Chemical Equilibrium:

$$H_2O(s) \rightleftharpoons H_2O(l)$$

i) একমুখী বিক্রিয়া
ii) উভমুখী বিক্রিয়া

i) একমুখী বিক্রিয়া (Irreversible Reaction)

$$AgNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow AgCl(s)\downarrow + KNO_3(aq)$$

(AgCl: white precipitate)

ii) উভমুখী বিক্রিয়া (Reversible Reaction)

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

→ সম্মুখ বিক্রিয়া (Forward Rxn)
← বিপরীত বিক্রিয়া (Backward Rxn)

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

সমসত্ত্ব এবং অসমসত্ত্ব সাম্যাবস্থা:

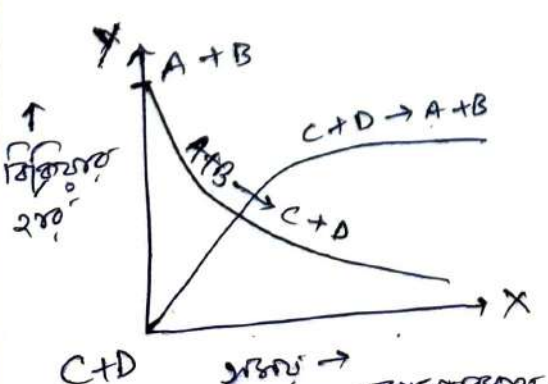
↓ Homogeneous Equilibrium
বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলি একই দশায় অবস্থান করে।

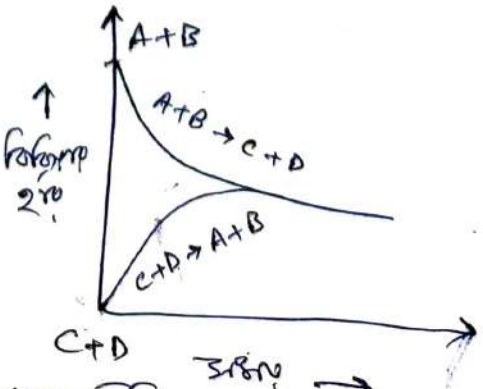
Ex: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3$

↓ Heterogeneous Equilibrium
বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলি একাধিক দশায় উপস্থিত থাকে।

Ex: $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ (CaO: পোড়াচুন)

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$





সাম্যাবস্থায় সম্মুখ বিক্রিয়ার হার = বিপরীত বিক্রিয়ার হার

ভরক্রিয়ার সূত্র: (Law of Mass Action)

সূত্র: স্থির উষ্ণতায় কোনো নির্দিষ্ট মুহূর্তে রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার (r) ওই মুহূর্তে বিক্রিয়া তন্ত্রে (system) উপস্থিত প্রতিটি বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক।

'[ ]' বোঝানো হয়

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

$$\therefore r \propto [A][B]$$

or, $\boxed{r = K[A][B]}$ [K = সাম্যধ্রুবক]

হার সমীকরণ / rate eqn

$$A + 2B \rightleftharpoons C$$

$$r = K[A][B]^2$$

1) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ → হার সমীকরণ লেখ।

$$\rightarrow r = K[N_2][H_2]^3$$

উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ভরক্রিয়ার সূত্রের সাহায্যে সাম্যধ্রুবকের রাশিমালা নির্ণয় কর।

f → forward
b → backward

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

সম্মুখ বিক্রিয়ার হার $(r_f) = K_f[A]^a[B]^b$

বিপরীত বিক্রিয়ার হার $(r_b) = K_b[C]^c[D]^d$

আমরা জানি,

সম্মুখ বিক্রিয়ার হার = বিপরীত বিক্রিয়ার হার

or, $r_f = r_b$

or, $K_f[A]^a[B]^b = K_b[C]^c[D]^d$

or, $\dfrac{K_f}{K_b} = \dfrac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ ($\dfrac{K_f}{K_b} = K$)

or, $\boxed{K = \dfrac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}}$

K → সাম্যধ্রুবক

সাম্যধ্রুবক

K_c

- বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থের সক্রিয় ভরকে মোলার ঘনত্বের (K_c) মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

K_p

- বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থের সক্রিয় ভরকে ওদের আংশিক চাপের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

K_x

- বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থের সক্রিয় ভরকে মোল ভগ্নাংশের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \qquad K_x = \frac{x_C^c \times x_D^d}{x_A^a \times x_B^b}$$

K_c → concentration

$$K_p = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

K_p → pressure

Ex: 1) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

$$K_c = \frac{[CaO][CO_2]}{[CaCO_3]}$$

$[CaCO_3(s)] = 1$ and, $[CaO(s)] = 1$

তরল ও কঠিনের ক্ষেত্রে সক্রিয় ভর = 1

$$K_c = [CO_2]$$

2) $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$

$$K_c = \frac{[H_2O]^{(g)}}{[H_2O]^{(l)}}$$

$$K_c = [H_2O]$$

3) $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

$$K_c = \frac{[Fe_3O_4][H_2]^4}{[Fe]^3 [H_2O]^4}$$

$$\Rightarrow K_c = \frac{[H_2]^4}{[H_2O]^4} \quad \left[\because Fe(s) = 1,\ Fe_3O_4(s) = 1\right]$$

বিভিন্ন সাম্যধ্রুবকের পারস্পরিক সম্পর্ক :-

1) K_p এবং K_c এর মধ্যে সম্পর্ক :-

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

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

$$K_p = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

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

$$= \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^c [B]^b} \times \{RT\}^{(c+d)-(a+b)}$$

$$= K_c \times RT^{\Delta n}$$

$$\left[\because K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^c [B]^b} \text{ এবং } (c+d) - (a+b) = \Delta n \right]$$

$(c+d)$ ↓ Product, $(a+b)$ ↓ Reactent

$PV = nRT$

বা, $P = \left(\frac{n}{V}\right) RT$

$= CRT$ [C = Concentration]

বা, $P_A = [A]RT$ [∵ A -র Concentration]

বা, $P_B = [B]RT$

বা, $P_C = [C]RT$

বা, $P_D = [D]RT$

$$\therefore \boxed{K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}}$$

* $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ → K_p ও K_c সম্পর্ক

→ $K_p = K_c \cdot RT^{\{2 - (1+3)\}}$ $\quad [\because K_p = K_c \cdot RT^{\{(c+d)-(a+b)\}}]$

$= K_c \cdot (RT)^{-2}$ (Ans.) $\quad [\therefore c = 2,\ a = 1,\ b = 3]$

$\Delta n = 2 - (1+3)$

$= -2.$

* $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

→ $K_p = K_c \cdot RT^{(4-4)}$ $\quad [\because$ কঠিনের সক্রিয় ভর $= 1$

$\therefore b = 4,\ d = 4]$

$= K_c$

$\therefore K_p = K_c$ (Ans.)

K_p এবং K_x এর সম্পর্ক :

$$K_p = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

$$K_x = \frac{x_C^c \times x_D^d}{x_A^a \times x_B^b}$$

$$K_p = \frac{\{x_C \times P\}^c \times \{x_D \times P\}^d}{\{x_A \times P\}^a \times \{x_B \times P\}^b}$$

$$= \frac{[x_C]^c \times [x_D]^d}{[x_A]^a \times [x_B]^b} \times \{P^{(c+d)-(a+b)}\}$$

$$= K_x \cdot P^{\Delta n} \quad [\because \{(c+d) - (a+b)\} = \Delta n]$$

$$\therefore \boxed{K_p = K_x \cdot P^{\Delta n}}$$

$P_A = x_A \times P$ (P → মোট চাপ; P_A → আংশিক চাপ)

কোনো গ্যাসের আংশিক চাপ = ঐ উপাদানের মোল ভগ্নাংশ × মোট চাপ

$P_B = x_B \times P$

$P_C = x_C \times P$

$P_D = x_D \times P$

3) K_c এবং K_x এর সম্পর্ক :-

আমরা জানি,

$$K_p = K_c . RT^{\Delta n} \quad \text{--- (1)}$$

এবং $K_p = K_x . P^{\Delta n}$ --- (2)

(1) ও (2) তুলনা করে পাই —

$$K_c . RT^{\Delta n} = K_x . P^{\Delta n}$$

বা, $K_c = K_x . \frac{P^{\Delta n}}{RT^{\Delta n}}$

$$= K_x . \left(\frac{P}{RT}\right)^{\Delta n}$$

$$\therefore \boxed{K_c = K_x . \left(\frac{P}{RT}\right)^{\Delta n}}$$