

Química

Geral

⇒ Estados de Agregação

- Cúbico de Corpo Centrado
- Cúbico de Face Centrada
- Hexagonal

⇒ Equações de Gases

- Perfeitos: $pV = nRT$
- Reais: $\left(p + a \left(\frac{n}{V}\right)^2\right)(V - nb) = nRT$

⇒ Propriedades Extensivas e Intensivas

- Extensivas: dependem da quantidade de substância.
- Intensivas: não dependem.

⇒ Ordem de Grandeza da Razão Átomo-Núcleo

- $\frac{\text{Raio do Núcleo}}{\text{Raio do Átomo}} = \frac{1}{10^5}$

⇒ Lei de Graham

- $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{MM_B}{MM_A}}$

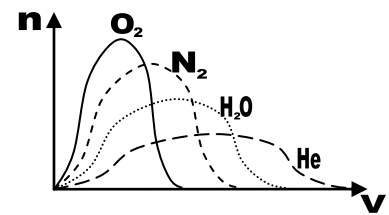
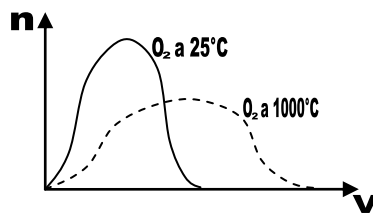
⇒ Normalidade

- $1 \text{ Eqg} = \frac{1 \text{ mol}}{x}$, x pode ser $|NOX|, H^+, OH^-, \text{ carga (+) ou (-)}$.
- $N = Mx$

Orbitais	Superfície Nodal	Regiões de μe^-
S	0	0
P	1	2
D	2	4
F	3	8

⇒ Lei de Henry

- $s = k \cdot p_{gás}$
- $v_{gás} = \sqrt{\frac{3RT}{MM}}$



⇒ Leis e Descobertas

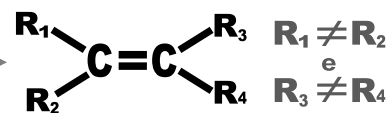
- Thomson (1896): Relação carga/massa do elétron
 - Millikan (1911): Carga do elétron; Experiência da gota de óleo.
 - Eugene Goldstein: Próton
 - James Chadwick (1932): Nêutron
-
- Dalton: Lei das proporções múltiplas.
 - Richter: Lei das proporções recíprocas ou das equivalentes.
 - Proust: Lei das proporções fixas ou definidas.
 - Gay-Lussac: Lei volumétrica.
-
- Em 1920: Spin do elétron
 - Lewis (1902): Elétron em mesma camada, propriedades semelhantes.
 - Friedrich Kohlrausch: Auto-ionização da água.
-
- Lei de Boyle: $P_0V_0 = P_1V_1$
 - Lei de Charles: $T_0V_1 = T_1V_0$

⇒ Isomeria

- Plana:
 - ◆ Cadeia
 - ◆ Posição
 - ◆ Função
 - ◆ Metameria ou Compensação
 - ◆ Tautomeria

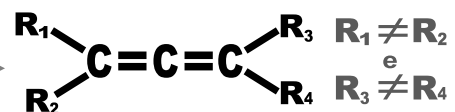
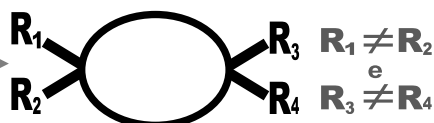
• Cis-Trans:

- Derivados do acetileno (eteno);
- Ciclos (Isomeria Bayeriana).



• Óptica:

- Presença de carbono quiral (quatro ligantes diferentes);
- Derivados do aleno (propadieno);
- Carbono em ciclo sem eixo de simetria.

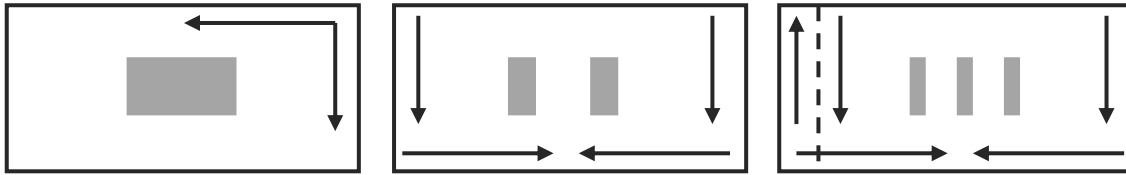


⇒ Tabela Periódica

- Elétrons em cada
 - Nível: $2n^2$
 - Subnível: $4l + 2$

⇒ Propriedades

- Ferromagnéticas: os spins dos elétrons se alinham na mesma direção.
- Diamagnéticas: repelidas por ímã forte (elétrons emparelhados).
- Paramagnéticas: atraídas por ímã (elétrons desemparelhados).



- I. Caráter metálico/Raio atômico AUMENTA,
Eletronegatividade/Potencial de Ionização/Afinidade Eletrônica DIMINUI;
- II. Densidade AUMENTA, $d = \frac{p.MM}{RT}$;
- III. Ponto de Ebulição/Ponto de Fusão AUMENTA.
 - Energia de Ionização: energia necessária para remover um elétron de um átomo na fase gasosa.
 - Afinidade Eletrônica: energia liberada por um átomo na fase gasosa ao receber um elétron.

⇒ Distribuição Eletrônica por Subnível

- Princípio da Exclusão de Pauli (1925):
Dois elétrons em um mesmo átomo não podem ter os mesmos números quânticos.
- Regra de Hund:
Colocar elétrons em orbitais semipreenchidos.

⇒ Teste de Chama

<u>Presença de</u>	<u>Símbolo</u>	<u>NOX</u>	<u>Cor da chama</u>
Potássio	K	+1	Violeta/Lilás
Sódio	Na	+1	Amarelo Intenso
Cálcio	Ca	+2	Avermelhada
Magnésio	Mg	+2	Branco Brilhante
Chumbo	Pb	+1/+2	Azul
Zinco	Zn	+2	Verde Turquesa
Cobre	Cu	+1	Azulada
Cobre	Cu	+2	Verde
Ferro	Fe	+2/+3	Dourada
Manganês	Mn	+2	Verde-amarelado
Fósforo	P	+5	Dourada
Lítio	Li	+1	Magenta

⇒ Reatividade

- Metais

<-----OXIDAÇÃO----->

Cs>K>Ca>Na>Mg>Al>Zn>Fe>Ni>Sn>Pb>H>Cu>Hg>Ag>Pd>Pt>Au

- Ametais

<-----REDUÇÃO----->

F>O>Cl>Br>I>S>H

▪ Metais Comuns

- Reagem com ácidos.

▪ Bi/Cu/Hg/Ag

- Reagem com HNO₃ (conc.), HNO₃ (dil.) e H₂SO₄:

- $Cu + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + SO_2 + H_2O$
- $Cu + 4HNO_{3(conc.)} \rightarrow CuNO_3 + 2NO_2 + 2H_2O$
- $3Cu + 4HNO_{3(dil.)} \rightarrow 3CuNO_3 + NO + 2H_2O$
- Au/Pt
 - Reagem apenas com água régia (HCl+ HNO₃):
 - $Au + 4HCl + HNO_3 \rightarrow HAuCl_4 + NO + 2H_2O$
 - $3Pt + 18HCl + 4HNO_3 \rightarrow 3H_2PtCl_6 + 4NO + 8H_2O$

OBS: $PtCl_4 + 2Cl^- \rightarrow [PtCl_6]^{2-}$, octaédrico, muito estável.

H_2PtCl_6 , ácido forte.

EXTRA: $Cr^{2+} < Cr^{3+} < Cr^{6+}$, caráter covalente; acidez.

⇒ Dipolo-dipolo

- Induzido/não-permanente OU Van-der-Waals OU London: Moléculas Apolares
- Permanente OU Keemson: Moléculas Polares

⇒ Abundância

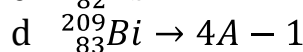
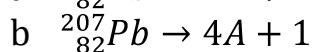
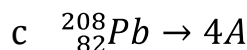
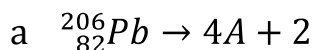
- O>Si>Al>Fe>Ca>Na>Mg>K>Ti>H

⇒ Radioatividade

- Partículas



- Séries



- Fórmulas

a $\frac{m_o}{m} = 2^{\frac{t}{T}}$

b $A_{atividade} = k \cdot N_{\text{Número de entidades}}$

c $kT = \ln 2$

OBS: k é expresso em dps, dpm, Bq (Bequerel) ou Ci (Curie);

$1Bq=1dps$ e $1Ci=3,7 \times 10^{10}dps$

d $\frac{N_o}{N} = e^{kt}$

e $k=(V_m)^{-1}$

- Leis de Radioatividade

a Primeira Lei de Soddy: emissão de partículas alfa;

b Segunda Lei de Soddy: emissão de partículas beta.

- História da Radioatividade

a 1896: Bequerel usa urânio, U, e uma chapa fotográfica, que fica manchada.

b 1897: Marie Curie estuda diversos elementos radioativos e descobre Tório, Polônio e Rádio (Th, Po e Ra) e a relação de dependência entre os efeitos radioativos e a quantidade.

c 1898: Rutherford descobre a existência de partículas alfa e beta.

d 1899: Debierne descobre o Actínio (Ac).

e 1900: Villarel descobre a radiação gama.

- Fusão e Fissão

♦ Fusão: fonte de energia das estrelas, átomos leves geram átomos maiores;

♦ Fissão: átomo pesado é bombardeado com nêutrons, quebrando-se em átomos mais leves e liberando mais nêutrons.

⇒ Ligações Químicas

<u>Valence Shell Eletronic Pair Repulsion - VESPER- AL_MEN</u>		
<u>M+N</u>	<u>Geometria</u>	<u>Hibridização</u>
2	Linear	sp
3	Trigonal Plana	sp ²
4	Tetraédrica	sp ³
5	Bipirâmide Trigonal	sp ³ d
6	Octaédrica	sp ³ d ²
7	Bipirâmide Pentagonal	sp ³ d ³

• Iônicas

Pelo menos um elétron transferido de um átomo para o outro, criando íons positivos, cátions, e íons negativos, ânions:

- Bastante exotérmicas;
- Sólidos;
- Ponto de Ebulição e Ponto de Fusão altos, se existirem;
- Péssimos condutores no estado sólido;
- Bons condutores no estado líquido.
 - ◆ σ , σ : Sobreposição de dois orbitais, um de cada átomo;
A μe^- é maior no eixo da ligação.
 - ◆ π , π : Sobreposição lateral dos orbitais atômicos p;
A μe^- é maior acima e abaixo do eixo da ligação.

• Teorias

<u>Teórico</u>	<u>Arrhenius</u>	<u>Brønsted-Löwry</u>	<u>Lewis</u>
<u>Ácidos</u>	Libera H ⁺	Libera H ⁺	Ganha e ⁻
<u>Bases</u>	Libera OH ⁻	Recebe H ⁺	Doa e ⁻

• Covalentes

Envolve o compartilhamento de elétrons de valência entre os átomos.

⇒ Ligas Metálicas

- Aço: Fe + C + Cr/Mn (com Cr faz-se facas, com Mn faz-se trilhos de trem)
- Aço Inoxidável: Fe + C + Cr + Ni
- Latão: Zn + Cu
- Bronze: Sn + Cu
- Ouro 24k: NÃO É LIGA, trata-se de ouro puro.
- Ouro 18k: Au + (Ag + Cu)
- Amálgama: Hg_(liq.) + Ag_(sol.) forma uma única solução (liq/sol) homogênea.
- Alnico V: Al(8%), Ni(14%), Co(24%), Cu(3%) e Fe(51%), ímãs para auto-falantes, magnetismo permanente.

⇒ Semicondutores

- Tipo P: + 3A
- Tipo N: - 5A

⇒ Número de Oxidação

<u>Família 1A e Ag</u>	+1
<u>Família 2A, Zn e Cd</u>	+2
<u>Família 3A</u>	+3
<u>Fe, Co e Ni</u>	+2/+3
<u>Mn</u>	+2/+3/+4/+6/+7

<u>Cr</u>	+2/+3/+6
<u>Au</u>	+1/+3
<u>Cu e Hg</u>	+1/+2
<u>Tl</u>	+1(iôn.)/+3(cov.)
<u>Lantanídeos(terras raras)</u>	+3

⇒ Bases Solúveis

- Família 1A e TlOH

⇒ Amideto

- $NH_3 \rightleftharpoons H^+ + NH_2^-$
- $K = 10^{-30}$
- *Bases Fortes*

⇒ Colóides

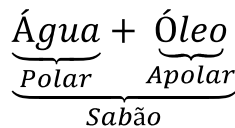
<u>Dispersão</u>	<u>Dispersante</u>	<u>Disperso</u>
<i>Gel</i>	Sólido	Líquido
¹ <i>Emulsão</i>	Líquido	Líquido
² <i>Espuma Sólida</i>	Sólido	Gás
<i>Espuma Líquida</i>	Líquido	Gás
³ <i>Aerossol Líquido</i>	Gás	Líquido
<i>Sol</i>	Líquido	Sólido

⇒ Ácidos Diferentemente Hidratados

- P, As, Sb, B e Si
- a Meta: 1 H₂O
- b Piro: 2 H₂O
- c Orto: 3 H₂O

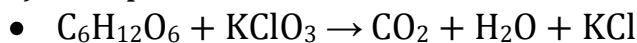
1: Creme de leite; Maionese; Poliestireno expandido; Goma arábica; Gelatina(proteína+H₂O); Pérolas(CaCO₃+H₂O).
 2: Pedra-pomes; Maria-mole.
 3: Neblina; Spray.

- Graham
 - Sol: dispersão de uma substância sólida em um fluído.
 - Gel: dispersão que impede sua mobilidade.
- Efeito Tyndall
- Sabão

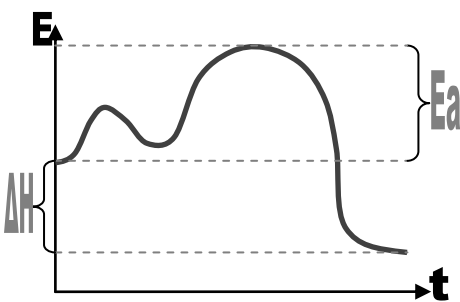


- MM elevadíssimas;
- Partículas grandes, mas não tanto a ponto de decantarem.

⇒ Reação Importante



⇒ Processos Endotérmicos ou Exotérmicos



- Velocidade AUMENTA se a temperatura AUMENTA.
- $\Delta S > 0$: MENOR pressão, MAIOR velocidade, MAIOR estabilidade;
- $\Delta S < 0$: MENOR mobilidade das moléculas, MAIOR organização estrutural.
- MENOR massa molar e MAIOR temperatura: MAIOR pressão de vapor.
- Quartzo: $(SiO_2)_n$

⇒ Propriedades Coligativas

- Osmoscopia: $\pi = M \cdot R \cdot T$
- Tonoscopia: $P_{mistura} = X_a P_a + X_b P_b$
- Ebulliometria: $\Delta T_e = k_e \cdot W \cdot i$
- Criometria: $\Delta T_c = k_c \cdot W \cdot i$

$$\begin{aligned} \blacklozenge X_{soluta} &= \frac{\Delta p}{p_{soluta}} \\ \blacklozenge k_e &= \frac{R \cdot T_e^2}{1000 L_v} \\ \blacklozenge k_c &= \frac{R \cdot T_c^2}{1000 L_f} \\ \blacklozenge M &= \frac{\%m.d.10}{MM} \end{aligned}$$

⇒ Cinética Química

• Primeira Ordem

a $V = k \cdot [A]$

b $[A] = [A_0] \cdot e^{-kt}$

c $kT_{\frac{1}{2}} = \ln 2$

d $t_p = \frac{\ln(\frac{100}{p})}{k}$

• Segunda Ordem

a $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A_0]} + kt$

b $T_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k[A]}$

• Arrhenius

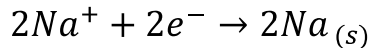
a $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$

b $\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$

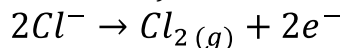
⇒ Eletroquímica

• Eletrólise Ígnea

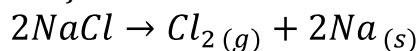
a Semi-Reação Catódica: Redução



b Semi-Reação Anódica: Oxidação



c Reação Global:

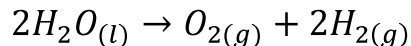
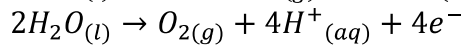
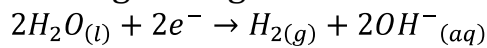


• Eletrólise Aquosa

a Cátions que não descarregam em água: Família 1A, família 2A e Al.

b Ânions que não descarregam em água: F⁻ e ânions oxigenados.Exceções: HSO₄⁻ e orgânicos.

• Descarga da Água

• 1 Mol de e⁻ = 1F = 96500C

• Equação de Nernst

a $E = E_o - \frac{RT}{nF} \ln Q$

b $E = E_o - \frac{0,0592}{n} \ln Q$

• Pilhas de Concentração

a $E = E_o - \frac{0,0592}{n} \ln \frac{[DILUÍDA]}{[CONCENTRADA]}$

• Pilhas

a Catodo: redução (+)

b Anodo: oxidação (-)

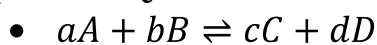
c Regrinha do PÃO

d ΔE NÃO É ADITIVO!

◆ Primária: não-recarregável.

◆ Secundária: recarregável.

⇒ Equilíbrio Químico



• $k_c = \frac{[D]^d [C]^c}{[B]^b [A]^a}$

• $k_p = \frac{p^d_D \cdot p^c_C}{p^b_B \cdot p^a_A}$

• $p_{gás} = X_{gás} \cdot p_{total}$

• $k_p = k_c (RT)^{\Delta n}$

• $\Delta n = (c + d) - (a + b)$

• $\Delta G = \Delta G_o + RT \ln k_p$

- Princípio de Le Chatelier
 - a MENOR volume ou MAIOR pressão: MENOR número de mols.
 - b ADIÇÃO de calor: endotérmica; varia o \underline{k} .
- Gás Inerte: Não altera o equilíbrio.
- $\log \frac{k_{p1}}{k_{p2}} = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$

⇒ Equilíbrio Iônico

- $k_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$
- $k_b = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$
- $k_w = 10^{-14}$, a 25°C.
- Ácido e Base Fracos: $k_h = \frac{k_w}{k_a \cdot k_b}$
- $pH = -\log[H^+]$
- $pOH = -\log[OH^-]$
- $pH + pOH = 14$
- Ácido Fraco: $k_h = \frac{k_w}{k_a}$
- Base Fraca: $k_h = \frac{k_w}{k_b}$

• Solução Tampão

a Ácido fraco + sal derivado (íon comum)

♦ Equação de Henderson-Haselbach para tampão ácido:

$$pH = pK_a + \log \frac{[Sal]}{[Ácido]}$$

b Base fraca + sal derivado (íon comum):

♦ Equação de Henderson-Haselbach para tampão básico:

$$pOH = pK_b + \log \frac{[Sal]}{[Base]}$$

• Polimerização

a Condensação: saturada; eliminação de molécula pequena (H_2O , NH_3 , HCl).

b Adição: insaturada.

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

⇒ Lista de Polímeros

- Etileno: garrafas; sacos; brinquedos; isolamento elétrico. =
- Propileno: garrafas; filmes; carpetes. =
- PVC: pisos; tubos. =
ClC=C
- Orlon e Acrilan: tapetes; tecidos. =
C#N
- Poliestireno: caixas térmicas; material de construção. =
c1ccccc1
- PVA: tintas látex; adesivos. =
CC(=O)OC=C
- Teflon: revestimento de panelas. =
F=C(F)C(F)=F
- Poli(Metacrilato de Metila): tintas e lentes. =
CC(=O)OC=C
- Gosma: $H_3BO_3 + \underbrace{(CH_2 - CH - OH)}_n$, muito viscosa.
álcool polivinílico
- Bola de Tênis: borracha guta-percha (poliisopropeno-trans)
- PET: poli(tereftalato de etileno) =
O=C(Oc1ccc(cc1)C(=O)OCCO)C(=O)OCCO

- Nylon: $\left(\text{C}(=\text{O}) (\text{CH}_2)_4 \text{C}(=\text{O}) \text{N}(\text{H}) (\text{CH}_2)_6 \text{N}(\text{H}) \right)_n$
- Resina: poli(acetato de vinila)
- Kevlar: $\left(\text{N}(\text{H}) \text{C}_6\text{H}_4 \text{N}(\text{H}) \text{O} \text{C}(=\text{O}) \text{C}_6\text{H}_4 \text{C}(=\text{O}) \text{O} \right)_n$
- Garan: 1,1dicloroetileno + cloroetileno. $\left(\text{C}(\text{Cl})_2 \text{C}(\text{H}) \text{C}(\text{Cl}) \text{C}(\text{H}) \right)_n$

⇒ Coisas Importantes


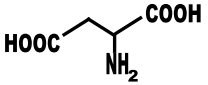
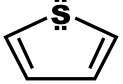
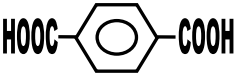
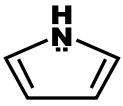
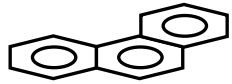


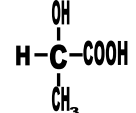
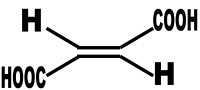
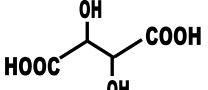
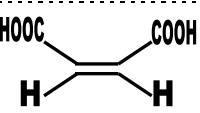
- $\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \underbrace{\text{NH}_2\text{CONH}_2}_{\text{Uréia}} + \text{H}_2\text{O}$
- FeS_2 : Pirita, ouro dos tolos ($\text{S}^0_{\text{amarelo}}, \text{S}^{2-}, \text{Fe}^{2+}$)
- CSi: Carborundum, amolador de feira.
- PbSO_4 : Sólido branco e insolúvel.
- Ferrugem: porosa e marrom.
- Alumina: transparente.
- $2\text{SO}_2 + 2\text{CaCO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$
- Impedir chuva ácida: Tratar SO_2 com MgO .
- Gás antigo: Gás d'água: $\text{C}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2_{(g)}$
- Mercaptam: Tioéter; misturar ao gás de cozinha em 2%; $\text{H}_3\text{C-S-CH}_3$.
- Iodo(I_2):
 - Em amido é azul;
 - Em água é marrom;
 - Em álcool é incolor.
- $\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: Ácido ferrocianídrico.
- $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: Ácido ferricnídrico.
- Ustulação: $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO}_3 + 4\text{SO}_2$
- Diabetes: Acúmulo de acetona no sangue, acetona responsável pelo odor no hálito.
- Álcool hidratado $\xrightarrow{\text{CaO}}$ Álcool anidro
- Ácido Benzóico: Frutas silvestres.
- Gases ou Misturas Incolores: brilham ao passar corrente:

<u>He</u>	Branco-amarelado	<u>He + Ar</u>	Alaranjado
<u>Ne</u>	Laranja-avermelhado	<u>Ne + Ar</u>	Lilás escuro
<u>Ar</u>	Azul		

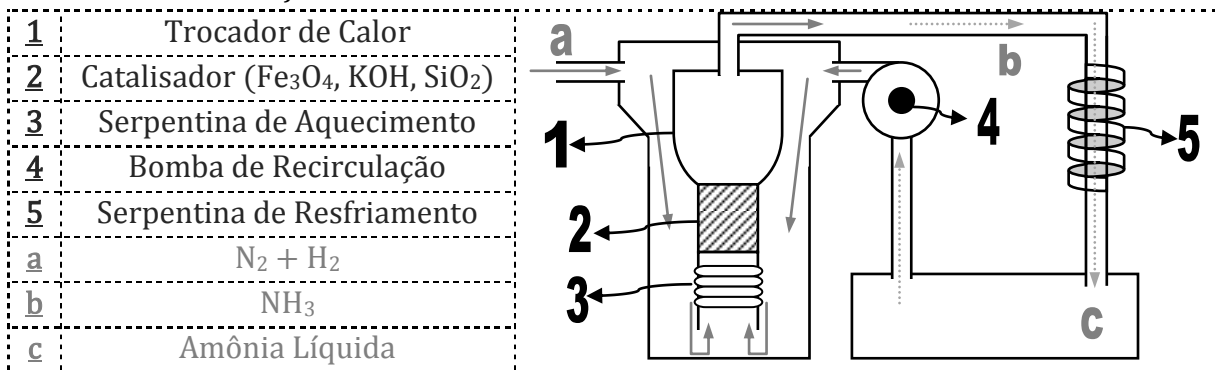
- Chuva ácida natural:
 - $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{4/i} 2\text{NO}$
 - $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
 - $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
 - $3\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- Plasma
 - Gás ionizado;
 - Enorme entropia: $\text{S} \rightarrow \text{P} > \text{G} > \text{L} > \text{S}$;
 - Emite luz quando: Em contato com corrente elétrica ou campo magnético;
 - Eletricamente neutro;
 - Aurora polar, TV de plasma, fusão nuclear, propulsor iônico.

- Vidro
 - a "Sólido" amorfo; líquido de alta viscosidade;
 - b SiO_2 : Sílica, praticamente todo tipo de vidro;
 - c $Na_2CO_3 + CaCO_3$
 - d $4HF + SiO_2 \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$
 - e Frágil, mas bom isolante térmico.

• Compostos Orgânicos Importantes:

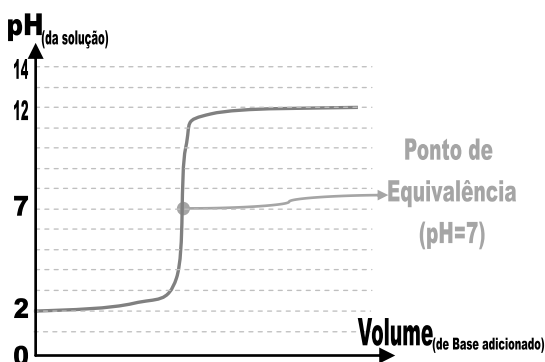
<i>Furano</i>		<i>Ácido Aspártico</i>	
<i>Tiofeno</i>		<i>Ácido Tereftálico</i>	
<i>Pirrol</i>		<i>Ferantreno</i>	
<i>Piridina</i>		<i>Antraceno</i>	
<i>Ácido Oxálico</i>	$HOOC - COOH$	<i>Ácido Láctico</i>	
<i>Ácido Fumárico</i>		<i>Ácido Tartárico</i>	
<i>Ácido Malêico</i>		<i>Ácido Capróico</i>	Ácido Hexanóico; Odor do suor humano.

⇒ Processo de Fabricação da Amônia – Harber

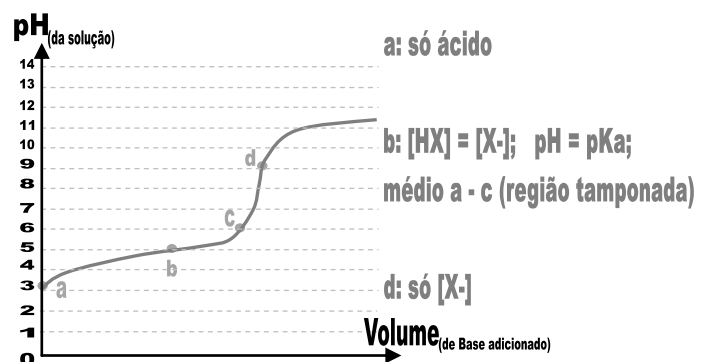


⇒ Titulações Ácido-Base

• Ácido e Base Fortes

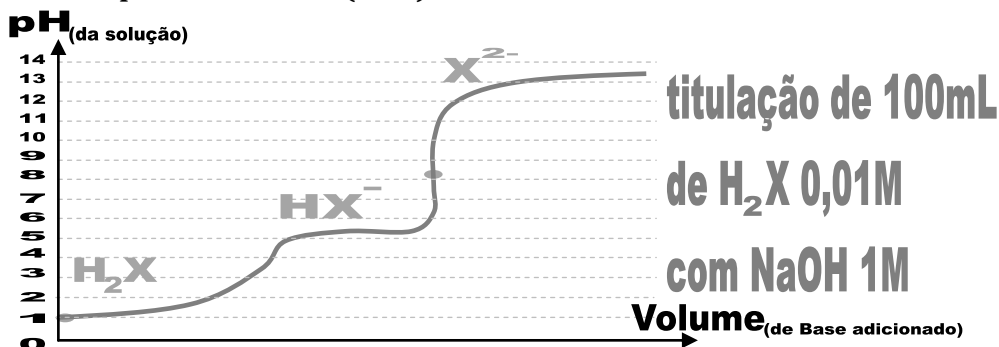


• Ácido Fraco e Base Forte



- pH de Ácido + Base
 - Ácido FORTE + Base FORTE: $\text{pH}=7$
 - Ácido FORTE + Base FRACA: $\text{pH}<7$
 - Ácido FRACO + Base FORTE: $\text{pH}>7$

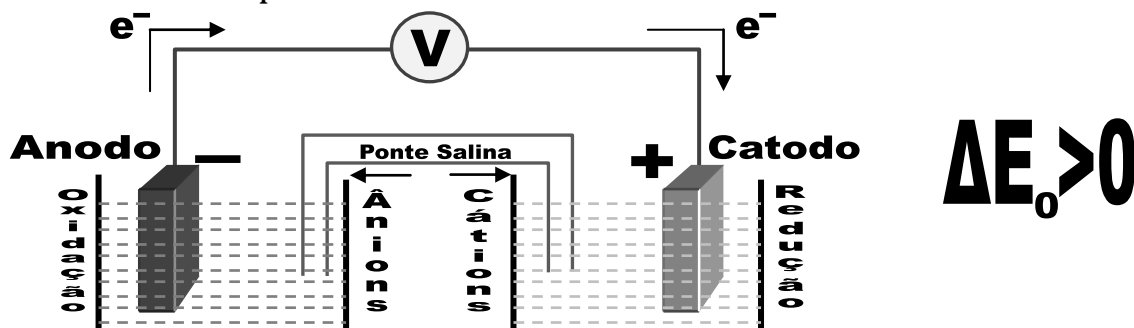
- Ácido Poliprótico Fraco (H_2X)



⇒ Princípios da Reatividade

- $\Delta S > 0$: Processos espontâneos; dispersão de matéria e energia.
- $\Delta S < 0$: Processos não espontâneos.
- O estado final mais provável de um sistema:
 - Átomos mais desordenados;
 - Energia dispersada entre mais átomos.
- MAIOR desordem, MAIOR S (entropia).
- $\Delta S = \frac{q_{REV}}{T}$
- ΔS : Só depende do estado final e inicial.
- $S_{grande} > S_{pequeno}$
- $S_{complexo} > S_{simples}$
- $S_{plasma} > S_{gás} > S_{líquido} > S_{sólido}$
- Processo reversível: ida e volta sem alterar a vizinhança;
- Processo irreversível: realizar trabalho sobre o sistema (processos espontâneos).
- $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- $T\Delta S_{universo} \rightarrow \Delta G$
- $\frac{\Delta H_{sistema}}{T} \rightarrow \Delta S_{vizinhança}$
- $\Delta S_{universo} = \Delta S_{vizinhança} + \Delta S_{sistema}$
- $\Delta G = -nFE_0$

⇒ Células Voltaicas Simples



- Baterias Primárias: REDOX; não recarregáveis.
 - Pilha Seca:
 - ♦ Catodo: $2\text{NH}_4^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow 2\text{NH}_3(g) + \text{H}_2(g)$ *Provocam aumento de pressão!
 - ♦ Anodo: $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
 - * $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NH}_3(g) + 2\text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2(s)$
 - * $\text{MnO}_2(s) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(l)$
 - Pilha Alcalina: dura 50% mais que a seca.

- ◆ Catodo: $2\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
 - ◆ Anodo: $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^-$
- *O potencial não diminui com o aumento da corrente, pois não há gases!

c Células de Hg: calculadoras, relógios, marca-passos.

- ◆ Catodo: $\text{HgO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}(\text{l}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
- ◆ Anodo: $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^-$

• Baterias Secundárias: Armazenamento.

a Bateria de Chumbo:

- ◆ Catodo: $\text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- ◆ Anodo: $\text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}^-$
- ◆ Global: $\text{Pb}(\text{s}) + \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- ◆ Quando a densidade diminui é necessário recarregar!
- ◆ Recarga: $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{i} \text{Pb}(\text{s}) + \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- ◆ Os compostos da recarga se encontram presos à superfície do eletrodo!
- ◆ Não pode mais ser recarregada: Reagentes e produtos se depositam!

b Baterias de Ni-Cd: dispositivos sem fio.

- ◆ Catodo: $\text{NiO}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- ◆ Anodo: $\text{Cd}(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$

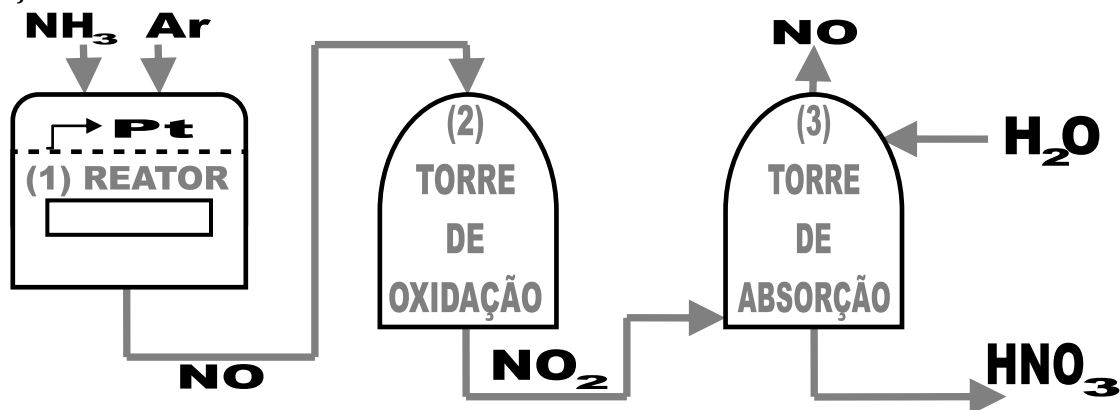
• Células de Combustível: foguetes.

- ◆ Catodo: $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$
- ◆ Anodo: $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{e}^- + 2\text{H}^+(\text{aq})$

⇒ Aplicações da Química Nuclear

- Criação de imagens do corpo humano (T.C. ou T.E.P.);
- Radioterapia: tratamento do câncer;
- Determinar o destino de compostos no meio-ambiente;
- Diluição isotópica;
- Análise por ativação neutrônica;
- Irradiação de alimentos: aumentar a vida útil dos alimentos.

⇒ Produção do Ácido Nítrico Industrial



- 1: $2\text{NH}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2: $\text{NO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
- 3: $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
- 3: $3\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

⇒ Química dos Elementos

- Hidrogênio: amônia, metanol. (300×10^9 L/ano)
 - a $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$
 - b Indústria: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$
 - c Indústria: $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

- d Laboratório: **Metal + Ácido → Sal + H₂**
 e Laboratório: **Metal + H₂O ou Base → Hidreto ou Óxido + H₂**
 f Laboratório: **Hidreto + H₂O → Hidróxido + H₂**
- Sódio e Potássio
 - $2\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{e}^-/\text{i}^-} 2\text{Na}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)}$
 - $2\text{KCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{e}^-/\text{i}^-} 2\text{K}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)}$, K é solúvel em KCl e, portanto, é difícil separar!
 - $\text{Na}_{(g)} + \text{KCl}_{(l)} \rightleftharpoons \text{K}_{(g)} + \text{NaCl}_{(l)}$
 - ◆ $4\text{KO}_{2(s)} + 2\text{CO}_{2(g)} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CO}_{3(s)} + 3\text{O}_{2(g)}$
 - ◆ $2\text{NaCl}_{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2\text{NaOH}_{(aq)} + \text{H}_2(g)$
 - Magnésio e Cálcio
 Magnésio: ligas leves, resistentes à corrosão
 - $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2$ (conchas de ostras)
 - $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
 - $\text{Ca(OH)}_2 + \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaCl}_2$, filtrando e decantando, separa-se Mg(OH)₂.
 Cálcio:
 - CaF₂, [CaF₂.3Ca₃(PO₄)₂] fornece flúor, usado para preparar ferro bruto.
 - Calcário - usado na agricultura; neutralização do solo; fornecedor de Ca²⁺.
 - Cal - argamassa.
 - Alumínio: ligas (baixo custo, fácil manuseio, inércia à corrosão).
 - $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$, Al₂O₃ é chamado de alumina ou barreira.
 - Bauxita: Al₂O₃ (+Na₃AlF₆, diminui o ponto de fusão, PF ≈ 980°C).
 - $\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{e}^-/\text{i}^-} \text{Al} + \text{O}_2$: células de grafite (V ≈ 5,0Volts; i ≈ 100.000A).
 - Silício: segundo elemento mais abundante na crosta terrestre; quartzo; tijolos, cerâmica, chips, células solares; semicondutores.
 - $\text{SiO}_2(s) + 2\text{C}(s) \rightarrow \text{Si}(l) + 2\text{CO}(g)$
 - $\text{SiO}_2(s) + 4\text{HF}(l) \rightarrow \text{SiF}_4(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$
 - $\text{SiO}_2(s) + 2\text{NaCO}_3(l) \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4(s) + 2\text{CO}_2(g)$
- Silicone:
- $\text{Si}_{(s)} + 2\text{CH}_3\text{Cl}_{(g)} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_{2(l)}$
 - $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_{2(l)} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{Si(OH)}_2 + 2\text{HCl}$
 - $[(\text{CH}_3)_2\text{SiO}]_n$ é conhecido como silicone.
- Nitrogênio e Fósforo
Nitrogênio: ar atmosférico; proteínas; ácidos nucleicos.
 - Hidrazina (N₂H₄): reduz o CrO₂²⁻ e impede que o cromo vá para o meio-ambiente.
 - N₂O: gás hilariante, anestésico, “nitro”; incolor.
 NO: processos bioquímicos; gás incolor, paramagnético.
 N₂O₃: sólido azul; N₂O₃ ⇌ NO + NO₂.
 NO₂: poluição; gás castanho, paramagnético.
 N₂O₄: gás incolor.
 N₂O₅: sólido incolor.
 - HNO₃ + NH₃ → NH₄NO₃
 Método antigo: $2\text{NaNO}_3(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow 2\text{HNO}_3(aq) + \text{Na}_2\text{SO}_4(s)$
 - Fósforo: ácidos nucleicos; fosfolipídeos.
 - $2\text{Ca(PO}_4)_2(s) + 10\text{C}(s) + 6\text{SiO}_2(g) \rightarrow \text{P}_4(g) + 6\text{CaSiO}_3(s) + 10\text{CO}(g)$
 - Oxigênio e Enxofre
Oxigênio: 50% em massa na crosta terrestre.
 - Indústria: fracionamento do ar, gerando O₂ (3º lugar em produtos químicos).
 - Laboratório: $2\text{KClO}_3(s) \xrightarrow{\text{Catalizador}} 2\text{KCl}(s) + 3\text{O}_2(g)$
 - $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{e}^-/\text{i}^-} \text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$
 - $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{e}^-/\text{i}^- + \text{U.V.}} 2\text{O}_3$: O₂-é incolor, paramagnético; O₃-azul, diamagnético, de odor forte.

Enxofre: gás natural, petróleo, extraído de depósitos subterrâneos, gás amarelo, fabricação de H_2SO_4 (mais de 70% usado em fertilizantes).

- Cloro

a Indústria: Salmoura $\xrightarrow{4/1}$ $Cl_2 + NaOH$

1: Salmoura Concentrada

2: Salmoura Diluída

3: $Cl_2(g)$

4: $H_2(g)$

5: $H_2O(l)$

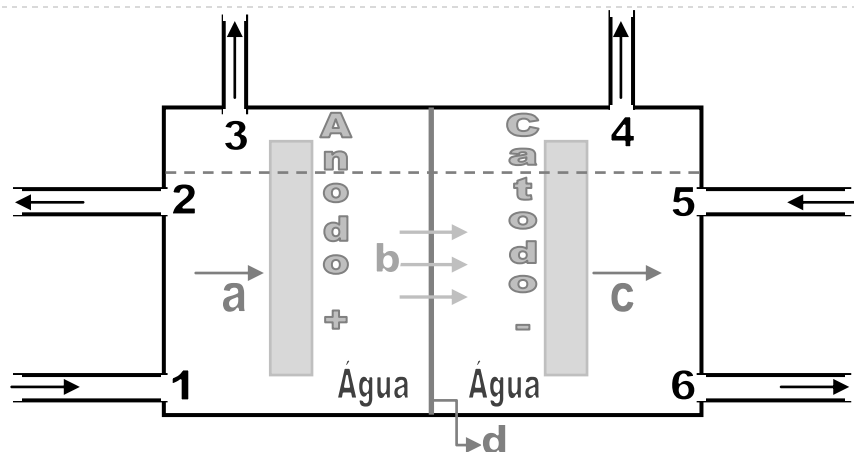
6: $NaOH(aq)$

a: Depósito de Cl^-

b: Passagem de Na^+

c: Ionização da Água

d: Membrana permeável à íons



*Ânodo: Ti ativado.

*Cátodo: Aço inoxidável ou Ni.

b $Cl_2(g) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HClO(aq) + Cl^-(aq)$

$HClO$: alvejante; oxida os corantes coloridos em incolores.

ClO_4^- : oxidante superpoderoso.

NH_4ClO_4 : primeiro estágio de propulsão dos foguetes.

⇒ Metalurgia

- Ferro

1: Coque/calcário (minério)

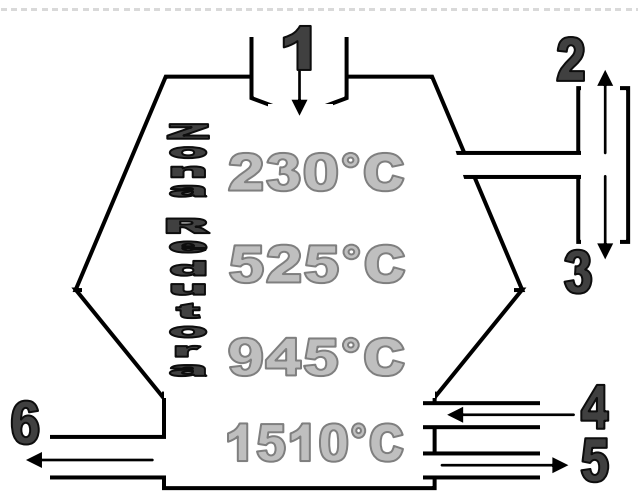
2: Gás da chaminé

3: Gases aquecidos; reaquecer o ar

4: Ar quente

5: Escória

6: Ferro fundido (impuro)



a $Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 2Fe(l) + 3CO(g)$

b $Fe_2O_3(s) + 3CO(s) \rightarrow 2Fe(l) + 3CO_2(g)$

c Alto-Forno: adição de outros metais para fabricação de ligas.

d Purificação do Ferro:

Forno Panela: O_2 (puro) oxida o P, S e C à P_4O_{10} , SO_2 e CO_2 , que reagem com CaO.

- Cobre: Minérios na forma de sulfetos (*Calcopirita*: $CuFeS_2$; *Calcocita*: Cu_2S ; *Covalita*: CuS).

a $CuFeS_2(s) + 3CuCl_2(aq) \rightarrow 4CuCl(s) + FeCl_2 + 2S$

b $CuCl(s) + Cl^- \rightarrow [CuCl_2]^-$

c $2[CuCl_2]^- \rightarrow Cu(s) + CuCl_2(aq) + Cl^-(aq)$

d $Cu^{2+}(aq) + Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$

⇒ Combustíveis

- Combustíveis fósseis: CH_4 (GNV).
- Energia Solar; Biomassa: Energia coletada recentemente.

- Hidrogênio: Boa forma de armazenar; 142kJ/g de H₂; células de combustíveis elétricas movidas a H₂; maior relação energia/massa.

⇒ Difusão e Efusão

- Difusão: Movimento aleatório de moléculas, de todos os gases e em todas as direções.
- Efusão: Movimento do gás através de uma minúscula abertura, passando de um recipiente de maior pressão para um de menor pressão.

⇒ Famílias de Elementos

- 1A: Metais alcalinos; muito reativos; encontrados em compostos.
- 2A: Metais alcalinos terrosos; Be não reage com H₂O.
- 3A: Alumínio é o metal mais abundante na crosta terrestre; Boro fluxo para trabalho em metal, agente de limpeza, anti-séptico.
- 4A: Carbono vem em forma grafite, diamante e fulereno; Silício vem em forma de argila, quartzo e ametista.
- 5A: Nitrogênio é presente na clorofila, nas proteínas, no DNA e em um terço da atmosfera; Fósforo é presente nos ossos e dentes, P₄ é o fósforo branco (+ 5O₂ → P₄O₁₀: H₃PO₄); P₈ é o fósforo vermelho, usado nos palitos de fósforo.

⇒ Elemento e Fonte

- Ferro: Fermentos; ovos. (Hemoglobina e mioglobina)
- Zinco: Castanha; frango.
- Cobre: Ostras; castanha. (Músculos)
- Cálcio: Queijo suíço; leite; brócolis.
- Selênio: Manteiga; vinagre.

⇒ Compostos Hidratados


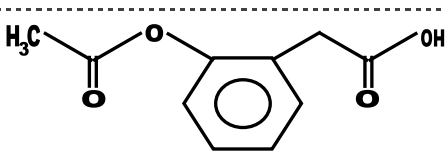
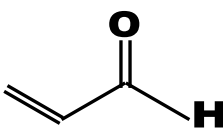
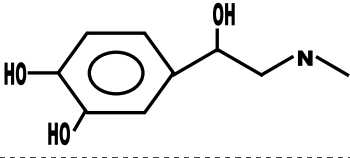
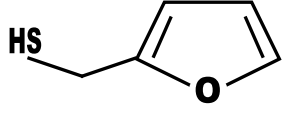
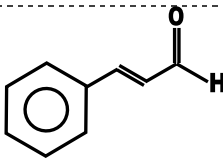
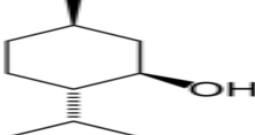
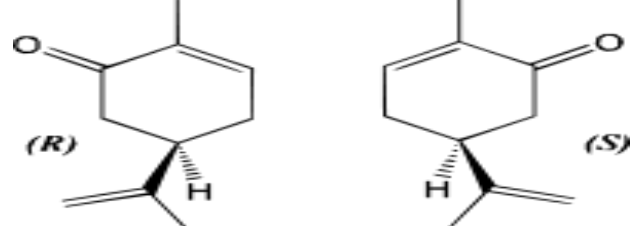
- Compostos iônicos preparados em solução aquosa e depois isolados como sólidos, terão frequentemente moléculas de água presas no retículo cristalino.
 - a Azul de Cobre: CuCl₂.2H₂O
 - b CaCl₂.6H₂O: Vermelho, mas invisível na escrita; Anidro é azul e visível na escrita.
 - c NiCl₂.6H₂O: Verde.
 - d Gipso: CaSO₄.2H₂O

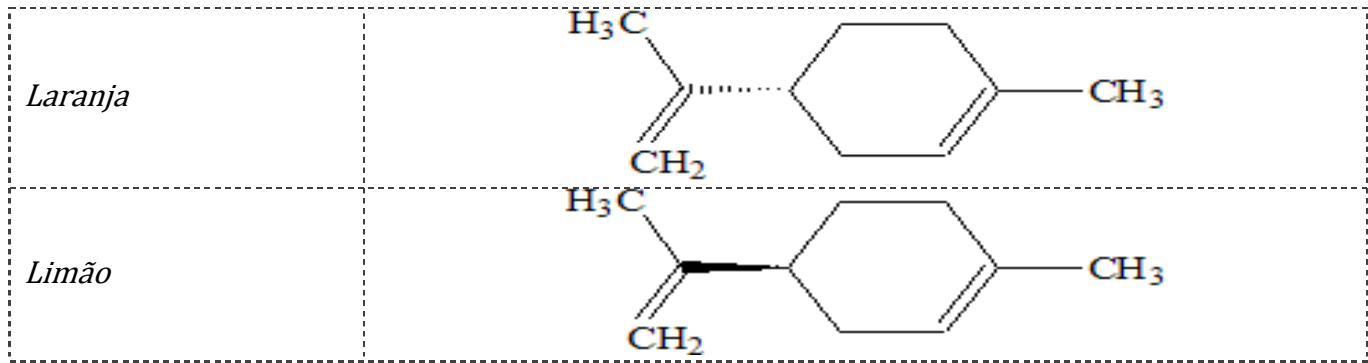
⇒ Solubilidade de Compostos em Água

- Solúveis
 - a Na⁺; K⁺; NH₄⁺.
 - b NO₃⁻; ClO₃⁻; ClO₄⁻; CH₃CO₂⁻.
 - c Cl⁻; Br⁻; I⁻ (Exceção: Ag⁺, Hg₂²⁺, Pb²⁺).
 - d F⁻ e SO₄²⁻ (Exceção: Mg²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺, Pb²⁺).
- Insolúveis
 - a Exceto: Família 1A e NH₄⁺.
 - b Todos: CO₃²⁻, PO₄³⁻, C₂O₄²⁻, CrO₄²⁻.
 - c Maioria: S²⁻, OH⁻, M_{etal}O.

⇒ Importantes

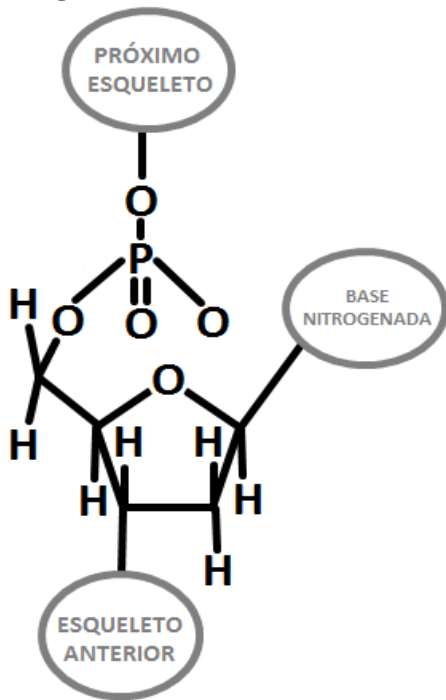
<i>Flurita</i>	CaF ₂
<i>Água-marinha</i>	Pedra semipreciosa azulada
<i>CaCO₃</i>	Pedra calcária, corais, conchas, mármore, giz (calcita)
<i>Galena</i>	PbS
<i>Rubi</i>	Al ₂ O ₃ + Cr ³⁺
<i>Apatita</i>	Ca ₂ (PO ₄) ₃ F
<i>Celestita</i>	SrSO ₄
<i>Siderita</i>	FeCO ₃
<i>Aspartame</i>	Adoçante artificial.
<i>BHA</i>	Antioxidante de alimentos, hidroxianisol butilado (C ₁₁ H ₁₆ O ₂).

<i>Acetonitrila</i>	Coma do cometa (CH ₃ CN).	
<i>Ácido Succínico</i>	Fungos e líquens (C ₂ H ₃ O ₂).	
<i>Eugenol</i>	Óleo de cravo.	
<i>Cadaverina</i>	C ₅ H ₁₄ N ₂ .	
<i>MMT</i>	Aditivo para gasolina (C ₉ H ₇ MnO ₃).	
<i>Antiácido Estomacal</i>	Subsalicilato de bismuto (C ₂₁ H ₁₅ Bi ₃ O ₁₂).	
<i>Millerita</i>	Meteoritos (NiS).	
<i>Sulfato de Tálcio I</i>	Pesticida (Tl ₂ SO ₄).	
<i>Uréia</i>	CO _{2(g)} + NH _{3(g)} → NH ₂ CONH _{2(s)} + H ₂ O(l).	
<i>Ácido Benzóico</i>	Frutas silvestres.	
<i>Ta</i>	Ligas resistentes à corrosão; equipamentos cirúrgicos e odontológicos.	
<i>Am</i>	Detectores de fumaça.	
<i>Sacarina</i>	500% mais doce que o açúcar (C ₇ H ₅ NO ₃ S), resíduo amargo e metálico amplamente utilizado.	
<i>Cisplatina</i>	Agente de Quimioterapia	
<i>Aspirina</i>	C ₉ H ₈ O ₄	
<i>Acroleína</i>	Plásticos	
<i>Epinafrina</i>	Broncodilatador e antiglaucoma	
<i>Furilmetanotiol</i>	Aroma de Café	
<i>Cinamaldeído</i>	Óleo de Canela	
<i>Mentol</i>	Sabões, perfumes, alimentos	
<i>Carvona</i>		

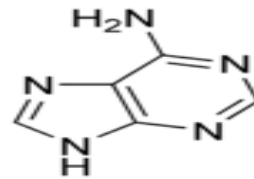


⇒ DNA

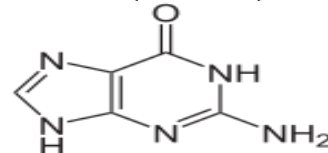
- Possuem, em cada hélice, um fosfato, uma molécula desoxirribose e uma base nitrogenada (A, G, T, C).
- “Esqueleto”:



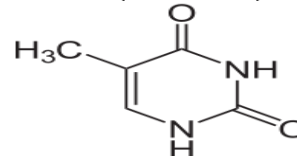
a Adenina (C₅H₅N₅)



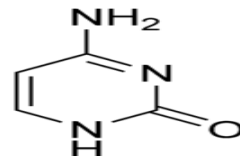
b Guanina (C₅H₅N₅O)



c Timina (C₅H₆N₂O₂)



d Citosina (C₄H₅N₃O)



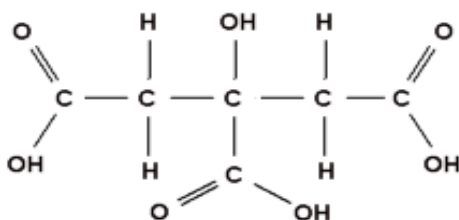
⇒ Estereoisômeros

- Compostos que apresentam isomeria.

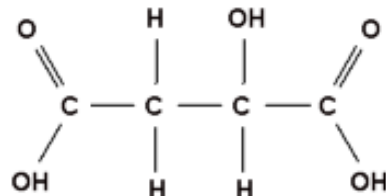
⇒ Ácidos carboxílicos

OBS: Ácido úrico, parte do metabolismo das proteínas, não é ácido carboxílico!

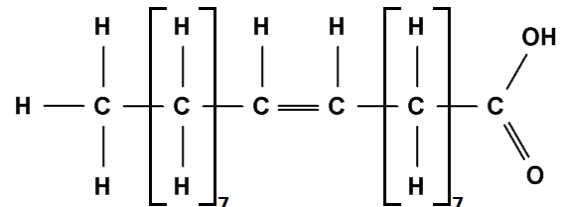
- Cítrico



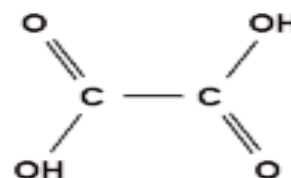
- Málico



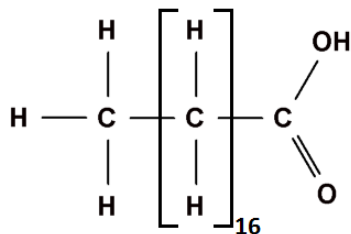
- Oléico



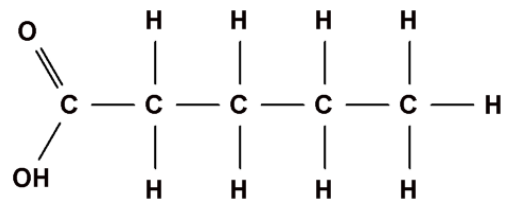
- Oxálico (espinafre, repolho, tomate)



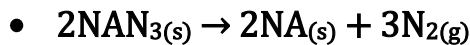
- Esteárico



- Valérico



⇒ Air Bag



⇒ Tensão Superficial

- Resistência da “pele” de um líquido, energia para atravessar a superfície ou vencer a resistência de uma gota de líquido e espalhá-lo em uma superfície na forma de filme.

⇒ Ação Capilar

- Forças de coesão entre o líquido e a superfície.

⇒ Viscosidade

- Resistência dos líquidos ao escoamento.

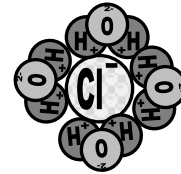
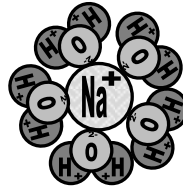
⇒ Observações sobre Ligações Químicas

<u>Tipos de Ligações</u>	<u>Exemplos</u>	<u>Unidades Estruturais</u>	<u>Forças Intermoleculares</u>	<u>Propriedades</u>
Iônico	NaCl, K ₂ SO ₄ , CaCl ₂ .	Íons positivos e negativos. Não há moléculas separadas.	Atração entre íons positivos e negativos.	Duro, quebradiço, condutividade baixa quando sólido e boa quando líquido.
Metálico	Fe, Ag, Cu, ligas.	Íons metálicos com elétrons deslocalizados.	Atração entre íons metálicos e elétrons.	Maleável, dúctil, alta condutividade líquido ou sólido, alto ponto de fusão e nível de dureza.
Molecular	H ₂ , H ₂ O.	Moléculas.	Forças de dispersão, dipolo-dipolo, pontes de hidrogênio.	Macio, baixa condutividade sólido ou líquido, pontos de fusão e ebulição relativamente baixos.
Reticular	Diamante, grafite, mira, quartzo.	Átomos presos em uma rede 2D ou 3D.	Covalente, ligações de pares de elétrons	Grande dureza e alto ponto de fusão, condutividade baixa.
Amorfo	Vidro, nylon, polietileno.	Redes ligadas covalentemente sem regularidade.	Covalente, ligações de pares de elétrons	Não cristalino, alto ponto de fusão e baixa condutividade.

⇒ Algumas Reações Importantes

- $(\text{XO}_3^-)_{(\text{s})} \xrightarrow{\Delta} (\text{X}^-)_{(\text{s})} + \text{O}_2(\text{g})$, X é um halogênio.
- $(\text{CO}_3^{2-})_{(\text{s})} \xrightarrow{\Delta} \text{M}_x\text{O}_y(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, exceção quando M é metal alcalino.
- $(\text{HCO}_3^-)_{(\text{s})} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_3^{2-}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- $\text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{M}_x\text{O}_y + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- $\text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{NO}_2^- + \text{O}_2$, metal ligado ao nitrato é alcalino.
- $\text{SO}_4^{2-} \xrightarrow{\Delta} \text{M}_x\text{O}_y(\text{s}) + \text{SO}_3(\text{g})$
- $\text{NH}_4^+ \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

- $\text{NaCl}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(g)} + \text{Cl}^-_{(g)}, \Delta H > 0.$
- $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}, \Delta H > 0.$
- $\text{Na}^+_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)}, \Delta H < 0.$
- $\text{Cl}^-_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Cl}^-_{(aq)}, \Delta H < 0.$



As moléculas da água, como moléculas polares, sofrem atração eletrostática pelos íons do sal, formando uma espécie de blindagem que impede a formação de cristais.

⇒ Reações de Íons

- Alumínio, NOX +3:
 - $\text{Al}^{3+} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$ precipitado branco gelatinoso.
 - $\text{Al}^{3+} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$ precipitado branco gelatinoso.
 - $\text{Al}^{3+} + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$ precipitado branco gelatinoso.
 - $\text{Al}^{3+} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{AlPO}_4$ precipitado branco gelatinoso.
 - $\text{Al}^{3+} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$ precipitado branco gelatinoso.
- Bário, NOX +2:
 - $\text{Ba}^{2+} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3$ precipitado branco.
 - $\text{Ba}^{2+} + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{BaC}_2\text{O}_4$ precipitado branco.
 - $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{dil.}) \rightarrow \text{BaSO}_4$ precipitado branco.
 - $\text{Ba}^{2+} + \text{CaSO}_4(\text{sat.}) \rightarrow \text{BaSO}_4$ precipitado branco.
 - $\text{Ba}^{2+} + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{BaCrO}_4$ precipitado amarelo.
- Cálcio, NOX +2:
 - $\text{Ca}^{2+} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3$ precipitado branco amorfo.
 - $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{dil.}) \rightarrow \text{CaSO}_4$ precipitado branco amorfo.
 - $\text{Ca}^{2+} + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$ precipitado branco amorfo.
- Carbonato, NOX -2:
 - $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+}$ ou Ba^{2+} citada em itens anteriores.
 - $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCl}(\text{dil.}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
 - $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3$ precipitado branco.
- Cobre, com NOX +2:
 - $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}$ precipitado preto.
 - $\text{Cu}^{2+} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$ azul $\xrightarrow{\Delta} \text{CuO}$ preto.
 - $\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
 - $\text{Cu}^{2+} + \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow \text{Cu}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ marrom-avermelhado; azul se em NH_4OH .
 - $\text{Cu}^{2+} + \text{KI} \rightarrow \text{CuI}_2$ marrom $\xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{I}_2$ precipitado branco.
- Ferro, com NOX +2:
 - $\text{Fe}^{2+} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ precipitado branco.
 - $\text{Fe}^{2+} + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{FeS}$ precipitado preto.
 - $\text{Fe}^{2+} + \text{KCN} \rightarrow \text{Fe}(\text{CN})_2$ precipitado marrom-avermelhado.
 - $\text{Fe}^{2+} + \text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- Ferro, com NOX +3:
 - $\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ precipitado marrom-avermelhado.
 - $\text{Fe}^{3+} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ precipitado marrom-avermelhado.
 - $\text{Fe}^{3+} + (\text{NH}_4)_2\text{S} \xrightarrow{\text{meio ácido}} \text{FeS} + \text{S}$ precipitado preto.
 - $\text{Fe}^{3+} + (\text{NH}_4)_2\text{S} \xrightarrow{\text{meio básico}} \text{Fe}_2\text{S}_3$ precipitado preto.
 - $\text{Fe}^{3+} + \text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow \text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ solução marrom.
 - $\text{Fe}^{3+} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3$ solução marrom-avermelhada.
 - $\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4\text{CNS} \rightarrow [\text{Fe}(\text{CNS})_6]^{3-}$ solução vermelho-escura.
- Magnésio, NOX +2:

- a $Mg^{2+} + NH_4OH \rightarrow Mg(OH)_2$ precipitado branco.
- b $Mg^{2+} + NaOH \rightarrow Mg(OH)_2$ precipitado branco.
- c $Mg^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3, Mg(OH)_2, 5H_2O$ precipitado branco.
- d $Mg^{2+} + Na_2HPO_4 \rightarrow Mg(NH_4)PO_4$ precipitado branco cristalino.
- Mercúrio, com NOX +2:
 - $Hg^{2+} + H_2S \rightarrow HgS$ precipitado preto.
 - $Hg^{2+} + NaOH \rightarrow HgO$ precipitado amarelo.
 - $Hg^{2+} + NH_4OH \rightarrow$ Amino – mercúrico precipitado branco.
 - $Hg^{2+} + SnCl_2 \rightarrow Hg_2Cl_2$ precipitado branco $\rightarrow Hg_{(l)}$ cinza.
 - $Hg^{2+} + KI \rightarrow HgI_2$ precipitado vermelho.
 - Mercúrio, com NOX +1:
 - $Hg_2^{2+} + HCl_{(dil.)} \rightarrow Hg_2Cl_2$ precipitado branco.
 - $Hg_2^{2+} + KI_{(aq.)} \rightarrow Hg_2I_2$
 - $Hg_2^{2+} + K_2CrO_{4(aq.)} \rightarrow Hg_2CrO_4$ vermelho.
 - $Hg_2^{2+} + H_2S \rightarrow HgS$ e Hg precipitado preto.
 - $Hg_2^{2+} + NaOH \rightarrow Hg_2O$ precipitado preto.
 - $Hg_2^{2+} + NH_4OH \rightarrow$ Amino – mercúrico (EX.: $Hg_2O(NH_2)NO_3$)
 - $Hg_2^{2+} + SnCl_2 \rightarrow Hg$
 - Chumbo, com NOX +2:
 - $Pb^{2+} + HCl_{(dil.)} \rightarrow PbCl_2$ precipitado branco.
 - $Pb^{2+} + KI_{(aq.)} \rightarrow PbI_2$ precipitado amarelo.
 - $Pb^{2+} + H_2SO_{4(conc.)} \rightarrow PbSO_4$ precipitado branco.
 - $Pb^{2+} + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4$ precipitado amarelo.
 - $Pb^{2+} + H_2S \rightarrow PbS$ precipitado preto.
 - $Pb^{2+} + NaOH_{(aq.)} \rightarrow Pb(OH)_2$ precipitado branco.

⇒ Indicadores Ácido-Base

<u>Indicador</u>	<u>Meio "Ácido"</u>	<u>Meio "Neutro"</u>	<u>"Meio Básico"</u>
<u>Fenolftaleína</u>	Incolor (pH<8,2)	Rosa (8<pH<10)	Roxo (10<pH<12)
<u>Alaranjado de Metila</u>	Vermelho (pH<3,1)	Amarelo (pH>4,4)	Amarelo
<u>Azul de Tornassol</u>	Vermelho (pH<4,5)	Violeta	Azul (pH>8,3)
<u>Azul de Bromotimol</u>	Amarelo (pH<6,6)	Esverdeado	Azul (pH>7,6)
<u>Vermelho de Metila</u>	Vermelho (pH<4,4)	Amarelo (pH>6,2)	Amarelo
<u>Violeta de Metila</u>	Amarelo (pH<1,6)	Violeta (pH>1,6)	Violeta