Reazioni

Reagenti → Prodotti Irreversibile

Reagenti ⇆ Prodotti Reversibile – di equilibrio

$H_{2\,(g)} + Cl_{2\,(g)} \rightarrow 2\,HCl_{\,(g)}$

Stato di aggregazione

- (s) Solido
- (l) Liquido
- (g) Gassoso
- (aq) Soluzione acquosa

Condizioni di reazione

H_2O

$NaCl_{\,(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ Dissociazione (elettroliti)

Calore

Δ

$CaCO_{3\,(s)} \rightarrow CaO_{\,(s)} + CO_{2\,(g)}$

Sviluppo di gas

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$

Forma molecolare

$AgNO_3 + NaCl \rightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$ precipitato

$Ag^+ + \cancel{NO_3^-} + \cancel{Na^+} + Cl^- \rightarrow \cancel{Na^+} + \cancel{NO_3^-} + AgCl\downarrow$

Forma ionica

$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$

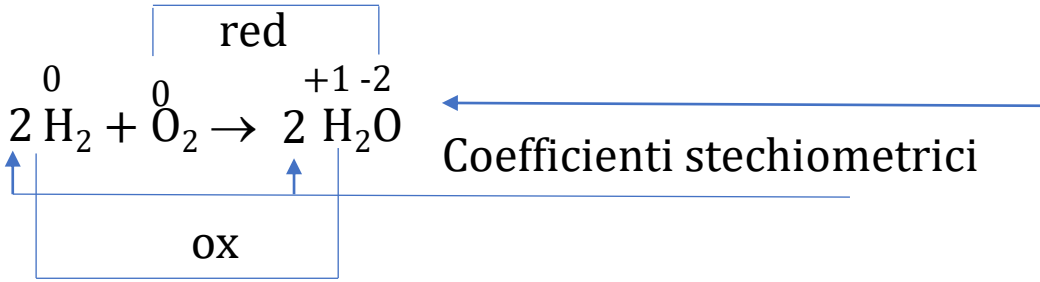
$AgNO_3 \rightarrow Ag^+ + NO_3^-$

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

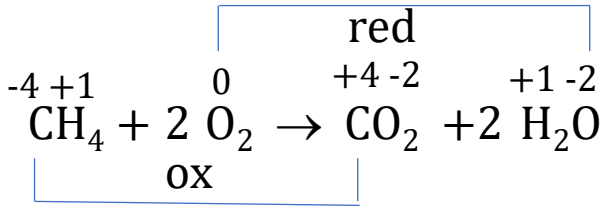
$NaNO_3 \rightarrow Na^+ + NO_3^-$

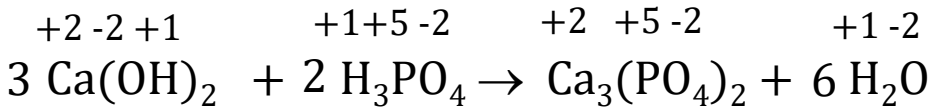
Bilanciamento delle reazioni

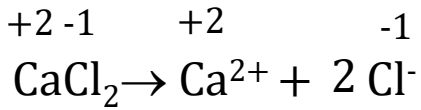
Numeri di ossidazione



Bilanciamento delle masse

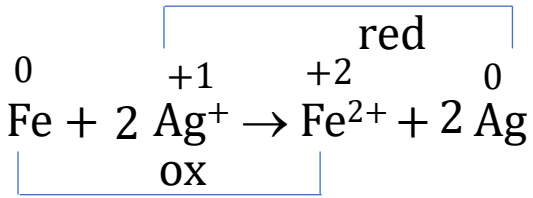






Ossidoriduzione RedOx
Aumento N_{OX} → ossidazione
Diminuzione N_{OX} → riduzione

Bilanciamento delle cariche



Ossidoriduzioni

H_2O

Zn

$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$

red

$\overset{0}{Zn} + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + \overset{0}{Cu}$

ox

riducente → $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2\ e^-$ (semireazione di ossidazione)

ossidante → $Cu^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu$ (riduzione)

$Zn + Cu^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu + Zn^{2+} + 2\ e^-$

Scambio di elettroni

$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$ ← ossidoriduzione

Metodo ionico-elettronico

Reazioni in soluzione acquosa

red

$Cu^{2+} + Al \rightarrow Cu + Al^{3+}$

ox

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3\ e^-$ | x2

$Cu^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu$ | x3

$3\ Cu^{2+} + 6\ e^- + 2\ Al \rightarrow 3\ Cu + 2\ Al^{3+} + 6\ e^-$

$3\ Cu^{2+} + 2\ Al \rightarrow 3\ Cu + 2\ Al^{3+}$

red

0 +1 -1 +2 -1 0

$Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$

ox

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2\ e^-$

$2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2$

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

$ZnCl_2 \rightarrow Zn^{2+} + 2\ Cl^-$

$Zn + 2\ H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$ ⟸ Forma ionica

$Zn + H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$

$Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ ⟸ Forma molecolare

~~$Cu + HCl$~~

$Cu + HNO_3$ $\qquad HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$

red

$\overset{0}{Cu} + \overset{+5\ -2}{NO_3^-} + \overset{+1}{H^+} \rightarrow \overset{+2}{Cu^{2+}} + \overset{+2\ -2}{NO} + \overset{+1\ -2}{H_2O}$

ox

$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2\ e^-$ $\qquad$ x3

$\overset{+5}{NO_3^-} + 3\ e^- + 4\ H^+ \rightarrow \overset{+2}{NO} + 2\ H_2O$ $\qquad$ x2

$3\ Cu + 2\ NO_3^- + 8\ H^+ \rightarrow 3\ Cu^{2+} + 2\ NO + 4\ H_2O$

red

$\overset{+7\ -2}{MnO_4^-} + \overset{+1\ -2}{H_2S} + \overset{+1}{H^+} \rightarrow \overset{+2}{Mn^{2+}} + \overset{0}{S} + \overset{+1\ -2}{H_2O}$

ox

$\overset{-2}{H_2S} \rightarrow \overset{0}{S} + 2\ e^- + 2\ H^+$ $\qquad$ x5

$\overset{+7}{MnO_4^-} + 5\ e^- + 8\ H^+ \rightarrow \overset{+2}{Mn^{2+}} + 4\ H_2O$ $\qquad$ x2

$2\ MnO_4^- + 5\ H_2S + \cancel{16\ H^+} \rightarrow 2\ Mn^{2+} + 5\ S + 8\ H_2O + \cancel{10\ H^+}$

$2\ MnO_4^- + 5\ H_2S + 6\ H^+ \rightarrow 2\ Mn^{2+} + 5\ S + 8\ H_2O$

red

+6 -2   +2   +1   +3   +3   +1 -2

$$Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} + H^+ \rightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+} + H_2O$$

ox

$$2x+7(-2)=-2$$

red

+7 -2   -2   +1 -2   +4 -2   0   -2 +1

$$MnO_4^- + S^{2-} + H_2O \rightarrow MnO_2 + S + OH^-$$

ox

$$KMnO_4 + K_2S + H_2O \rightarrow MnO_2 + S + KOH$$

+7   +2

$$MnO_4^- + 5\,e^- + 8\,H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O$$

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^- \quad \text{x6}$$

+6   +3

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\,e^- + 14\,H^+ \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\,Fe^{2+} + 14\,H^+ \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,Fe^{3+} + 7\,H_2O$$

$$S^{2-} \rightarrow S + 2\,e^- \quad \text{x3}$$

+7   +4

$$MnO_4^- + 3\,e^- + 2\,H_2O \rightarrow MnO_2 + 4\,OH^- \quad \text{x2}$$

$$2\,MnO_4^- + 3\,S^{2-} + 4\,H_2O \rightarrow 2\,MnO_2 + 3\,S + 8\,OH^-$$

$$2\,KMnO_4 + 3\,K_2S + 4\,H_2O \rightarrow 2\,MnO_2 + 3\,S + 8\,KOH$$

disproporzione

red

$\overset{0}{S} + \overset{-2\ +1}{OH^-} \rightarrow \overset{-2}{S^{2-}} + \overset{+2\ \ -2}{S_2O_3^{2-}} + \overset{+1\ -2}{H_2O}$

ox

Tiosolfato $S_2O_3^{2-}$ $2x+3(-2)=-2$

Solfato SO_4^{2-}

$S + NaOH \rightarrow Na_2S + Na_2S_2O_3 + H_2O$

$\overset{0}{2S} + 6\ OH^- \rightarrow \overset{+2}{S_2O_3^{2-}} + 4\ e^- + 3\ H_2O$

$S + 2\ e^- \rightarrow S^{2-}$ x2

$4S + 6\ OH^- \rightarrow 2\ S^{2-} + S_2O_3^{2-} + 3\ H_2O$

$4\ S + 6\ NaOH \rightarrow 2\ Na_2S + Na_2S_2O_3 + 3\ H_2O$

Rapporti ponderali nelle reazioni chimiche

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

Calcolare: a) i grammi di O_2 che reagiscono con 6,0 g di C;

$PA_C = 12$ g/mol $\quad n_C = \frac{g_C}{PA_C} = \frac{6}{12} = 0{,}5$ mol $\quad n_{O_2} = n_C = 0{,}5$ mol

$PM_{O_2} = 2PA_O = 2x16 = 32$ g/mol $\quad g_{O_2} = n_{O_2} x\, PM_{O_2} = 0{,}5\ x32 = 16$ g

b) i grammi di CO_2 che si formano nella reazione.

$n_{CO_2} = n_{O_2} = n_C = 0{,}5$ mol

$PM_{CO_2} = PA_C + 2PA_O = 12+2x16 = 44$ g/mol $\quad g_{CO_2} = n_{CO_2} x PM_{CO_2} = 0{,}5\ x44 = 22$ g

$g_{PRODOTTI} = g_{REAGENTI} \quad g_{CO_2} = g_C + g_{O_2} = 6+16 = 22$ g

Bilanciare la seguente reazione: $N_2 + 3\,H_2 \rightarrow 2\,NH_3$

Calcolare: a)quanti g di H_2 reagiscono con 7,0 g di N_2;

$PM_{N_2} = 2PA_N = 2x14 = 28$ g/mol $\qquad n_{N_2} = \frac{g_{N_2}}{PM_{N_2}} = \frac{7}{28} = 0{,}25$ mol

$n_{H_2} : n_{N_2} = 3:1 \Rightarrow n_{H_2} = 3\,n_{N_2} = 3x\,0{,}25 = 0{,}75$mol

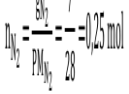
$PM_{H_2} = 2PA_H = 2$ g/mol $\qquad g_{H_2} = n_{H_2} x\, PM_{H_2} = 0{,}75\ x2 = 1{,}5$ g

b) quanti g di NH_3 si formano.

$n_{NH_3} = 2\,n_{N_2} = 2x0{,}25 = 0{,}5$ mol $\qquad PM_{NH_3} = PA_N + 3PA_H = 14+3x1 = 17$ g/mol

$g_{NH_3} = n_{NH_3} x PM_{NH_3} = 0{,}5\ x17 = 8{,}5$ g

$g_{PRODOTTI} = g_{REAGENTI} \qquad g_{NH_3} = g_{N_2} + g_{H_2} = 7+1{,}5 = 8{,}5$ g



Bilanciare la seguente reazione: $C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

E calcolare: a) quanti g di O_2 reagiscono con 2,2 g di C_3H_8;

$PM_{C_3H_8} = 3PA_C + 8PA_H = 3x12+8 = 44$ g/mol $\qquad n_{C_3H_8} = \frac{g_{C_3H_8}}{PM_{C_3H_8}} = \frac{2,2}{44} = 0,05$ mol

$n_{O_2} = 5\ n_{C_3H_8} = 5x0,05 = 0,25$ mol $\qquad PM_{O_2} = 32$ g/mol $\qquad g_{O_2} = n_{O_2} x\ PM_{O_2} = 0,25\ x32 = 8$ g

b) quanti g di CO_2 e di H_2O si formano.

$n_{CO_2} = 3n_{C_3H_8} = 3x0,05 = 0,15$ mol $\qquad PM_{CO_2} = 44$ g/mol $\qquad g_{CO_2} = n_{CO_2} x PM_{CO_2} = 0,15\ x44 = 6,6$ g

$n_{H_2O} = 4n_{C_3H_8} = 4x0,05 = 0,2$ mol $\qquad PM_{H_2O} = 18$ g/mol $\qquad g_{H_2O} = n_{H_2O} x\ PM_{H_2O} = 0,2x18 = 3,6$ g

$$g_{PRODOTTI} = g_{REAGENTI}$$

Calcolare i grammi di CO_2 che si formano quando 6,0 g di C vengono messi a reagire con 24,0 g di O_2.

$PA_C = 12$ g/mol $\quad n_C = \frac{g_C}{PA_C} = \frac{6}{12} = 0{,}5$ mol ⟵ Reagente in difetto ⟶ Reagente limitante

$PM_{O_2} = 32$ g/mol $\quad n_{O_2} = \frac{g_{O_2}}{PM_{O_2}} = \frac{24}{32} = 0{,}75$ mol $> n_C$ ⟵ Reagente in eccesso

C	+ O_2 →	CO_2	
0,5	0,75	/	Moli iniziali
-0,5	-0,5	+0,5	Reazione
/	0,25	0,5	Moli finali

$\Delta n_{O_2} = \Delta n_C = -0{,}5$ mol

$\Delta n_{CO_2} = |\Delta n_{O_2}| = |\Delta n_C| = 0{,}5$ mol

$n_{CO_2} = 0{,}5$ mol $\quad g_{CO_2} = n_{CO_2} \times PM_{CO_2} = 0{,}5 \times 44 = 22$ g

$n^f_{O_2} = 0{,}25$ mol $\quad g^f_{O_2} = n^f_{O_2} \times PM_{O_2} = 0{,}25 \times 32 = 8$ g

$g_{CO_2} + g^f_{O_2} = 22+8 = g_C + g_{O_2} = 6+24 = 30$ g

Calcolare i grammi di H_2O che si formano quando 4,0 g di H_2 vengono messi a reagire con 16,0 g di O_2.

$PM_{H_2} = 2$ g/mol

$n_{H_2} = \frac{g_{H_2}}{PM_{H_2}} = \frac{4}{2} = 2{,}0$ mol

$PM_{O_2} = 32$ g/mol

$n_{O_2} = \frac{g_{O_2}}{PM_{O_2}} = \frac{16}{32} = 0{,}5$ mol

In eccesso

$$\frac{n_{H_2}}{n_{O_2}} = \frac{2}{0{,}5} = 4 > 2$$

In difetto

2:1

$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$

2	0,5	/	Moli iniziali
-1	-0,5	+1	Reazione
1	/	1	Moli finali

$\Delta n_{H_2} = 2\Delta n_{O_2} = 2(-0{,}5) = -1$ mol

$\Delta n_{H_2O} = |\,\Delta n_{H_2}\,| = 2\,|\,\Delta n_{O_2}\,| = 1$ mol

$g_{H_2O} = n_{H_2O} \times PM_{H_2O} = 1 \times 18 = 18$ g