

A TABELA PERIÓDICA EM BLOCOS

Elementos representativos

The diagram illustrates the periodic table organized into blocks based on electron configuration:

- Bloco s:** Elements in groups 1 and 2 (H, Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Rb, Sr, Cs, Ba, Fr, Ra).
- Bloco p:** Elements in groups 13-18 (B, C, N, O, F, Ne, Al, Si, P, S, Cl, Ar, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Uut, Uuuq, Uup, Uuh).
- Bloco d:** Lanthanides (Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) and Actinides (Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr).
- Bloco f:** Elements 58-71 (Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) and 90-103 (Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr).
- Elementos de transição internos:** Elements 3-12 (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg).
- Elementos de transição:** Elements 13-12 (Sc-Ti, V-Cr, Mn-Fe, Co-Ni, Cu, Zr-Nb, Mo-Tc, Ru-Rh, Pd-Ag, La-Hf, Ta-W, Re-Os, Ir-Pt, Au, Ac-Rf, Db-Sg, Bh-Hs, Mt-Ds, Rg).

METAIS DE TRANSIÇÃO PROPRIEDADES FÍSICAS

Os metais de transição ocupam o bloco *d* da tabela periódica.

- Quase todos têm dois elétrons *s* (exceto o grupo 6 e o grupo 11).
- A maior parte desses elementos é muito importante na tecnologia moderna.
- As propriedades físicas dos metais de transição podem ser classificadas em dois grupos:
propriedades atômicas (por exemplo, energia de ionização, raio atômico) e **propriedades de volume** (por exemplo, ponto de fusão e densidade).

Metais de Transição Propriedades Físicas

TABELA 1 – PROPRIEDADES DOS ELEMENTOS DA PRIMEIRA SÉRIE DE TRANSIÇÃO

Grupo	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elemento	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Configuração eletrônica	$3d^14s^2$	$3d^24s^2$	$3d^34s^2$	$3d^54s^1$	$3d^54s^2$	$3d^64s^2$	$3d^74s^2$	$3d^84s^2$	$3d^{10}4s^1$	$3d^{10}4s^2$
Primeira energia de ionização (kJ/mol)	631	658	650	653	717	759	758	737	745	906
Raio atômico de ligação (Å)	1,44	1,36	1,25	1,27	1,39	1,25	1,26	1,21	1,38	1,31
Densidade (g/cm³)	3,0	4,5	6,1	7,9	7,2	7,9	8,7	8,9	8,9	7,1
Ponto de fusão (°C)	1.541	1.660	1.917	1.857	1.244	1.537	1.494	1.455	1.084	420

Metais de Transição

Propriedades Físicas

As tendências atômicas tendem a ser regulares para os metais de transição.

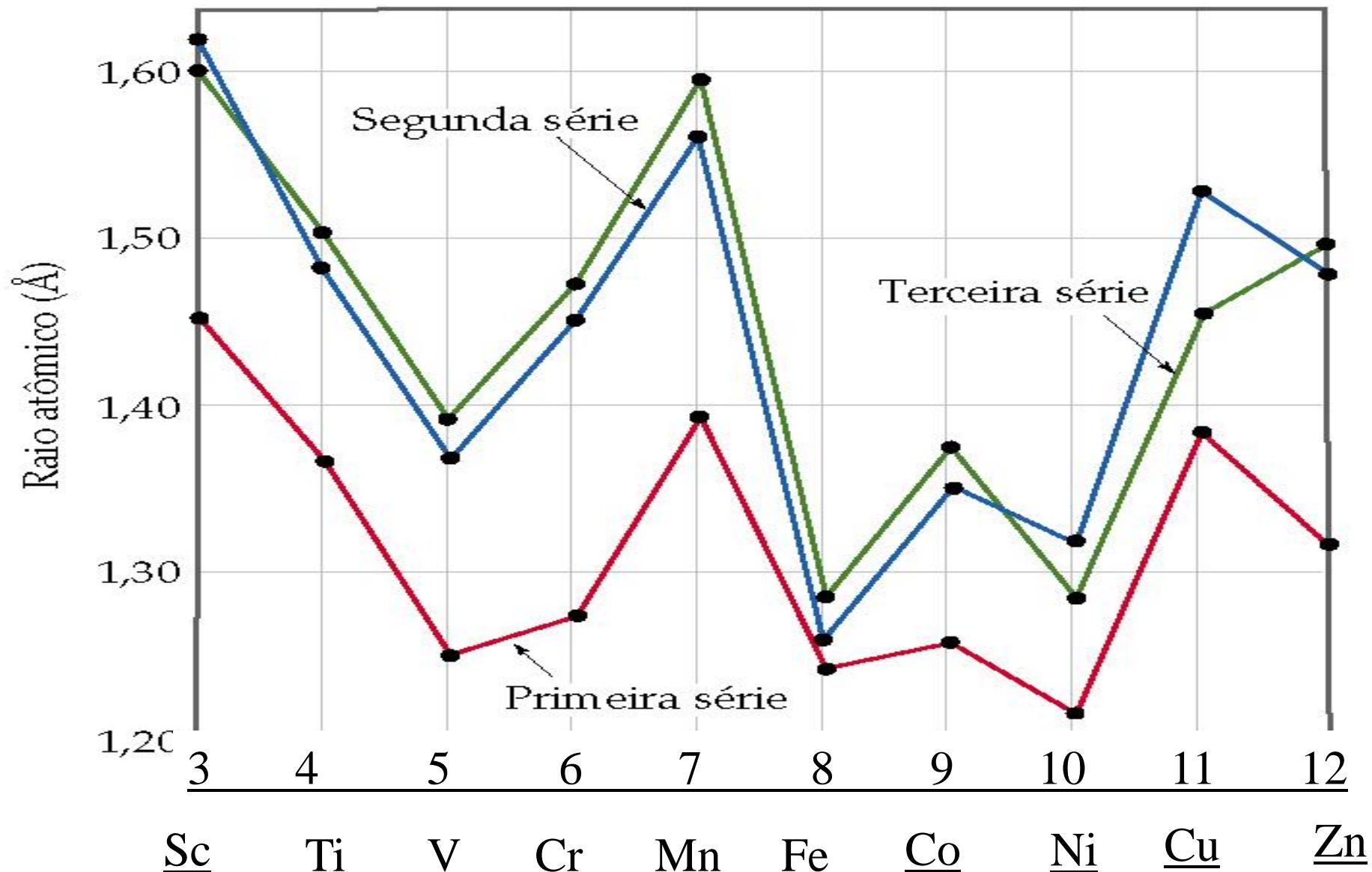
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg

Metais de Transição

Propriedades Físicas

- A maioria das tendências nas propriedades de volume é menos regular do que as propriedades atômicas.
- As tendências nas propriedades atômicas dos metais de transição podem ser exemplificadas com o raio atômico.
- O raio atômico diminui e alcança um mínimo perto do grupo 8 (Fe, Co, Ni) e então aumenta para os grupos 1 e 2.
- Essa tendência é de novo entendida em termos da carga nuclear efetiva.

Metais de Transição



Metais de Transição

Propriedades Físicas

- O aumento no tamanho dos elementos das tríades do Cu e do Zn é justificado em termos dos orbitais *d* totalmente preenchidos.
- Em geral, o tamanho atômico aumenta ao descermos em um grupo.
 - Uma importante exceção: o Hf tem quase o mesmo raio do Zr (grupo 4B): poderíamos esperar que o Hf fosse maior do que o Zr.

Metais de Transição

Propriedades Físicas

- Entre o La e o Hf completa-se o nível $4f$ (Lantanídeos).
- À medida que os orbitais $4f$ são preenchidos, a carga nuclear efetiva aumenta e os lantanídeos contraem regularmente.
- A contração dos Lantanídeos equilibra o aumento de tamanho que previmos entre o Hf e o Zr.

Metais de Transição

Propriedades Físicas

Os elementos da primeira série são menores. Os elementos da segunda e terceira séries são aproximadamente do mesmo tamanho.

- Os metais da segunda e da terceira série são muito semelhantes em termos de propriedades (por exemplo, o Hf e o Zr são sempre encontrados juntos em minérios e são muito difíceis de separar).

Metais de Transição

Configurações Eletrônicas e Estados de Oxidação

- Apesar do orbital d ($n - 1$) ser preenchido após o orbital ns , os elétrons são inicialmente perdidos do orbital com n mais alto.
- Isto é, os metais de transição perdem os elétrons s antes dos elétrons d .

Metais de Transição

Configurações Eletrônicas e Estados de Oxidação

- Exemplo: Fe: [Ar]3d⁶4s², Fe²⁺: [Ar]3d⁶.
- Os elétrons *d* são responsáveis por algumas propriedades importantes:
 - os metais de transição têm mais de um estado de oxidação,

Metais de Transição

Configurações Eletrônicas e Estados de Oxidação

- os compostos de metais de transição são coloridos (devido às transições eletrônicas),
 - os compostos de metais de transição têm propriedades magnéticas.
- Observe que em geral os estados de oxidação para os metais são positivos.

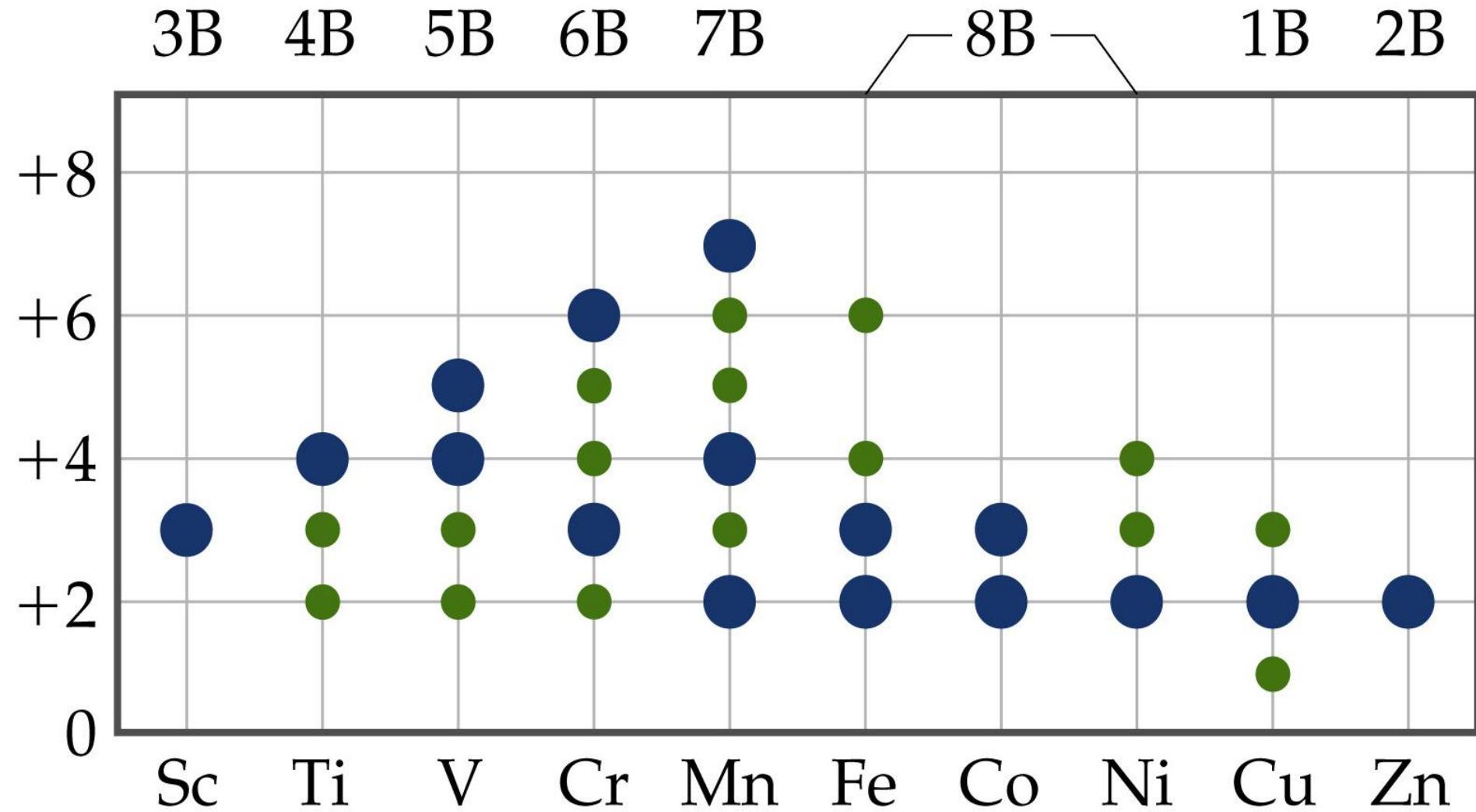
Metais de Transição

Configurações Eletrônicas e Estados de Oxidação

- O estado de oxidação +2 é comum porque ele corresponde à perda de ambos os elétrons s . (Exceção: o estado de oxidação +3 é isoeletônico com o Ar.)
- O estado de oxidação comum máximo é +7 para Mn.

Metais de Transição

Configurações Eletrônicas e Estados de Oxidação



Metais de Transição

Configurações Eletrônicas e Estados de Oxidação

- Para a segunda e a terceira série, o estado de oxidação máximo é +8 para o Ru e o Os (RuO_4 e OsO_4).

Metais de Transição

Magnetismo

- O magnetismo fornece informações importantes sobre a ligação.
- Existem três tipos principais de comportamento magnético (mostrados aqui em ordem):
 - Diamagnético (nenhum átomo ou íon com momentos magnéticos).
 - Paramagnético (momentos magnéticos não alinhados fora de um campo magnético).

Metais de Transição

Magnetismo

- Ferromagnético (centros magnéticos acoplados alinhados em um sentido comum).
- O spin do elétron gera um campo magnético com um momento magnético.
- Quando dois spins são contrários os campos magnéticos se cancelam (diamagnético).

Metais de Transição

Magnetismo

- As substâncias diamagnéticas são fracamente repelidas por campos magnéticos externos.
- Quando os spins estão desemparelhados, os campos magnéticos não se cancelam (paramagnético).

Metais de Transição

Magnetismo

- Geralmente, os elétrons desemparelhados em um sólido não são influenciados por elétrons desemparelhados adjacentes. Isto é, os momentos magnéticos são aleatoriamente orientados.
- Quando materiais paramagnéticos são colocados em um campo magnético, os elétrons ficam alinhados.

Metais de Transição

Magnetismo

Ferromagnetismo é um caso especial de paramagnetismo onde os momentos magnéticos estão permanentemente alinhados (por exemplo, Fe, Co e Ni).

- Os óxidos ferromagnéticos são usados em gravação magnética de fita (por exemplo, CrO_2 e Fe_3O_4).

FONTES MINERAIS E PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ALGUNS METAIS DE TRANSIÇÃO

METAL	PRINCIPAL MINÉRIO	MÉTODO DE OBTENÇÃO
Ti	ILMENITA FeTiO_3	$\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ $\text{TiCl}_4 + 4\text{Na} \rightarrow \text{Ti} + 4\text{NaCl}$
Cr	CROMITA $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$	$\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{Fe} + 2\text{Cr} + 4\text{CO}$
Mo	MOLIBDENITA MoS_2	$2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$ $\text{MoO}_3 + 2\text{Fe} \rightarrow \text{Mo} + \text{Fe}_2\text{O}_3$

FONTES MINERAIS E PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ALGUNS METAIS DE TRANSIÇÃO

METAL	PRINCIPAL MINÉRIO	MÉTODO DE OBTENÇÃO
W	Scheelita CaWO_4	$\text{CaWO}_4 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{WO}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{WO}_3 + 6\text{H}_2 \rightarrow 2\text{W} + 6\text{H}_2\text{O}$
Mn	Pirolusita MnO_2	$\text{MnO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Mn} + \text{CO}_2$
Fe	Hematita Fe_2O_3	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
Ni	Pentlandita	$2\text{NiS} + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Ni} + 2\text{SO}_2$

FONTES MINERAIS E PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ALGUNS METAIS DE TRANSIÇÃO

METAL	PRINCIPAL MINÉRIO	MÉTODO DE OBTENÇÃO
Cu	Calcopirita CuFeS_2	$2\text{CuFeS}_2 + 2\text{SiO}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + 2\text{FeSiO}_3 + 4\text{SO}_2$
Hg	Cinabarina HgS	$\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$
Au	Au	$4\text{Au} + 8\text{CN}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Au}(\text{CN})_2]^- + 4\text{OH}^-$ $4[\text{Au}(\text{CN})_2]^- + 2\text{Zn} \rightarrow 2[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} + 4\text{Au}$

A Química de Alguns Metais de Transição

Cromo

- Na ausência de ar, o Cr reage com ácido para formar uma solução azul de Cr^{2+} :



- Na presença de ar, o Cr^{2+} oxida-se facilmente a Cr^{3+} :



- Na presença de Cl^- , o Cr^{3+} forma o íon verde $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$.
- Em solução aquosa, o Cr normalmente está presente no estado de oxidação +6.

A Química de Alguns Metais de Transição

Cromo

O nome vem do grego Khroma = cor

O Cr, dentre outros, apresenta os Nox +2, +3 e +6.

Quando um metal tem um Nox superior a +3 muito provavelmente ele estará ligado covalentemente a um não metal altamente eletronegativo como o Oxigênio ou Flúor.

Ex. O Nox +6 do Cr é encontrado nos compostos

CrF_6 – Fluoreto de Cromo (VI)

CrO_3 – Óxido de Cromo (VI)

A QUÍMICA DO CROMO

- K_2CrO_4 – cromato de potássio
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – dicromato de potássio
- $2\text{CrO}_4^{2-} \text{(aq)} + 2\text{H}^+ \text{(aq)} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$
- Amarelo Laranja
- Em solução básica, o CrO_4^{2-} , é o íon mais estável.
- Em solução ácida, o $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, é o íon mais estável.
- O cromato é um íon amarelo claro o dicromato é laranja escuro.

A Química do Cromo

- O íon dicromato em solução ácida é um poderoso agente oxidante:
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{(aq)} + 14\text{H}^+ \text{(aq)} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- $E_{\text{o red}} = +1,33\text{V}$
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{(aq)} + 14\text{H}^+ \text{(aq)} + 6\text{Fe}^{2+} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 6\text{Fe}^{3+} \text{(aq)}$

A Química do Ferro

- **Ferro**
- Em solução aquosa, o ferro está presente nos estados de oxidação +2 (ferroso) ou +3 (férrico).
- O ferro reage com agentes não-oxidantes para formar $\text{Fe}^{2+}(aq)$.
- Na presença de ar, o Fe^{2+} é oxidado a Fe^{3+} .

A Química de Alguns Metais de Transição

Ferro

- Com a maior parte dos íons metálicos, o ferro forma íons complexos, $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{n+}$ em água.
- Em solução ácida, o $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ é estável, mas em meio alcalino o $\text{Fe}(\text{OH})_3$ precipita-se.
- Se NaOH é adicionado a uma solução de $\text{Fe}^{3+}(aq)$, forma-se um precipitado amarronzado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Cobre

- Em solução aquosa, o cobre tem dois estados de oxidação dominantes: +1 (cuproso) e +2 (cúprico).

A Química de Alguns Metais de Transição

Cobre

- O Cu⁺ tem uma configuração eletrônica 3d¹⁰.
- Os sais de Cu(I) tendem a ser brancos e insolúveis em água.
- O Cu(I) desproporciona-se:
$$2\text{Cu}^+(aq) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(aq) + \text{Cu}(s)$$
- O Cu(II) é o estado de oxidação mais comum.
- O vitríolo azul é CuSO₄.5H₂O.
- Em solução aquosa, quatro moléculas de água estão coordenadas ao Cu e uma está ligada através de ligação de hidrogênio ao sulfato.

A Química de Alguns Metais de Transição

Cobre

- Dentre os sais de cobre(II) solúveis em água, incluem-se $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 e CuCl_2 .
- Entretanto, o $\text{Cu}(\text{OH})_2$ é insolúvel e pode ser precipitado pela adição de NaOH a uma solução contendo íons de Cu^{2+} .

USOS DE ALGUNS METAIS DE TRANSIÇÃO

- Cr placas cromadas, aço inoxidável, niquelcromo
- Mn aços especiais, (trilhos, cofres)
- Co aços especiais, ímãs alnico (Al, Ni, Co, Fe)
- Ni moedas (Ni, Cu) , ligas como monel (Ni, Cu, Fe)
- Zn ferro galvanizado, pilhas secas, latão (Cu, Zn)
bronze (Cu, Zn, Pb)
- Ag faqueiros, jóias, fotografia como AgBr
- Cd ligas de baixo PF absorção de nêutrons.
- Au jóias, folhas de ouro

USOS DE ALGUNS METAIS DE TRANSIÇÃO

Pt manufatura de jóias, catalisadores, cadinhos

Rh catalisadores

Pd catalisadores

Cu indústria elétrica, ligas, algicida, fungicida

Hg células eletrolíticas, lâmpadas, termômetros, barômetros, manômetros, amálgama, medicamentos