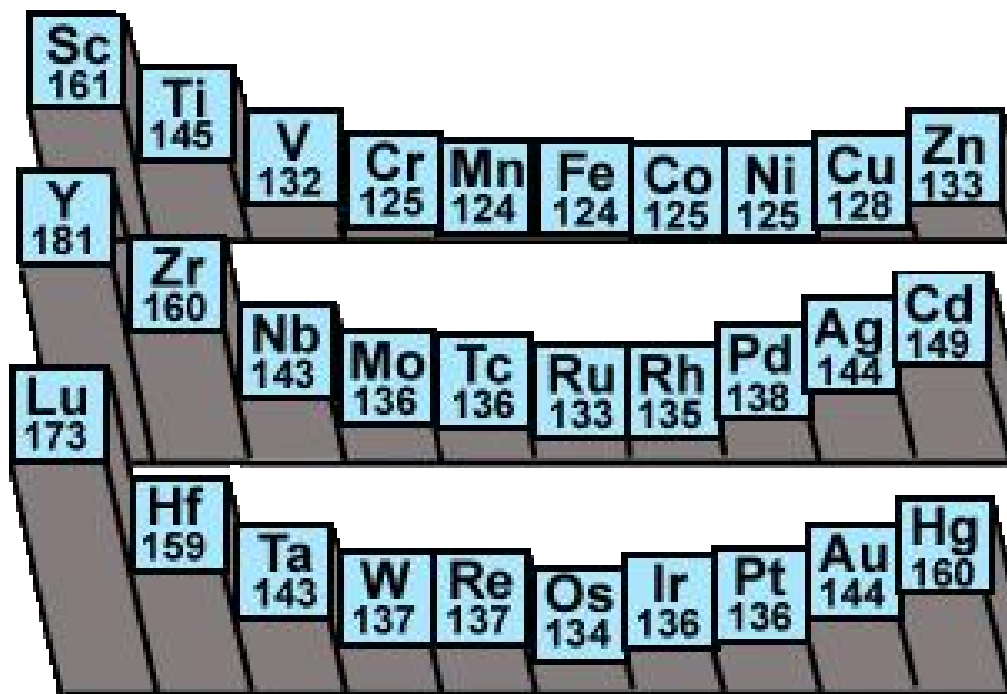
过渡金属元素原子的价电子层构型



过渡元素原子结构的特点是：随着核电荷的递增，电子依次填充在次外层的d轨道上，最外层只有1~2个电子；由于过渡元素原子结构的共同特点故有许多通性。

1. 物理性质

1) 过渡金属元素的原子半径



Sc 161	Ti 145	V 132	Cr 125	Mn 124	Fe 124	Co 125	Ni 125	Cu 128	Zn 133
Y 181	Zr 160	Nb 143	Mo 136	Tc 136	Ru 133	Rh 135	Pd 138	Ag 144	Cd 149
Lu 173	Hf 159	Ta 143	W 137	Re 137	Os 134	Ir 136	Pt 136	Au 144	Hg 160



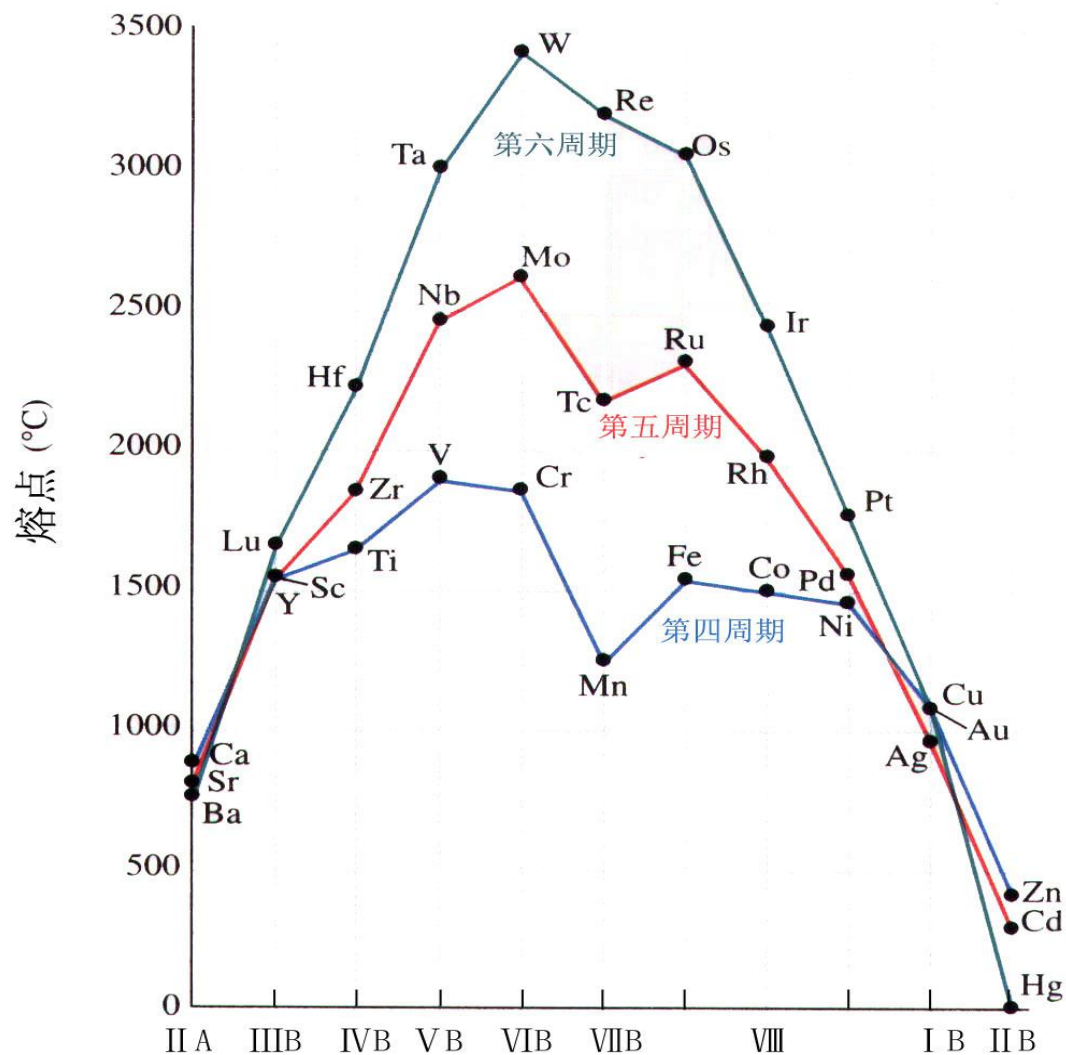
2) 熔点、沸点和硬度

- 熔点、沸点高 熔点最高的单质：钨(W)
- 硬度大 硬度最大的金属：铬(Cr)
- 密度大 密度最大的单质：锇(Os)
- 导电性，导热性，延展性好。



过渡金属元素的物理性质

大学化学

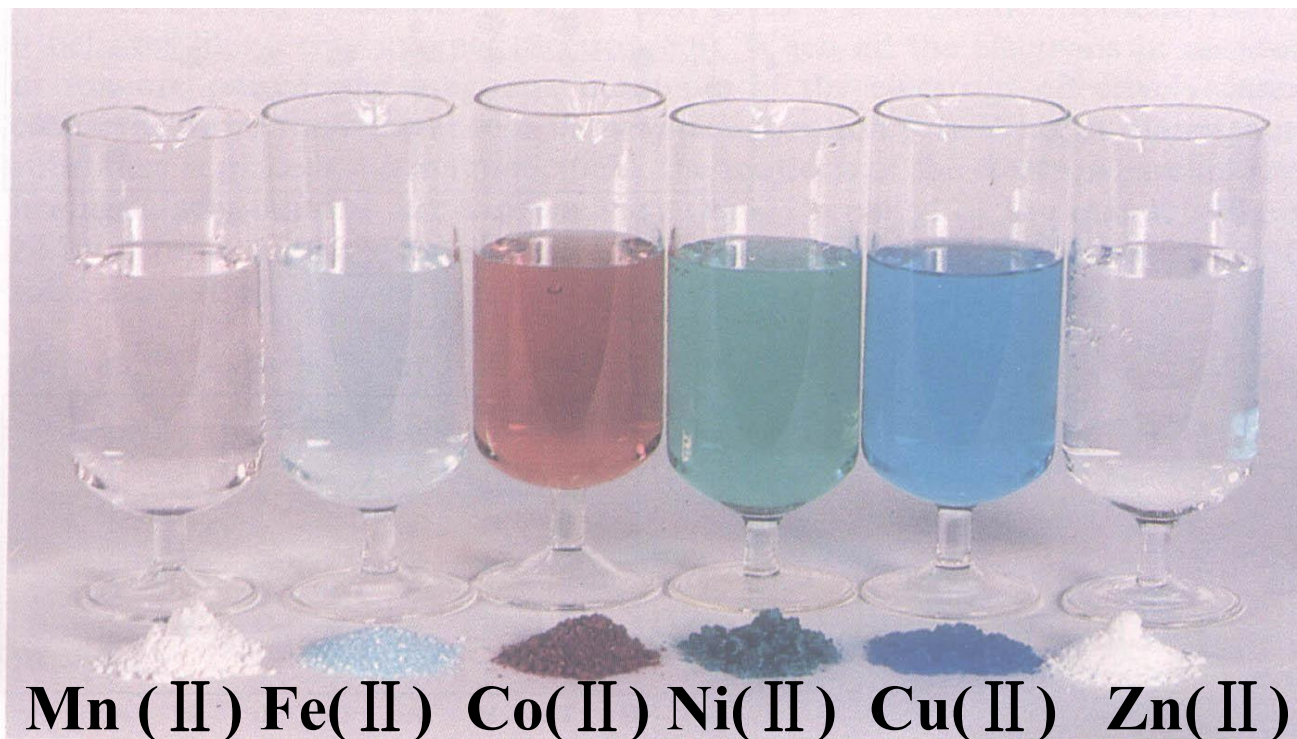


熔点变化示意图



VIB~VIIB族元素的单质具有高熔点、高沸点和
高硬度的原因，主要是它们的原子半径较小，有效核
电荷较大，价电子层有较多的未成对d电子（铬有5
个），这些d电子也参与成键，因而增强了金属键的
强度和晶格的能量。

3) 水合离子的颜色



水合离子呈现多种颜色



过渡金属的**水合离子**、**含氧酸根离子**和**配离子**常是有**颜色的**，与此相反，主族金属的相应离子是**无色的**。

过渡元素的离子通常在d轨道上有未成对电子。这些电子的基态和激发态的能量比较接近，可见光中的某些波长的光就可使电子激发，这些离子大都具有颜色。一般地说，基态和激发态的能量差越小，电子吸收光的波长越长；反之，电子吸收光的波长越短。



2. 化学性质

1) 金属活泼性

第一过渡系金属的 E^\ominus

元 素	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
$E_{M^{2+}/M}^\ominus / V$	—	-1.63	-1.13	-0.79	-1.185	-0.447	-0.28	-0.257	+0.342	-0.762

同一过渡系金属的活泼性自左至右逐渐减弱（I B除外）例如，第一过渡系金属（Cu除外）均为负值，所以这些金属都能溶于非氧化性稀酸，并置换出氢气，但是，自左至右 E^\ominus 逐渐升高，表明金属的还原性有所减弱



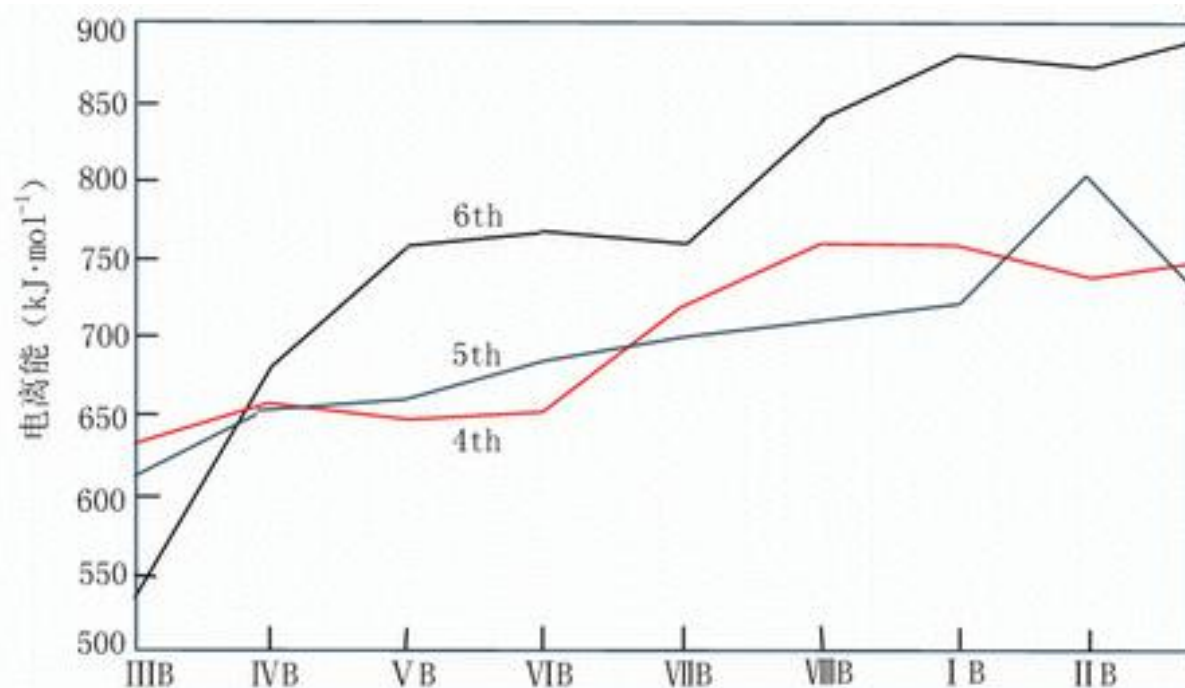
过渡金属元素的化学性质

大学化学

元素	Sc	Ti	V	Cr	Mn
$E^{\ominus}(\text{M}^{2+}/\text{M})$ V	---	-1.63	-1.2 (估算值)	-0.90	-1.18
可溶该 金属的 酸	各种酸	热 HCl HF	HNO ₃ , HF 浓 H ₂ SO ₄	稀 HCl H ₂ SO ₄	稀 HCl H ₂ SO ₄ 等
元素	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
$E^{\ominus}(\text{M}^{2+}/\text{M})$ V	-0.409	-0.282	-0.236	+0.339	-0.762
可溶该 金属的 酸	稀 HCl H ₂ SO ₄ 等	缓慢溶解 在 HCl 等 酸中	稀 HCl H ₂ SO ₄ 等	HNO ₃ , 浓 热 H ₂ SO ₄	稀 HCl H ₂ SO ₄ 等

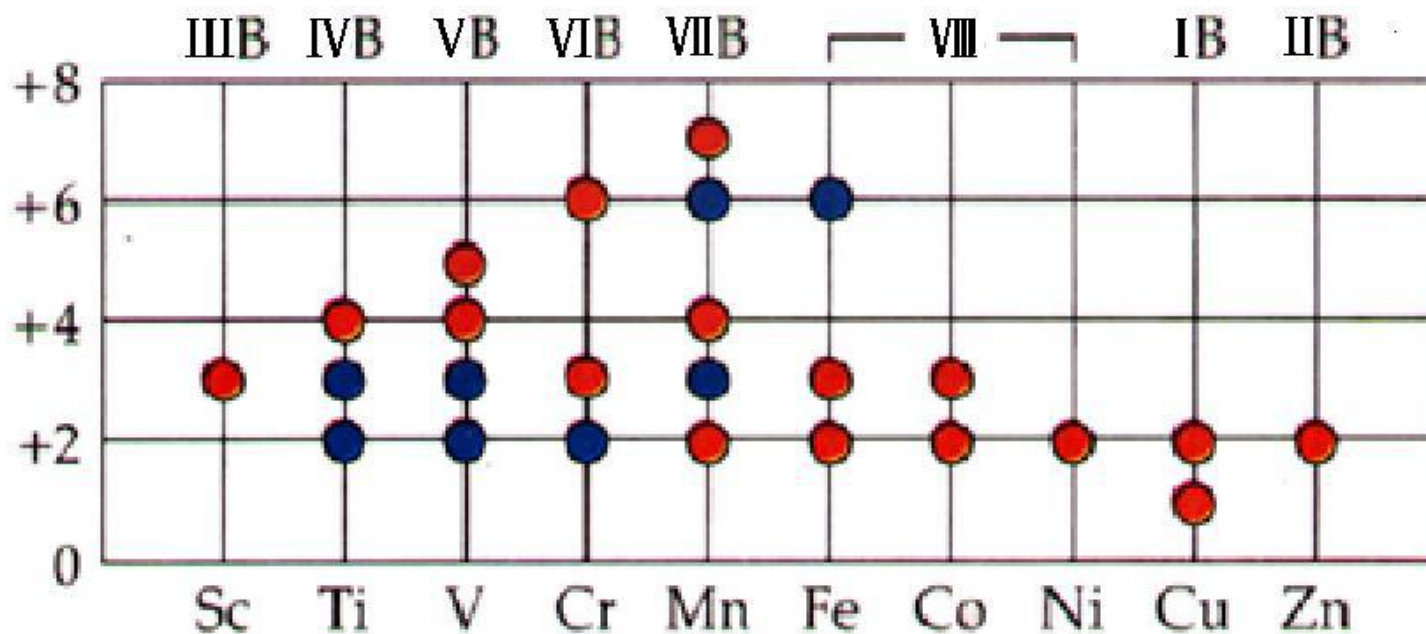
总趋势：从左至右活泼性降低。

2) d区元素的第一电离能



总趋势：同周期 左→右由小→大,幅度不大。同副族 不规律。

3) 多种氧化数



有多种氧化态,红色为常见的氧化态。



4) 易形成配合物

过渡元素的原子或离子容易形成配合物，因为过渡元素的原子或离子具有能级相近的外层电子轨道 ($n-1$) d , ns , np 。可以 d , s , p 组成的杂化轨道和配体孤对电子成键形成配合物，其中最常见的杂化轨道为 sp^3 , dsp^2 及 d^2sp^3 等。