

Chapter - 4 रासायनिक साम्य

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



उत्क्रमणीय अभिक्रियाओं के लक्षण या गुण →

(i) उत्क्रमणीय अभिक्रियाएँ अग्र व पश्च दोनों दिशाओं में पूर्ण होती हैं।

(ii) इन्हें उत्क्रमणीय चिन्ह (\rightleftharpoons) द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

(iii) ये अभिक्रियाएँ मन्द गति से पूर्ण होती हैं इसलिए इनकी गति निर्धारित हो जाती है।

(iv) इन अभिक्रियाओं में रासायनिक साम्य स्वतः स्थापित हो जाता है।

✓ **अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाएँ** →

वे अभिक्रियाएँ जो एक ही दिशा में पूर्ण होती हैं, अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाएँ कहलाती हैं।



अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाओं के लक्षण या गुण →

(i) ये अभिक्रियाएँ एक ही दिशा में पूर्ण होती हैं।

(ii) इन्हें तीर (\longrightarrow) द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

(iii) ये अभिक्रियाएँ तीव्र गति से पूर्ण होती हैं। इनकी गति निर्धारित नहीं होती है।

✓ **रासायनिक साम्य (रासायनिक साम्यावस्था)** →

उत्क्रमणीय अभिक्रिया की वह अवस्था जिसमें अग्र व पश्च दोनों क्रियाओं की दर या वेग बराबर होता है, रासायनिक साम्यावस्था कहलाती है।

- रासायनिक साम्यावस्था के लक्षण →
- (1) इसमें अग्र व पश्च वेग बराबर होते हैं, दोनों ओर की क्रियाओं की गति बराबर किन्तु विपरीत होती है।
- ताप तथा दाब : सान्द्रता के परिवर्तन से साम्यावस्था परिवर्तित हो जाती है।
- साम्यावस्था की स्थिति में अभिकारक तथा उत्पादों की सान्द्रताएँ स्थिर रहती हैं।

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

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

$$\therefore \text{गोल} = \frac{\text{ग्राम में मात्रा}}{\text{अणुभार}}$$

$$\text{सक्रिय द्रव्यमान} = \frac{\text{पदार्थ का भार (ग्राम में)}}{\text{आयतन (ली. में)}}$$

Note इसे गोल सान्द्रता (आणविक सान्द्रता) भी कहते हैं। इसका मातृक मोल/ली. होता है।

2006/2
Q. एक 2.8 के फ्लास्क में 8.6 gm N₂ तथा 6.8 gm NH₃ है। N₂ तथा NH₃ के सक्रिय द्रव्यमानों की गणना करें -

$$N_2 \text{ का भार} = 8.6 \text{ gm}$$

$$N_2 \text{ का अणुभार} = 2 \times 14 = 28$$

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

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

$$= \frac{4.3}{28} = 0.15 \text{ मोल / ल}$$

$$[\text{NH}_3] = \frac{6.8}{17 \times 2} = 0.2 \text{ मोल / ल}$$

Q. 400°C पर किसी 2 ल के पात्र में 4 ग्राम H₂ तथा 128 ग्राम HI (हाइड्रोजन आयोडाइड) लिए गये इनके सक्रिय द्रव्यमानों की गणना करो।

हल

$$V = 2 \text{ ल}$$

H₂ का भार = 4 ग्राम, अणुभार = 2

HI का भार = 128 ग्राम, अणुभार = 128

$$[\text{H}_2] = \frac{4}{2 \times 2} = 1 \text{ मोल / ल}$$

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

किसी बिलम्ब की 500ml में 15g एसिटिक एसिड तथा 8g मेंथॉल (CH₃OH) है इनके सक्रिय द्रव्यमान क्या होंगे।

$$V = 500 \text{ ल}$$

CH₃COOH का भार = 15g, अणुभार = 12 + 3 + 12 + 32 = 60

CH₃OH का भार = 8g, अणुभार = 12 + 3 + 16 + 1 = 32

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{15}{\frac{1}{2} \times 60} = 0.5 \text{ मोल / ल}$$

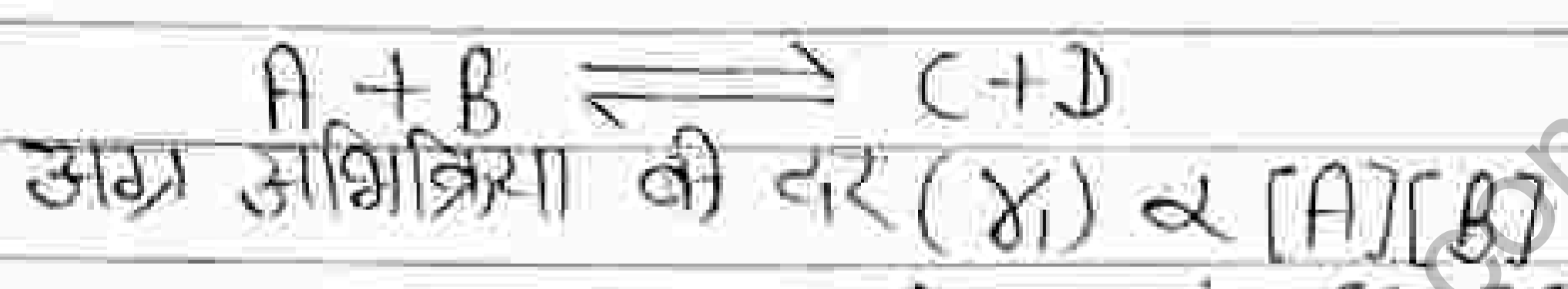
$$[\text{CH}_3\text{OH}] = \frac{8}{0.5 \times 32} = 0.5 \text{ मोल / ल}$$

$$= 0.5 \text{ मोल / ल}$$

द्रव्य अनुपाती क्रिया का नियम →

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

माना स्थिर ताप पर एक उत्क्रमणीय अभिक्रिया निम्न है -



$$r_1 = k_1 [A][B] \quad \text{--- (1)}$$

जहाँ k_1 = अग्र अभिक्रिया का वेग स्थिरांक
पश्च अभिक्रिया की दर (r_2) $\propto [C][D]$

$$r_2 = k_2 [C][D] \quad \text{--- (2)}$$

जहाँ k_2 = पश्च अभिक्रिया का वेग स्थिरांक
साम्य अवस्था में पर -

$$r_1 = r_2$$

$$k_1 [A][B] = k_2 [C][D]$$

$$k_1 = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

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

जहाँ K_c = साम्य स्थिरांक

20/11/12
12

साम्य स्थिरांक →

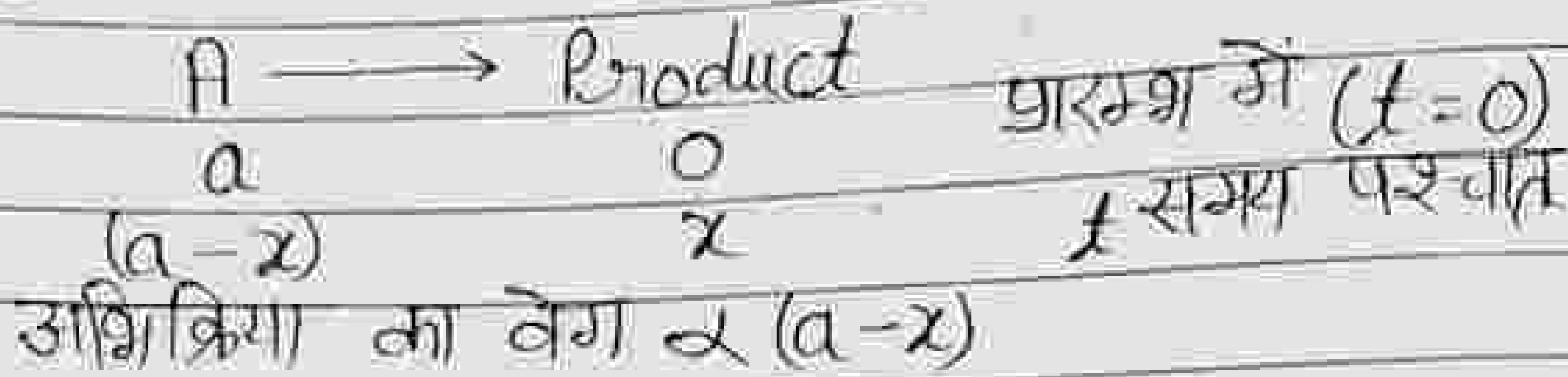
किसी उत्क्रमणीय अभिक्रिया को अग्र तथा पश्च अभिक्रियाओं के वेग स्थिरांकों के अनुपात को साम्य स्थिरांक कहते हैं। इसे K_c से प्रदर्शित करते हैं।

$$K_c = \frac{k_1}{k_2}$$

जहाँ k_1 = अग्र अभिक्रिया का वेग स्थिरांक
 k_2 = पश्च " " " " " "

✓ वेग स्थिरांक (K) → मात्रा एक रासायनिक समीकरण

है -



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

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

$\frac{dx}{dt} = k$

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

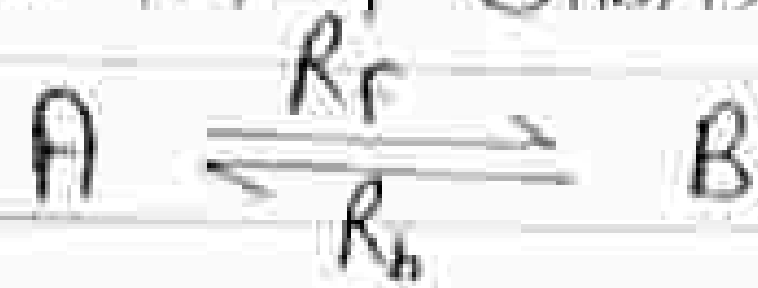
वेग स्थिरांक तथा साम्य स्थिरांक में क्या अन्तर है स्पष्ट करो। एक समीकरण देते हुए इनका सम्बन्ध बताइए -
वेग स्थिरांक → स्थिर ताप पर किसी अभिक्रिया के अभिकारकों के इकाई सान्द्रण पर अभिक्रिया का वेग, वेग स्थिरांक के बराबर होता है।

$\frac{dx}{dt} = k$

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।

$K_c = \frac{k_1}{k_2}$

वेग स्थिरांक तथा साम्य स्थिरांक का अन्तः सम्बन्ध →
माना कोई रासायनिक अभिक्रिया निम्न है -



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 -

$$R_f = R_b$$

$$k_f [A] = k_b [B]$$

$$\frac{k_f}{k_b} = \frac{[B]}{[A]}$$

$$K_c = \frac{k_f}{k_b}$$

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 -



a

0

0

घा 0 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

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

V



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

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

दिया अनुपाती क्रिया के नियमानुसार -

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

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

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

2008, 9

Q

अभिक्रिया $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 6Cl$ के लिए सम्यक स्थिरांक के बाँक की तुलना करें। इस पर ताप का प्रभाव समझाइए।



$$\begin{array}{ccc} a & b & 0 \\ (a-x) & (b-3x) & (2x) \end{array}$$

सम्यावस्था पर -

प्रारंभिक साध्यावस्था पर

$$[N_2] = \frac{(a-x)}{V}$$

$$[H_2] = \frac{(b-3x)}{V}$$

$$[NH_3] = \frac{2x}{V}$$

दिया अनुपाती क्रिया के नियमानुसार

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

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

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

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

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

ताप का प्रभाव -> चूंकि यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ने पर अभिक्रिया पश्च दिशा की ओर विस्थापित होगी।

उदा. अभिक्रिया $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ के लिए साम्य स्थिति के सांकेतिक की तुल्यता की लिए तथा इस पर ताप के प्रभाव की समझाइए -



साम्यावस्था पर -

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

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

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

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

$$= \frac{(2x)^2}{V}$$

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

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

ताप का प्रभाव -> चूंकि यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ने पर अभिक्रिया पश्च दिशा की ओर विस्थापित होगी।

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. हों तो साम्य स्थिरांक की गणना करो ?



साम्यावस्था पर-

$$[H_2] = 8 \text{ मोल/ली.}$$

$$[I_2] = 3 \text{ मोल/ली.}$$

$$[HI] = 28 \text{ मोल/ली.}$$

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

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

$$= 32.67$$

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



$$H_2 \text{ का अणुभार} = 2$$

$$I_2 \text{ का अणुभार} = 254$$

$$HI \text{ का अणुभार} = 1 + 127$$

$$= 128$$

यदि पात्र का आयतन V ल है।

∴ साम्यावस्था पर-

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

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

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

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

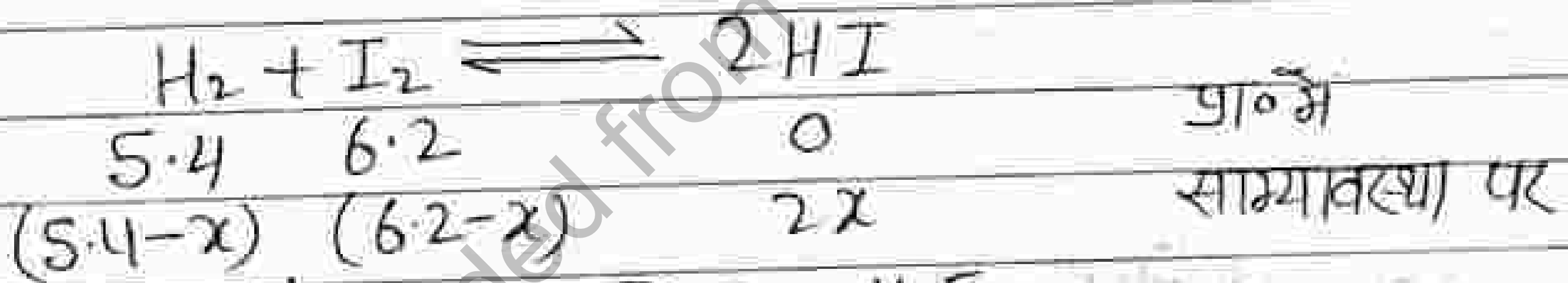
$$= \frac{(1620)^2}{1280} \rightarrow \frac{1620 \times 1620}{1280 \times 1280}$$

$$\frac{8 \cdot 200}{20 \cdot 2540} = \frac{1600}{254 \times 20}$$

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

$$= 50.85$$

Q. H₂ के 5.4 ml तथा I₂ के 6.2 ml वाष्प की 440°C पर अभिक्रिया पर 9 ml HI बनता है इस तथ पर साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए -



यहाँ 2x = 9 तो x = 4.5
साम्यावस्था पर

H₂ का आयतन = 5.4 - 4.5
= 0.9 ml

I₂ का आयतन = 6.2 - 4.5
= 1.7 ml

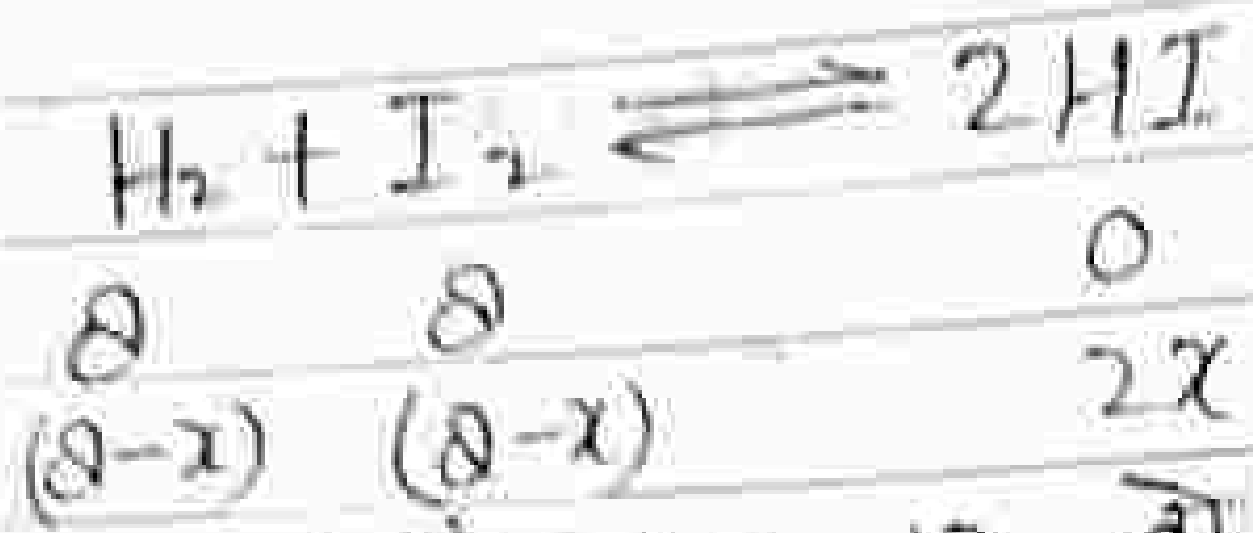
HI का आयतन = 2x = 2 × 4.5
= 9 ml

साम्यावस्था पर पदार्थ के आयतन को गोलर संक्रुण संक्रुण के तुल्य माना जा सकता है अतः

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

$$= \frac{9^2}{0.9 \times 1.7} = \frac{81}{1.53} = 52.94$$

ब.



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

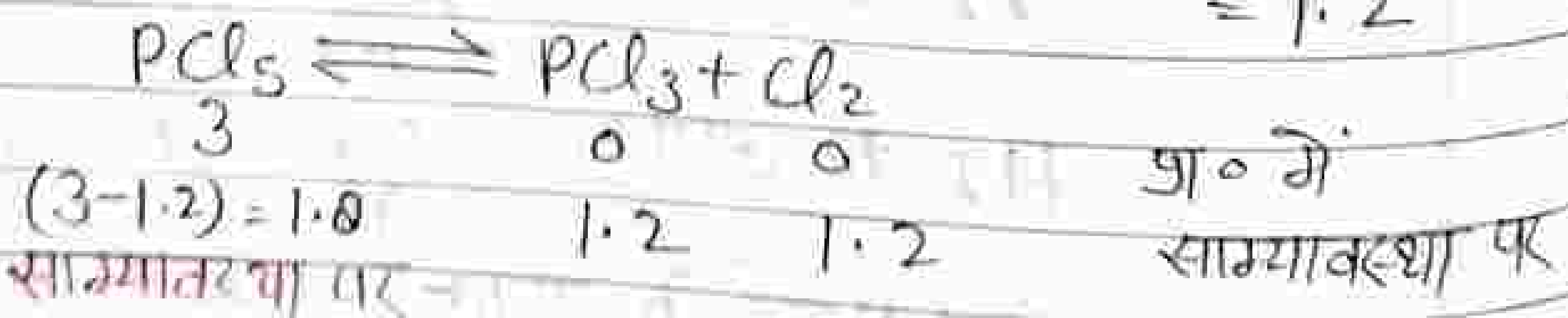
$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{12 \times 12}{2 \times 2} = 36$$

ब.

Ans

PCl_5 के मोल = 3
 वियोजन की सीता = 40%

$$\therefore \text{PCl}_5 \text{ के } 3 \text{ gm अणुओं से वियोजित अणु} = \frac{3 \times 40}{100} = 1.2$$



$$[\text{PCl}_5] = \frac{\text{मोल}}{\text{आयतन}} = \frac{1.8}{4}$$

$$[\text{PCl}_3] = \frac{1.2}{4}$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{1.2}{4}$$

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

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

$$= 0.2$$

PCl_5 के मोल = 2

वियोजन की मात्रा = 50%

$\therefore PCl_5$ के 2g अणुओं से वियोजित अणु = 2×50

$$= 1$$



2

0

0

ग्राम

$$(2-1)=1$$

1

1

साम्यावस्था पर

साम्यावस्था पर

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

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

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

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

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

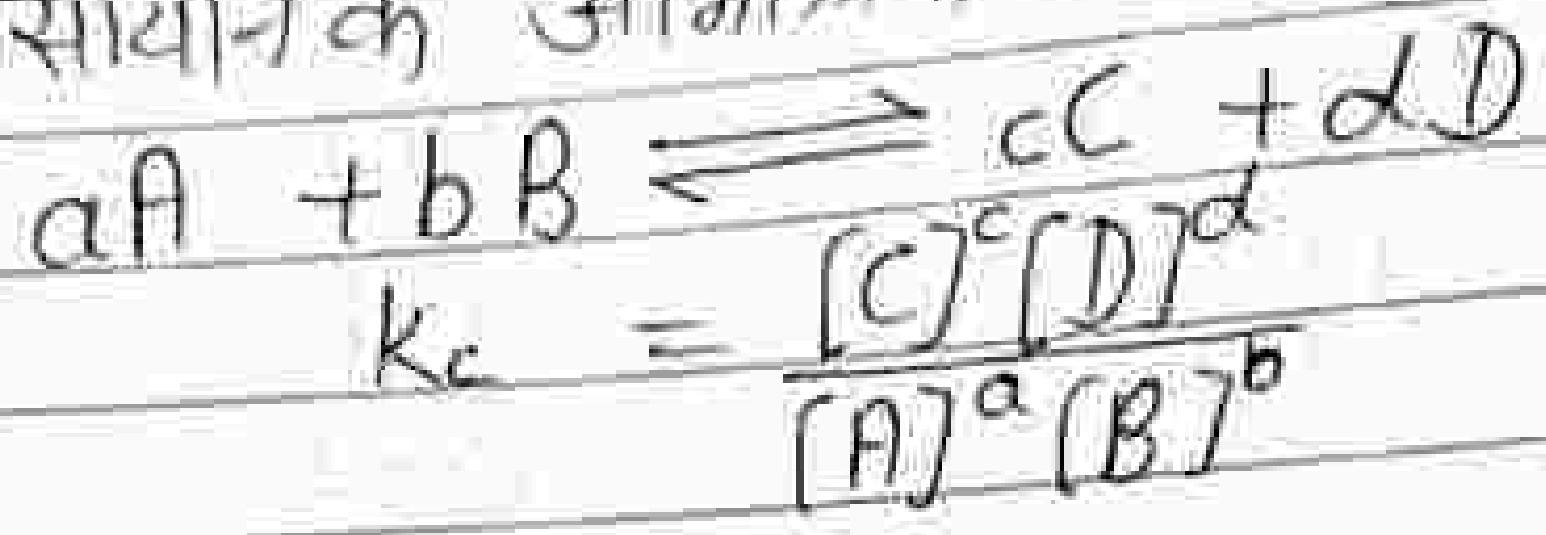
$$= \frac{1}{9}$$

$$= 0.33$$

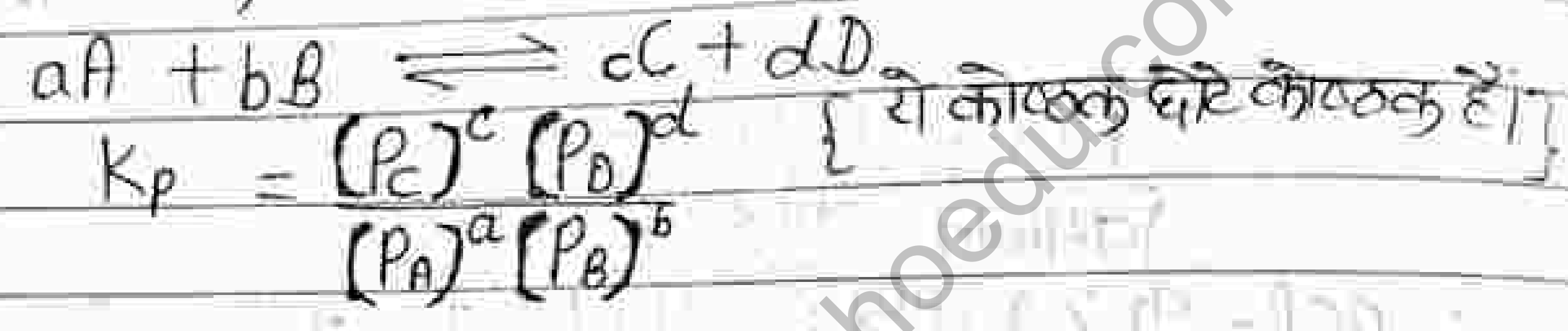
Reactant

Note (i)

साम्य स्थिरांक \rightarrow साम्य स्थिरांक 2 प्रकार के होते हैं
 साम्य स्थिरांक \rightarrow साम्य स्थिरांक (K_c) \rightarrow माना स्वरूप
 सांद्रता के पदों में साम्य स्थिरांक (Kc) \rightarrow माना स्वरूप
 रासायनिक अभिक्रिया निम्न है -



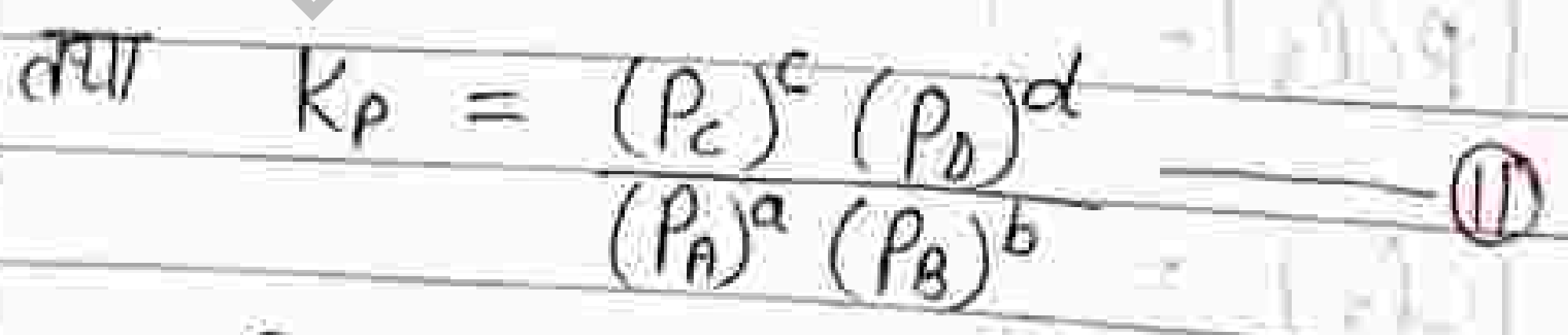
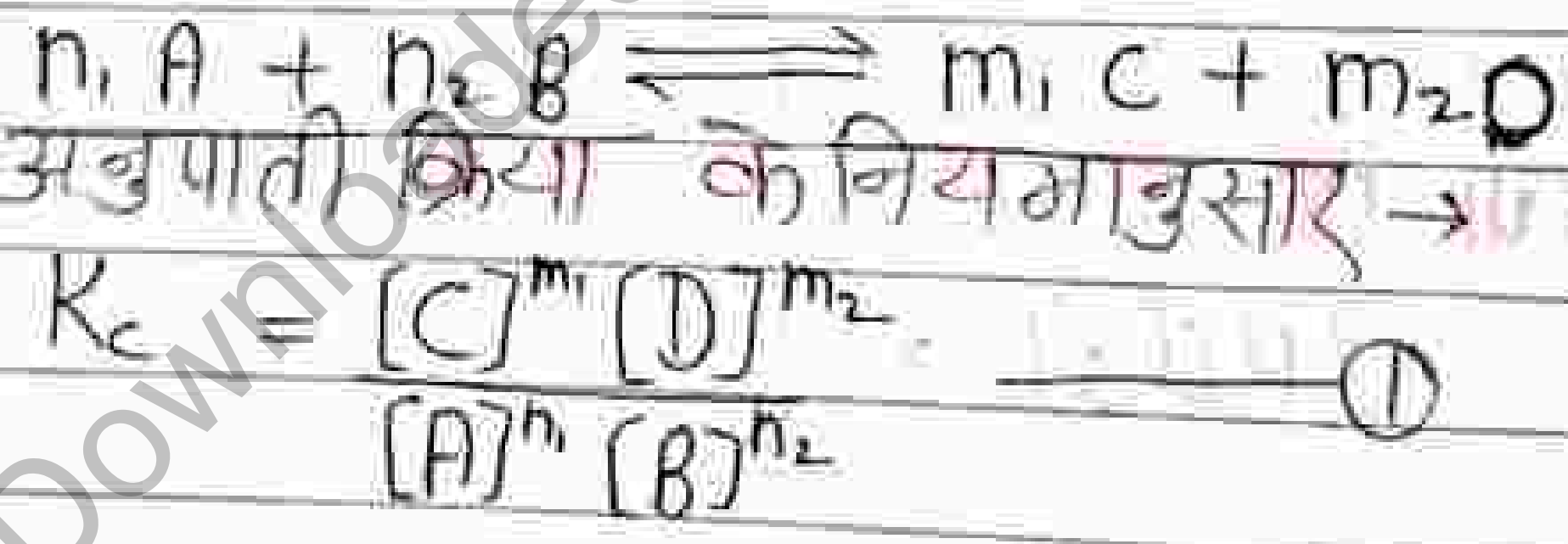
आंशिक दाब के पदों में साम्य स्थिरांक (K_p) \rightarrow माना स्वरूप
 रासायनिक अभिक्रिया निम्न है -



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

Imp.

K_p तथा K_c में सम्बन्ध \rightarrow माना स्थिर ताप पर एक उत्क्रमणीय समांशीय गैसीय अभिक्रिया निम्न है।



आदर्श गैस समी. से -

$$PV = nRT$$

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

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

अतः $P_A = C_A RT$

$P_B = C_B RT$

$P_C = C_C RT$

$P_D = C_D RT$

ये गान सभी (II) में रखने पर

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

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

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

समी. (I) से -

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

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

जहाँ $\Delta n = (n_1 + n_2) - (m_1 + m_2)$

= अणुकारक के मोलों की सं० - उत्पाद के मोलों की सं०

संयोजक तथा K_p तथा K_c में अग्रोष्ठ सम्बन्ध है।

उदा. अणुक्रिया $m_1 A + m_2 B \rightleftharpoons n_1 C + n_2 D$ के लिए K_p

तथा K_c में सम्बन्ध स्थापित करें।

ये Derivation रही है।

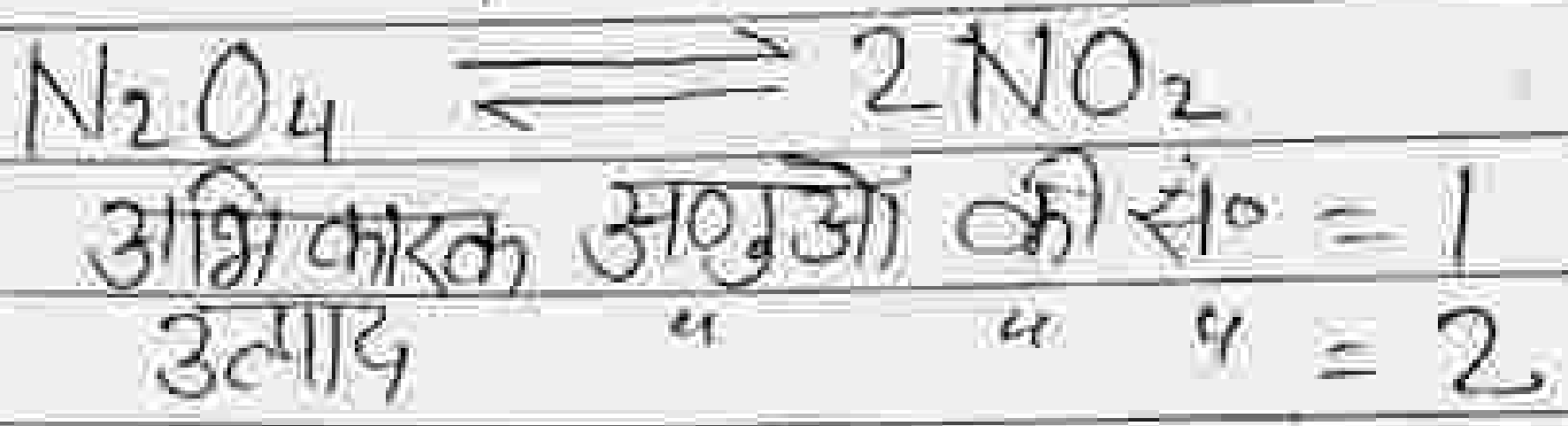
Ans

Note

इस उत्तर के लिए इसके ऊपर वाले उत्तर देखें जिसमें m की जगह n तथा n की जगह m करना है तथा पूरा इसी तरह लिखने के बाद फिर जहाँ लिखा है वहाँ से वापस राही लिखी है। अतः ऊपर वाले उत्तर में m की जगह n तथा n की जगह m करना है।

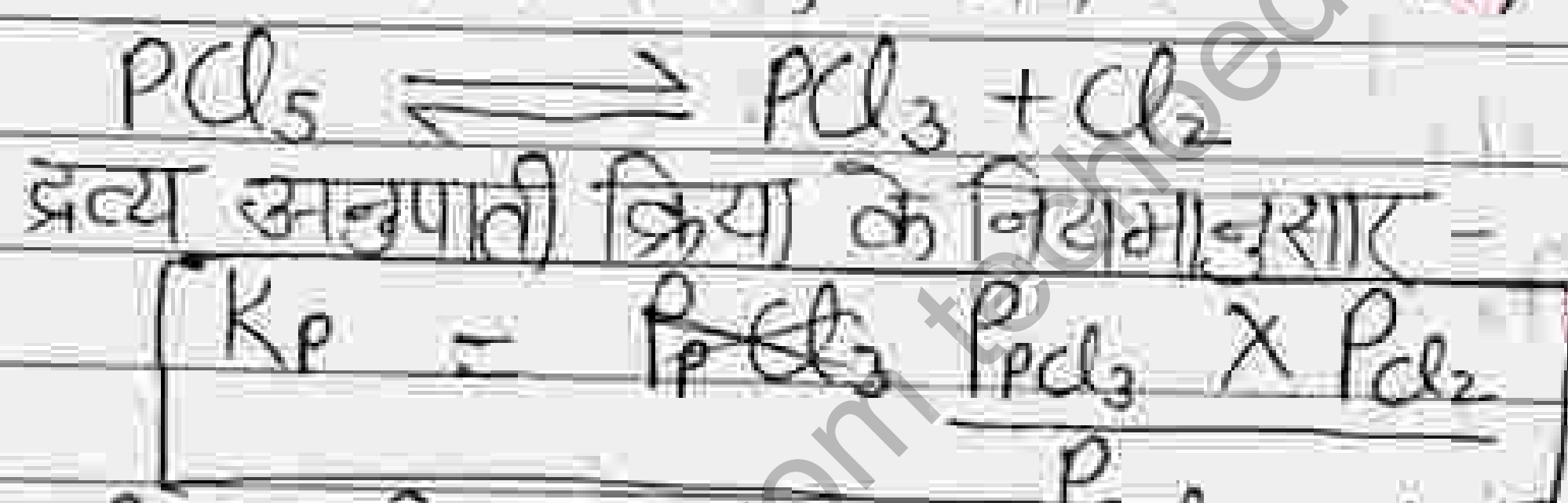
That's all.

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



$\therefore \Delta n = 2 - 1 = 1$
 $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$
 $K_p = K_c (RT)^1$
 $K_p = K_c RT$

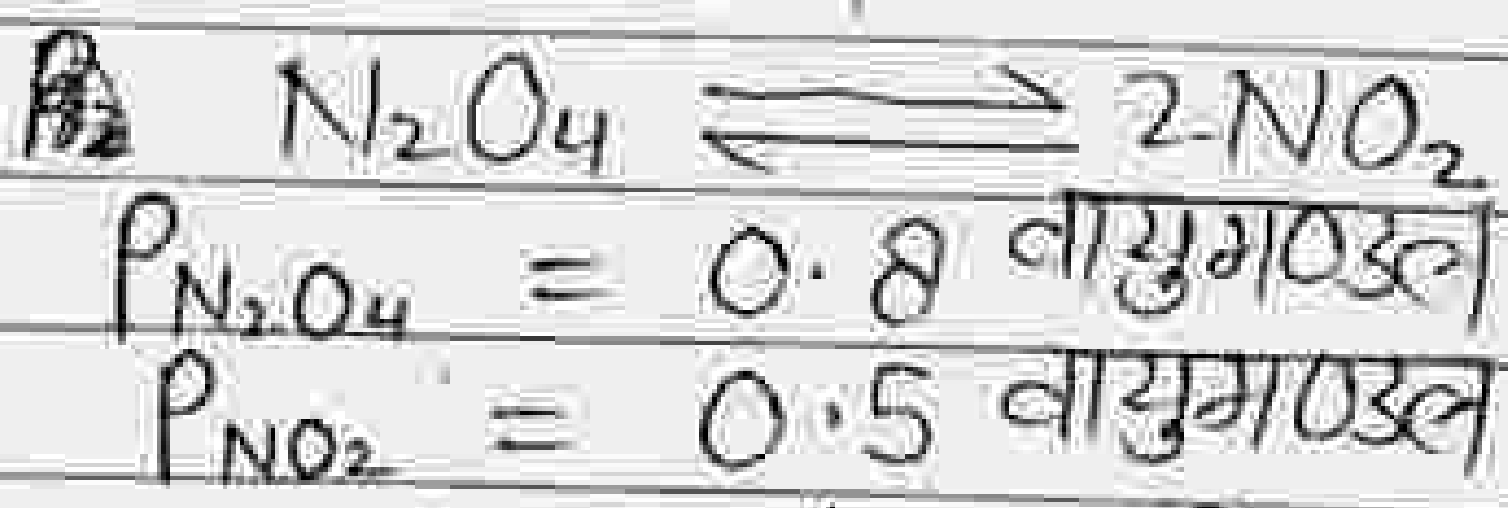
आंशिक दबावों के रूप में $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ के लिए साम्य स्थिरांक के लिए व्यंजक निकालिए।



$P_{PCl_5}, P_{PCl_3}, P_{Cl_2}$ साम्यावस्था पर क्रमशः PCl_5, PCl_3, Cl_2 के आंशिक दबाव 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

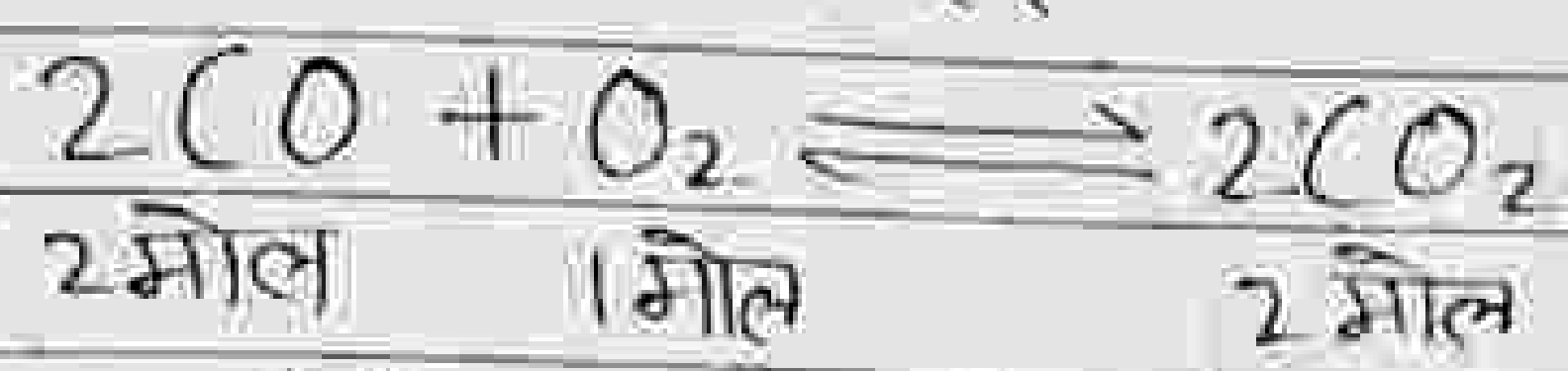
N_2O_4 तथा NO_2 के आंशिक दबाव क्रमशः 0.8 तथा 0.5 वायुमण्डल हैं।



$\therefore K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{(0.5)^2}{0.8}$
 $= \frac{0.25}{0.8} = 0.31$ वायुमण्डल

* K_c की इकाई *

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



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

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

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

$$= \text{मोल}^{-1} \text{ली.}^{-1}$$

$$K_c \text{ की इकाई} = \text{मोल}^{-1} \text{ली.}^{-1} //$$

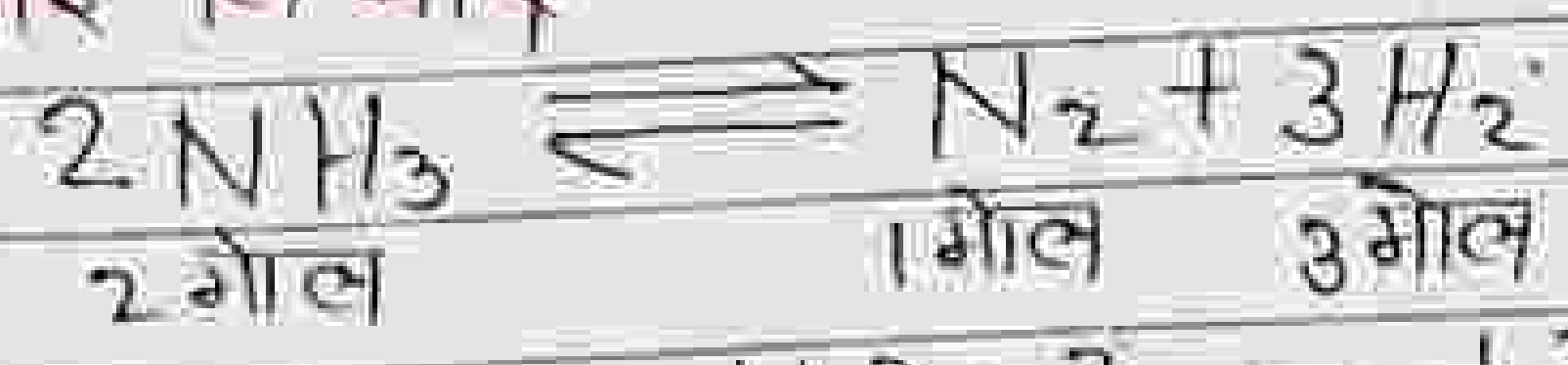
$$\text{ली.}^{-1} \text{मोल}^{-1} //$$

अथवा
अभिक्रिया के लिए साम्य स्थिरांक =

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

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

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



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

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

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

$$= \text{मोल}^2$$

$$K_c \text{ की इकाई} = \frac{\text{ली}^2}{\text{मोल}^2 \cdot \text{ली}^0^{-2}}$$

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{(\text{मोल/ली}^0)(\text{मोल/ली}^0)^3}{(\text{मोल/ली}^0)^2}$$

$$= (\text{मोल/ली}^0)(\text{मोल/ली}^0)$$

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

Note.

यदि केवल साम्य स्थिरांक की इकाई पूछी जाय तो ह, तथा K_c दोनों के मातक निकालते हैं।

$$K_c = \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली}^0} \right)^{\Delta n}$$

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

Q.

अभिक्रिया $X + Y \rightleftharpoons Z$ के साम्य स्थिरांक की युनिट निकालिए।



1 मोल 1 मोल 1 मोल

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

$$K_c = \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली}^0} \right)^{\Delta n}$$

$$= \left(\frac{\text{मोल}}{\text{ली}^0} \right)^{-1}$$

$$= \text{मोल}^{-1}$$

$$\text{ली}^0^{-1}$$

$$= \text{मोल}^{-1} \cdot \text{ली}^0$$

$$= \text{ली}^0 \cdot \text{मोल}^{-1}$$

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

- 1. साम्यावस्था को प्रभावित करने वाले कारक →
 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 हैं। (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।

6. निम्न लिखित अभिक्रियाओं की साम्यावस्था पर दाब तथा ताप के परिवर्तन का क्या प्रभाव पड़ेगा।

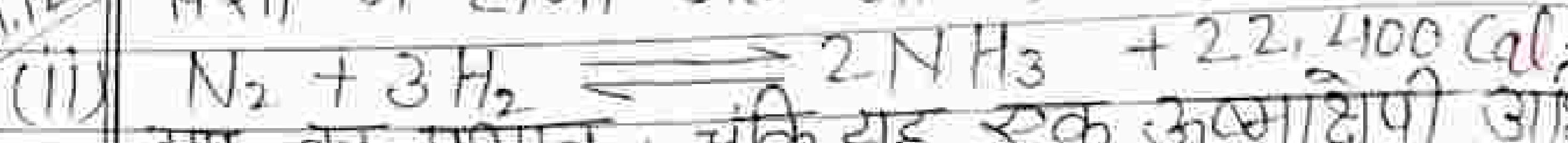


① ताप का प्रभाव → ∴ यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ाने पर यह पश्च दिशा की ओर विस्थापित

होगी जिससे SO_3 की कम मात्रा प्राप्त होगी।

(2) दाब का प्रभाव \rightarrow \because उत्पाद अणुओं की सं० अभिकारक अणुओं से कम है अतः दाब बढ़ाने से क्रिया उग्र दिशा में होगी अतः अधिक SO_3 बनेगी।

2011.12



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

(2) दाब का प्रभाव \rightarrow चूंकि उत्पाद अणुओं की सं० अभिकारक अणुओं से कम है अतः दाब बढ़ाने पर क्रिया उग्र दिशा में होगी अतः NH_3 अधिक बनेगी।



(1) ताप का प्रभाव \rightarrow \because यह ऊष्माशोषी अभिक्रिया है अतः ताप बढ़ाने पर यह क्रिया उग्र दिशा की ओर विस्थापित होगी तथा PCl_5 का वियोजन अधिक होगा।

(2) दाब का प्रभाव \rightarrow 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 में परिवर्तित हो जाता है जिस दिशा में किये गये परिवर्तन का प्रभाव नष्ट या कम हो जाये।"

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

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

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

2013
✓

$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) - 43200 \text{ cal}$
उपर्युक्त क्रिया में NO की अधिकतम उत्पादन की परिस्थितियाँ बताओ।

2012
⊙

लाशतैलिर नियम के आधार पर अभिक्रिया-

$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO, \Delta H = +43.2 \text{ Kcal}$ की सहायता से ताप तथा दाब का क्या प्रभाव पड़ेगा।

Ans.

$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) - 43200 \text{ cal}$

①

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

②

दाब का प्रभाव → चूंकि अभिक्रिया में अभिकारक तथा उत्पाद के अणुओं की सं० में 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 सांद्रता बढ़ाने पर अभिक्रिया अग्र दिशा की ओर होती है जिससे NO अधिक बनेगी।

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

Q.

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + x \text{ कैलोरी}$
ला-शतैलिर के आधार पर समझाइए कि अमोनिया की अधिकतम प्राप्ति के लिए कौन-2 से प्रतिबन्ध आवश्यक है।

⊙

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3, \Delta H = -22.6 \text{ Kcal}$
अभिक्रिया के लिए तीनों दशाओं का सुझाव दीजिए जिसमें NH_3 की सांद्रता बढ़े।

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

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

③ सांद्रता का प्रभाव → सांद्रता बढ़ने 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 सांद्रता से NH_3 का निर्माण अधिक होगा।

* Exercise *

2010/11

Q.1 निम्नलिखित अभिक्रिया में दाब बढ़ने पर क्या प्रभाव पड़ेगा।



चूंकि इस अभिक्रिया में उत्पाद अणुओं की संख्या अभिकारक अणुओं से अधिक है अतः दाब बढ़ने पर अभिक्रिया अग्र दिशा में होगी जिससे PCl_5 का वियोजन अधिक होगा।

2009/10/2

Q.2 ला-शतलियर नियम के आधार पर गैसों के विलयन पर दाब का प्रभाव समझाइए।
जब गैस द्रव में विलय होती है तो आयतन घटने के कारण दाबवृद्धि उनकी विलयता में सहायक होती है। जबकि ला-शतलियर के अनुसार

वावृद्धि से साम्य उस दिशा में परिवर्तित होगा जिसमें आयातन 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 \Rightarrow स्थिर आयतन पर अक्रिय गैस मिलाने पर अवयवों की सांद्रता पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा अतः साम्य प्रभावित नहीं होगा।
- (ii) स्थिर दाब पर \Rightarrow 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।

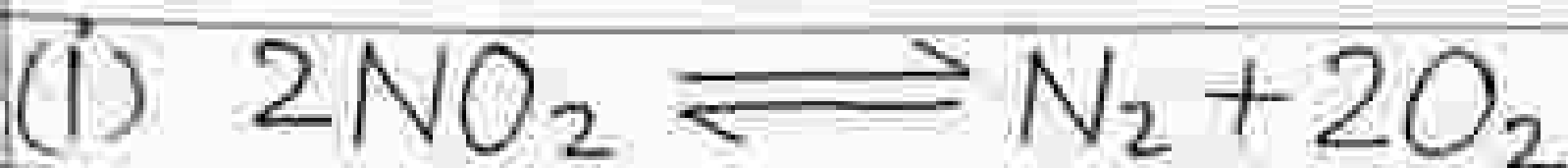
Q.4 ताप बढ़ने पर KNO_3 की विलेयता जल में बढ़ती है जबकि $Ca(OH)_2$ की विलेयता घटती है क्यों?

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



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



Ans



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

(i) $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 2\text{O}_2$
 द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार

$$K'_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]^2}{[\text{NO}_2]^2} \quad \text{--- (i)}$$

समी. (i) से -

$$K'_c = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{100} = 0.01$$

(ii) $\text{NO}_2 \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{N}_2 + \text{O}_2$
 द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियमानुसार

$$K''_c = \frac{[\text{N}_2]^{1/2}[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]}$$

वर्ग करने पर

$$(K''_c)^2 = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]^2}{[\text{NO}_2]^2}$$

समी. (i) से

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

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

2007/11
 Q.6

Reaction $\text{A}_2 + 3\text{B}_2 \rightleftharpoons 2\text{AB}_3$ का साम्य स्थिरांक (K) 4×10^{-6} है। अतः क्रिया $\frac{1}{2}\text{A}_2 + \frac{3}{2}\text{B}_2 \rightleftharpoons \text{AB}_3$ का साम्य स्थिरांक (K') की गणना करो।

Ans



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

$$\frac{[\text{AB}_3]^2}{[\text{A}_2][\text{B}_2]^3} = 4 \times 10^{-6} \quad \text{--- (i)}$$

$$[\text{A}_2][\text{B}_2]^3$$



$$K' = \frac{[\text{AB}_3]}{[\text{A}_2]^{1/2}[\text{B}_2]^{3/2}}$$

$$[\text{A}_2]^{1/2}[\text{B}_2]^{3/2}$$

वर्ग करने पर

$$(K')^2 = \frac{[\text{AB}_3]^2}{[\text{A}_2][\text{B}_2]^3} \quad \text{--- (ii)}$$

$$[\text{A}_2][\text{B}_2]^3$$

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

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

संबंधित 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 $NO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons NO_2(g)$ के लिए K'_c का मान ज्ञात करो।

Ans



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



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

वर्ग करने पर

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

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



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



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

समी० ① से

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