Date 23/12/14

Chapter-4 रासायनिक साम्य

✓ **उत्क्रमणीय अभिक्रियायें** → वे अभिक्रियायें जो दोनों दिशाओं में पूर्ण होती हैं, उत्क्रमणीय अभिक्रियायें कहलाती हैं।

Ex. (i) $H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$
(ii) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

उत्क्रमणीय अभिक्रियाओं के लक्षण या गुण →

(i) उत्क्रमणीय अभिक्रियायें अग्र व पश्च दोनों दिशाओं में पूर्ण होती हैं।
(ii) इन्हें उत्क्रमणीय चिन्ह ($\rightleftharpoons$) द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।
(iii) ये अभिक्रियायें मन्द गति से पूर्ण होती हैं इसलिए इनकी गति निर्धारित हो जाती है।
(iv) इन अभिक्रियाओं में रासायनिक साम्य स्वत: स्थापित हो जाता है।

✓ **अनुत्क्रमणीय अभिक्रियायें** → वे अभिक्रियायें जो एक ही दिशा में पूर्ण होती हैं, अनुत्क्रमणीय अभिक्रियायें कहलाती हैं।

Ex. (i) $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$
(ii) $CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$

अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाओं के लक्षण या गुण →

(i) ये अभिक्रियायें एक ही दिशा में पूर्ण होती हैं।
(ii) इन्हें तीर ($\longrightarrow$) द्वारा प्रदर्शित करते हैं।
(iii) ये अभिक्रियायें तीव्र गति से पूर्ण होती हैं। इनकी गति निर्धारित नहीं होती है।

✓ **रासायनिक साम्य (रासायनिक साम्यावस्था)** → किसी उत्क्रमणीय अभिक्रिया की वह अवस्था जिसमें अग्र व पश्च दोनों क्रियाओं की दर या वेग बराबर होता है, रासायनिक साम्यावस्था कहलाती है।

Downloaded from techoedu.com

रासायनिक साम्यावस्था के लक्षण →

(i) इसमें अग्र व पश्च वेग बराबर होते हैं।
दोनों ओर की क्रियाओं की गति बराबर किन्तु विपरीत होती है।
ताप तथा दाब, सान्द्रण के परिवर्तन से साम्यावस्था परिवर्तित हो जाती है।
साम्यावस्था की स्थिति में अभिकारक तथा उत्पादों की सान्द्रतायें स्थिर रहती हैं।

सक्रिय द्रव्यमान (सक्रिय संहति) →
"किसी पदार्थ के इकाई आयतन में उपस्थित ग्राम अणु (मोलों) की संख्या को सक्रिय द्रव्यमान होती है।" इसे [ ] द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

$$\text{सक्रिय द्रव्यमान} = \frac{\text{पदार्थ के मोल}}{\text{आयतन (ली॰ में)}}$$

$$\because \text{मोल} = \frac{\text{ग्राम में मात्रा}}{\text{अणुभार}}$$

$$\therefore \text{सक्रिय द्रव्यमान} = \frac{\text{पदार्थ का भार (gm में) / अणुभार}}{\text{आयतन (l में)}}$$

<u>Note</u> इसे मोलर सान्द्रण (आण्विक सान्द्रण) भी कहते हैं। इसका मात्रक मोल/ली॰ होता है।

2006, 12
Q. एक 2 l के फ्लास्क में 8.6 gm N_2 तथा 6.8 gm NH_3 हैं N_2 तथा NH_3 के सक्रिय द्रव्यमानों की गणना करो -

N_2 का भार = 8.6 gm

N_2 का अणुभार = 2×14 = 28

$$N_2 \text{ का सक्रिय द्रव्यमान} = \frac{\text{पदार्थ का भार / अणुभार}}{\text{आयतन}}$$

$$= \frac{8.6}{2 \times 28}$$

Downloaded from techedu.com

$= \frac{4.3}{28} = 0.15$ मोल / l

$[NH_3] = \frac{6.8}{17 \times 2}$

$= 0.2$ मोल / l

Q. 400°C पर किसी 2 l के पात्र में 4 gm H_2 तथा 128 ग्राम HI (हाइड्रोजन आयोडाइड) लिये गये इनके सक्रिय द्रव्यमानों की गणना करो।

हल $V = 2$ l

H_2 का भार = 4 gm, अणुभार = 2

HI का भार = 128 gm, अणुभार = 128

$[H_2] = \frac{4}{2 \times 2}$

= 1 मोल / l

$[HI] = \frac{128}{2 \times 128} = 0.5$ मोल / l

किसी विलयन की 500 ml में 15 g एसीटिक एसिड तथा 8 gm मेथेनॉल (CH_3OH) है इनके सक्रिय द्रव्यमान क्या होंगे।

$V = \frac{1}{2}$ l

CH_3COOH का भार = 15 g, अणुभार = 12 + 3 + 12 + 32 + 1
= 60

CH_3OH का भार = 8 gm, अणुभार = 12 + 3 + 16 + 1
= 32

$[CH_3COOH] = \frac{15}{\frac{1}{2} \times 60} = \frac{1}{2}$

= 0.5 मोल / l

$[CH_3OH] = \frac{8}{0.5 \times 32} = \frac{1}{2}$

= 0.5 मोल / l

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

Date: / /
Page: 20/12/14

द्रव्य अनुपाती क्रिया का नियम →

इस नियम के अनुसार –
"स्थिर ताप पर किसी पदार्थ के क्रिया करने की दर उसके सक्रिय द्रव्यमान के समानुपाती होती है और यदि एक से अधिक अभिकारक हैं तो अभिक्रिया की दर उन अभिकारकों के सक्रिय द्रव्यमानों के गुणनफल के समानुपाती होती है।"

माना स्थिर ताप पर एक उत्क्रमणीय अभिक्रिया निम्न है –

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

अग्र अभिक्रिया की दर $(r_1) \propto [A][B]$

$$r_1 = K_1 [A][B] \quad \text{—— (i)}$$

Where K_1 = अग्र अभिक्रिया का वेग स्थिरांक

पश्च अभिक्रिया की दर $(r_2) \propto [C][D]$

$$r_2 = K_2 [C][D] \quad \text{—— (ii)}$$

Where K_2 = पश्च अभिक्रिया का वेग स्थिरांक

साम्यावस्था पर –

$$r_1 = r_2$$

$$K_1 [A][B] = K_2 [C][D]$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

$$\boxed{K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}}$$

Where K_c = साम्य स्थिरांक

20/01/15

साम्य स्थिरांक →

किसी उत्क्रमणीय अभिक्रिया की अग्र तथा पश्च अभिक्रियाओं के वेग स्थिरांकों के अनुपात को साम्य स्थिरांक कहते हैं। इसे K_c से प्रदर्शित करते हैं।

$$\boxed{K_c = \frac{K_1}{K_2}}$$

Where K_1 = अग्र अभिक्रिया का वेग स्थिरांक
K_2 = पश्च " " " " "

Downloaded from ...

✓ वेग स्थिरांक (K) →
माना एक रासायनिक समी. निम्न है —

$$A \longrightarrow Product$$

a	0	प्रारम्भ में $(t=0)$
$(a-x)$	x	t समय पश्चात

अभिक्रिया का वेग $\propto (a-x)$

$$\frac{dx}{dt} = K(a-x)$$

जहाँ K एक नियतांक है जिसे वेग स्थिरांक कहते हैं।
यदि $(a-x) = 1$ हो तो —

$$\boxed{\frac{dx}{dt} = K}$$

अतः "अभिक्रिया के इकाई सान्द्रण पर अभिक्रिया का वेग वेग स्थिरांक के बराबर होता है।"

Q. वेग स्थिरांक तथा साम्य स्थिरांक में क्या अन्तर है स्पष्ट करो। एक समी. देते हुए इनका सम्बन्ध बताइए —
वेग स्थिरांक ⇒ स्थिर ताप पर किसी अभिक्रिया के अभिकारकों के इकाई सान्द्रण पर अभिक्रिया का वेग, वेग स्थिरांक के बराबर होता है।

$$\boxed{\frac{dx}{dt} = K}$$

साम्य स्थिरांक → किसी उत्क्रमणीय अभिक्रिया के अग्र तथा पश्च अभिक्रियाओं के वेग स्थिरांकों के अनुपात को साम्य स्थिरांक कहते हैं। इसे K_c से प्रदर्शित करते हैं।

$$\boxed{K_c = \frac{K_1}{K_2}}$$

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

Date: 31/12/14

वेग स्थिरांक तथा साम्य स्थिरांक में अन्तर सम्बन्ध →

माना कोई रासायनिक अभिक्रिया निम्न है -

$$A \underset{R_b}{\overset{R_f}{\rightleftharpoons}} B$$

अग्र अभिक्रिया की दर $\propto [A]$

$$R_f = K_f [A]$$

where - K_f = अग्र अभिक्रिया का वेग स्थिरांक

पश्च अभिक्रिया की दर $\propto [B]$

$$R_b = K_b [B]$$

where - K_b = पश्च अभिक्रिया का वेग स्थिरांक

साम्यावस्था पर -

$$R_f = R_b$$

$$K_f [A] = K_b [B]$$

$$\frac{K_f}{K_b} = \frac{[B]}{[A]}$$

$$\boxed{K_c = \frac{K_f}{K_b}}$$

यह सूत्र साम्य स्थिरांक तथा अभिक्रिया के वेग स्थिरांकों में सम्बन्ध प्रदर्शित करता है।

2011 Q

अभिक्रिया $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ के लिए साम्य स्थिरांक के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए -

PCl_5	$\rightleftharpoons$ PCl_3	$+ Cl_2$	
a	0	0	प्रा० में
$(a-x)$	x	x	साम्यावस्था पर

माना V आयतन वाले पात्र में प्रारम्भ में PCl_5 के a मोल हैं तथा साम्यावस्था पर इनके मोल $(a-x)$ रह जाते हैं।

साम्यावस्था पर

$$[PCl_5] = \frac{a-x}{V}$$

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

$A \longrightarrow B + Q\,cal$ - ऊष्माक्षेपी
$A + Q \longrightarrow B$ - ऊष्माशोषी

$$[PCl_3] = \frac{x}{V}$$

$$[Cl_2] = \frac{x}{V}$$

द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार -

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$K_c = \frac{\frac{x}{V} \cdot \frac{x}{V}}{\frac{(a-x)}{V}}$$

$$K_c = \frac{x^2}{(a-x) \cdot V}$$

2008, 2019

Q अभिक्रिया $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q\,cal$ के लिए साम्य स्थिरांक के व्यंजक की व्युत्पत्ति करो। इस पर ताप का प्रभाव समझाइए।

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q\,cal$$

a	b	0	प्रा॰ में
$(a-x)$	$(b-3x)$	$(2x)$	साम्यावस्था पर

साम्यावस्था पर -

$$[N_2] = (a-x)/V$$
$$[H_2] = (a-3x)/V$$
$$[NH_3] = \frac{2x}{V}$$

द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$= \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{(a-x)}{V} \cdot \frac{(a-3x)^3}{V^3}}$$

Downloaded from techoedu.com

$$K_c = \frac{4x^2V^2}{(a-x)(b-3x)}$$

ताप का प्रभाव- चूंकि यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अत: ताप बढ़ाने पर अभिक्रिया पश्च दिशा की ओर विस्थापित होगी।

प्रश्न Q. अभिक्रिया $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ के लिए साम्य नियतांक के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए तथा इस पर ताप के प्रभाव को समझाइए -

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + Q\,cal$$

	$2SO_2$	O_2	$2SO_3$
प्रारंभ में	a	b	0
साम्यावस्था पर	$(a-2x)$	$(b-x)$	$2x$

साम्यावस्था पर-

$$[SO_2] = \frac{a-2x}{V}$$

$$[O_2] = \frac{b-x}{V}$$

$$[SO_3] = \frac{2x}{V}$$

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$$

$$= \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{a-2x}{V}\right)^2\left(\frac{b-x}{V}\right)}$$

$$K_c = \frac{4x^2V}{(a-2x)^2(b-x)}$$

ताप का प्रभाव → चूंकि यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अत: ताप बढ़ाने पर अभिक्रिया पश्च दिशा की ओर विस्थापित होगी।

Downloaded from techoedu.com

Q. अभिक्रिया $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ के लिए यदि H_2, I_2 तथा HI की सान्द्रतायें क्रमशः 8, 3 तथा 28 मोल / ली॰ हो तो साम्य स्थिरांक की गणना करो?

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

साम्यावस्था पर-

$[H_2] = 8$ मोल / ली॰

$[I_2] = 3$ मोल / ली॰

$[HI] = 28$ मोल / ली॰

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$= \frac{28 \times 28}{8 \times 3} = \frac{98}{3}$$

$$= 32.67$$

Q. $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ अभिक्रिया के लिए H_2, I_2 तथा HI की सान्द्रतायें साम्यावस्था पर क्रमशः 8g, 200g, 1620g हैं। साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए। (H = 1, I = 127)

Ans $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$

H_2 का अणुभार = 2

I_2 का अणुभार = 254

HI का अणुभार = 1+127

= 128

यदि पात्र का आयतन V l है।

∴ साम्यावस्था पर-

$$[H_2] = \frac{8}{2V}$$

$$[I_2] = \frac{200}{254V}$$

$$[HI] = \frac{1620}{128V}$$

Downloadedfromtechnoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$= \frac{\left(\frac{1620}{128V}\right)^2}{\frac{8}{2V} \cdot \frac{200}{254V}} \rightarrow \frac{\frac{162\not{0} \times 162\not{0}}{128 \times 128 V^2}}{\frac{16\not{0}\not{0}}{254 \times 2V^2}}$$

$$= \frac{81 \times 81 \times 127}{128 \times 128}$$

$$= 50.85$$

Q. H_2 के 5.4 ml तथा I_2 के 6.2 ml वाष्प की 440°C पर अभिक्रिया पर 9 ml HI बनता है इस ताप पर साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए -

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

5.4	6.2	0	प्रा० में
(5.4−x)	(6.2−x)	2x	साम्यावस्था पर

यहाँ $2x = 9$ तो $x = 4.5$

साम्यावस्था पर

H_2 का आयतन $= 5.4 - 4.5$
$= 0.9 ml$

I_2 का आयतन $= 6.2 - 4.5$
$= 1.7 ml$

HI का आयतन $= 2x = 2 \times 4.5$
$= 9 ml$

साम्यावस्था पर पदार्थ के आयतन को मोलर सान्द्रण सान्द्रता के तुल्य माना जा सकता है। अत:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$= \frac{9^2}{.9 \times 1.7} = \frac{81}{1.53} = 52.94$$

Downloaded from techoedu.com

Q.

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$

$8 \quad 8 \quad 0$

$(8-x) \quad (8-x) \quad 2x$

यहाँ $2x = 12$ तो $x = 6$

साम्यावस्था पर

H_2 का आयतन = 2 ml

I_2 का आयतन = 2 ml

HI का आयतन = 12 ml

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{12 \times 12}{2 \times 2} = 36$$

Q.

Ans PCl_5 के मोल = 3

वियोजन की मात्रा = 40%

$\therefore$ PCl_5 के 3 gm अणुओं से वियोजित अणु = $\frac{3 \times 40}{100}$

= 1.2

$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

$3 \quad 0 \quad 0$ प्रा० में

$(3-1.2) = 1.8 \quad 1.2 \quad 1.2$ साम्यावस्था पर

साम्यावस्था पर

$[PCl_5] = \frac{\text{मोल}}{\text{आयतन}} = \frac{1.8}{4}$

$[PCl_3] = \frac{1.2}{4}$

$[Cl_2] = \frac{1.2}{4}$

Downloaded from techedu.com

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$= \frac{\frac{1.2}{4} \cdot \frac{1.2}{4}}{\frac{1.8}{4}} \rightarrow \frac{1.44}{1.8}$$

$$= 0.2$$

PCl_5 के मोल = 2

वियोजन की मात्रा = 50%

$\therefore$ PCl_5 के 2g अणुओं से वियोजित अणु $= \frac{2 \times 50}{100}$

$= 1$

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

	PCl_5	PCl_3	Cl_2	
	2	0	0	प्रा० में
	(2-1) = 1	1	1	साम्यावस्था पर

साम्यावस्था पर-

$[PCl_5] = \frac{1}{3}$

$[PCl_3] = \frac{1}{3}$

$[Cl_2] = \frac{1}{3}$

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$= \frac{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}}{1/3} = \frac{1}{3}$$

$$= 0.33$$

Downloaded from techodu.com

Cpnetexam.blogspot.com

Page: 31

Reactant

साम्य स्थिरांक → साम्य स्थिरांक 2 प्रकार के होते है

Note (i) सान्द्रण के पदो मे साम्य स्थिरांक (K_c) → माना एक रासायनिक अभिक्रिया निम्न है -

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

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

आंशिक दाब के पदो मे साम्य स्थिरांक (K_P) → माना एक रासायनिक अभिक्रिया निम्न है -

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

$$K_p = \frac{(P_C)^c(P_D)^d}{(P_A)^a(P_B)^b}$$ { ये कोष्ठक छोटे कोष्ठक है। }

Where P_A, P_B, P_C, P_D क्रमशः A, B, C, D के आंशिक दाब है।

Imp. K_p तथा K_c मे सम्बन्ध → माना स्थिर ताप पर एक उत्क्रमणीय समांगीय गैसीय अभिक्रिया निम्न है।

$$n_1 A + n_2 B \rightleftharpoons m_1 C + m_2 D$$

द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार →

$$K_c = \frac{[C]^{m_1}[D]^{m_2}}{[A]^{n_1}[B]^{n_2}} \quad \text{--- (I)}$$

तथा

$$K_p = \frac{(P_C)^c(P_D)^d}{(P_A)^a(P_B)^b} \quad \text{--- (II)}$$

आदर्श गैस समी० से -

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{n}{V}RT$$

$$P = CRT \quad \left[\because \frac{n}{V} = C = \text{मोलर सान्द्रण}\right]$$

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

अतः
$$P_A = C_A RT$$
$$P_B = C_B RT$$
$$P_C = C_C RT$$
$$P_D = C_D RT$$

ये मान समी (II) मे रखने पर

$$K_p = \frac{(C_C RT)^{m_1} (C_D RT)^{m_2}}{(C_A RT)^{n_1} (C_B RT)^{n_2}}$$

$$K_p = \frac{(C_C)^{m_1} \cdot (RT)^{m_1} \cdot (C_D)^{m_2} (RT)^{m_2}}{(C_A)^{n_1} (RT)^{n_1} (C_B)^{n_2} (RT)^{n_2}}$$

$$K_p = \frac{[C]^{m_1} [D]^{m_2}}{[A]^{n_1} [B]^{n_2}} \times \frac{(RT)^{m_1+m_2}}{(RT)^{n_1+n_2}}$$

समी० (I) से –

$$K_p = K_c (RT)^{(m_1+m_2)-(n_1+n_2)}$$

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

जहाँ $\Delta n = (n_1+n_2)-(m_1+m_2)$

= अभिकारक के मोलो की सं० – उत्पाद के मोलों की सं०

यह K_p तथा K_c मे अभीष्ट सम्बन्ध है।

Q. अभिक्रिया $m_1 A + m_2 B \rightleftharpoons n_1 C + n_2 D$ के लिए K_p तथा K_c मे सम्बन्ध स्थापित करो।

Ans. ये Derivation सही है।

Note इस उत्तर के लिए इसके ऊपर वाला उत्तर देखे जिसमे m की जगह n तथा n की जगह m करना है तथा पूरा इसी तरह लिखने के बाद जिधर जहाँ लिखा है वहाँ से भाषा सही लिखी है। अतः ऊपर वाले उत्तर मे m की जगह n तथा n की जगह m करना है।

That's all.

Downloaded from techoedu.com

अभिक्रिया $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ के लिए साम्य स्थिरांक K_p तथा K_c में सम्बन्ध स्थापित करो -

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

अभिकारक अणुओं की सं० = 1

उत्पाद " " " = 2

$\therefore \Delta n = 2 - 1 = 1$

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

$K_p = K_c(RT)^1$

$\boxed{K_p = K_c RT}$

आंशिक दाबों के रूप में $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ के लिए साम्य स्थिरांक के लिए व्यंजक निकालिए।

$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार -

$$\boxed{K_p = \frac{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}}}$$

P_{PCl_5}, P_{PCl_3}, P_{Cl_2} साम्यावस्था पर क्रमशः PCl_5, PCl_3, Cl_2 के आंशिक दाब हैं तथा K_p साम्य स्थिरांक है।

अभिक्रिया $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ के साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए। यदि साम्य पर N_2O_4 तथा NO_2 के आंशिक दाब क्रमशः 0.8 तथा 0.5 वायुमण्डल है।

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

$P_{N_2O_4} = 0.8$ वायुमण्डल

$P_{NO_2} = 0.5$ वायुमण्डल

$$\therefore K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{(0.5)^2}{0.8}$$

$$= \frac{0.25}{0.8} = 0.31 \text{ वायुमण्डल}$$

Downloaded from techpedia.com

Date: / /
Page: 5/1/15

* K_c की इकाई *

Q. अभिक्रिया $2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$ के लिए साम्य स्थिरांक K_c की इकाई बताइए

$$2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$$

2 मोल   1 मोल   2 मोल

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

$$K_c \text{ की इकाई} = \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली॰}}\right)^{\Delta n}$$

$$= \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली॰}}\right)^{-1}$$

$$= \frac{\text{मोल}^{-1}}{\text{ली॰}^{-1}}$$

K_c की इकाई = मोल$^{-1}$ ली॰ //

OR

ली॰ मोल$^{-1}$ //

अथवा

अभिक्रिया के लिए साम्य स्थिरांक –

$$K_c = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2[O_2]} = \frac{(\text{मोल/ली॰})^2}{(\text{मोल/ली॰})^2(\text{मोल/l})}$$

$$= \frac{1}{\text{मोल/ली॰}} = \text{ली॰ मोल}^{-1}$$

2010/11

Q. $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$ के लिए साम्य स्थिरांक की इकाई लिखो।

$$2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$$

2 मोल   1 मोल   3 मोल

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

$$K_c \text{ की इकाई} = \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली॰}}\right)^{\Delta n}$$

$$= \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली॰}}\right)^{2}$$

Downloaded from techoedu.com

$$= \frac{\text{मोल}^2}{\text{ली}^2}$$

K_c की इकाई = मोल^2. ली०$^{-2}$

(or)

$$K_c = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{(\text{मोल/ली०})(\text{मोल/ली०})^3}{(\text{मोल/ली०})^2}$$

$$= (\text{मोल / ली०})(\text{मोल / ली०})$$

$$= \frac{\text{मोल}^2}{\text{ली}^2} \rightarrow \text{मोल}^2 \cdot \text{ली}^{-2}$$

Note. यदि केवल साम्य स्थिरांक की इकाई पूछी जाय तो K_p तथा K_c दोनों के मातक निकालते है।

$$K_c = \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली०}}\right)^{\Delta n}$$

$$K_p = (\text{वायुमण्डल})^{\Delta n}$$

Q. अभिक्रिया $X + Y \rightleftharpoons Z$ के साम्य स्थिरांक की यूनिट निकालिए।

$$X + Y \rightleftharpoons Z$$

1मोल 1मोल 1मोल

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

$$K_c = \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली०}}\right)^{\Delta n}$$

$$= \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली०}}\right)^{-1}$$

$$= \frac{\text{मोल}^{-1}}{\text{ली०}^{-1}}$$

$$= \text{मोल}^{-1} \cdot \text{ली०}$$

$$= \text{ली०} \cdot \text{मोल}^{-1}$$

Downloaded from techoecd.com

Cpnetexam.blogspot.com

Date 5/1/15

K_p का मात्रक = (वायुमण्डल)$^{\Delta n}$ = (वायुमण्डल)$^{-1}$

साम्यावस्था को प्रभावित करने वाले कारक →

1. सान्द्रण → सान्द्रण बढ़ाने पर अभिक्रिया अग्र दिशा में तथा सान्द्रण कम करने पर क्रिया पश्च दिशा में होती है।

2. ताप → (i) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियायें ताप बढ़ाने से पश्च दिशा की ओर तथा ताप कम करने से अग्र दिशा की ओर होती है। (ii) ऊष्माशोषी अभिक्रियायें ताप बढ़ाने पर अग्र दिशा में तथा ताप कम करने पर पश्च दिशा की ओर होते हैं।

3. दाब → दाब बढ़ाने पर क्रिया उस दिशा की ओर होती है जिस ओर अणुओं की सं० कम हो।

Note यदि आयतन परिवर्तित न हो तो दाब का कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

4. अक्रिय गैस का प्रभाव →

(i) स्थिर आयतन पर अक्रिय गैस मिलाने पर साम्य में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

(ii) स्थिर दाब पर अक्रिय गैस मिलाने पर साम्य उस दिशा की ओर बढ़ता है जिस ओर अणुओं की सं० (आयतन) अधिक हो।

5. उत्प्रेरक का प्रभाव → उत्प्रेरक की उपस्थिति में साम्यावस्था प्रभावित नहीं होती है। क्योंकि उत्प्रेरक अग्र व पश्च दोनों क्रियाओं के वेग को समान रूप से बढ़ाते हैं।

Q. निम्नलिखित अभिक्रियाओं की साम्यावस्था पर दाब तथा ताप के परिवर्तन का क्या प्रभाव पड़ेगा।

(i) $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + x\,Cal$

① ताप का प्रभाव → ∵ यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ाने पर यह पश्च दिशा की ओर विस्थापित

Downloaded from techoedu.com

होगी जिससे SO_3 की कम मात्रा प्राप्त होगी।

② दाब का प्रभाव → ∵ उत्पाद अणुओं की सं० अभिकारक अणुओं से कम है अतः दाब बढ़ाने से क्रिया अग्र दिशा मे होगी अतः अधिक SO_3 बनेगी।

2011,12

(ii) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 22,400\ Cal$

① ताप का प्रभाव ⇒ चूंकि यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ाने पर यह पश्च दिशा की ओर विस्थापित होगी जिससे NH_3 कम मात्रा मे प्राप्त होगी।

② दाब का प्रभाव → चूंकि उत्पाद अणुओं की सं० अभिकारक अणुओं से कम है अतः दाब बढ़ाने पर क्रिया अग्र दिशा में होगी अतः NH_3 अधिक बनेगी।

(iii) $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2 - 15000$ कैलोरी

① ताप का प्रभाव → ∵ यह ऊष्माशोषी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ाने पर यह क्रिया अग्र दिशा की ओर विस्थापित होगी तथा PCl_5 का वियोजन अधिक होगा।

② दाब का प्रभाव → चूंकि क्रियाकारी अणु (अभिकारक अणु) की सं० उत्पाद अणुओं से कम है। अतः दाब बढ़ाने पर यह अभिक्रिया पश्च दिशा की ओर होगी जिससे PCl_5 का वियोजन कम होगा।

* ला-शातेलिए का नियम *

इस नियम के अनुसार —

"यदि साम्यावस्था पर ताप, दाब या सान्द्रण का परिवर्तन किया जाये तो साम्य उस दिशा मे परिवर्तित हो जाता है जिस दिशा मे किये गये परिवर्तन का प्रभाव नष्ट या कम हो जाये।"

(i) ताप बढ़ाने पर अभिक्रिया ऐसी दिशा मे बढ़ती है, जिसमें ऊष्मा का शोषण होता है।

(ii) दाब बढ़ाने पर अभिक्रिया ऐसी दिशा मे बढ़ती है जिसमें आयतन कम होता है।

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

(iii) सान्द्रण बढ़ाने पर साम्य उस ओर अग्रसर होता है जिस ओर सान्द्रण कम होता है।

2013
Q. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} - 43200\ Cal$
उपर्युक्त क्रिया मे NO की अधिकतम उत्पादन की परिस्थितियां बताओ।

2012
Q. लाशातिलिए नियम के आधार पर अभिक्रिया-
$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$, $\Delta H = +43.2\ KCal$ की सहायता से ताप तथा दाब का क्या प्रभाव पड़ेगा।

Ans. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO(g) - 43200\ Cal$

① ताप का प्रभाव → चूंकि यह एक ऊष्माशोषी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ाने पर यह अग्र दिशा की ओर विस्थापित होगी तथा अधिक मात्रा मे NO का निर्माण होगा।

② दाब का प्रभाव → चूंकि अभिक्रिया मे अभिकारक तथा उत्पाद के अणुओं की सं० मे कोई परिवर्तन नहीं होता है अतः इस अभिक्रिया पर दाब का कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

③ सान्द्रता का प्रभाव → N_2 व O_2 की सान्द्रता बढ़ाने पर अभिक्रिया अग्र दिशा की ओर होती है जिससे NO अधिक बनेगी।

निष्कर्ष → उच्च ताप तथा N_2 या O_2 की अधिक सान्द्रता पर NO का अधिक निर्माण होगा।

Q. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + X$ कैलोरी
ला-शातेलिए के आधार पर समझाइए कि अमोनिया की अधिकतम प्राप्ति के लिए कौन-2 से प्रतिबन्ध आवश्यक है।

Q. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, $\Delta H = -22.6\ KCal$
अभिक्रिया के लिए तीनों दशाओं का सुझाव दीजिए जिसमें NH_3 की सान्द्रता बढ़े।

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

① ताप का प्रभाव → चूंकि यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ाने पर अभिक्रिया पश्च दिशा की ओर विस्थापित होगी जिससे NH_3 की कम मात्रा प्राप्त होगी।

② दाब का प्रभाव → चूंकि उत्पाद अणुओं की सं० अभिकारक अणुओं से कम है अतः दाब बढ़ाने पर अभिक्रिया अग्र दिशा की ओर विस्थापित होगी जिससे अधिक NH_3 बनेगी।

③ सान्द्रण का प्रभाव ⇒ सान्द्रता बढ़ाने पर अभिक्रिया अग्र दिशा की ओर विस्थापित होती है जिससे NH_3 अधिक बनेगी।

निष्कर्ष → उपरोक्त से स्पष्ट है कि कम ताप, उच्च दाब तथा N_2 व H_2 की अधिक सान्द्रता से NH_3 का निर्माण अधिक होगा।

* Exercise *

2010, 11

Q.1 निम्नलिखित अभिक्रिया मे दाब घटाने पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

$PCl_5 \longrightarrow PCl_3 + Cl_2$

चूंकि इस अभिक्रिया मे उत्पाद अणुओं की सं० अभिकारक अणुओं से अधिक है अतः दाब घटाने पर अभिक्रिया अग्र दिशा मे होगी जिससे PCl_5 का वियोजन अधिक होगा।

2009, 012

Q.2 ला-शातेलिए नियम के आधार पर गैसो के विलेयता पर दाब का प्रभाव समझाइए →

जब गैस द्रव मे विलेय होती है तो आयतन घटता है अतः आयतन घटने के कारण दाबवृद्धि उनकी विलेयता मे सहायक होती है। जबकि लाशातलिए के अनुसार

Downloaded from techoor.com

Cpnetexam.blogspot.com

दाबवृद्धि से साम्य उस दिशा मे परिवर्तित होगा जिसमें आयतन घटता है।

10/12 Q.3 $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ में अक्रिय गैस मिलाने पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

(i) स्थिर आयतन पर ⇒ स्थिर आयतन पर अक्रिय गैस मिलाने पर अवयवों की सान्द्रता पर कोई प्रभाव नही पड़ेगा। अतः साम्य प्रभावित नहीं होगा।

(ii) स्थिर दाब पर ⇒ स्थिर दाब पर अक्रिय गैस मिलाने पर अभिक्रिया उस ओर विस्थापित होती है जिस ओर अणुओं या मोलों की सं० अधिक होती है अतः अभिक्रिया अग्र दिशा की ओर विस्थापित होगी।

Downloaded from techpedu.com

Q.4 ताप बढ़ने पर KNO_3 की विलेयता जल मे बढ़ती है जबकि $Ca(OH)_2$ की विलेयता घटती है क्यो ?

Ans (i) जब KNO_3 को जल मे घोला जाता है तो इस अभिक्रिया मे ऊष्मा का अवशोषण होता है अतः इससे स्पष्ट है कि ताप बढ़ने पर KNO_3 की जल मे विलेयता बढ़ती है।

$$KNO_3 + \text{जल} \longrightarrow KNO_3(\text{जलीय}) - Q\,Cal$$

(ii) जब $Ca(OH)_2$ को जल मे घोला जाता है तो इस क्रिया मे ऊष्मा उत्सर्जित होती है अतः यह एक ऊष्माक्षेपी क्रिया है। इसलिए ताप बढ़ने पर $Ca(OH)_2$ की जल मे विलेयता घट जाती है।

Q.5 अभिक्रिया $N_2 + 2O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ के लिए निश्चित ताप पर साम्य स्थिरांक 100 है नीचे दी गई अभिक्रियाओं के लिए साम्य स्थिरांक के मान की गणना करो।

(i) $2NO_2 \rightleftharpoons N_2 + 2O_2$

(ii) $NO_2 \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_2 + O_2$

Ans
$$N_2 + 2O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$$

$$\therefore K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]} = 100 \quad ----- (1)$$

Cpnetexam.blogspot.com

(i) $2NO_2 \rightleftharpoons N_2 + 2O_2$
द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार

$$K'_c = \frac{[N_2][O_2]^2}{[NO_2]^2} \quad \text{---} \quad (II)$$

समी० (I) से–

$$K'_c = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{100} = .01$$

(ii) $NO_2 \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_2 + O_2$
द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार

$$K''_c = \frac{[N_2]^{1/2}[O_2]}{[NO_2]}$$

वर्ग करने पर

$$(K''_c)^2 = \frac{[N_2][O_2]^2}{[NO_2]^2}$$

समी० (I) से

$$(K''_c)^2 = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{100}$$

$$K''_c = \frac{1}{10} = 0.1$$

2007/11 Q.6 Reaction $A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$ का साम्य स्थिरांक (K) 4×10^{-6} है। अभिक्रिया $\frac{1}{2}A_2 + \frac{3}{2}B_2 \rightleftharpoons AB_3$ के साम्य स्थिरांक (K') की गणना करो।

Ans $A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$

$$K = 4 \times 10^{-6}$$

$$\frac{[AB_3]^2}{[A_2][B_2]^3} = 4 \times 10^{-6} \quad \text{---} \quad (I)$$

तथा $\frac{1}{2}A_2 + \frac{3}{2}B_2 \rightleftharpoons AB_3$

$$K' = \frac{[AB_3]}{[A_2]^{1/2}[B_2]^{3/2}}$$

वर्ग करने पर

$$(K')^2 = \frac{[AB_3]^2}{[A_2][B_2]^3} \quad \text{---} \quad (II)$$

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

Date: / /
Page: 8/ 1/15

समी० (1) से

$(K')^2 = 4 \times 10^{-6}$

$K' = 2 \times 10^{-3}$

2007

Q.7 अभिक्रिया $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ का साम्य स्थिरांक $K = 5 \times 10^{3}$ है। अभिक्रिया $cC + dD \rightleftharpoons aA + bB$ के साम्य स्थिरांक K' की गणना करो।

Ans अभिक्रिया $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ के लिए

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = 5 \times 10^{3} \quad \text{---- (1)}$$

एवं अभिक्रिया $cC + dD \rightleftharpoons aA + bB$ के लिए

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

समी० (1) से

$$K' = \frac{1}{K} = \frac{1}{5 \times 10^{+3}}$$

$$= 0.2 \times 10^{-3}$$

$$= 2 \times 10^{-4}$$

Q.8 अभिक्रिया $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ के लिए K_c का मान 1.8×10^{-6} है तो अभिक्रिया $NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2}(g) \rightleftharpoons O_{2(g)}$ के लिए $K'c$ का मान ज्ञात करो।

Ans $2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + O_2(g)$

$$K_c = \frac{[NO]^2 [O_2]}{[NO_2]^2} = 1.8 \times 10^{-6} \quad \text{---- (1)}$$

तथा $NO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightleftharpoons NO_2(g)$

$$K'_c = \frac{[NO_2]}{[NO][O_2]^{1/2}}$$

वर्ग करने पर

$$(K'_c)^2 = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 [O_2]}$$

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

समी० ① से

$$(K'_c)^2 = \frac{1}{K_c}$$

$$(K'_c)^2 = \frac{1}{1.8 \times 10^{-6}}$$

$$(K'_c)^2 = 0.55 \times 10^6$$

$$(K'_c)^2 = 55.5 \times 10^4$$

$$K'_c = 7.44 \times 10^2$$

Q.9 Reaction $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ के लिए साम्य स्थिरांक K_1 हो तथा अभिक्रिया $AB \rightleftharpoons \frac{1}{2}A_2 + \frac{1}{2}B_2$ के लिए साम्य स्थिरांक K_2 हो तो K_1 तथा K_2 में सम्बन्ध स्थापित करो।

Ans

$$A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$$

$$K_1 = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]} \quad \text{--- ①}$$

तथा $AB \rightleftharpoons \frac{1}{2}A_2 + \frac{1}{2}B_2$

$$K_2 = \frac{[A_2]^{1/2}[B_2]^{1/2}}{[AB]}$$

समी० ① से

$$K_2 = \frac{1}{\sqrt{K_1}}$$

Downloaded from technoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com