

Laurea Triennale in Geologia
226SM - CHIMICA GENERALE CON
LABORATORIO ED ELEMENTI DI
ORGANICA

**Esperienza
N° 2**

**Laboratorio di
Chimica
Generale**

**Equilibri in
soluzione**

EQUILIBRI

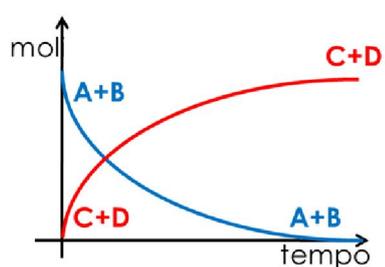
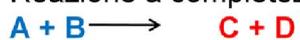
- Verifica della legge di azione di massa
- Verifica dell'effetto della temperatura

- Equilibri chimici dello ione Fe^{3+}
- Equilibri chimici dello ione Co^{2+}

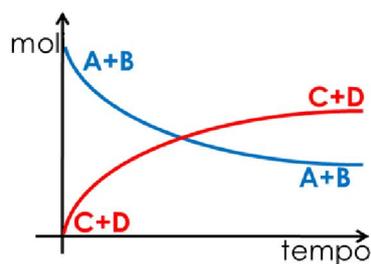
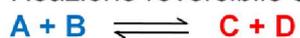
EQUILIBRI

Non tutte le reazioni giungono a completezza consumando tutti i reagenti. Alcune reazioni raggiungono uno stato di **equilibrio chimico** in cui sono ancora presenti una parte dei reagenti, accanto ai prodotti di reazione.

Reazione a completezza:

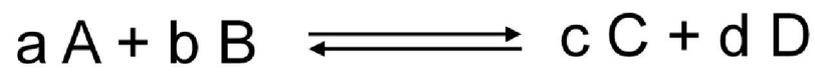


Reazione reversibile o all'equilibrio:



EQUILIBRI

- Equilibrio chimico



Si instaura un equilibrio quando la velocità delle reazioni diretta ed inversa si equivalgono.

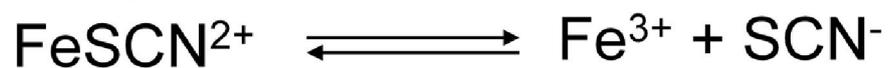
$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Legge di azione di massa

EQUILIBRI

- Esercizio:

Vengono mescolati 250 mL di soluzione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.010M con 150 mL di soluzione di NH_4SCN 0.050 M. Calcolare le concentrazioni delle varie specie all'equilibrio considerando la reazione:



$$K = 3.00 \cdot 10^{-4}$$

EQUILIBRI

Vengono mescolati 250 mL di soluzione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.010M con 150 mL di soluzione di NH_4SCN 0.050 M. Calcolare le concentrazioni delle varie specie all'equilibrio considerando la reazione:

$$[\text{Fe}^{3+}]_i = \frac{[\text{Fe}^{3+}]_s * V_s}{V_{\text{MIX}}} = \frac{0.010 * 250}{250 + 150} = 6.25 * 10^{-3} \text{M}$$

$$[\text{SCN}^-]_i = \frac{[\text{SCN}^-]_s * V_s}{V_{\text{MIX}}} = \frac{0.050 * 150}{250 + 150} = 1.87 * 10^{-2} \text{M}$$

	FeSCN^{2+}	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+	SCN^-
C_i	----		$6.25 * 10^{-3}$		$1.87 * 10^{-2}$
Δ	+ x		- x		- x
C_{eq}	x		$6.25 * 10^{-3} - x$		$1.87 * 10^{-2} - x$

EQUILIBRI

Vengono mescolati 250 mL di soluzione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.010M con 150 mL di soluzione di NH_4SCN 0.050 M. Calcolare le concentrazioni delle varie specie all'equilibrio considerando la reazione:

	FeSCN^{2+}	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+	SCN^-
C_i	----		$6.25 * 10^{-3}$		$1.87 * 10^{-2}$
Δ	+ x		- x		- x
C_{eq}	x		$6.25 * 10^{-3} - x$		$1.87 * 10^{-2} - x$
			$5.88 * 10^{-3} + x$		

$$K = \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^-]}{[\text{FeSCN}^{2+}]} = \frac{(6.25 * 10^{-3} - x)(1.87 * 10^{-2} - x)}{x} = 3.00 * 10^{-4}$$

~~$x_1 = 1.92 * 10^{-2} \text{ M}$~~

$x_2 = 6.10 * 10^{-3} \text{ M}$

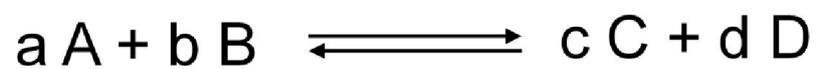
$[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{eq}} = 6.10 * 10^{-3} \text{ M}$

$[\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq}} = 1.45 * 10^{-4} \text{ M}$

$[\text{SCN}^-]_{\text{eq}} = 1.26 * 10^{-2} \text{ M}$

EQUILIBRI

- Equilibrio chimico



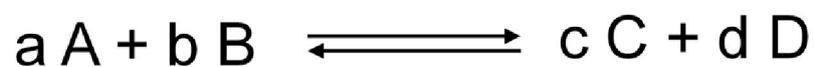
Per ogni singolo istante si può scrivere:

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

Quoziente di reazione

EQUILIBRI

- Equilibrio chimico



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

Se $Q < K$

La reazione si sta spostando verso la formazione dei prodotti

Se $Q > K$

La reazione si sta spostando verso la formazione dei reagenti

EQUILIBRI

- Principio di Le Châtelier

Quando un sistema all'equilibrio viene perturbato, il sistema reagisce in maniera tale da minimizzare la perturbazione

Possibili perturbazioni:

- Aggiunta di reagenti / prodotti
- Consumo di reagenti / prodotti (in un'altra reazione)
- Aumento / diminuzione di temperatura
- Aumento / diminuzione di pressione (se presenti componenti gassosi)

EQUILIBRI

- Esercizio:

Al sistema all'equilibrio precedente:



vengono aggiunti 15.00 mL di soluzione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.010M. Prevedere come si viene perturbato l'equilibrio e calcolare le concentrazioni delle varie specie al raggiungimento delle nuove condizioni di equilibrio.

EQUILIBRI

Al sistema all'equilibrio precedente, vengono aggiunti 15.00 mL di soluzione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.010M. Prevedere come si viene perturbato l'equilibrio e calcolare le concentrazioni delle varie specie al raggiungimento delle nuove condizioni di equilibrio.

$$\begin{aligned} [\text{Fe}^{3+}]_i &= \frac{[\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq1}} * V_{\text{MIX}} + [\text{Fe}^{3+}]_{\text{agg}} * V_{\text{agg}}}{V_{\text{MIX}} + V_{\text{agg}}} \\ &= \frac{1.45 * 10^{-4} * 400 + 0.010 * 15.00}{400 + 1.00} = 5.01 * 10^{-4} \text{M} \end{aligned}$$

$$[\text{SCN}^-]_i = \frac{[\text{SCN}^-]_{\text{eq1}} * V_{\text{MIX}}}{V_{\text{MIX}} + V_{\text{agg}}} = \frac{1.26 * 10^{-2} * 400}{400 + 15.00} = 1.21 * 10^{-2} \text{M}$$

$$[\text{FeSCN}^{2+}]_i = \frac{[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{eq1}} * V_{\text{MIX}}}{V_{\text{MIX}} + V_{\text{agg}}} = \frac{6.10 * 10^{-3} * 400}{400 + 15.00} = 5.88 * 10^{-3} \text{M}$$

EQUILIBRI

Al sistema all'equilibrio precedente, vengono aggiunti 15.00 mL di soluzione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.010M. Prevedere come si viene perturbato l'equilibrio e calcolare le concentrazioni delle varie specie al raggiungimento delle nuove condizioni di equilibrio.

	FeSCN^{2+}	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+	SCN^-
C_i	$5.88 \cdot 10^{-3}$		$5.01 \cdot 10^{-4}$		$1.21 \cdot 10^{-2}$
Δ					
C_{eq}					

$$Q = \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^-]}{[\text{FeSCN}^{2+}]} = \frac{5.01 \cdot 10^{-4} \cdot 1.21 \cdot 10^{-2}}{5.88 \cdot 10^{-3}} = 1.045 \cdot 10^{-3}$$

$$K = 3.00 \cdot 10^{-4}$$

In che direzione si sposterà l'equilibrio?

EQUILIBRI

Al sistema all'equilibrio precedente, vengono aggiunti 15.00 mL di soluzione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.010M. Prevedere come si viene perturbato l'equilibrio e calcolare le concentrazioni delle varie specie al raggiungimento delle nuove condizioni di equilibrio.

	FeSCN^{2+}	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+	SCN^-
C_i	$5.88 \cdot 10^{-3}$		$5.01 \cdot 10^{-4}$		$1.21 \cdot 10^{-2}$
Δ	+ x		- x		- x
C_{eq}	$5.88 \cdot 10^{-3} + x$		$5.01 \cdot 10^{-4} - x$		$1.21 \cdot 10^{-2} - x$

$$K = \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^-]}{[\text{FeSCN}^{2+}]} = \frac{(5.01 \cdot 10^{-4} - x)(1.21 \cdot 10^{-2} - x)}{5.88 \cdot 10^{-3} + x} = 3.00 \cdot 10^{-4}$$

~~$x_1 = 1.26 \cdot 10^{-2} \text{M}$~~

$x_2 = 3.42 \cdot 10^{-3} \text{M}$

$[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{eq}} = 6.22 \cdot 10^{-3} \text{M}$

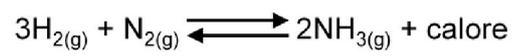
$[\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq}} = 1.59 \cdot 10^{-4} \text{M}$

$[\text{SCN}^-]_{\text{eq}} = 1.18 \cdot 10^{-2} \text{M}$

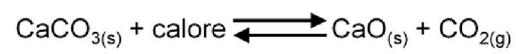
EQUILIBRI

- Effetto della temperatura

- Reazione esotermica



- Reazione endotermica



EQUILIBRI

- *Parte B*
- Preparare 10 mL di soluzione 0.100 M di NH_4SCN .
- Preparare 25 mL di due nuove soluzioni andando a diluire 10 volte le soluzioni a disposizione, ottenendo così una soluzione di Fe^{3+} 0.005 M and una soluzione di SCN^- 0.01 M.

EQUILIBRI

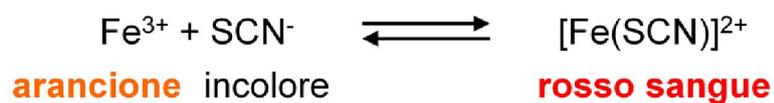
- Usando 4 provette e pipette graduate di adeguato volume, preparare le seguenti mescole (una per ogni provetta):

Provetta	Volume Fe ³⁺ 0.005M	Volume SCN ⁻ 0.01M	Volume H ₂ O
1	1.0	0.5	8.5
2	1.0	1.0	8.0
3	1.0	2.0	7.0
4	1.0	3.0	6.0

EQUILIBRI

- Si instaura l'equilibrio:

$$K = 3.00 \cdot 10^{-4}$$

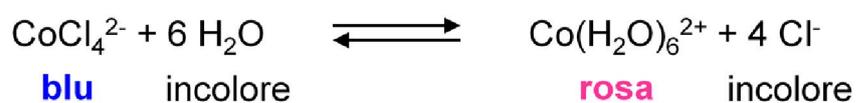


- Osservare l'intensità del colore della soluzione.
- Per ogni miscela, calcolare le concentrazioni delle varie specie in soluzione e, sulla base dei risultati, giustificare le osservazioni fatte.

EQUILIBRI

- *Parte C*

- Prelevare 5.0 mL di una soluzione 0.1M di CoCl_2 in etanolo anidro e porli in una provetta.
- Aggiungere H_2O goccia a goccia fermandosi alla prima goccia che fa diventare la soluzione completamente rosa (ancora con qualche riflesso viola).
- Si instaura l'equilibrio:



EQUILIBRI

Statuine segnatempo



EQUILIBRI

- Dividere la soluzione ottenuta in due provette.
- Alla prima provetta, aggiungere HCl conc. (*ATTENZIONE!!! sotto cappa*) e registrare il fenomeno osservato.
- Usare la seconda provetta per verificare l'effetto del cambiamento di temperatura, ponendola prima in bagnomaria a 50-60°C e successivamente in bagno a ghiaccio. Registrare il fenomeno osservato.

Smaltimento dei rifiuti

- Parte A: nessun problema di tossicità.
- Parte B: riunire tutte le soluzioni in ambiente basico nella bottiglia dei metalli pesanti.
- Parte C: smaltire tutte le soluzioni ed acetone usato per lavaggio nel recupero dei solventi non clorurati.

Per casa: compilazione della scheda.

- Parte A: Descrivere fenomeno osservato e giustificarlo.
- Parte B: Calcolare le concentrazioni delle specie in soluzione nelle varie provette. Sulla base dei risultati, descrivere fenomeno osservato e giustificarlo.
- Parte C: Descrivere fenomeno osservato e giustificarlo.