Bihar Board 11th Chemistry Subjective Answers

Chapter 7 साम्यावस्था

अभ्यास के प्रश्न एवं उनके उत्तर

प्रश्न 7.1

एक द्रव्य को सीलबन्द पात्र में निश्चित ताप पर इसके वाष्प के साथ साम्य में रखा जाता है। पात्र का आयतन अचानक बढ़ा दिया जाता है।

(क) वाष्य-दाब परिवर्तन का प्रारम्भिक परिणाम क्या होगा?

(ख) प्रारम्भ में वाष्पन एवं संघनन की दर कैसे बदलती

(ग) क्या होगा, जबकि साम्य पुनः अन्तिम रूप से स्थापित हो जाएगा, तब अन्तिम वाष्प दाब क्या होगा?

उत्तर:

(क) चूँकि इस स्थिति में वाष्पों की समान मात्रा अधिक स्थान पर वितरित होती है, अत: पात्र का आयतन बढ़ाने पर वाष्प दाब प्रारम्भिक रूप से घटेगा।

(ख) पात्र के आयतन की वृद्धि से प्रारम्भ में वाष्पन की दर घटेगी क्योंकि अधिक स्थान मिलेगा।

(ग) जब अग्रगामी तथा पश्चगामी प्रक्रमों की दर समान होती है तो अन्त में साम्य पुनः स्थापित हो जाता है। चूंकि यह ताप पर निर्भर करता है, अत: वाष्पदाब अपरिवर्तित रहेगा।

प्रश्न 7.2

निम्न साम्य के लिए K_2 क्या होगा, यदि साम्य पर प्रत्येक पदार्थ की सांद्रताएँ हैं –

$[SO_2] = 0.60M$, $[O_2] = 0.82$ M एवं $[SO_3] = 1.90M$

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3$

उत्तर:

दी हुई अभिक्रिया,

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3$

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$$
$$= \frac{(1.9M)\times(1.9M)}{(0.6M)\times(0.6M)\times(0.82M)}$$
$$= 12.229M = \mathbf{12.229\ mol\ L^{-1}}$$

प्रश्न 7.3

एक निश्चित ताप एवं कुल दाब 10^5 Pa पर आयोडीन वाष्प में आयतनानुसार 40% आयोडीन परमाणु होते हैं। साम्य के लिए K_p की गणना कीजिए।

उत्तर:

एक निश्चित ताप एवं कुल दाब = 10^5 Pa

आयोडीन परिमाणों (I_2) आंशिक दाब = 40×10^5100

$= 0.4 \times 10^5$

आयोडीन परिमाणों (I) आंशिक दाब = 60100 × 10^5
= 0.6 × 10^5 Pa

अब $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$
0.6×10^5 Pa 0.4×10^5 Pa

$$\therefore K_p = \frac{p_I^2}{p_{I_2}}$$

$$= \frac{(0.4 \times 10^5 \text{ Pa})^2}{(0.6 \times 10^5 \text{ Pa})} = 2.67 \times 10^4 \text{ Pa}$$

प्रश्न 7.4
निम्नलिखित में से प्रत्येक अभिक्रिया के लिए K_c समान्य स्थिरांक का व्यंकजक लिखिए –
(i) $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$
(ii) $2Cu(NO_3)_2(s) \rightleftharpoons 2CuO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$
(iii) $CH_3COOC_2H_5(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + C_2H_5OH(aq)$
(iv) $Fe^{3+}(aq) + 3OH^-(aq) \rightleftharpoons Fe(OH)_3(s)$
(v) $I_2(s) + 5F_2 \rightleftharpoons 2IF_5$
उत्तर:

(i) $K_c = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2}$
(ii) $K_c = [NO_2]^4[O_2]$
(iii) $K_c = \frac{[CH_3COOH][C_2H_5OH]}{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}$
(iv) $K_c = \frac{1}{[Fe^{3+}][OH^-]^3}$
(v) $K_c = \frac{[IF_5]^2}{[F]^2}$

प्रश्न 7.5
K_p के मान की गणना निम्नलिखित प्रकार में से प्रत्येक साम्य के लिए K_c का मान ज्ञात कीजिए।

1. $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$; $K_p = 1.8 \times 10^{-1}$ at 500k
2. $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$; $K_p = 167$ at 1073 K

उत्तर:
K_p तथा K_c परस्पर संबंदित होते है –
$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

K_c के मान की गणना निम्नलिखित प्रकार की जी सकती है –

(i) $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$

$$K_p = 1.8 \times 10^{-2} \text{ atm}$$

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

$$R = 0.0821 \text{ litre atm } K^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$T = 500 K$$

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

$$= \frac{(1.8 \times 10^{-2} \text{ atm })}{(0.0821 \text{ L-atm} K^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 500 K)^1}$$

$$= \mathbf{4.4 \times 10^{-4} \text{ mol } L^{-1}}$$

(ii) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

$$K_p = 167 \text{atm}$$

$$\Delta n = 1 - 0 = 1$$

$$R = 0.0821 \text{ Latm} K^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$T = 1073 K$$

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

$$= \frac{167 \text{atm}}{(0.0821 \text{Latm} K^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1073 K)^1}$$

$$= \mathbf{1.9 \text{ mol } L^{-1}}$$

प्रश्न 7.6

साम्य $NO(g) + O_3(g) \rightleftharpoons NO_2(g) + O_2(g)$ के लिए 1000 K पर $K_c = 6.3 \times 10^{14}$ है। साम्य में अग्र एवं प्रतीप दोनों अभिक्रियाएँ प्राथमिक रूप से द्विअणुक हैं। प्रतीप अभिक्रिया के लिए K_c क्या है?

उत्तर:

प्रतीप अभिक्रिया के लिए,

K_c = 1Kc

= 16.34×1014 = 1.59×10^{-15}

प्रश्न 7.7

साम्य स्थिरांक का व्यंजक लिखते समय समझाइए कि शुद्ध द्रवों एवं ठोसों को उपेक्षित क्यों किया जा सकता है?

उत्तर:

साम्य स्थिरांक का व्यंजक लिखते समय, अभिक्रिया में प्रयुक्त स्पीशीज की मोलर सान्द्रताएँ ली जाती हैं। हम जानते हैं कि किसी पदार्थ की मोलर सान्द्रता उसके प्रति इकाई आयतन में मोलों की संख्या को व्यक्त करती है। अर्थात्

$$\text{पदार्थ की मोलर सान्द्रता} = \frac{\text{मोल}}{\text{आयतन}} \text{ या } \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$$

SKYLIGHT STUDY

चूँकि द्रव्यमान/आयतन, पदार्थ का घनत्व व्यक्त करता है; अतः पदार्थ की मोलर सान्द्रता उसके घनत्व के समानुपाती होती हैं।

$$\text{मोलर सान्द्रता} = \frac{\text{मोलों की संख्या}}{\text{आयतन}} \propto \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}} (\propto \text{घनत्व})$$

हम जानते हैं कि घनत्व एक गहन गुण (Intensive property) है तथा पदार्थ के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता। इसके अतिरिक्त एक शुद्ध पदार्थ (ठोस या द्रव) की मोलर सान्द्रता के मान सदैव समान रहते हैं तथा इन्हें साम्य स्थिरांक का मान लिखते समय उपेक्षित किया जा सकता है। यद्यपि गैसीय अवस्था या जलीय विलयन में, पदार्थों के लिए, दिए गए आयतन में उनकी मात्रा परिवर्तनीय हो सकती है तथा उनकी मोलर सान्द्रता स्थिर नहीं रहती जिससे साम्य स्थिरांक के लिए व्यंजक लिखते समय इसे उपेक्षित नहीं किया जा सकता।

प्रश्न 7.8
N_2 एवं O_{2-} के मध्य निम्नलिखित अभिक्रिया होती है –
$2N_2 (g) + O_2(g) \rightleftarrows 2N_2O(g)$
यदि एक 10L के पात्र में 0.482 mol N_2 एवं 0.933 mol O_2 रखे जाएँ तथा एकताप, जिस पर N_2O बनने दिया जाए तो साम्य मिश्रण का संघटन ज्ञात कीजिए $K_c = 2.0 \times 10^{-37}$
उत्तर:
माना $N_2(g)$ के xmol अभिक्रिया में भाग लेते हैं। अभिक्रिया के अनुसार, O_2 के x2 mol अभिक्रिया करके $N_2O(g)$ के x2 mol बनाएँगे। इन स्पीशीज की अभिक्रिया से पहले तथा समय बिन्दु पर प्रति लीटर मोलर सान्द्रता है –

	$2N_2(g)$	$+ O_2(g)$	$\rightleftharpoons 2N_2O(g)$
प्रारम्भ में (mol / L)	$\frac{0.482}{10}$	$\frac{0.933}{10}$	शून्य
साम्य बिन्दु पर (mol / L)	$\frac{(0.482 - x)}{10}$	$\frac{0.933 - \frac{x}{2}}{10}$	$\frac{x}{10}$

साम्य स्थिरांक का मान (2.0×10^{-37}) अत्यन्त कम है।
इसका अर्थ है कि अभिकारकों की केवल कुछ मात्रा ही अभिकृत हुई है। इसलिए x अत्यन्त कम होगा तथा अभिकारकों के सम्बन्ध में इसे उपेक्षणीय माना जा सकता है।
रासायनिक साम्य का नियम लागू करने पर,

$$K_c = \frac{[N_2O(g)]^2}{[N_2(g)]^2 [O_2(g)]}$$

$$2.0 \times 10^{-37} = \frac{\left(\frac{x}{10}\right)^2}{\left(\frac{0.482}{10}\right)^2 \times \left(\frac{0.933}{10}\right)}$$

$$2.0 \times 10^{-37} = \frac{0.01x^2}{2.1676 \times 10^{-4}}$$

$$x^2 = \frac{2.0 \times 2.1676 \times 10^{-37} \times 10^{-4}}{0.01}$$

$$= 4.3352 \times 10^{-39}$$

$$\therefore \quad x = \sqrt{43.352 \times 10^{-40}}$$

$$= 6.58 \times 10^{-20}$$

अतः साम्य मिश्रण में

N_2 की मोलर सान्द्रता = 0.0482 mol L^{-1}

O_2 की मोलर सान्द्रता = 0.0933 mol L^{-1}

N_2O की मोलर सान्द्रता = 6.58×10^{-21} mol L^{-1}

प्रश्न 7.9

निम्नलिखित अभिक्रिया के अनुसार नाइट्रिक ऑक्साइड Br_2 से अभिक्रिया का नाइट्रोसिल ब्रोमाइड बनाती है –

$2NO\ (g) + Br_2(g) \rightleftarrows 2NOBr\ (g)$

जब स्थिर ताप पर एक बन्द पात्र में 0.087 mol NO एवं 0.0437 mol Br_2 मिश्रित किए जाते हैं, तब 0.0518 mol NOBr प्राप्त होती है। NO एवं Br_2 की साम्य मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

अभिक्रिया के लिए सन्तुलित रासायनिक समीकरण निम्नवत् है –

$2NO(g) + Br_2(g) \rightleftarrows 2NOBr\ (g)$

समीकरण के अनुसार, NO(g) के 2mol, Br_2(g) के 1mol से अभिक्रिया करके, 2mol NOBr (g) बनाते हैं।

साम्य-मिश्रण के संघटन की गणना निम्नवत् की जा सकती है –

साम्य पर निर्मित NOBr (g) के मोलों की संख्या = 0.0518mol (दिया है)

अभिक्रिया में भाग लेने वाले NO(g) के मोलों की संख्या = 0.0518mol साम्यावस्था पर NO(g) के शेष मोलों की संख्या

= 0.087 – 0.0518

= 0.0352 mol

अभिक्रिया में भाग लेने वाले Br_2(g) के मोलों की संख्या

= 12 × 0.0518

= 0.0259

साम्यावस्था पर Br_2(g) के शेष मोलों की संख्या

= 0.437 – 0.0259

= 0.0178 mol

विभिन्न स्पीशीज की प्रारम्भिक मोलर सान्द्रताएँ तथा साम्य मोलर सान्द्रताएँ निम्नवत् व्यक्त की जा सकती है –

$$2NO(g) + Br_2(g) \rightleftarrows 2NOBe(g)$$

प्रारम्भिक मोल	0.087	0.0437	0
साम्य बिन्दु पर मोल	0.0352	0.0178	0.0518

प्रश्न 7.10

साम्य $2SO_2\ (g) + O_2\ (g) = 2SO_3\ (g)$ के लिए 450K पर $K_P = 2.0 \times 10^{10}$ bar है। इस ताप पर K_c का मान ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

K_p तथा K_c में सम्बन्ध निम्नवत् है –

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

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

$$K_p = 2.0 \times 10^{10}\ \text{Bar}^{-1}$$

$$R = 0.0821\,\text{L bar K}^{-}\ \text{mol}^{-1}$$

$$T = 450\,\text{K}$$

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

मान रखने पर,

$$K_c = \frac{(2.0 \times 10^{10}\ \text{bar}^{-1})}{[(0.0821\,\text{L bar K}^{-1}\,\text{mol}^{-1}) \times (450\,\text{K})]^{-1}}$$

$$= 7.389 \times 10^{11}\ \text{mol}^{-1}\,\text{L}$$

$$= \mathbf{7.38 \times 10^{11}\ M^{-1}}$$

प्रश्न 7.11

HI(g) का एक नमूना 0.2 atm दाब पर एक फ्लास्क में रखा जाता है। साम्य पर HI(g) का आंशिक दाब 0.04 atm है। यहाँ दिये गये साम्य के लिए K_p का मान क्या होगा?

$2HI(g) \rightleftarrows H_2g + I_2(g)$

उत्तर:

प्रश्नानुसार,

$P_{HI} = 0.04$ atm, $P_{H2} = 0.08$atm, $P_{I2} = 0.08$atm

$$K_p = \frac{P_{H_2} \times P_{I_2}}{p^2 HI}$$

$$= \frac{0.8 \times 0.8}{0.4 \times 0.4} = 4$$

प्रश्न 7.12

500K ताप पर एक 20 L पात्र में N_2 के 1.57 mol, H_2 के 1.92 mol एवं NH_3 के 8.13 mol का मिश्रण लिया जाता है। अभिक्रिया $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ के लिए $K_c \times 10^2$ का मान 1.7×10^2 है। क्या अभिक्रिया-मिश्रण साम्य में है? यदि नहीं तो नेट अभिक्रिया की दिशा क्या होगी?

उत्तर:

दी हुई अभिक्रिया

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

प्रश्नानुसार,

SKYLIGHT STUDY

$$[N_2] = \frac{157\,mol}{20\,L} = 0.0785\,mol\,L^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{1.92\,mol}{20\,L} = 0.096\,mol\,L^{-1}$$

$$[NH_3] = \frac{8.13\,mol}{20\,L} = 0.4065\,mol\,L^{-1}$$

अभिक्रिया भागफल $(Q_c) = \frac{[NH_3\,(g)]^2}{[N_2\,(g)][H_2\,(g)]^3}$

$$= \frac{(0.4065)^2}{(0.0758)\times(0.096)^3}$$

$$Q_c = 2.37\times10^3$$

तथा $K_c = 1.7\times10^2$

चूँकि Q > K_c अत: अभिक्रिया विपरीत दिशा में होगी।

प्रश्न 7.13

एक गैस अभिक्रिया के लिए –

$$K_c = \frac{[NH_3]^4\,[O_2]^5}{[NO]^4\,[H_2O]^6}$$

इस व्यंजक के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।

उत्तर:

उपर्युक्त व्यंजक के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण निम्नवत् है –

$4NO(g) + 6H_2O(g) \rightarrow 4NH_3(g) + 5O_2(g)$

प्रश्न 7.14

H_2O का एक मोल एवं CO का एक मोल 725K ताप पर 10L के पात्र में लिए जाते हैं। साम्य पर 40% जल (भारात्मक) CO के साथ निम्नलिखित समीकरण के अनुसार अभिक्रिया करता है –

$H_2O(g) + CO(g) \rightleftarrows H_2(g) + CO_2(g)$

अभिक्रिया के लिए साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए।

उत्तर:

वास्तविक रूप से उपस्थित जल के मोलों की संख्या = 1 mol

तथा अभिकृत जल से प्रतिशत = 40%

अभिकृत जल के मोलों की संख्या = $1\times\frac{40}{100} = 0.4mol$

शेष जल के मोलों की संख्या = (1.0 – 0.4) = 0.6mol

अतः अभिक्रिया के आरम्भ में तथा साम्यावस्था पर अभिकारकों तथा उत्पादों की मोलर सान्द्रता प्रति लीटर निम्नवत् है –

$H_2O(g) + CO(g) = H_2(g) + CO_2(g)$

SKYLIGHT STUDY

$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	0	0	(आरम्भ mol)
$\frac{(1-0.4)}{10}$	$\frac{(1-0.4)}{10}$	$\frac{0.4}{10}$	$\frac{0.4}{10}$	(साम्यावस्था पर mol)
.06	0.06	04	.04	

साम्यावस्था स्थिरांक $(K_c) = \frac{[H_2(g)][CO_2(g)]}{[H_2O(g)][CO(g)]}$

$$= \frac{0.04\,\text{mol}\,L^{-1} \times 0.04\,\text{mol}\,L^{-1}}{06\,\text{mol}\,L^{-1} \times .06\,\text{mol}\,L^{-1}}$$

= 0.44

प्रश्न 7.15

700 K ताप पर अभिक्रिया $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$ के लिये साम्य स्थिरांक 54.8 है। यदि हमने शुरू में HI(g) लिया हो, 700K ताप साम्य स्थापित हो तथा साम्य पर 0.5 mol L^{-1} HI(g) उपस्थित हो, तो साम्य पर $H_2(g)$ एवं $I_2(g)$ की सान्द्रताएँ क्या होंगी?

उत्तर:

माना $H_2(g)$ तथा $I_2(g)$ की साम्यावस्था पर सान्द्रता x mol L^{-1} है; तब

अभिक्रिया,

$$\underset{x}{H_2}(g) + \underset{x}{I_2}(g) \rightleftarrows \underset{x}{2HI}(g) \quad \text{से (साम्यावस्था पर)}$$

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

$$= \frac{(0.5\,\text{mol}\,L^{-1})^2}{(x\,\text{mol}\,L^{-1}) \times (x\,\text{mol}\,L^{-1})}$$

या $\quad 54.8 = \frac{0.25}{x^2} \quad (\because K_2 = 54.8)$

या $\quad x^2 = \frac{0.25}{54.8} = (4.56 \times 10^{-3})$

$$x = (4.56 \times 10^{-3})^{1/2}$$

$$= 0.068\,\text{mol}\,L^{-1}$$

अतः साम्यावस्था पर $[H_2(g)]$ = 0.068mol L^{-1}

तथा $[I_2(g)]$ = 0.068 mol L^{-1}

प्रश्न 7.16

ICl, जिसकी सान्द्रता प्रारम्भ में 0.78 M है, को यदि साम्य पर आने दिया जाए तो प्रत्येक की साम्य पर सान्द्रताएँ क्या होंगी?

$2ICl(g) \rightleftarrows I_2(g) + Cl_2(g)$; K_c = 0.14

उत्तर:

दी हुई हुई अभिक्रिया

$$2ICl(g) \rightleftharpoons I_2(g) + Cl_2(g); K_c = 0.14$$

0.78 0 0 (आरम्भ में)

$(0.78-2x)$ x x (साम्यावस्था में)

$$K_c = \frac{[I_2][Cl_2]}{[IC]^2}$$

या $$0.14 = \frac{x \times x}{(0.78-2x)^2}$$

$$3.74 \times 10^{-1} = \frac{x}{(0.78-2x)} \quad \text{(वर्गमूल लेने पर)}$$

या $$0.292 - 0.748x = x$$

$$1.748x = 0.292$$

$$x = \frac{0.292}{1.748} = 0.167 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[I_2] = [Cl_2] = \mathbf{0.167 \text{ mol L}^{-1}}$$

तथा $$[ICl] = 0.78 - 2(0.167)$$

$$= 0.78 - 0.334$$

$$\mathbf{0.446 \text{ mol L}^{-1}}$$

प्रश्न 7.17

नीचे दर्शाए गए साम्य में 899K पर K_p का मान 0.04atm है। C_2H_6 की साम्य पर सान्द्रता क्या होगी यदि 4.0 atm दाब पर C_2H_6 को एक फ्लास्क में रखा गया है एवं साम्यावस्था पर आने दिया जाता है?

उत्तर:

$$\mathbf{C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)}$$

$$C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$$

प्रारम्भिक सान्द्रता 4 0 0

साम्यावस्था पर सान्द्रता $4-a$ a a

साम्यावस्था पर मोलों की कुल संख्या $= 4-a+a+a = 4+a$

C_2H_6 के मोल अंश, $x_{c_2H_6} = \frac{4-a}{4+a}$

C_2H_4 के मोल अंश, $x_{C_2H_4} = \frac{a}{4+a}$

H_2 के मोल अंश, $x_{H_2} = \frac{a}{4+a}$

$$p_{c_2H_6} = x_{C_2H_6} \times \text{कुल दाब}$$

$$= \frac{4-a}{4+a} \times 1 \text{ atm} = \frac{4-a}{4+a} \text{atm}$$

$$p_{C_2H_4} = x_{C_2H_4} \times \text{कुल दाब}$$

$$= \frac{a}{4+a} \times 1 \text{atm} = \frac{a}{4+a} \text{atm}$$

$$p_{H_2} = x_{H_2} \times \text{कुल दाब}$$

$$= \frac{a}{4+a} \times 1 \text{atm} = \frac{a}{4+a} \text{atm}$$

$$K_p = \frac{(p_{C_2H_4}) \times (p_{H_2})}{(p_{C_2H_6})}$$

या $$0.04 = \frac{\left(\frac{a}{4+a}\right) \times \left(\frac{a}{4+a}\right)}{\left(\frac{4-a}{4+a}\right)} = \frac{\left(\frac{a}{4+a}\right)^2}{\left(\frac{4-a}{4+a}\right)}$$

$$= \frac{a^2}{(4-a)(4+a)} = \frac{a^2}{4^2 - a^2} = \frac{a^2}{16-a^2}$$

$$0.64 - 0.04a^2 = a^2$$

$$0.06 = 1.04a^2$$

$$a^2 = \frac{0.64}{1.04} = 0.615$$

$$a = \sqrt{(0.615)} = \mathbf{0.78}$$

SKYLIGHT STUDY

For more Subjective & Objective Question Answers Visit:- Skylightstudy.in

अत: C_2H_6 की साम्य पर सान्द्रता = 4 – a

= 4 – 0.78

= 3.22

प्रश्न 7.18

एथेनॉल एवं ऐसीटिक अम्ल की अभिक्रिया से एथिल ऐसीटेट बनाया जाता है एवं साम्य को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है –

$CH_3COOH\ (l) + C_2H_5OH\ (l) = CH_3COOC_2H_5\ (l) + H_2O\ (l)$

1. इस अभिक्रिया के लिए सान्द्रता अनुपात (अभिक्रिया-भागफल) Q_c लिखिए (टिप्पणी; यहाँ पर जल आधिक्य में नहीं है एवं विलायक भी नहीं है)
2. यदि 293 K पर 1.00 mol ऐसीटिक अम्ल एवं 0.18 mol एथेनॉल प्रारम्भ में लिए जाएँ तो अन्तिम साम्य मिश्रण में 0.171 mol एथिल ऐसीटेट है। साम्य स्थिरांक की गाना पीना।
3. 0.5 mol एथेनॉल एवं 1.0 mol ऐसीटिक अम्ल से प्रारम्भ करते हुए 293K ताप पर कुछ समय पश्चात् एथिल ऐसीटेट के 0.214 mol पाए गए तो क्या साम्य स्थापित हो गया?

उत्तर:

1. अभिक्रिया के लिए सान्द्रता अनुपात 'Q_c' है –

$$Q_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5(l)][H_2O(l)]}{[CH_3COOH(l)][C_2H_5OH(l)]}$$

(ii) $CH_3COOH(l) + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$

प्रारम्भिक मोलर सान्द्रता	1.0 mol	0.18 mol	0	0
साम्य बिन्दु पर मोलर सान्द्रता	(1 – 0.171)	(0.18 – 0.171)	0.171 mol	0.171 mol
	= 0.829 mol	= 0.009 mol		

रासायनिक साम्यावस्था नियम लागू करने पर,

$$K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5(l)][H_2O(l)]}{[CH_3COOH(l)][CH_2H_5OH(l)]}$$

$$= \frac{(0.171\,mol) \times (0.171\,mol)}{(0.829\,mol) \times (0.009\,mol)}$$

$$= 3.92$$

(iii) $CH_3COOH(l) + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$

प्रारम्भिक मोलर सान्द्रता	1.0 mol	0.18 mol	0	0
साम्य बिन्दु पर मोलर सान्द्रता	(1 – 0.214)	(0.5 – 0.214)	0.214 mol	0.214 mol
	= 0.786 mol	= 0.286 mol		

$$Q_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5(l)][H_2O(l)]}{[CH_3COOH(l)][C_2H_5OH(l)]}$$

$$= \frac{(0.214\,mol) \times (0.214\,mol)}{(0.786\,mol) \times (0.286\,mol)}$$

$$= 0.204$$

SKYLIGHT STUDY

For more Subjective & Objective Question Answers Visit:- Skylightstudy.in

चूँकि Q_c का मान K_c से कम है ($Q_c < K_c$); अत: साम्यावस्था प्राप्त नहीं होगी। परन्तु अभिकारक अभिक्रिया में भाग लेने तथा उत्पाद बनाएँगे।

प्रश्न 7.19
437K ताप पर निर्वात में PCl_5, का एक नमूना एक फ्लास्क में लिया गया। साम्य स्थापित होने पर PCl_5, की सान्द्रता 0.5×10^{-1} mol L^{-1}
पाई गई, यदि K_c का मान 8.3×10^{-3} है तो साम्य पर PCl_3 एवं Cl_2 की सान्द्रताएँ क्या होंगी?
$PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$
उत्तर:
माना PCl_5 की मोलर सान्द्रता प्रति लीटर = x mol
साम्यावस्था पर, PCl_5 की मोलर सान्द्रता = 0.05 molL^{-1}
∴ PCl_5 के वियोजित मोल = (x − 0.05)mol L^{-1}
PCl_3 के प्राप्त मोल = (x − 0.05)mol L^{-1}
Cl_2 के प्राप्त मोल = (x − 0.05)mol L^{-1}
अभिक्रिया से पहले तथा साम्य बिन्दु पर अभिकारकों तथा उत्पादों की मोलर सान्द्रता प्रति लीटर निम्नवत् है –

	PCl_5 ⇌	PCl_3 +	Cl_2
प्रारम्भिक मोलर सान्द्रता	x	0	0
साम्य बिन्दु पर मोलर सान्द्रता	0.05	$(x-0.05)$	$(x-0.05)$

साम्य स्थिरांक (K_c) = 8.3×10^{-2} = 0.0083
रासायनिक साम्य का नियम लागू करने पर,

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

$$0.0083 = \frac{(x-0.05)(x-0.05)}{0.05}$$

$$(x-0.05)^2 = 0.0083 \times 0.05 = 4.15 \times 10^{-4}$$

$$x-0.05 = (4.15 \times 10^{-4})^{1/2} = 0.02 \text{ mol L}^{-1}$$

$$x = 0.05 + 0.02 = 0.07 \text{ mol L}^{-1}$$

साम्य बिन्दु पर PCl_3 की मोलर सान्द्रता = (0.07 − 0.05) = 0.02 mol L^{-1}
साम्य बिन्दु पर Cl_2 की मोलर सान्द्रता = (0.07 − 0.05) = 0.02 mol L^{-1}

प्रश्न 7.20
लौह अयस्क से स्टील बनाते समय जो अभिक्रिया होती है, वह आयरन (II) ऑक्साइड का कार्बन मोनोक्साइड के द्वारा अपचयन है एवं इससे धात्विक लौह एवं CO_2, मिलते हैं।
Feo(s) + CO(g) ⇄ Fe(s) + CO_2 (g); K_p = 0.265 atm (1050 K एवं CO_2 के साम्य पर आंशिक दाब क्या होंगे, यदि उनके प्रारम्भिक आंशिक दाब हैं –
P_{CO} = 1.4atm एवं P_{CO_2} = 0.80 atm
उत्तर:

$$FeO(s)+CO(g) \rightleftharpoons Fe(s)+CO_2(g); K_p = 0.265 \text{ atm (1050 K पर)}$$

प्रारम्भिक दाब 1.4 atm 0.80 atm

$$Q_p = \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} = \frac{0.80}{1.40} = 0.571$$

$$K_p = 0.265$$

चूंकि Q_p, K_p से अधिक है; अत: अभिक्रिया पश्चगामी दिशा में अग्रसरित होगी अर्थात् CO_2, का दाब घटेगा तथा CO का दाब बढ़ेगा। जिससे साम्यावस्था प्राप्त हो सके। अत: यदि CO_2, के दाब में होने वाली कमी p है तो CO के दाब में वृद्धि p होगी।

साम्यावस्था पर,

$P_{CO_2} = (0.80 - p)atm$

$P_{CO} = (1.4 + p)atm$

$K_P = P_{CO2}P_{CO}$

$\Rightarrow 0.265 = 0.80-p1.4+p$

या $0.265 (1.4 + p) = 0.80 - p$

$0.371 + 0.265\ p = 0.80 - p$

$1.265\ p = 0.429$

$p = 0.4291.265 = 30.339atm$

अतः साम्यावस्था पर,

$P_{CO} = 1.4 + 0.339 = 1.739$ atm

$P_{CO_2} = 0.80 - 0.3393$

$= 0.461$ atm

प्रश्न 7.21

अभिक्रिया $N_2 (g) + 3H_2 (g) \rightleftarrows 2NH_3 (g)$ के लिए (500 K पर)साम्य स्थिरांक $K_c = 0.061$ है। एक विशेष समय पर मिश्रण का संघटन इस प्रकार है – 3.0 mol L^{-1} N_2, 2.0 mol $L^{-1}H_2$ एवं 0.5 mol $L^{-1}NH_3$ क्या अभिक्रिया साम्य में है? यदि नहीं, तो साम्य स्थापित करने के लिए अभिक्रिया किस दिशा में अग्रसर होगी?

उत्तर:

दी गई अभिक्रिया है –

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

प्रश्नानुसार,

$[N_2] = 3.0 mol\ L^{-1}$

$[H_2] = 2.0 mol\ L^{-1}$

$[NH_3] = 0.5 mol\ L^{-1}$

SKYLIGHT STUDY

अतः $Q_c = \frac{[NH_3(g)]}{[N_2(g)][H_2(g)]}$

$$= \frac{(0.5)^2}{(3.0)(2.0)^3}$$

$$= \frac{0.25}{(3.0)(2.0)^3} = \frac{0.25}{24}$$

चूँकि Q_c का मान K_c के मान (0.061) से कम है; अतः अभिक्रिया साम्यावस्था में नहीं है। यह तब अग्रगामी दिशा में होगी जब तक कि Q_c का मान K_c के समान न हो जाए।

प्रश्न 7.22

ब्रोमीन मोनोक्लोराइड BrCl विघटित होकर ब्रोमीन एवं क्लोरीन देता है तथा साम्य स्थापित होता है –

$2BrCl(g) \rightleftarrows Br_2(g) + Cl_2(g)$

इसके लिए 500K पर $K_c = 32$ है। यदि प्रारम्भ में BrCl की सान्द्रता 3.3×10^{-3} mol L^{-1} हो साम्य पर मिश्रण में इसकी सान्द्रता क्या होगी?

उत्तर:

माना साम्यावस्था प्राप्त करने के लिए BrCl के xmol वियोजित होते हैं। विभिन्न स्पीशीज की अंक तथा साम्य बिन्दु पर मोलर सान्द्रताएँ निम्नवत् प्रदर्शित की जा सकती है –

	$2BrCl(g) \rightleftharpoons$	$Br_2(g) +$	$Cl_2(g)$
प्रारम्भिक मोलर सान्द्रता	0.0033	0	0
साम्य बिन्दु पर मोलर सान्द्रता	$0.0033 - x$	$x/2$	$x/2$

रासायनिक साम्यावस्था नियम से,

$$K_c = \frac{[Br_2][Cl_2]}{[BrCl]^2}$$

$$32 = \frac{(x/2)(x/2)}{(0.0033-x)^2}$$

वर्गमूल होने पर,

$$5.657 = \frac{x/2}{(0.0033-x)}$$

$$\frac{x}{(0.0033-x)} = 11.31$$

या $x = 11.31(0.0033 - x)$

या $x = 0.037 - 11.31x$

$$12.31x = 0.037$$

$$x = \frac{0.037}{12.31} = 3.0 \times 10^{-3}$$

साम्य बिन्दु पर BrCl की मोलर सान्द्रता

$= 3.3 \times 10^{-3} - 3.0 \times 10^{-3}$
$= 3.0 \times 10^{-4}$ mol L^{-1}

प्रश्न 7.23
1127K एवं 1atm दाब पर CO तथा CO_2, के गैसीय मिश्रण में साम्यावस्था पर ठोस कार्बन में 90.55% (भारात्मक) CO है।
$C(s) + CO_2 (g) \rightleftarrows 2CO(g)$
उपरोक्त ताप पर अभिक्रिया के लिए K_c के मान की गणना कीजिए।
उत्तर:
अभिक्रिया के लिए K_p की गणना –
माना गैसीय मिश्रण का कुल द्रव्यमान = 100 g
मिश्रण में CO का द्रव्यमान = 90.55g
मिश्रण में CO_2, का द्रव्यमान = (100 – 90.55) = 9.45g
CO के मोलों की संख्या = 90.55g28gmol-1 = 3.234 mol
CO_2 मोलों की संख्या = 90.55g44gmol-1 = 2.058 mol
मिश्रण में CO का आंशिक दाब,

$$P_{CO} = \frac{3.234}{(3.234 + 2.058)} \times 1\text{atm}$$
$$= \frac{3.234}{5.292} = 0.611\text{atm}$$

मिश्रण में CO_2, का आंशिक दाब,

$$p_{CO_2} = \frac{2.058}{(3.234 + 2.058)} \times 1\text{atm}$$
$$= \frac{2.058}{5.292} = 0.389\text{atm}$$

$$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

साम्य-दाब 0.389atm 0.611atm

$$K_p = \frac{p^2CO}{P_{CO_2}} = \frac{(0.611)^2}{(0.389)} = 0.959\text{atm}$$

अभिक्रिया के लिए K_c की गणना –

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

$K_p = 0.959\text{atm}, R = 0.082\,\text{L atm K}^{-1}\,\text{mol}^{-1}$,
$T = 1127\text{K}$
$\Delta n = 2 - 1 = 1$

$$K_c = \frac{(0.959\text{ atm})}{[(0.082\,\text{L atm K}^{-1}\,\text{mol}^{-1}) \times (1127\text{K})]^1}$$
$$= \mathbf{0.010\ mol\ L^{-1}}$$

प्रश्न 7.24

298K पर NO एवं O_2 से NO_2 बनती है –

$NO\ (g) + O_2\ (g) \rightleftarrows NO_2\ (g)$

अभिक्रिया के लिए (क) ΔG^θ एवं (ख) साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए –

$\Delta_f G^\theta\ (NO_2) = 52.0\ kJ/mol$

$\Delta_f G^\theta\ (NO) = 87.0\ KJ/mol$

$\Delta_f G^\theta\ (O_2) = oKJ/mol$

उत्तर:

1. $\Delta G^\theta = \Delta_f G^\theta\ (NO_2)$

$-[\Delta_f G^\theta\ (NO) + \Delta_f G^\theta\ (1/2\ O_2)]$

$= 52.0 - (87.0 + 0)$

$\therefore \Delta G^\theta = -35KJ\ mol^{-1}$

2. हम जानते हैं कि

$\Delta G^\theta = -2.303RT \log K_c$

$$\text{या} \quad \log K_c = -\frac{\Delta_f G^\Theta}{2.303RT}$$

$$= -\frac{(-35\times10^3\ \text{J mol}^{-1})}{2.303\times(8.314\ \text{JK}^{-1}\ \text{Mol}^{-1})\times(298\text{K})}$$

$$= 6.134$$

$\therefore K_c = \text{Antilog } 6.314 = 1.36 \times 10^6$

प्रश्न 7.25

निम्नलिखित में से प्रत्येक साम्य में जब आयतन बढ़ाकर दाब कम किया जाता है, तब बताइए कि अभिक्रिया के उत्पादों के मोलों की संख्या बढ़ती है या घटती है यह समान रहती है?

(क) $PCl_5\ (g) \rightleftarrows PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g)$

(ख) $CaO(s) + CO_2\ (g) \rightleftarrows CaCO_3\ (s)$

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

उत्तर:

(क) दाब में कमी अग्रगामी अभिक्रिया को बढ़ायेगी और उत्पादों के मोलों की संख्या में वृद्धि होगी।

(ख) दाब की कमी से पश्चगामी अभिक्रिया बढ़ेगी और उत्पादों के मोलों की संख्या घटेगी।

(ग) चूँकि साम्य स्थिरांक पर दाब का कोई प्रभाव नहीं पड़ता, अतः उत्पादों के मोलों की संख्या में कोई परिवर्तन नहीं होगा।

प्रश्न 7.26

निम्नलिखित में से दाब बढ़ाने पर कौन-कौन सी अभिक्रियाएँ प्रभावित होंगी? यह भी बताएं कि दाब परिवर्तन करने पर अभिक्रिया अग्र या प्रतीप दिशा में गतिमान होगी?

SKYLIGHT STUDY

(i) $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$

(ii) $CH_4(g) + 2S_2(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 2H_2S(g)$

(iii) $CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$

(iv) $2H_2(g) + CO(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$

(v) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

(vi) $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$

उत्तर:

1. मोलों की संख्या में अन्तर, $\Delta n = 1 + 1 - 1 - 1$ दाब में वृद्धि पश्चगामी अभिक्रिया का समर्थन करेगी, चूंकि पश्चगामी दिशा में गैसीय घटकों के मोलों की संख्या प्रति इकाई आयतन (अर्थात् दाब) में कमी हो रही है।
2. मोलों की संख्या में अन्तर, $\Delta n = (1 + 2) - (1 + 2) = 0$ दाब में वृद्धि साम्यावस्था को प्रभावित नहीं करती, चूँकि अभिक्रिया के परिणामस्वरूप मोलों की संख्या में कोई परिवर्तन नहीं हो रहा है।
3. मोलों की संख्या में अन्तर, $\Delta n = 2 - 1 = 1$, दाब में वृद्धि पश्चगामी अभिक्रिया का समर्थन करेगी, चूंकि पश्चगामी दिशा में गैसीय घटकों के मोलों की संख्य प्रति इकाई आयतन (अर्थात् दाब) में कमी हो रही है।
4. मोलों की संख्या में अन्तर, $\Delta n = 1 - (2 + 1) = -2$, दाब में वृद्धि अग्रगामी अभिक्रिया का समर्थन करेगी, चूंकि अग्रगामी दिशा में गैसीय घटकों के मोलों की संख्या प्रति इकाई आयतन (अर्थात् दाब) में कमी हो रही है।
5. मोलों की संख्या में अन्तर, $\Delta n = 1$; दाब में वृद्धि पश् चगामी अभिक्रिया का समर्थन करेगी, कि पश्चगामी दिशा में गैसीय घटकों के मोलों की संख्या प्रति इकाई आयतन (अर्थात् दाब) में कमी हो रही है।
6. मोलों की संख्या में अन्तर,
   $\Delta n = (4 + 6) - (4 + 5) = 1$

दाब में वृद्धि पश्चगामी अभिक्रिया का समर्थन करेगी, चूँकि पश्चगामी दिशा में गैसीय घटकों के मोलों की संख्या प्रति इकाई आयतन (अर्थात् दाब) में कमी हो रही है।

प्रश्न 7.27

निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए 1024K पर साम्य स्थिरांक 1.6×10^5 है।

$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftarrows 2HBr(8)$

यदि HBr के 10.0 bar सीलयुक्त पात्र में डाले जाएँ तो सभी गैसों के 1024K पर साम्य दाब ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

k_p की गणना –

$$H_2(g) + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr(g)$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^0$$
$$= K_c = 1.6 \times 10^5$$

SKYLIGHT STUDY

गैसों के आंशिक दाब की गणना –

	$2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$		
प्रारम्भिक दाब	10 bar	0	0
साम्य दाब	$(10-p)$ bar	$p/2$	$p/2$

$$K_p' = \frac{p_{H_2} \times p_{Br_2}}{p_{2HBr}}$$

$$\frac{1}{1.6\times10^5} = \frac{(p/2)\times(p/2)}{(10-p)^2}$$

$$\frac{p}{2(10-p)} = \left(\frac{1}{1.6\times10^5}\right)^{1/2}$$

$$\frac{2(10-p)}{p} = (1.6\times10^5)^{1/2} = 4\times10^2$$

$$20-2p = 4\times10^2 \quad p = 400\,p$$

$$p = \frac{20}{402} = 0.050\,\text{bar}$$

अत: $p_{H_2} = 0.050/2 = \mathbf{0.025\ bar}$

$p_{Br_2} = \mathbf{0.025\ bar}$

$p_{Hbr} = (10-0.050) = \mathbf{9.95\ bar}$

प्रश्न 7.28

निम्नलिखित ऊष्माशोषी अभिक्रिया के अनुसार ऑक्सीकरण द्वारा डाइहाड्रोजन गैस प्राकृतिक गैस से प्राप्त की जाती है –

$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftarrows CO(g) + 3H_2(g)$

(क) उपरोक्त अभिक्रिया के लिए K_p का व्यंजक लिखिए।

(ख) K_p एवं अभिक्रिया मिश्रण का साम्य पर संघटन किस प्रकार प्रभावित होगा, यदि?

1. दाब बढ़ा दिया जाए।
2. ताप बढ़ा दिया जाए।
3. उत्प्रेरक प्रयुक्त किया जाए।

उत्तर:

(क) दी हुई अभिक्रिया के लिए K_p का व्यंजक,

$$K_p = \frac{(p_{CO})\times(p_{H_2})^3}{(p_{CH_4})\times(p_{H_2O})}$$

(ख)

SKYLIGHT STUDY

- चूँकि दाब बढ़ाने से मोलों की संख्या प्रति इकाई आयतन बढ़ेगी, अतः दाब बढ़ाने से साम्यावस्था पश्चगामी अर्थात् बाईं ओर स्थानान्तरित होगी जिससे अभिकारकों का सान्द्रण बढ़ेगा और K_p का मान घटेगा।
- चूंकि वह ऊष्माशोपी अभिक्रिया है, अत: ला-शातेलिए नियम ताप बढ़ाने से अग्रगामी अभिक्रिया बढ़ेगी। अत: साम्यावस्था अग्रगामी अर्थात् दाईं ओर की स्थानान्तरित होगी, जिससे K_p का मान घट जायेगा।
- चूंकि उत्प्रेरक अग्रगामी तथा पश्चगामी दोनों अभिक्रियाओं को समान रूप से प्रभावित करता है, अतः इसकी उपस्थिति से साम्यावस्था अपरिवर्तित रहेगी।

प्रश्न 7.29

साम्य $2H_2\ (g) + Co(g) \rightleftarrows CH_3OH\ (g)$ पर प्रभाव बताइए –

(क) H_2 मिलाने पर

(ख) CH_3OH मिलाने पर

(ग) CO हटाने पर

(घ) CH_3OH हटाने पर।

उत्तर:

(क) साम्यावस्था अग्रगामी दिशा में स्थानान्तरित हो जाएगी।

(ख) साम्यावस्था पश्चगामी दिशा में स्थानान्तरित हो जाएगी।

(ग) साम्यावस्था पश्चगामी दिशा में स्थानान्तरित हो जाएगी।

(घ) साम्यावस्था अग्रगामी दिशा में स्थानान्तरित हो जाएगी।

प्रश्न 7.30

473K पर फॉस्फोरस पेटाक्लोराइड PCl_5 के विघटन के लिए K_c का मान 8.3×10^{-3} है। यदि विघटन इस प्रकार दर्शाया जाए तो

$PCl_5\ (g) \rightleftarrows PCl_3\ (g) + C_2\ (g)\ \Delta_r H^\ominus = 124.0 kJ\ mol^{-1}$

(क) अभिक्रिया के लिए K_c का व्यंजक लिखिए।

(ख) प्रतीप अभिक्रिया के लिए समान ताप पर K. का मान क्या होगा?

(ग) यदि

- और अधिक PCl_5 मिलाया जाए,
- दाब बढ़ाया जाए तथा
- ताप बढ़ाया जाए तो K_c पर क्या प्रभाव होगा?

उत्तर:

(क) K_c के लिए व्यंजक

$= [PCl_3(g)][Cl_2(g)][PCl_5(g)]$

(ख) प्रतीप अभिक्रिया के लिए समान ताप पर K_c का मान

$K_c = [PCl_5(g)][PCl_3(g)][Cl_2(g)]$

(ग)

SKYLIGHT STUDY

- चूँकि ताप में कोई परिवर्तन नहीं हुआ है, अतः PCl_5, और मिलाने पर K_c का मान वहीं रहेगा।
- दाब बढ़ाने से अभिक्रिया कम आयतन की दिशा में अग्रसर होगी अर्थात् अभिक्रिया पश्चगामी दिशा में विस्थापित हो जायेगी जिससे K_c का मान घटेगा।
- चूँकि अभिक्रिया ऊष्माशोषी है, अत: ताप बढ़ाने पर अग्रगामी अभिक्रिया की ओर होगी। अतः K_c बढ़ जायेगा।

प्रश्न 7.31

हाबर विधि में प्रयुक्त हाइड्रोजन को प्राकृतिक गैस से प्राप्त मेथेन को उच्च ताप की भाप से क्रिया कर बनाया जाता है। दो पदों वाली अभिक्रिया में प्रथम पद में CO एवं H_2, बनती हैं। दूसरे पद में प्रथम पद में बनने वाली CO और अधिक भाप से अभिक्रिया करती है।

$CO(g) + H_2O(g) \rightleftarrows CO_2(g) + H_2(g)$ यदि 400°C पर अभिक्रिया पात्र में CO एवं भाप का सममोलर मिश्रण इस प्रकार लिया जाए कि $P_{CO} = P_{H_2} = 4.0$ bar, H_2 का साम्यावस्था पर आंशिक दाब क्या होगा?

400°C पर $K_p = 10.1$

उत्तर:

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftarrows CO_2(g) + H_2(g)$$

प्रारम्भिक दाब	4.0 bar	4.0 bar	0	0
अन्तिम दाब	$4.0-p$	$4.0-p$	p	p

$$K_p = \frac{(p_{CO_2}) \times (p_{H_2})}{(p_{CO}) \times (pH_2O)} = \frac{p \times p}{(4-p)^2}$$

$$\sqrt{K_p} = \frac{p}{(4-p)}$$

$$\sqrt{10.1} = \frac{p}{4-p}$$

$$3.17 = \frac{p}{4-p}$$

$$12.68 - 3.17p = p$$

$$4.17p = 12.68$$

$$p = \frac{12.68}{4.17} = \mathbf{3.04\ bar}$$

अतः साम्यावस्था पर H_2 का आंशिक दाब = 3.04 bar

प्रश्न 7.32

बताइए कि निम्नलिखित में से किस अभिक्रिया में अभिकारकों एवं उत्पादों की सान्द्रता सुप्रेक्ष्य होगी –

(क) $Cl_2(g) \rightleftarrows 2Cl(g) \quad K_c = 5 \times 10^{-39}$

(ख) $Cl_2(g) + 2NO(g) \rightleftarrows 2NOCl(g) \quad K_c = 3.7 \times 10^{8}$

(ग) $Cl_2(g) + 2NO_2(g) \rightleftarrows 2NO_2Cl(g) \quad K_c = 1.8$

उत्तर:

(क) चूँकि K_c का मान बहुत कम है, अतः साम्यावस्था पर अभिकारकों की मात्रा बहुत अधिक है।

(ख) चूँकि K_c का मान अत्यधिक है, अतः साम्यावस्था . पर उत्पादों की मात्रा बहुत अधिक निकट है अर्थात् अभिक्रिया पूर्णता के निकट है।

(ग) चूँकि K_c का मान एक से अधिक है, अतः अभिकारकों की मात्रा उत्पादों की मात्रा से कम होगी जिससे अभिक्रिया में अभिकारकों तथा उत्पादों की सान्द्रता सुप्रेक्ष्य होगी।

प्रश्न 7.33

25°C पर अभिक्रिया $3O_2(g) = 2O_3(g)$ के लिए K_c का मान 2.0×10^{-50} है। यदि वायु में 25°C ताप पर O_2 की साम्यावस्था सान्द्रता 1.6×10^{-2} है तो O_3 की सान्द्रता क्या होगी?

उत्तर:

अभिक्रिया

$$3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$$

$$K_c = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}$$

या $$2.0\times 10^{-50} = \frac{[O_3]^2}{(1.6\times 10^{-2})}$$

या $$[O_3]^2 = 2.0\times 10^{-50} \times 1.6\times 10^{2}$$

$$= 8\ 19\times 10^{-56}$$

या $$[O_3] = 2.9\times 10^{-28}\ \text{mol L}^{-1}$$

प्रश्न 7.34

$CO(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows CH_4(g) + H_2O(g)$ अभिक्रिया एक लीटर फ्लास्क में 1300 K पर साम्यावस्था में है। इसमें CO के 0.3 mol, H_2 के 0.01 mol, H_2O के 0.02 mol एवं CH_4 की अज्ञात मात्रा है। दिये गये ताप पर अभिक्रिया के लिए K_c का मान 3.90 है। मिश्रण में CH_4 की मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

अभिक्रिया

$$CO(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)+H_2O(g)$$

$$K_c = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$$

या $$3.90 = \frac{[CH_4]\times 0.02}{0.3\times (0.01)^3}$$

या $$[CH_4] = \frac{3.90\times 3\times (.01)^3}{0.02}$$

$$= \mathbf{5.85\times 10^{-5}\ M}$$

SKYLIGHT STUDY

प्रश्न 7.35

संयुग्मी अम्ल-क्षार युग्म का क्या अर्थ है? निम्नलिखित स्पीशीज के लिए संयुग्मी अम्ल/क्षार बताइए –

HNO_2, CN^-, $HClO_4$, F^-, OH^-, CO_3^{2-} एवं S^{2-} क्षार है।

उत्तर:

ऐसे अम्ल तथा क्षार के युग्मों को जो क्रमशः एक प्रोटॉन की उपस्थिति या अनुपस्थिति में परस्पर भिन्न होते हैं, संयुग्मी अम्ल-क्षारक युग्म कहते हैं। दिये हुए स्पीशीज में HNO_2, CN^-, $HClO_4$, F^-, OH^-, CO_3^{2-} एवं S^{2-} क्षार है।

इनके क्रमशः संगत संयुग्मी अम्ल/क्षार निम्नवत् है –

संयुग्मी क्षार – NH_2^- ClO_4^-

संयुग्मी अम्ल – HCN, HF, H_2O, HCO_3^-, HS^-

प्रश्न 7.36

निम्नलिखित में से कौन-से लूईस अम्ल हैं?

H_2O, BF_3, H^+ एवं NH_4^+

उत्तर:

उपर्युक्त में से BF_3, H^+ लूईस अम्ल हैं।

प्रश्न 7.37

निम्नलिखित ब्रान्स्टेड अम्लों के लिए संयुग्मी क्षारकों के सूत्र लिखिए –

HF, H_2SO_4 एवं HCO_3^-

उत्तर:

ब्रान्स्टेड अम्ल	संयुग्मी क्षारक
HF	F^-
H_2SO_4	HSO_4^-
HCO_3^-	CO_3^{2-}

प्रश्न 7.38

ब्रान्स्टेड क्षारकों NH_2^-, NH_3 तथा $HCOO^-$ के संयुग्मी अम्ल लिखिए –

उत्तर:

ब्रान्स्टेड क्षारक	संयुग्मी अम्ल
NH_2^-	NH_3
NH_3	NH_4^+
$HCOO^-$	HCOOH

प्रश्न 7.39

स्पीशीज. H_2O, HCO_3^-, HSO_4^- तथा NH_3 ब्रान्स्टेड अम्ल तथा क्षारक दोनों की भांति व्यवहार करते हैं।

SKYLIGHT STUDY

प्रत्येक के संयुग्मी अम्ल तथा क्षारक बताइए।
उत्तर:

स्पीशीज	संयुग्मी अम्ल	संयुग्मी क्षार
H_2O	H_3O^+	OH^-
HCO_3	H_2CO_3	CO_3^{2-}
HSO_4^-	H_2SO_4	SO_4^{2-}
NH_3	NH_1^+	NH_2^-

प्रश्न 7.40
निम्नलिखित स्पीशीज को लूईस अम्ल तथा क्षारक में वर्गीकृत कीजिए तथा बताइए कि ये किस प्रकार लूईस अम्ल-क्षारक के समान कार्य करते हैं –
(क) OH^-
(ख) F^-
(ग) H^+
(घ) BCl_3
उत्तर:
(क) चूँकि यह एक इलेक्ट्रॉन-युग्मदाता है, अतः यह लूईस क्षारक है।
(ख) चूँकि यह एक असहभागित इलेक्ट्रॉन-युग्म-दान कर सकता है, अतः यह लूईस क्षारक है।
(ग) चूंकि यह एक इलेक्ट्रॉन-युग्म ग्रहण करने की क्षमता रखता है, अतः यह लूईस अम्ल है।
(घ) चूंकि यह एक इलेक्ट्रॉन-युग्म ग्रहण करने की क्षमता रखता है, अत: यह लूईस अम्ल है।

प्रश्न 7.41
एक मृदु पेय के नमूने में हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता 3.8×10^{-3}M है। उसकी pH परिकलित कीजिए।
उत्तर:
हम जानते हैं कि
$pH = -\log[H^+]$
$= -\log 3.8 \times 10^{-3}$
$= 2.4202$

प्रश्न 7.42
सिरके के एक नमूने की pH 3.76 है। इसमें हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता ज्ञात कीजिए।
उत्तर:

SKYLIGHT STUDY

$$pH = -\log[H^+]$$

या $$pH = \frac{1}{\log[H^+]}$$

या $$3.76 = \frac{1}{\log[H^+]}$$

या $$\frac{1}{[H^+]} = \text{Antilog } 3.76 = 57544$$

$[H^+] = [H'] = 1.74 \times 10^{-4}$ M

प्रश्न 7.43

HF, HCOOH तथा HCN का 298K पर आयनन स्थिरांक क्रमशः 6.8×10^{-4} 1.8×10^{-4} तथा 4.8×10^{-9} है। इनके संगत संयुग्मी क्षारकों के आयनन स्थिरांक ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

हम जानते हैं कि –

$$K_a \times K_b = K_w = 10^{-14}$$

HF के लिए— $K_a = 6.8 \times 10^{-4}$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{6.8 \times 10^{-4}} = \mathbf{1.47 \times 10^{-14}}$$

HCOOH के लिए— $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

$$= \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-4}}$$

$$= \mathbf{5.55 \times 10^{-11}}$$

HCN के लिए— $K_a = 4.8 \times 10^{-9}$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

$$= \frac{10^{-14}}{4.8 \times 10^{-9}}$$

$$= \mathbf{2.08 \times 10^{-6}}$$

प्रश्न 7.44

फीनोल का आयनन स्थिरांक 1.0×10^{-10} है। 0.05 M फीनोल के विलयन में फीनोलेट आयन की सान्द्रता तथा 0.01M सोडियम फीनेट विलयन में उसके आयनन की मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

प्रथम स्थिति:

SKYLIGHT STUDY
For more Subjective & Objective Question Answers Visit:- Skylightstudy.in

माना फीनोल के Cmol जल में घुलकर विलयन बनाते हैं तथा फीनोल के वियोजन की मात्रा a है। साम्य बिन्दु पर विभिन्न स्पीशीज की सान्द्रता इस प्रकार होगी –

$$PhOH \rightleftharpoons PhO^- + H^+$$
$$PhONa \longrightarrow PhO^- + Na^+$$

द्वितीय स्थिति:

जब फीनोल (PhOH) को 0.01M सोडियम फीनेट विलयन में मिलाया जाता है, तब आयनन निम्नांकित प्रकार प्रदर्शित किया जा सकता है –

$$PhOH \rightleftharpoons PhO^- + H^+$$
$$PhONa \longrightarrow PhO^- + Na^+$$

सोडियम फीनेट के आयनन के कारण PhO^- की सान्द्रता (पूर्ण आयनन) = 0.01M

माना PhOH से PhO^- आयनों की सान्द्रता = xM

∴ PhO^- आयनों की कुल सान्द्रता अर्थात् $[PhO^-]$ = 0.01 + x ~ 0.01M (x अत्यन्त कम होने के कारण नगण्य है)

अनायनित PhOH की सान्द्रता = 0.05 – x = 0.05M

PhOH के लिए आयनन स्थिरांक –

$$(K_a) = \frac{[PHO^-][H^+]}{[PhOH]}$$

$$1 \times 10^{-10} = \frac{(0.01M) \times [H^+]}{0.05M}$$

या $$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-10} \times 0.05}{0.01}$$

$$= 5.0 \times 10^{-10}$$

फीनोल के आयनन की मात्रा $(a) = \frac{5.0 \times 10^{-10}}{5.0 \times 10^{-2}} = 10^{-8}$

प्रश्न 7.45

H_2S का प्रथम आयनन स्थिरांक 9.1×10^{-8} है। इसके 0.1M विलयन में HS^- आयनों की सान्द्रता की गणना कीजिए तथा बताइए कि यदि इसमें 0.1M HCl भी उपस्थित हो तो सान्द्रता किस प्रकार प्रभावित होगी? यदि H_2S का द्वितीय वियोजन स्थिरांक 1.2×10^{-13} हो तो सल्फाइड S^{2-} आयनों की दोनों स्थितियों में सान्द्रता की गणना कीजिए।

उत्तर:

प्रथम स्थिति:

0.1M H_2S विलयन में $[HS^-]$ की गणना:

माना H_2S के वियोजन की मात्रा = a

SKYLIGHT STUDY

माना H_2S के वियोजन की मात्रा $= a$

$$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$$

प्रारम्भिक मोलर सान्द्रता	$0.1\,M$	0	0
साम्य बिन्दु पर मोलर सान्द्रता	$(0.1-a)$	a	a

ओस्टवाल्ड तनुता नियम के अनुसार,

$$K_{a_1} = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]}$$

$$= \frac{(a)\times(a)}{(0.1-a)} = \frac{a^2}{0.1} \quad [\because (0.1-a \approx 0.1)]$$

$$9.1\times10^{-8} = \frac{a^2}{0.1}$$

या $$a^2 = 9.1\times10^{-9}$$

$$= 91\times10^{-10}$$

$$a = (91\times10^{-10})^{1/2}$$

$$= 9.54\times10^{-15}$$

अत: $$[HS^-] = \mathbf{9.54\times10^{-5}}$$

द्वितीया स्थिति – 0.1M HCl विलयन में [HS^-] की सान्द्रता:

जब 0.1M HCl विलयन में H,S विलयन मिलाया जाता है, तब वियोजन निम्नवत् प्रदर्शित किया जा सकता है –

$H_2S \rightleftarrows H^+ + HS^-$; $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

HCl (प्रबल अम्ल) के वियोजन के कारण [H^+] = 0.1M

माना H_2S (दुर्बल अम्ल) के वियोजन के कारण [H^+] = xM

H^+ आयनों की कुल सान्द्रता अर्थात्

[H^+] = 0.1 + x ~ 0.1M (x आत्यन्त कम होने के कारण उपेक्षणीय है)

विलयन में [HS^-] = xM

अवियोजित H_2S की सान्द्रता

= [H_2S] = 0.1 – x ~ 0.1M

$$K_{a_1} = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]}$$

या $$9.1\times10^{-8} = \frac{(0.1)\times x}{(0.1)} = x$$

या $$[HS^-] = x = \mathbf{9.1\times10^{-8}}$$

तृतीय स्थिति – 0.1M HCl की अनुपस्थिति में [S^{2-}] की गणना:

$$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-;\ K_{a_1} = 9.1\times10^{-8}$$

$$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-};\ K_{a_2} = 1.2\times10^{-13}$$

सम्पूर्ण अभिक्रिया के लिए K_a की गणना हेतु दोनों समीकरणों से,

SKYLIGHT STUDY

$$K_a = K_{a_1} \times K_{a_2} = (9.1\times10^{-8})\times(1.2\times10^{-18})$$
$$= 1.092\times10^{-20}$$

H_2S का वियोजन निम्नवत् प्रदर्शित किया जा सकता है—

$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$$
$$0.1-y \approx 0.1 \quad 2y \quad y$$

[माना $(S^{2-}) = y$]

$$K_a = \frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]}$$
$$1.092\times10^{-20} = \frac{4y^2 \times y}{0.1}$$
$$4y^3 = 1.092\times10^{-21}$$
$$y^3 = \frac{1.092\times10^{21}}{4}$$
$$= (273\times10^{24})$$
$$[S^{2-}] = y = 6.49\times10^{-8}\ M \approx \mathbf{6.5\times10^{-8}\ M}$$

चतुर्थ स्थिति:

0.1M HCl की उपस्थिति में $[S^{2-}]$ की गणना:

माना H_2S के वियोजन के कारण $[S^{2}]$ = zM

H_2S का वियोजन निम्नवत् दर्शाया जा सकता है –

H_2S का

$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-} \quad [\text{माना } (S^{2-}) = z]$$
$$(0.1-z) \approx 0.1 \quad 2z \quad z$$

H^+ आयनों की कुल सान्द्रता $[H^+]$ = 0.1 + 2z = 0.1M

विलयन में $[S^{2-}]$ = z

$$K_a = \frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]}$$
$$1.092\times10^{-20} = \frac{(0.1)^2 \times z}{0.1}$$
$$z = \frac{1.092\times10^{-20}\times0.1}{(0.1)^2}$$
$$= \mathbf{1.092\times10^{-19}\ M}$$

प्रश्न 7.46

ऐसीटिक अम्ल का आयनन स्थिरांक 1.74×10^{-5} है। इसके 0.05 M विलयन में वियोजन की मात्रा, ऐसीटेट आयन सान्द्रता तथा pH का परिकलन कीजिए।

उत्तर:

प्रश्नानुसार,

$K_a = 1.74 \times 10^{-5}$

a = ?

c = 0.05M

$[CH_3COO^-]$ = ? pH = ?

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

प्रारम्भिक सान्द्रता	1	0	0
	$1-a$	a	a
अन्तिम सान्द्रता	$(1-a)c$	ca	ca

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$= \frac{ca \times ca}{c(1-a)}$$

$$K_a = \frac{ca^2}{(1-a)} \quad (\text{चूँकि } a <<< 1 \therefore 1-a = 1)$$

$$K_a = ca^2$$

या $$a = \left(\frac{K_a}{c}\right)^{1/2} = \left(\frac{1.74 \times 10^{-5}}{0.05}\right)^{1/2}$$

$$= (3.48 \times 10^{-4})^{1/2}$$

$$= 1.86 \times 10^{-2}$$

$$\boldsymbol{a = 1.86\%}$$

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = ca$$

$$= 0.05 \times 1.86 \times 10^{-2}$$

$$= \mathbf{9.3 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}}$$

$$\mathbf{pH} = -\log[H_3O^+]$$

$$= -\log(9.3 \times 10^{-4})$$

$$\mathbf{pH = 3.03}$$

प्रश्न 7.47

0.01M कार्बनिक अम्ल [HA] के विलयम की PH, 4.15 है। इसके ऋणायन की सान्द्रता, अम्ल का आयनन स्थिरांक तथा PK_a मान परिकलित कीजिए।

उत्तर:

ऋणायन की सान्द्रता ज्ञात करना –

pH = 4.15

c = 0.01

$pH = -\log[H_3O^+] = 4.15$

log $[H_{,3}O^{+}]$ = -4.15 + 1-1 = 5^{-}.85

$[H_3O^{+}]$ = Antilog (5^{-}.85)

= 7.08×10^{-5}

[ऋणायन] = $[H_3O^{+}]$ = 7.08×10^{-5} M

अम्ल का आयनन स्थिरांक ज्ञात करना

$$K_a = \frac{[H_3O^+][\text{ऋणायन}]}{[\text{कार्बनिक अम्ल}]}$$

$$= \frac{7.08\times10^{-5}\times7.08\times10^{-5}}{0.01(1-a)} = 5.08\times10^{-7}$$

चूँकि a अत्यन्त कम है; अतः 0.01 − 0.01a = 0.01

$$K_a = \frac{5.01\times10^{-9}}{0.01} = \mathbf{5\ 01\times10^{-7}}$$

$$pK_a = -\log K_a = -\log(5.01\times10^{-7})$$

$$= \mathbf{6.30}$$

प्रश्न 7.48

पूर्ण वियोजन मानते हुए निम्नलिखित विलयनों के pH ज्ञात कीजिए –

(क) 0.003 M HCl

(ख) 0.005 M NaOH

(ग) 0.002 M HBr

(घ) 0.002 M KOH

SKYLIGHT STUDY

उत्तर:

(क) अभिक्रिया

$$HCl(l)+H_2O(l)\longrightarrow H_3O^+(aq)+Cl^-(aq)$$

$$pH=-\log[H_3O^+]$$

$$\because\ [H_3O^+]=0.003\,M$$

$$=\mathbf{2.52}$$

(ख) $NaOH(s)\longrightarrow Na^+(aq)+OH^-(aq)$

$$\because\ [OH^-]=0.005\,M=5\times10^{-3}\,M$$

$$\therefore\ [H_3O^+]=\frac{K_w}{[OH^-]}$$

$$=\frac{(10^{-14}M^2)}{(5\times20^{-3}M)}=2\times20^{12}\,M$$

$$pH=-\log[H_3O^+]$$

$$=-\log(2\times10^{-12})=\mathbf{11.70}$$

(ग) $HBr(l)+H_2O(l)\rightarrow H_3O^+(aa)+Br^-(aq)$

$$pH=-\log[H_3O^+]=-\log(2\times10^{-3})=\mathbf{2.70}$$

(घ) $KOH(s)\longrightarrow K^+(aq)+OH^-(aq)$

$$0.002M$$

$$[OH^-]=0.002\,M=2\times10^{-3}\,M$$

तथा $$[H_3O^+]=\frac{K_w}{[OH^-]}=\frac{(10^{-14}M^2)}{(2\times10^{-3}M)}$$

$$=5\times10^{-12}\,M$$

$$pH=-\log[H_3O^+]$$

$$=-\log(5\times10^{-12})$$

$$=\mathbf{11.30}$$

प्रश्न 7.49

निम्नलिखित विलयनों के pH ज्ञात कीजिए –

(क) 2g TlOH को जल में घोलकर 2L विलपन बनाया जाए।

(ख) 0.3g $Ca(OH)_2$ को जल में घोलकर 500 mL विलयन बनाया जाए।

(ग) 0.3g NaOH को जल में घोलकर 200 mL -विलयन बनाया जाए।

(घ)13.6M HCl के 1mL को जल से तनुकरण करके कुल आयतन 1L किया जाए।

उत्तर:

(क) 2L विलयन में 2g TlOH का pH का मान –

TlOH विलयनक की मोलरता

$$= \frac{\text{TlOH का द्रव्यमान / मोलर द्रव्यमान}}{\text{विलयन का L में आयतन}}$$

$$= \frac{(2g)/(221g\ mol^{-1})}{(2L)}$$

$$= 4.525\times10^{-3}\ mol\ L^{-1}$$

$$= 4.525\times10^{-3}\ M$$

$$TlOH(s) \xrightarrow{aq} Tl^{+}(aq) + OH^{-}(aq)$$

$$4.525\times10^{-3}\ M$$

$$[OH^{-}] = 4.525\times10^{-3}\ M$$

$$[H_3O^{+}] = \frac{K_w}{4.525\times10^{-3}\ M}$$

$$= \frac{(10^{-14}\ M^2)}{4.525\times10^{-3}\ M}$$

$$= 2.21\times10^{-12}\ M$$

$$pH = -\log[H_3O^{+}]$$

$$= -\log(2.21\times10^{-12})$$

$$= \mathbf{11.656}$$

(ख) 500 mLविलयन में 0.3gCa(OH)$_2$ का pH मान –

$$Ca(OH)_2 = \frac{Ca(OH)_2 \text{ का द्रव्यमान / मोलर द्रव्यमान}}{\text{विलयन का लीटर में आयतन}}$$

$$= \frac{(0.3g)/(74g\ mol^{-1})}{(0.5L)}$$

$$= 8.1\times10^{-3}\ M$$

$$Ca(OH) \xrightarrow{aq} Ca^{2+}(aq) + 2OH^{-}(aq)$$

$$8.1\times10^{-3}\ M \quad 16.2\times10^{-3}\ M$$

$$pOH = -\log[OH^{-}]$$

$$= -\log(16.2\times10^{-3})$$

$$= 1.79$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1.79 = \mathbf{12.21}$$

SKYLIGHT STUDY

(ग) 200 mL विलयन में 0.3g NaOH का pH मान –
NaOH विलयन की मोलरता

$$\text{NaOH विलयन की मोलरता} = \frac{\text{NaOH का द्रव्यमान / मोलर द्रव्यमान}}{\text{विलयन का लीटर में आयतन}}$$

$$= \frac{(0.3\,\text{g})/(40\,\text{g mol}^{-1})}{(0.2\,\text{L})}$$

$$= 0.0375\,\text{mol L}^{-1} = 0.0375\,M$$

$$\text{NaOH} \xrightarrow{aq} \text{Na}^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$$

$$0.0375\,M \quad 0.0375\,M$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$= -\log(3.75\times10^{-2})$$

$$= 1.426$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

$$= 14 - 1.426 = \mathbf{12.574}$$

(घ) 13.6M HCl विलयन के 1mL को 12 तक तनु करने पर PH मान –
तनु विलयन की मोलरता निम्नवत् ज्ञात की जा सकती है –

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$(13.6\,M)\times(1\,\text{mL}) = M_2\times(1000\,\text{mL})$$

या $$M_2 = \frac{13.6}{1000} = 1.36\times10^{-2}\,M$$

$$\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$$

$$1.36\times10^{-2}\,M \quad 1.36\times10^{-2}\,M$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(1.36\times10^{-2})$$

$$= \mathbf{1.866}$$

प्रश्न 7.50
ब्रोमोऐसीटिक अम्ल की आयनन की मात्रा 0.132 है। 0.1M अम्ल की pH तथा pK_a का मान ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
प्रश्नानुसार,
ब्रोमोऐसीटिक अम्ल की आयनन की मात्रा (α) = 0.132
तथा अम्ल की सान्द्रता = 0.1M
∴ $[H^+]$ = c × a

$= 0.1 \times 0.132$

$= 0.0132M$

तथा $PH = -\log[H^+]$

$= -\log 0.0132$

$= -\log (1.32 \times 10^{-2}) = 1.88$

अब

$pK_a = -\log K_a$

$= -\log(2.01 \times 10^{-3}) = 2.70$

प्रश्न 7.51

0.005 M कोडीन ($C_{18}H_{21}NO_3$) विलयन का pH 9.95 है। इसका आयनन स्थिरांक ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

प्रश्नानुसार,

$$pH = 9.95$$

$$\because \quad pH = -\log[H^+]$$

$$\therefore \log[H^+] = -9.95 + 1 - 1$$

$$= \bar{1}0.05$$

$$\text{या} \quad [H^+] = \text{Antilog}(\bar{1}0.05)$$

$$\text{या} \quad [H^+] = 1.12 \times 10^{-10} M$$

$$\text{या} \quad [OH^-] \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.12 \times 10^{-10}}$$

$$= 8.93 \times 10^{-5} M$$

$$\text{या} \quad K_b = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$$

$$= \frac{(8.93 \times 10^{-5})^2}{0.005}$$

$$= 1.6 \times 10^{-6}$$

प्रश्न 7.52

0.001M ऐनिलीन विलयन का pH क्या है? ऐनिलीन का आयनन स्थिरांक सारणी 7.7 से ले सकते हैं। है। इसके संयुग्मी अम्ल का आयनन स्थिरांक ज्ञात कीजिए।

SKYLIGHT STUDY

उत्तर:

$$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5^{\oplus}NH_3 + OH^-$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$= -\log ca = -\log\sqrt{K_b \times c}$$

$$(\because [OH^-] = ca \text{ तथा } K_b = ca^2)$$

$$= -\log\sqrt{4.27\times10^{-10}\times0.001}$$

$$= -\log\sqrt{4.27\times10^{-13}}$$

$$= -\log\sqrt{42.7\times10^{-14}}$$

$$= -\log 6.5 - \log 10^{-7}$$

$$= -\log(6.5\times10^{-7})$$

$$= -\log 6.5 + 7.00$$

$$= -0.8129 + 7.00$$

$$pOH = 6.1871$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$= 14 - 6.1871$$

$$= \mathbf{7.8129}$$

हम जानते हैं कि

$$K_a \times K_b = K_w$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1\times10^{-14}}{4.27\times10^{-10}}$$

संयुग्मी अम्ल के लिए, $K_a = \mathbf{2.34\times10^{-5}}$

प्रश्न 7.53
यदि 0.05 M ऐसीटिक अम्ल के PK_a का मान 4.74 है तो आयनन की मात्रा कीजिए। यदि इसे (अ) 0.01M (ब) 0.1M HCl विलयन में डाला जाए तो वियोजन की मात्रा किस प्रकार प्रभावित होती है?
उत्तर:
हम जानते हैं कि
$pK_a = -\log ka$
$4.74 = -\log K_a$
$\log K_a = -4.74 + 1 - 1$
$\log K_a = 5.26$
$K_a = \text{Antilog}(5.26)$
$= 1.8 \times 10^{-5}$
अब, $K_a = ca^2$
या $a = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{(1.8\times10^{-5})}{0.05}}$

= 3.6×10-4−−−−−−−−√
= 1.92 × 10^{-2} = 0.019
= 1.9%

(अ) 0.01M HCl विलयन में डालने पर,

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$
$$\quad\quad\quad\quad x \quad\quad x$$
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$
$$0.01M$$
$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$
$$= \frac{(0.01+x)\times(x)}{0.05}$$
$$= \frac{0.01x+x^2}{0.05}$$
(x^2 नगण्य माना जा सकता)
$$K_a = \frac{0.01x}{0.05}$$
या $$1.8\times10^{-5} = \frac{0.01x}{0.05} = \frac{x}{5}$$
$$x = 5\times1.8\times10^{-5} = 9.0\times10^{-5}$$
$$a = \frac{x}{c} = \frac{9.0\times10^{-5}}{0.05}$$
$$= 1.8\times10^{-5+2} = \mathbf{1.8\times10^{-3}}$$

(ब) 0.1M HCl विलयन में डालने पर, उपर्युक्त की भाँति,
x = 0.05×1.8×10-50.1
= 9.0 × 10^{-6}M
a = xc = 9×10-60.05
= 1.8 × 10^{-4}
स्पष्ट है कि इस स्थिति में वियोजन की मात्रा 0.01M HCl से 10 गुना कम हो जाती है।

प्रश्न 7.54
डाइमेथिल ऐमीन का आयनन स्थिरांक 5.4 × 10^{-4} है। इसके 0.02 M विलयन की आयनन की मात्रा की गणना कीजिए। यदि यह विलयन NaOH प्रति 0.1M हो तो डाइमेथिल ऐमीन का प्रतिशत आयनन क्या होगा?
उत्तर:
प्रश्नानुसार,

$$K_b = 5.4 \times 10^{-4}$$

$$K_b = \frac{ca^2}{1-a} = \frac{0.02a^2}{1-a}$$

$$(\because a <<< 1, 1-a = 1)$$

$$K_b = \frac{0.02a^2}{1}$$

$$a = \left(\frac{K_b}{0.02}\right)^{1/2}$$

$$= \left(\frac{5.4 \times 10^{-4}}{0.02}\right)^{1/2} = \mathbf{0.164}$$

यदि यह विलयन NaOH प्रति $0.1M$ हो तो

$$K_b = 5.4 \times 10^{-4} = \frac{x(0.1+x)}{c-x} = \frac{0.1x}{0.02}$$

$$x = \frac{5.4 \times 10^{-4} \times 0.02}{0.1} = 1.08 \times 10^{-4}$$

$$a = \frac{x}{c} = \frac{1.08 \times 10^{-4}}{0.02} = \mathbf{0.0054}$$

यह NaOH की अनुपस्थिति में वियोजन की मात्रा 0.164 से अत्यन्त कम है।

प्रश्न 7.55

निम्नलिखित जैविक द्रवों, जिनमें PH दी गई है, की हाइड्रोजन आयन सान्द्रता परिकलित कीजिए –

(क) मानव पेशीय द्रव, 6.83

(ख) मानव उदर द्रव, 1.2

(ग) मानव रुधिर, 7.38

(घ) मानव लार, 6.4

उत्तर:

(क) प्रश्नानुसार, PH = 6.83

$\because \log \frac{1}{[H^+]}$

या $\log \frac{1}{[H^+]} = 6.83$

$\frac{1}{[H^+]}$ = Antilog 6.83

या $[H^+]$ = Antilog (-6.83)

$= 1.48 \times 10^{-7}$

(ख) मानव उदर द्रव $[H^+]$ सांद्रता

$\because$ PH = 1.2

$\therefore \log \frac{1}{[H^+]}$ = Antilog (1.2)

SKYLIGHT STUDY

या $[H^+]$ = Antilog (-1.2)

= 6.309×10^{-2} M

(ग) मानव रुधिर $[H^+]$ सांद्रता

∵ PH = 3.8

$\therefore \log\frac{1}{[H^+]} = 7.38$

या $\left[\frac{1}{H^+}\right]$ = Antilog (7.38)

या $[H^+]$ = Antilog (-7.38)

= 4.168×10^{-8}

(घ) मानव लार का $[H^+]$

∵ PH = 6.4

$\therefore \log\frac{1}{[H^+]} = 6.4$

या $\log\frac{1}{[H^+]}$ = Antilog (6.4)

या $[H^+]$ = Antilog (-6.4)

= 3.981×10^{-7}

प्रश्न 7.56

दूध, कॉफी, टमाटर रस, नींबू रस तथा अण्डे की सफेदी के pH का मान क्रमशः 6.8, 5.0, 4.2, 2.2 तथा 7.8 है। प्रत्येक के संगत H^+ आयन की सान्द्रता ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

(क) दूध की $[H^+]$

pH = 6.8 या log $\left[\frac{1}{H^+}\right]$ = 6.8

$\left[\frac{1}{H^+}\right]$ = Antilog (6.8)

या $[H^+]$ = Antilog (-6.8)

= 1.585×10^{-7}

(ख) मानव उदर द्रव $[H^+]$

pH = 1.2 या log $\left[\frac{1}{H^+}\right]$ = 5.0

$\left[\frac{1}{H^+}\right]$ = Antilog (5.0)

या $[H^+]$ = Antilog (-5.0)

= 1.0×10^{-5} M

(ग) मानव रुधिर की $[H^+]$

pH = 7.38 या log $\left[\frac{1}{H^+}\right]$ = 4.2

$\left[\frac{1}{H^+}\right]$ = Antilog (4.2)

SKYLIGHT STUDY

या $[H^+]$ = Antilog (-4.2)
= 6.309×10^{-5} M

(घ) मानव लार का $[H^+]$
pH = 2.2 या log $[1H^+]$ = 2.2
$[1H^+]$ = Antilog (2.2)
या $[1H^+]$ = Antilog (-2.2)
= 6.309×10^{-3} M

(ङ) अण्डे की सफेदी की $[H^+]$
PH = 7.8 या log $[1H^+]$ = 7.8
$[1H^+]$ = Antilog (7.8)
या $[H^+]$ = Antilog (-7.8)
= 1.585×10^{-8} M

प्रश्न 7.57
298K पर 0.561g, KOH जल में घोलने पर प्राप्त 200 mL विलयन की PH, पौटेशियम, हाइड्रोजन तथा हाइड्रॉक्सिल आयनों की सान्द्रताएँ ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
विलयन की मोलर सान्द्रता

$$= \frac{\text{विलयन की मोलर सान्द्रता}}{\text{KOH की मात्रा / विलयन का लीटर में आयतन}}$$
$$\text{KOH का मोलर द्रव्यमान}$$

$$= \frac{0.561/0.2}{56} = 0.05M$$

क्योंकि KOH एक प्रबल विद्युत-अपघट्य है, यह जलीय विलयन में पूर्णतया वियोजित हो जाता है –

$$KOH(s) \longrightarrow K^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$0.05M \quad 0.05M$$

$[K^+]$ = 0.05M = 5.0×10^{-2}M
$[OH^-]$ = 0.05M = 5×10^{-2}M
विलयन के pH की गणना निम्नलिखित प्रकार की जा सकती है –

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{(10^{-14}M^2)}{(5\times10^{-2}M.)} = 2\times10^{-13}M$$
$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(2\times10^{-13})$$
$$= 12.70$$

= 12.70

प्रश्न 7.58

298K पर $Sr(OH)_2$ विलयन की विलेयता 19.23 g/L है। स्ट्रांशियम तथा हाइड्रॉक्सिल आयन की सान्द्रता तथा विलयन की pH ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

विलयन की मोलरता

$$= \frac{Sr(OH)_2 \text{ का द्रव्यमान / मोलर द्रव्यमान}}{\text{विलयन का लीटर में आयतन}}$$

$$= \frac{(19.23\text{g})/(87.6+34)\text{g mol}^{-1}}{1\text{L}}$$

$$= 0.1581 \text{mol L}^{-1}$$

$$Sr(OH)_2 \longrightarrow Sr^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

$$1.581M \qquad 2\times 0.1581$$

$$= 0.3162M$$

$$[Sr^{2+}] = 0.1581; [OH^-] = \mathbf{0.3162\,M}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(3.162\times 10^{-1})$$

$$= 0.50$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 0.50$$

$$= \mathbf{13.50}$$

प्रश्न 7.59

प्रोपेनोइक अम्ल का आयनन स्थिरांक 1.32 है। 0.05×10^{-5}M अम्ल विलयन के आयनन की मात्रा तथा pH ज्ञात कीजिए। यदि विलयन में 0.01M HCl मिलाया जाए तो आयनन की मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

प्रोपेनोइक अम्ल की आयनन की मात्रा (a) ज्ञात करना –

ओस्टवाल्ड तनुता नियम के अनुसार,

$$K_a = ca^2$$

या

$$a = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\left(\frac{1.32\times 10^{-5}}{0.05}\right)}$$

$$= \sqrt{(2.64\times 10^{-4})} = \mathbf{1.62\times 10^{-2}}$$

विलयन के pH की गणना –

SKYLIGHT STUDY

$$[H^+] = (K_a \times c)^{1/2}$$
$$= (1.32 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2})^{1/2}$$
$$= (6.6 \times 10^{-7})^{1/2}$$
$$= 8.124 \times 10^{-4}$$
$$pH = -\log [H^+] = -\log (8.124 \times 10^{-4})$$
$$= \mathbf{3.09}$$

0.01M HCl विलयन में प्रोपेनोइक अम्ल के आयनन की मात्रा का परिकलन –

$CH_3CH_2COOH \rightleftarrows CH_3CH_2COO^- + H^+$

HCl की उपस्थिति में CH_3CH_2COOH का आयतन कम होगा। यदि c, अम्ल की प्रारम्भिक होती है तथा साम्यावस्था पर वियोजित मात्रा x है, तब

$$CH_3CH_2COOH = c - x;$$
$$[CH_3CH_2COO^-] = x;$$
$$[H^+] = 0.01 + x$$
$$K_a = \frac{[CH_3CH_2COO^-][H^+]}{[CH_3CH_2COOH]}$$
$$= \frac{(x) \times (0.01 + x)}{(c - x)} = \frac{x(0.01)}{c}$$

या $$\frac{x}{c} = \frac{K_a}{0.01}$$
$$= \frac{1.32 \times 10^{-5}}{10^{-2}} = 1.32 \times 10^{-3}$$
$$a = \frac{x}{c} = \mathbf{1.32 \times 10^{-3}}$$

प्रश्न 7.60

यदि साइनिक अम्ल (HCNO) के 0.1M विलयन की PH, 2. 34 हो तो अम्ल के आयनन स्थिरांक तथा आयनन की मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

विलयन में आयनन की मात्रा का परिकलन –

SKYLIGHT STUDY

$$pH = 2.34 \quad \text{या} \quad \log\left[\frac{1}{H^+}\right] = 2.34$$

$$\left[\frac{1}{H^+}\right] = \text{Antilog } 2.34$$

या $$[H^+] = \text{Antilog } (-2.34)$$

$$= 4.571 \times 10^{-3}\, M$$

अब $$a = \frac{[H^+]}{c} = \frac{(4.571 \times 10^{-3}\, M)}{(0.1 M)}$$

$$= 4.571 \times 10^{-2} = \mathbf{0.04571\, M}$$

अम्ल के आयनन स्थिरांक का परिकलन –

$$[H^+] = (K_a \times c)^{1/2} \quad \text{या} \quad [H^+]^2 = K_a \times c$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{c}$$

$$= \frac{(4.571 \times 10^{-3})^2}{0.1}$$

$$= \frac{20.89 \times 10^{-6}}{0.1} = 20.89 \times 10^{-5}$$

$$K_a = 2.089 \times 10^{-4} \approx \mathbf{2.09 \times 10^{-4}}$$

प्रश्न 7.61

यदि नाइट्रस अम्ल का आयनन स्थिरांक 4.5×10^{-4} है तो 0.04M सोडियम नाइट्राइट वियलन की pH तथा जलयोजन की मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

सोडियम नाइट्राइट ($NaNO_2$), प्रबल क्षार (NaOH) तथा दुर्बल अम्ल (HNO_2) का एक लवण है।

प्रश्नानुसार,

SKYLIGHT STUDY

$$K_w = 1\times10^{-14}$$

तथा $$K_a = 4.5\times10^{-4}$$

$\because$ $$K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$= \frac{1.0\times10^{-14}}{4.5\times10^{-4}} = 2.22\times10^{-11}$$

$\therefore$ **जलयोजन की मात्रा** $(h) = \sqrt{\frac{K_h}{c}}$

$$= \sqrt{\frac{2.22\times10^{-11}}{0.04}}$$

$$= \sqrt{(5.55\times10^{-10})}$$

$$= \mathbf{2.36\times10^{-5}}$$

जलीय विलयन में $NaNO_2$ का जलयोजन निम्न प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं –

$$NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$$

$$c(1-h) \qquad ch \qquad ch$$

या $$[OH^-] = c\times h = 0.4\times2.36\times10^{-5}$$

$$= 9.44\times10^{-7}$$

या $$[H^+] = \frac{K_w}{9.44\times10^{-7}}$$

$$= \frac{1.0\times10^{-14}}{9.44\times10^{-7}} = 1.06\times10^{-8}\,M$$

$\therefore$ $$pH = -\log[H^+] = -\log(1.06\times10^{-8})$$

$$= \mathbf{7.975}$$

प्रश्न 7.62

यदि पिरीडिनीयम हाइड्रोजन क्लोराइड के 0.02M विलयन का pH3.44 है तो पिरीडीन का आयनन स्थिरांक ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

पिरीडिनीयम हाइड्रोजन क्लोराइड ($C_6H_5N^+HCl^-$) प्रबल अम्ल तथा दुर्बल क्षारक का लवण है। विलयन का pH

SKYLIGHT STUDY
For more Subjective & Objective Question Answers Visit:- Skylightstudy.in

निम्नवत् है –

$$pH = -\frac{1}{2}[\log K_w - \log K_b + \log c]$$

प्रश्नानुसार,

$$pH = 3.44, K_w = 1.0 \times 10^{-14}, c = 0.02\,M$$

$$\therefore \quad 3.44 = -\frac{1}{2}[\log (1.0 \times 10^{-14}) - \log K_b + \log (2 \times 10^{-2})]$$

$$3.44 = -\frac{1}{2}[-14 - \log K_b - 1.70]$$

$$6.88 = 14 + \log K_b + 1.70$$

$$\log K_b = 6.88 - 14 - 1.70 = -8.82$$

$$K_b = \text{Antilog}(-8.82) = \mathbf{1.51 \times 10^{-9}}$$

प्रश्न 7.63

निम्नलिखित लवणों के जलीय विलयनों के उदासीन, अम्लीय तथा क्षारीय होने की प्रागुक्ति कीजिए –

NaCl, KBr, NaCN, NH_4NO_3, $NaNO_2$, तथा KF

उत्तर:

उदासीन:

NaCl, KBr

क्षारीय:

NaCN, $NaNO_2$, KF

अम्लीय:

NH_4NO_3

प्रश्न 7.64

क्लोरोऐसीटिक अम्ल का आयनन स्थिरांक 1.35×10^{-3} है। 0.1M अम्ल तथा इसके 0.1M सोडियम लवण की pH ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

0.1M क्लोरोऐसीटिक अम्ल विलयन के pH की गणना

SKYLIGHT STUDY

$$K_a = 1.35 \times 10^{-3}$$

$$c = 0.1 M$$

$$[H^+] = (K_a \times c)^{1/2}$$

$$= (1.35 \times 10^{-3} \times 0.1)^{1/2}$$

$$= 1.16 \times 10^{-2} M$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1.16 \times 10^{-2})$$

$$= \mathbf{1.94}$$

0.01M अम्ल के सोडियम लवण के pH की गणना –

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.35 \times 10^{-3}} = 7.4 \times 10^{-12}$$

जलयोजन की मात्रा $(h) = \sqrt{\frac{K_h}{c}}$

$$= \sqrt{\frac{(7.4 \times 10^{-12})}{0.1}} = 8.6 \times 10^{-6}$$

अम्ल का सोडियम लवण जलयोजन होने पर क्षारीय विलयन
ाता है।

$$\therefore \quad [OH^-] = ch = 0.1 \times 8.6 \times 10^{-6}$$

$$= 8.6 \times 10^{-7}$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

$$= \frac{1.0 \times 10^{-14}}{8.6 \times 10^{-7}} = 1.16 \times 10^{-8}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1\ 6 \times 10^{-8})$$

$$= \mathbf{7.94}$$

प्रश्न 7.65

310 K पर जल का आयनिक गुणनफल 2.7×10^{-14} है। इसी तापक्रम पर उदासीन जल की pH ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

प्रश्नानुसार, चूँकि जल उदासीन है;

$[H_3O^+] = [OH]$

हम जानते हैं कि

$$[H_3O^+][OH^-] = K_w = 2.7\times10^{-14}$$

$$\therefore \quad [H_3O^+]^2 = 2.7\times10^{-14}$$

$$\text{या} \quad [H_3O^+] = (2.7\times10^{-14})^{1/2}$$

$$= 1.643\times10^{-7}$$

$$\text{जल का pH} = -\log[H_3O^+]$$

$$= \log(1.643\times10^{-7})$$

$$= \mathbf{6.78}$$

प्रश्न 7.66

निम्नलिखित मिश्रणों की pH परिकलित कीजिए –

(क) 0.2 M $Ca(OH)_2$ का 10 mL + 0.1M HCl का 25 mL

(ख) 0.01M H_2SO_4 का 10 mL + 0.01M $Ca(OH)_2$ at 10 mL

(ग) 0.1M H_2SO_4 का 10 mL + 0.1M KOH का 10 mL

उत्तर:

(क) 0.2M $Ca(OH)_2$ के 10 mL तथा 0.1M HCl के 25 mL के विलयन का pH –

मिश्रित करने पर, $Ca(OH)_2$ विलयन की मोलरता –

$= (0.2M)\times(10mL)(35mL) = 0.057M$

विलयन में $[OH^-] = 2 \times 0.057M = 0.114M$

मिश्रित करने पर, HCl विलयन की मोलरता

$= (0.2M)\times(10mL)(35mL) = 0.071M$

विलयन में $[H^+] = 0.071M$

उदासीनीकरण के पश्चात् विलयन में

$[OH^-] = (0.114 - 0.071)$

$= 0.043M$

$POH = -\log[OH^-]$

$= -\log(4.3 \times 10^{-2})$

$= 1.367 \sim 1.37$

$pH = 14 - pOH$

$= 14 - 1.37$

$= 12.63$

(ख) 0.01M H_2SO_4 के 10 mL तथा 0.01M $Ca(OH)_2$ 10 mL as factera at pH –

मिश्रित करने पर, H_2SO_4 विलयन की मोलरता

$= (0.01M\times10mL)(20mL)$

$= 0.005M$

SKYLIGHT STUDY

विलयन में $[H^+] = 0.005 \times 2 = 0.01M$
मिश्रित करने पर, $Ca(OH)_2$ विलयन की मोलरता
$= (0.01M \times 10mL)(20mL)$
$= 0.005M$
विलयन में $[OH^-] = 0.005 \times 2 = 0.01M$
चूँकि विलयन में $[H^+]$ तथा $[OH^-]$ समान है; अत: यह उदासीन प्रवृत्ति का है।
∴ विलयन का pH = 7

(ग) 0.1M H_2SO_4 के 10 mL तथा 0.1M KOH के 10 mL के विलयन का pH –
मिश्रित करने पर, H_2SO_4 विलयन की मोलरता
$= (0.01M \times 10mL)(20mL) = 0.05$ M
विलयन में $[H^+] = 0.05$ M $\times 2 = 0.05$ M
मिश्रित करने पर, KOH विलयन की मोलरता
$= (0.01M \times 10mL)(20mL) = 0.05M$
विलयन में $[OH^-] = 0.05$ M
उदासीनीकरण के पश्चात् विलयन में
$[H^+] = 0.1 - 0.05 = 0.05M$
$pH = -\log [H^+] = -\log (5 \times 10^{-2})$
$= 1.301$

प्रश्न 7.67
सिल्वर क्रोमेट, बेरियम क्रोमेट, फेरिक हाइड्रॉक्साइड, लेड क्लोराइड तथा मयूरस आयोडाइड विलयन की सारणी 7.9 में दिए गए विलेयता गुणनफल स्थिरांक की सहायता से विलेयता ज्ञात कीजिए तथा प्रत्येक आयन की मोलरता भी ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
1. सिल्वर क्रोमेट (Ag_2CrO_4) के लिए –

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + Cr_4^{2-}(aq)$$

माना जल में लवण की विलेयता $= s$

$$[Ag^+(aq)] = 2s \text{ तथा } [CrO_4^{2-}(aq)] = s$$

$$K_{sp} = [Ag^+(aq)]^2 [CrO_4^{2-}(aq)]$$

$$1.1 \times 10^{-12} = (2s)^2 \times (s) = 4s^3$$

या $$s = \left(\frac{1.1 \times 10^{-12}}{4}\right)^{1/3} = 6.5 \times 10^{-5}\ M$$

Ag^+ आयनों की मोलरता $= 2s = 2 \times 6.5 \times 10^{-5}\ M$

$$= 1.3 \times 10^{-4}\ M$$

CrO_4^{2-} आयनों की मोलरता $= s = 6.5 \times 10^{-5}\ M$

SKYLIGHT STUDY
For more Subjective & Objective Question Answers Visit:- Skylightstudy.in

2. बेरियम क्रोमेट ($BaCrO_4$) के लिए – बेरियम क्रोमेट जल में निम्नानुसार वियोजित होता है –

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + CrO_4^{2-}(aq)$$

माना जल में लवण की विलेयता $= s$

$[Ba^{2+}(aq)] = s$ तथा $[CrO_4^{2-}(aq)] = s$

$$K_{sp} = [Ba^{2+}(aq)][CrO_4^{2-}]$$

$$1.2\times10^{-10} = s \times s = s^2$$

$$s = (1.2\times10^{-10})^{1/2}$$

$$= \mathbf{1.10\times10^{-5}\ M}$$

$Ba^{2+}(aq)$ आयनों की मोलरता $= \mathbf{1.1\times10^{-5}\ M}$

$CrO_4^{2-}(aq)$ आयनों की मोलरता $= \mathbf{1.1\times10^{-5}\ M}$

3. फेरिक हाइड्रॉक्साइड [$Fe(OH)_3$] विलयन के लिए – फेरिक हाइड्रॉक्साइड जल में निम्नानुसार वियोजित होता है –

$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + 3OH^-(aq)$$

माना जल में हाइड्रॉक्साइड की विलेयता $= s$

$[Fe^{3+}(aq)] = s$ तथा $[OH^-(aq)] = 3s$

$$K_{sp} = [Fe^{3+}(aq)][OH^-(aq)]^3$$

$$1.0\times10^{-38} = (s)\times(3s)^3 = 27s^4$$

$$s = \left(\frac{1.0\times10^{-38}}{27}\right)^{1/4}$$

$$= \mathbf{1.387\times10^{-10}\ M}$$

$Fe^{3+}(aq)$ आयनों की मोलरता $= \mathbf{1.387\times10^{-10}\ M}$

$OH^-(aq)$ आयनों की मोलरता $= 3\times1.387\times10^{-10}$

$$= \mathbf{4.16\times10^{-10}\ M}$$

4. लेड क्लोराइड ($PbCl_2$) विलयन के लिएलेड क्लारोइड जल में निम्नानुसार वियोजित होता है –

$$PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

STUDY

माना लवण की जल में विलेयता = s

$$[Pb^{2+}(aq)] = s \quad \text{तथा} \quad [Cl^{-}(aq)] = 2s$$

$$K_{sp} = [Pb^{2+}(aq)][Cl^{-}(a)]^2$$

$$1.6\times10^{-5} = (s)\times(2s)^2 = 4s^3$$

$$s^3 = \frac{1.6\times10^{-5}}{4} = 4.0\times10^{-6}$$

$$s = (4.0\times10^{-6})^{1/3}$$

$$= \mathbf{1.58\times10^{-2}\ M}$$

$Pb^{2+}(aq)$ आयनों की मोलरता $= \mathbf{1.58\times10^{-2}\ M}$

$Cl^{-}(aq)$ आयनों की मोलरता $= \mathbf{3.16\times10^{-2}\ M}$

5. मयूरस आयोडाइड (Hg_2I_2) विलयन के लिए मयूंरस आयोडाइड जल में निम्नानुसार वियोजित होता है –

$$Hg_2I_2 \rightleftharpoons Hg_2^{2+}(aq) + 2I^{-}(aq)$$

माना जल में मर्क्यूरस आयोडाइड की विलयेता $= s$

$$[Hg_2^{2+}(aq)] = s \quad \text{तथा} \quad [I^{-}(aq)] = 2s$$

$$K_{sp} = [Hg_2^{2+}(aq)][I^{-}(aq)]^2$$

$$4.5\times10^{-29} = (s)\times(2s)^2 = 4s^3$$

$$s^3 = \frac{4.5\times10^{-29}}{4} = 1.125\times10^{-29}$$

$$s = (1.125\times10^{-29})^{1/3}$$

$$= \mathbf{2.24\times10^{-10}\ M}$$

$Hg_2^{2+}(aq)$ आयनों की मोलरता $= \mathbf{2.24\times10^{-10}\ M}$

$I^{-}(aq)$ आयनों की मोलरता $= 2\times2.24\times10^{-10}$

$$= \mathbf{4.48\times10^{-10}\ M}$$

प्रश्न 7.68

Ag_2CrO_4 तथा AgBr का विलेयता गुणनफल स्थिरांक क्रमशः 1.1×10^{-12} तथा 5.0×10^{-13} है। उनके संतृप्त विलयन की मोलरता का अनुपात ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

Ag_2CrO_4 विलयन की मोलर विलेयता (मोलरता) ज्ञात करना:

$$Ag_2CrO_4(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + CrO_4^{2-}$$

यदि लवण की जल में विलेयता s हो तो

$$[Ag^+(aq)] = 2s \quad \text{तथा} \quad [CrO_4^{2-}(aq)] = s$$

$$K_{sp} = [Ag^+(aq)]^2 [CrO_4^{2-}(aq)]$$

$$= (2s)^2 \times (s) = 4s^3$$

या $$s = \left(\frac{K_{sp}}{4}\right) = \left(\frac{1.1 \times 10^{-12}}{4}\right)^{1/3}$$

$$= \mathbf{0.65 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}}$$

AgBr विलयन की मोलर विलेयता (मोलरता) ज्ञात करना: AgBr के वियोजित होने की अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण निम्नवत् है –

$$AgBr(s) \overset{(aq)}{\rightleftharpoons} Ag^+(aq) + Br^-(aq)$$

$$[Ag^+(aq)] = s \quad \text{तथा} \quad [Br^-(aq)] = s$$

$$K_{sp} = [Ag^+(aq)][Br^-(aq)] = s \times s = s^2$$

$$s = (K_{sp})^{1/2}$$

$$= (5.0 \times 10^{-12})^{1/2}$$

$$= (0.5 \times 10^{-12})^{1/2}$$

$$= 0.707 \times 10^{-6}\ mol\ L^{-1}$$

अतः संतृप्त विलयनों की मोलरताओं के अनुपात

$$= \frac{(0.65 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1})}{(0.707 \times 10^{-6}\ mol^{-1})} = \mathbf{91.9}$$

प्रश्न 7.69

यदि 0.002 M सान्द्रता वाले सोडियम आयोडेट तथा क्यूप्रिक क्लोरेट विलयन के समान आयतन को मिलाया जाए तो क्या कॉपर आयोडेट का अवक्षेपण होगा? (कॉपर आयोडेट के लिए $K_{sp} = 7.4 \times 10^{-8}$)

उत्तर:

कॉपर आयोडेट का विलेयता साम्य निम्नवत् प्रदर्शित किया जा सकता है –

$Cu(IO_3)_2 \rightleftarrows Cu^{2+}(aq) + 2IO_3^-(aq)$

$Cu^{2+}(aq)$, कॉपर क्लोरेट विलयन से तथा $IO_3^-(aq)$ आयन सोडियम आयोडेट विलयन से प्राप्त होंगे।

$$Cu(ClO_3)_2(s) \xrightarrow{(aq)} Cu^{2+}(aq) + 2ClO_3^-(aq)$$

$$NaIO_3(s) \xrightarrow{(aq)} Na^+(aq) + IO_3^-(aq)$$

बँकि विलयनों के समान आयतनों को मिलाया जाता है, – इसलिए $Cu^{2+}(aq)$ तथा $IO_3^-(aq)$ आयनों की विलयन में मिलाने के पश्चात् सान्द्रता कम होकर आधी रह जाएगी अर्थात् (0.02M2 = 0.001M)

आयनिक गुणनफल = $[Cu^{2+}][IO_3^-]^2$

SKYLIGHT STUDY

$= (0.001) \times (0.001)^2$

$= 1.0 \times 10^{-9}$

$Cu(IO_3)_2$ का K_{sp} का मान $= 7.4 \times 10^{-8}$ (दिया है)

चूँकि आयनिक गुणनफल, K_{sp} से कम है; अतः $(Cu(IO_3)_2$, अवक्षेपित नहीं होगा।

प्रश्न 7.70

बेन्जोइक अम्ल का आयनन स्थिरांक 6.46×10^{-5} तथा सिल्वर बेन्जोएट का K_{sp} 2.5×10^{-13} है। 3.19 pH वाले बफर विलयन में सिल्वर बेन्जोएट जल की तुलना में कितना गुना विलेय होगा?

उत्तर:

जल में सिल्वर बेन्जोएट की विलयेता की गणना

$$Cu(ClO_3)_2(s) \xrightarrow{(aq)} Cu^{2+}(aq) + 2ClO_3^-(aq)$$

$$NaIO_3(s) \xrightarrow{(aq)} Na^+(aq) + IO_3^-(aq)$$

3.19 वाले बफर में सिल्वर बेन्जोएट की विलेयता की गणना:

$$C_6H_5COOAg \rightleftharpoons C_6H_5COO^-(aq) + Ag^+(aq)$$

$$[K_{sp} = [C_6H_5COO^-(aq)]\,[Ag^+(aq)]$$

या $[Ag(aq)] \times [Ag(aq)] = 2.5 \times 10^{-13}$

या $[Ag(aq)] = \sqrt{25 \times 10^{-13}}$

$$= \mathbf{5.0 \times 10^{-7}\ mol\ L^{-1}}$$

बेन्जोइक अम्ल के लिए,

$$\because \quad pH = 3.19$$

$$\therefore \quad \log\left[\frac{1}{H^+}\right] = 3.19$$

या $$\left[\frac{1}{H^+}\right] = \text{Antilog}\,(3.19)$$

या $$[H^+] = \text{Antilog}\,(-3.19)$$

$$= \mathbf{6.457 \times 10^{-4}}$$

पुनः माना बफर में सिल्वर बेन्जोएट की विलेयता y $molL^{-1}$ है। तब

$$C_6H_5COOH(s) \rightleftharpoons C_6H_5COO^-(aq) + H^+(aq)$$

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-(aq)][H^+(aq)]}{[C_6H_5COOH)]}$$

$$= [C_6H_5COO^{-1}]$$

$$6.46 \times 10^{-5} = \frac{[C_6H_5COO^-] \times 6.457 \times 10^{-4}}{[C_6H_5COOH]}$$

या $[C_6H_5COOH] = 10[C_6H_5COO^{-1}]$

अत: बफर तथा जल में सिल्वर बेन्जोएट की विलेयताओं का गुणनफल

$$= \frac{1.66 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}}{5.9 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}} = 3.32$$

प्रश्न 7.71

फेरस सल्फेट तथा सोडियम सल्फाइड के सममोलर विलयनों की अधिकतम सान्द्रता बताइए जब उनके समान आयतन मिलाने पर आयरन सल्फाइड अवक्षेपित न हो। (आयरन सल्फाइड के लिए $K_{sp} = 6.3 \times 10^{-18}$)।

उत्तर:

माना $FeSO_4$ तथा Na_2S दोनों विलयनों की सान्द्रताएँ (मिलाने से पहले) $x$mol L^{-1} या XM हैं। चूंकि विलयनों के समान आयतन मिलाए जाते हैं; अतः मिलाने पर विलयन तथा आयनों की सान्द्रताएँ घटकर आधी अर्थात् x2 रह जाती हैं। Fes के लिए, विलेयता गुणनफल (K_{sp}) = 6.3×10^{-18} (दिया है)

$$FeS(s) \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq) + S^{2-}(aq)$$

$$\frac{x}{2} \qquad \frac{x}{2}$$

$$\frac{x}{2} \times \frac{x}{2} = 6.3 \times 10^{-18}$$

या $$x^2 = 4 \times 6.3 \times 10^{-18} = 25.2 \times 10^{-18}$$

$$x = (25.2 \times 10^{-18})^{1/2}$$

$$= 5.02 \times 10^{-9} M$$

दोनों विलयनों की अधिकतम साद्रताएँ 5.02×10^{-9}M हैं।

प्रश्न 7.72

1 ग्राम कैल्सियम सल्फेट को घोलने के लिए कम से कम कितने आयतन जल की आवश्यकता होगी? (कैल्सियम सल्फेट के लिए K_{sp}) = 9.1×10^{-6})।

उत्तर:

SKYLIGHT STUDY

कैल्सियम सल्फेट का वियोजन निम्नवत् होता है –

$$CaSO_4(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

माना जल में लवण की विलेयता

$$[Ca^{2+}(aq)] = s \quad \text{तथा} \quad [SO_4^{2-}(aq)] = s$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}(aq)][SO_4^{2-}(aq)]$$

$$9.1 \times 10^{-6} = s \times s$$

$$s = (9.1 \times 10^{-6})^{1/2}$$

$$= 3.02 \times 10^{-3}\ M$$

$$= 3.02 \times 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1}$$

पुनः $CaSO_4$ का मोलर द्रव्यमान

$$= 40 + 32 + 64 = 136\text{g mol}^{-1}$$

$CaSO_4$ का द्रव्यमान

$$= (3.02 \times 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1}) \times (136\text{g mol}^{-1})$$

$$= 0.411\text{g L}^{-1}$$

0.411g $CaSO_4$ को घोलने के लिए आवश्यक जल का आयतन = 1L

अतः 1.0g $CaSO_4$ को घोलने के लिए आवश्यक जल का आयतन

$$= \frac{(1\text{L}) \times (1.0\text{g})}{(0.411\text{g})} = \mathbf{2.43\ L}$$

प्रश्न 7.73

0.1M HCl में हाइड्रोजन सल्फाइड से संतृप्त विलयन की सान्द्रता 1.0 × 10^{-19} M है। यदि इस विलयन का 10 mL निम्नलिखित 0.04M विलयन के 5 mL में डाला जाए तो किन विलयनों से अवक्षेप प्राप्त होगा?

$FeSO_4$, $MnCl_2$, $ZnCl_2$, $CdCl_2$.

उत्तर:

प्रश्नानुसार,

सल्फाइड (S^{2-}) आयनों की सान्द्रता $= 1.0 \times 10^{=19}\ M$

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$M_1 = 1.0 \times 10^{-19}\ M, \qquad M_2 = ?$$

$$V_1 = 10\text{mL} \qquad V_2 = 15\text{mL}$$

$$1.0 \times 10^{-19}\ M \times 10\text{mL} = M_2 \times 15\text{mL}$$

$$M_2 = \frac{2}{3} \times 1.0 \times 10^{-19}$$

$$= 0.67 \times 10^{-19}$$

$$= 6.7 \times 10^{-20}$$

SKYLIGHT STUDY
For more Subjective & Objective Question Answers Visit:- Skylightstudy.in

धातु आयनों $[M^{2+}]$ की सान्द्रता
$= 5 \times 0.04 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}
$= 2 \times 10^{-4}$ mol L^{-1}
$M_1V_1 = M_2V_2$

$M_1 = 2\times10^{-4} M;$ $M_2 = ?$
$V_1 = 5 mL$ $V_2 = 15 mL$

$$2\times10^{-4}\times5 = M_2\times15$$
$$M_2 = \frac{1}{3}\times2\times10^{-4}$$
$$= 0.67\times10^{-4}$$
$$= 6.7\times10^{-5}\ mol\ L^{-1}$$

आयनिक गुणनफल $= [M^{2+}][S^{2-}]$
$$= 6.7\times10^{-5}\times6.7\times10^{-20}$$
$$= 44.89\times10^{-25}$$
$$= 4.5\times10^{-24}$$

चूँकि Zns का K_{sp} 2.0×10^{-23} है तो आयनिक गुणनफल से अधिक है; अत: यह अवक्षेपित नहीं होगा। F का Kp, 6.3×10^{-18} है, Cds का K_{sp}, 2.5×10^{-13} तथा CdS का K_{sp} 8.0×10^{-27} है। चूंकि CdS का K_{sp} आयनिक गुणनफल से कम है, इसलिए $CaCl_2$ में अवक्षेपण हो जाएगा।

SKYLIGHT STUDY