Solutions for Class 11 Chemistry Chapter 6 Equilibrium

Solutions for Class 11 Chemistry Chapter 6 Equilibrium (साम्यावस्था)

पाठ के अन्तर्गत दिए गए प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1.
एक द्रव 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) वाष्प-दाब परिवर्तन का प्रारम्भिक परिणाम क्या होगा?
(ख) प्रारम्भ में वाष्पन एवं संघनन की दर कैसे बदलती है?
(ग) क्या होगा, जबकि साम्य पुनः अन्तिम रूप से स्थापित हो जाएगा, तब अन्तिम वाष्प दाब क्या होगा?
उत्तर
(क) प्रारम्भ में वाष्प दाब घटेगा क्योंकि वाष्प का समान द्रव्यमान बढ़े आयतन में वितरित होता है।
(ख) बन्द पात्र में नियत ताप पर वाष्पन की दर नियत रहती है संघनन की दर प्रारम्भ में निम्न होगी।
(ग) अन्तिम रूप से स्थापित साम्य में संघनन की दर वाष्पन की देर के समान होती है। अन्तिम वाष्प दाब पहले के समान रहता है।

प्रश्न 2.
निम्नलिखित साम्य के लिए K, क्या होगा, यदि साम्य पर प्रत्येक पदार्थ की सान्द्रताएँ हैं– $[SO_2] \rightleftharpoons 0.60$ M, $[O_2] \rightleftharpoons 0.82$ M एवं $[SO_3] \rightleftharpoons 1.90$ M
$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
उत्तर

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(1.90\ M)^2}{(0.60\ M)^2(0.82\ M)} = \mathbf{12.229\ L\ mol^{-1}}$$

प्रश्न 3.
एक निश्चित ताप एवं कुल दाब 10^5 Pa पर आयोडीन वाष्प में आयतनानुसार 40% आयोडीन परमाणु होते हैं।

$I_2(g) \rightleftharpoons 2(g)$

साम्य के लिए K_p की गणना कीजिए।
उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

$$\text{I परमाणुओं का आंशिक दाब } (P_I) = \frac{40}{100} \times 10^5\,\text{Pa} = 0.4 \times 10^5\,\text{Pa}$$

$$\text{I}_2 \text{ का आंशिक दाब } (P_{I_2}) = \frac{60}{100} \times 10^5\,\text{Pa} = 0.60 \times 10^5\,\text{Pa}$$

$$K_p = \frac{P_I}{P_{I_2}} = \frac{(0.4 \times 10^5)^2}{0.60 \times 10^5} = \mathbf{2.67 \times 10^4\,Pa}$$

प्रश्न 4.

निम्नलिखित में से प्रत्येक अभिक्रिया के लिए साम्य स्थिरांक K_c को व्यंजक 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) $CH_3COOC_2H_5(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_2COOH(aq) + C_2H_5OH(aq)$

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

(v) $I_2(s) + 5F_2 \rightleftharpoons 2IF_5$

उत्तर

$$\text{(i) } K_c = \frac{[NO(g)]^2[Cl_2(g)]}{[NOCl(g)]^2}$$

$$\text{(ii) } K_c = \frac{[CuO(s)]^2[NO_2(g)]^4[O_2(g)]}{[Cu(NO_3)_2(s)]^2} = [NO_2(g)]^4[O_2(g)]$$

$$\text{(iii) } K_c = \frac{[CH_3COOH(aq)][C_2H_5OH(aq)]}{[CH_3COOC_2H_5(aq)][H_2O(l)]}$$

$$\text{(iv) } K_c = \frac{[Fe(OH)_3(s)]}{[Fe^{3+}(aq)][OH^-(aq)]^3} = \frac{1}{[Fe^{3+}(aq)][OH^-(aq)]^3}$$

$$\text{(v) } K_c = \frac{[IF_5]^2}{[I_2(s)][F_2]^5} = \frac{[IF_5]^2}{[F_2]^5}$$

प्रश्न 5.

K_p के मान से निम्नलिखित में से प्रत्येक साम्य के लिए K_c का मान ज्ञात कीजिए-

(i) $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$; $K_c = 1.8 \times 10^{-2}$ at 500 K

(ii) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$; $K_c = 167$ at 1073 K

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

(i) $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$ अभिक्रिया के लिए,

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

$$\therefore \quad K_p = K_c(RT)$$

$$\therefore \quad K_c = \frac{K_p}{RT} = \frac{1.8 \times 10^{-2}}{0.0831 \times 500} \qquad (\because R = 0.0831 \text{ L bar mol}^{-1}\text{K}^{-1})$$

$$= \mathbf{4.33 \times 10^{-4}}$$

(ii) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ अभिक्रिया के लिए,

$$\Delta n_g = 1 - 0 = 1$$

$$K_c = \frac{K_p}{RT} = \frac{167}{0.0831 \times 1073} = \mathbf{1.873}$$

प्रश्न 6.

साम्य $NO(g) + O_3(g) \rightleftharpoons NO_2(g) + O_2(g)$ के लिए 1000 K पर $K_c \rightleftharpoons 6.3 \times 10^{14}$ 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,

$$K_{(\text{प्रतीप})} = \frac{1}{K_{c\,(\text{अग्र})}} = \frac{1}{6.3 \times 10^{14}} = \mathbf{1.59 \times 10^{-15}}$$

प्रश्न 7.

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

उत्तर

$$[\text{शुद्ध द्रव}] \text{ या } [\text{शुद्ध ठोस}] = \frac{\text{मोलों की संख्या}}{\text{L में आयतन}}$$

$$= \frac{\text{द्रव्यमान / आण्विक द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$$

$$= \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}} \times \frac{1}{\text{आण्विक द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{\text{घनत्व}}{\text{आण्विक द्रव्यमान}}$$

शुद्ध ठोस या शुद्ध द्रव के आण्विक द्रव्यमान तथा घनत्व नियत ताप पर निश्चित होते हैं, अतः इनके मोलर सान्द्रण नियत होते हैं। यही कारण है कि इन्हें साम्य स्थिरांक के व्यंजक में उपेक्षित किया जा सकता है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 8.

N_2 एवं O_2 के मध्य निम्नलिखित अभिक्रिया होती है

$2N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2O(g)$

यदि एक 10L के पात्र में 0.482 मोल N, एवं 0.933 मोल O_2, रखे जाएँ तथा एक ताप, जिस पर N_20 बनने दिया जाए तो साम्य मिश्रण का संघटन ज्ञात कीजिए। $K_c \rightleftharpoons 2.0\times10^{-37}$|

उत्तर

$$2N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2O(g)$$

मोलों की प्रारम्भिक संख्या	0.482	0.933
साम्य पर मोल	$0.482 - x$	$0.933 - \frac{x}{2}$

साम्य पर, $[N_2(g)] = \frac{0.482 - x}{10}$, $[O_2(g)] = \frac{0.933 - \frac{x}{2}}{10}$

$$[N_2O(g)] = \frac{x}{10} \qquad (\because \text{आयतन} = 10\,L)$$

चूँकि $K = 2.0\times10^{-37}$ अति अल्प है, अत: N_2 तथा O_2 की अभिक्रियत मात्रा (x) भी अति अल्प होगी। अत: साम्य पर,

$$[N_2(g)] = \frac{0.482 - x}{10} \approx \frac{0.482}{10} = \mathbf{0.0482\ mol\ L^{-1}}$$

$$[O_2(g)] = \frac{0.933 - \frac{x}{2}}{10} \approx \frac{0.933}{10} = \mathbf{0.0933\ mol\ L^{-1}}$$

तथा $[N_2O(g)] = \frac{x}{10}$

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

अत: $$2.0\times10^{-37} = \frac{\left[\frac{x}{10}\right]^2}{(0.0482)^2 \times (0.0933)}$$

हल करने पर, $$x = 6.6\times10^{-20}$$

$\therefore$ $$[N_2O(g)] = \frac{x}{10} = \frac{6.6\times10^{-20}}{10} = \mathbf{6.6\times10^{-21}\ mol\ L^{-1}}$$

प्रश्न 9.

निम्नलिखित अभिक्रिया के अनुसार नाइट्रिक ऑक्साइड Br_2 से अभिक्रिया कर नाइट्रोसिल ब्रोमाइड बनाती है-

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

जब स्थिर ताप पर एक बन्द पात्र में 0.087 मोल NO एवं 0.0437 मोल Br_2 मिश्रित किए जाते हैं, तब 0.0518

https://www.evidyarthi.in/

मोल NOBr प्राप्त होती है। NO एवं Br_2 की साम्य मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर

0.0518 मोल NOBr का निर्माण 0.0518 मोल NO तथा 0.0518/2 ⇌ 0.0259 मोल Br_2 से होता है।

अतः साम्य पर,

NO की मात्रा ⇌ 0.087-0.0518 ⇌ 0.0352 mol

Br_2 की मात्रा ⇌ 0.0437-0.0259 ⇌ 0.0178 mol

प्रश्न 10.

साम्य $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ के लिए 450K पर $K_p \rightleftharpoons 2.0\times10^{10}$/bar है। इस ताप पर K_c का मान ज्ञात कीजिए।

उत्तर

दी गई अभिक्रिया के लिए, $\Delta n_g = 2-3 = -1$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \text{ या } K_c = K_p(RT)^{-\Delta n} = K_p(RT)$$
$$= (2.0\times10^{10}\ \text{bar}^{-1})(0.0831\ \text{L bar K}^{-1}\text{mol}^{-1})(450\ \text{K})$$
$$= 74.8\times10^{10}\ \text{L mol}^{-1} = \mathbf{7.48\times10^{11}\ L\ mol^{-1}}$$

प्रश्न 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 दिए गए साम्य के लिए K_p का मान क्या होगा?

$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$

उत्तर

	$2HI(g)$	$\rightleftharpoons H_2(g)$	$+ I_2(g)$
प्रारम्भिक दाब	0.2	0	0
साम्य पर	0.04 atm	$\frac{0.16}{2}$ atm	$\frac{0.16}{2}$ atm

$$= 0.08\ \text{atm} = 0.08\ \text{atm}$$

(HI के दाब में कमी $= 0.2 - 0.04 = 0.16$ atm)

$$\therefore \quad K_p = \frac{p_{H_2} \times p_{I_2}}{p_{HI}^2} = \frac{0.08\ \text{atm} \times 0.08\ \text{atm}}{(0.04\ \text{atm})^2} = \mathbf{4.0}$$

प्रश्न 12.

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

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

दी गयी अभिक्रिया है,

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

$$Q_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(8.13/20 \text{ mol L}^{-1})^2}{(1.57/20 \text{ mol L}^{-1})(1.92/20 \text{ mol L}^{-1})^3}$$

$$= 2.38 \times 10^3$$

चूँकि $Q_c \neq K_c$, अत: अभिक्रिया मिश्रण साम्य में नहीं है।
चूँकि $Q_c > K_c$, अत: नेट अभिक्रिया पश्च दिशा में होगी।

प्रश्न 13.
एक गैस अभिक्रिया के लिए

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

इस व्यंजक के लिए सन्तुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।

उत्तर

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

प्रश्न 14.
H_2O का एक मोल एवं CO का एक मोल 725 K ताप पर 10L के पात्र में लिए जाते हैं। साम्य पर 40% जल (भारात्मक) CO के साथ निम्नलिखित समीकरण के अनुसार अभिक्रिया करता है-

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

अभिक्रिया के लिए साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए।

उत्तर

साम्य पर,

$$[H_2O] = \frac{1 - 0.40}{10} \text{ mol L}^{-1} = 0.06 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[CO] = 0.06 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{0.4}{10} \text{ mol L}^{-1} = 0.04 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[CO_2] = 0.04 \text{ mol L}^{-1}$$

$$K = \frac{[H_2][CO_2]}{[H_2O][CO]} = \frac{0.04 \times 0.04}{0.06 \times 0.06} = \mathbf{0.444}$$

प्रश्न 15.
700 K ताप पर अभिक्रिया $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ के लिए साम्य स्थिरांक 54.8 है। यदि हमने शुरू में HI(g) लिया हो, 700 K ताप साम्य स्थापित हो तथा साम्य पर 0.5 mol L^{-1}HI(g) उपस्थित हो तो साम्य पर $H_2(g)$ एवं

https://www.evidyarthi.in/

$I_2(g)$ की सान्द्रताएँ क्या होंगी?

उत्तर

$$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$$

इस अभिक्रिया के लिए,

$$K = \frac{1}{54.8} = 1.82 \times 10^{-2}$$

H_2 तथा I_2 के मोल बराबर हैं, अत: साम्य पर सान्द्रण भी बराबर होगी।

माना $[H_2(g)] = [I_2(g)] = x \text{ mol } L^{-1}$

दिया है, $[HI(g)] = 0.5 \text{ mol } L^{-1}$

$$K = \frac{[H_2(g)][I_2(g)]}{[HI(g)]^2}$$

या $$1.82 \times 10^{-2} = \frac{x \times x}{(0.5)^2}$$

या $$x = [1.82 \times 10^{-2} \times (0.5)^2]^{1/2}$$
$$= 0.068 \text{ mol } L^{-1}$$

अत: साम्यावस्था पर, $[H_2(g)] = [I_2(g)] = \mathbf{0.068 \text{ mol } L^{-1}}$

प्रश्न 16.

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

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

उत्तर

माना साम्य पर,

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

तब	$2ICl$	$\rightleftharpoons$ $I_2(g)$ +	$Cl_2(g)$
प्रारम्भिक सान्द्रण	0.78 M	0	0
साम्य पर	$0.78 - 2x$	x	x

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

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

या $$x^2 = 0.14(0.78 - 2x)^2$$

या $$\frac{x}{0.78 - 2x} = \sqrt{0.14} = 0.374$$

या $$x = 0.292 - 0.748x$$

https://www.evidyarthi.in/

या $1.748x = 0.292$

या $x = 0.167$

अत: साम्य पर $[I_2] = [Cl_2] = \mathbf{0.167\ M}$

$[ICl] = (0.78 - 2 \times 0.167)\ M = \mathbf{0.446\ M}$

प्रश्न 17.

नीचे दर्शाए गए साम्य में 899K पर K_p का मान 0.04 atm 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?

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

उत्तर

दी गयी अभिक्रिया है,

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

प्रारम्भिक दाब	4.0 atm	0	0
साम्य पर	$4.0 - P$	P	P

$$K_p = \frac{P_{C_2H_4} \times P_{H_2}}{P_{C_2H_6}}$$

$$0.04 = \frac{P \times P}{4.0 - P}$$

या $0.04 = \dfrac{P^2}{4.0 - P}$ या $P^2 = 0.16 - 0.04\,P$

या $P^2 + 0.04\,P - 0.16 = 0$

$$\therefore \quad P = \frac{-0.04 \pm \sqrt{(0.04)^2 - 4 \times 1 \times (-0.16)}}{2 \times 1}$$

$$= \frac{-0.04 \pm 0.89}{2}$$

धनात्मक मान लेने पर, $P = \dfrac{0.80}{2} = 0.40$

$$\therefore \quad [C_2H_6(g)]_{eq} = 4.0 - P = 4 - 0.40 = \mathbf{3.60\ atm}$$

प्रश्न 18.

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

$CH_3COOH\ (l) + C_2H_5H(l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O\ (l)$

(i) इस अभिक्रिया के लिए सान्द्रता अनुपात (अभिक्रिया-भागफल) Q_c लिखिए (टिप्पणी : यहाँ पर जल आधिक्य में नहीं है एवं विलायक भी नहीं है)

(ii) यदि 293 K पर 1.00 मोल ऐसीटिक अम्ल एवं 0.18 मोल एथेनॉल प्रारम्भ में लिए जाएँ तो अन्तिम साम्य मिश्रण में 0.171मोल एथिल ऐसीटेट है। साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए।

https://www.evidyarthi.in/

(iii) 0.5 मोल एथेनॉल एवं 10 मोल ऐसीटिक अम्ल से प्रारम्भ करते हुए 293 K ताप पर कुछ । समय पश्चात् एथिल ऐसीटेट के 0.214 मोल पाए गए तो क्या साम्य स्थापित हो गया?

उत्तर

$$\text{(i) } K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5(l)][H_2O](l)]}{[CH_3COOH(l)][C_2H_5OH(l)]}$$

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

प्रारम्भ में मोलों की संख्या	1.0	0.18	0	0
साम्य पर	1.00 – 0.171	0.18–0.171	0. 171	0.171
	= 0.829	= 0.009		

यदि अभिक्रिया मिश्रण का आयतन V लीटर है, तब साम्य पर

$$[CH_3COOH(l)] = \frac{0.829}{V} \text{ mol } L^{-1}$$

$$[C_2H_5OH(l)] = \frac{0.009}{V} \text{ mol } L^{-1}$$

$$[CH_3COOC_2H_5(l)] = \frac{0.171}{V} \text{ mol } L^{-1}$$

$$[H_2O(l)] = \frac{0.171}{V} \text{ mol } L^{-1}$$

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

$$= \frac{\frac{0.171}{V} \times \frac{0.171}{V}}{\frac{0.829}{V} \times \frac{0.009}{V}} = \mathbf{3.92}$$

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

प्रारम्भिक मोल	10	0.5	0	0
t समय पश्चात्	1.0 – 0.214	0.5 – 0.214	0.214	0.214
	= 0.786	= 0.286		

$$Q_c = \frac{\frac{0.214}{V} \times \frac{0.214}{V}}{\frac{0.786}{V} \times \frac{0.286}{V}} = 0.204$$

चूँकि $Q_c \neq K_c$, अत: साम्यावस्था प्राप्त नहीं हुई है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 19.

437K ताप पर निर्वात मैं PCI का एक नमूना एक फ्लास्क में लिया गया। साम्य स्थापित ' होने पर PCl_5 की सान्द्रता $0.5\times10^{-1}molL^{-1}$ पाई गई, यदि K_c का मान 8.3×10^{-3} है तो साम्य पर PCl_3 एवं Cl_2 की सान्द्रताएँ क्या होंगी?

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

उत्तर

दी गई अभिक्रिया है,

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

साम्य पर $\quad 0.5\times10^{-1} mol\ L^{-1} \quad x\ mol\ L^{-1} \quad x\ mol\ L^{-1}$

$$\therefore \quad K_c = \frac{x\times x}{0.5\times10^{-1}} = 8.3\times10^{-3} \qquad \text{(दिया है)}$$

या $\quad x^2 = (8.3\times10^{-3})(0.5\times10^{-1}) = 4.15\times10^{-4}$

या $\quad x = \sqrt{4.15\times10^{-4}} = 2.04\times10^{-2}\ M = 0.02\ M$

अत: $\quad [PCl_3]_{eq} = [Cl_2]_{eq} = \mathbf{0.02\ M}$

प्रश्न 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।

$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$; $K_p = 0.265$ atm at 1050K

1050K पर CO एवं CO_2 के साम्य पर आंशिक दाब क्या होंगे, यदि उनके प्रारम्भिक आंशिक दाब हैं-

$P_{CO} = 1.4$ atm एवं $p_{CO2} = 0.80$ atm.

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

$$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$$

प्रारम्भिक दाब 1.4 atm 0.80 atm

$$Q_p = \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} = \frac{0.80}{1.4} = 0.571$$

चूँकि $Q_p > K_p$, अत: अभिक्रिया पश्च दिशा में होगी। इस अवस्था में साम्य स्थापित होने के लिए CO_2 का दाब घटेगा जबकि CO का दाब बढ़ेगा।

यदि CO_2 के दाब में कमी तथा CO के दाब में वृद्धि p है तब

साम्य पर $p_{CO_2} = (0.80 - p)$ atm

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

$$K_p = \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}}$$

या $$0.265 = \frac{0.80 - p}{1.4 + p}$$

या $$0.265 \times (1.4 + p) = 0.80 - p$$

या $$0.371 + 0.265\,p = 0.80 - p$$

या $$1.265\,p = 0.429$$

$$p = \frac{0.429}{1.265} = 0.339 \text{ atm}$$

∴ साम्य पर, $p_{CO} = 1.4 + 0.339 = \mathbf{1.739 \text{ atm}}$

तथा $p_{CO_2} = 0.80 - 0.339 = \mathbf{0.461 \text{ atm}}$

प्रश्न 21.

अभिक्रिया $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_2(g)$ 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 अग्रसरित होगी?

उत्तर

$$Q_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.5)^2}{(3.0)(2.0)^3} = 0.0104$$

चूँकि $Q_c \neq K_c$, अत: **अभिक्रिया साम्यावस्था में नहीं है।**

चूँकि $Q_c < K_c$, अत: **अभिक्रिया अग्र दिशा में होगी।**

प्रश्न 22.

ब्रोमीन मोनोक्लोराइड BrCl विघटित होकर ब्रोमीन एवं क्लोरीन देता है तथा साम्य स्थापित होता है- $2BrCl(g) \rightleftharpoons Be_2(g)+Cl_2(g)$ इसके लिए 500K पर K_c = 32 है। यदि प्रारम्भ में BrCl की सान्द्रता 3.3×10^{-3} molL^{-1} हो तो साम्य पर मिश्रण में इसकी सान्द्रता क्या होगी?

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

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

प्रारम्भिक सान्द्र०.	3.30×10^{-3} mol L^{-1}	—	—
साम्य पर	$(3.30\times10^{3} - x)$	$\frac{x}{2}$	$\frac{x}{2}$

$$\therefore \quad K_c = \frac{[Br_2(g)][Cl_2(g)]}{[Br\,Cl(g)]^2}$$

या $$32 = \frac{\frac{x}{2}\times\frac{x}{2}}{(3.30\times10^{-3} - x)^2}$$

या $$5.66 = \frac{\frac{x}{2}}{3.30\times10^{-3} - x} = \frac{x}{2(3.30\times10^{-3} - x)}$$

या $$0.037 - 11.32x = x$$

या $$(1 + 11.32)x = 0.037$$

या $$x = \frac{0.037}{1 + 11.32} = 3.0\times10^{-3}$$

$\therefore$ BrCl का साम्य सान्द्रण $= 3.30\times10^{-3} - x$

$= 3.30\times10^{-3} - 3.0\times10^{-3} = \mathbf{3.0\times10^{-4}\ mol\ L^{-1}}$

प्रश्न 23.

1127 K एवं 1 atm दाब पर CO तथा CO_2 के गैसीय मिश्रण में साम्यावस्था पर ठोस कार्बन में 90.55% (भारात्मक) CO है।

$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 42CO(g)$

उपर्युक्त ताप पर अभिक्रिया के लिए K_c के मान की गणना कीजिए।

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

यदि मिश्रण $(CO + CO_2)$ का कुल द्रव्यमान = 100 g

तब $CO = 90.55$ g

तथा $CO_2 = 100 - 90.55 = 9.45$ g

$$CO \text{ के मोलों की संख्या} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आण्विक द्रव्यमान}} = \frac{90.55}{28} = 3.234$$

$$CO_2 \text{ के मोलों की संख्या} = \frac{9.45}{44} = 0.215$$

$$p_{CO} = \frac{3.234}{3.234 + 0.215} \times 1 \text{ atm} = 0.938 \text{ atm}$$

$$p_{CO_2} = \frac{0.215}{3.234 + 0.215} \times 1 \text{ atm} = 0.062 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{p_{CO}^2}{p_{CO_2}} = \frac{(0.938)^2}{0.062} = 14.19$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1$$

∴ $K_p = K_c(RT)$

या $K_c = \frac{K_p}{RT} = \frac{14.19}{0.0821 \times 1127} = \mathbf{0.153}$

प्रश्न 24.

298K पर NO एवं O_2 से NO_2 बनती है-

NO(g) +[latex]\frac { 1 }{ 2 } [/latex]O_2(g) ⇌ NO_2(g)

अभिक्रिया के लिए (क) $\Delta G^\ominus$ एवं (ख) साम्य स्थिरांक की गणना कीजिए-

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

$\Delta_f G^\ominus$ (NO) = 87.0 kJ/mol

$\Delta_f G^\ominus$ (O_2) = 0 kJ/mol

उत्तर

(क) $\Delta_r G^\ominus = \Sigma \Delta_f G^\ominus_{\text{उत्पाद}} - \Sigma \Delta_f G^\ominus_{\text{अभिकारक}}$

या $\Delta_r G^\ominus = \Delta_f G^\ominus (NO_2) - \left\{ \Delta_f G^\ominus (NO) + \frac{1}{2} \Delta_f G^\ominus (O_2) \right\}$

$= 52.0 - (87 + \frac{1}{2} \times 0) = \mathbf{-35 \text{ kJ mol}}$

(ख) $\Delta_r G^\ominus = -2.303 RT \log K$

$$\log K = -\frac{\Delta G^\ominus}{2.303 RT} = -\frac{(-35.0)}{2.303 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298} = 6.1341$$

$(\because R = 8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1} \text{mol}^{-1})$

या $K = \text{antilog}(6.1341) = \mathbf{1.362 \times 10^6}$

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 25.
निम्नलिखित में से प्रत्येक साम्य में जब आयतन बढ़ाकर दाब कम किया जाता है, तब बतलाइए कि अभिक्रिया के उत्पादों के मोलों की संख्या बढ़ती है या घटती है या समान रहती है?
(क) $PCl_2(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$
(ख) $CaO(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$
(ग) $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$
उत्तर
लोशातेलिए सिद्धान्त के अनुसार दाब कम करने पर उत्पादों के मोलों की संख्या
(क) बढ़ेगी,
(ख) घटेगी,
(ग) समान रहेगी।

प्रश्न 26.
निम्नलिखित में से दाब बढ़ाने पर कौन-कौन सी अभिक्रियाएँ प्रभावित होंगी? यह भी बताएँ कि दाब परिवर्तन करने पर अभिक्रिया अग्र या प्रतीप दिशा में गतिमान होगी?
(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) $CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2C0(g)$
(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
वे अभिक्रियाएँ प्रभावित होंगी जिनमें (n, #n,) हो। अत: अभिक्रियाएँ (i), (iii), (iv), (v) तथा (vi) प्रभावित होंगी। ला-शातेलिए सिद्धान्त के अनुसार हम अभिक्रियाओं की दिशा प्रागुप्त कर सकते हैं।

1. $n_p = 2$, $n_r = 1$ अर्थात् $n_p > n_r$, अतः अभिक्रिया पश्चे दिशा में होगी।
2. $n_p = 3$, $n_r = 3$ अर्थात् $n_p = n_r$, अतः अभिक्रिया दाब से प्रभावित नहीं होगी।
3. $n_p = 2$, $n_r = 1$ अर्थात् $n_p > n_r$, अतः अभिक्रिया पश्च दिशा में होगी।
4. $n_p = 1$, $n_r = 3$ अर्थात् $n_p < n_r$, अत: अभिक्रिया अग्र दिशा में होगी।
5. $n_p = 1$, $n_r = 0$ अर्थात् $n_p > n_r$, अत: अभिक्रिया पश्च दिशा में होगी।
6. $n_p = 10$, $n_r = 9$ अर्थात् $n_p > n_r$, अतः अभिक्रिया पश्च दिशा में होगी।

प्रश्न 27.
निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए 1024 K पर साम्य स्थिरांक 1.6×10^5 है।
$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$
यदि HBr के 10.0 bar सीलयुक्त पात्र में डाले जाएँ तो सभी गैसों के 1024 K पर साम्य दाब ज्ञात कीजिए।
उत्तर

$$2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$$

प्रारम्भिक दाब	10 bar	0	0
साम्य पर	$10 - p$	$p/2$	$p/2$

https://www.evidyarthi.in/

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

$$= \frac{1}{1.6\times10^5}$$

दोनों पक्षों का वर्गमूल लेने पर,

$$\frac{p}{2(10-p)} = \frac{1}{4\times10^2} \text{ या } 4\times10^2\, p = 2(10-p)$$

या $$402p = 20 \text{ या } p = \frac{20}{402} = 4.98\times10^{-2} \text{ bar}$$

अत: साम्य पर, $$= p_{Br_2} = p/2 = 2.5\times10^{-2} \text{ bar}$$

$$p_{HBr} = 10-p \approx \mathbf{10\ bar}$$

प्रश्न 28.

निम्नलिखित ऊष्माशोषी अभिक्रिया के अनुसार ऑक्सीकरण द्वारा डाइहाइड्रोजन गैस | प्राकृतिक गैस से प्राप्त की जाती है-

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

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

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

(i) दाब बढ़ा दिया जाए।

(ii) ताप बढ़ा दिया जाए।

(iii) उत्प्रेरक प्रयुक्त किया जाए।

उत्तर

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

(ख)

1. ला-शातेलिए सिद्धान्त के अनुसार साम्य पश्च दिशा में विस्थापित होगा।
2. चूँकि दी गयी अभिक्रिया ऊष्माशोषी है, अत: साम्य अग्र दिशा में विस्थापित होगा।
3. साम्यावस्था भंग नहीं होगी लेकिन साम्यावस्था शीघ्र प्राप्त होगी।

प्रश्न 29.

साम्य $2H_2(g) + CO(g) \rightleftharpoons CH_2OH(g)$ पर प्रभाव बताइए|

(क) H_2 मिलाने पर

(ख) CH_3OH मिलाने पर

(ग) CO हटाने पर

https://www.evidyarthi.in/

(घ) CH_3OH हटाने पर।

उत्तर

ला-शातेलिए सिद्धान्त के अनुसार,

(क) साम्यावस्था अग्र दिशा में विस्थापित होगी।

(ख) साम्यावस्था पश्च दिशा में विस्थापित होगी।

(ग) साम्यावस्था पश्च दिशा में विस्थापित होगी।

(घ) साम्यावस्था अग्र दिशा में विस्थापित होगी।

प्रश्न 30.

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

$PCl_2(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$; $\Delta_rH^{\ominus} = 124.0\ kJ\ mol^{-1}$

(क) अभिक्रिया के लिए K_c क़ा व्यंजक लिखिए।

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

(ग) यदि

(i) और अधिक PCl_5 मिलाया जाए,

(ii) दाब बढ़ाया जाए तथा

(iii) ताप बढ़ाया जाए तो K_c पर क्या प्रभाव होगा?

उत्तर

$$(क)\ K_c = \frac{[PCl_3(g)][Cl_2(g)]}{[PCl_5(g)]}$$

$$(ख)\ K' = \frac{1}{K_c'} = \frac{1}{8.3\times10^{-3}} = \mathbf{120.48}$$

(ग) (i) कोई प्रभाव नहीं।

(ii) कोई प्रभाव नहीं।

(iii) चूँकि दी गयी अभिक्रिया ऊष्माशोषी है, अत: ताप बढ़ाने पर K_c बढ़ेगा।

प्रश्न 31.

हेबर 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।

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

यदि 400°C पर अभिक्रिया पात्र में co एवं भाप का सममोलर मिश्रण इस प्रकार लिया जाए कि $p_{CO} = PH_2O$ = 4.0 bar, H_2 का साम्यावस्था पर आंशिक दाब क्या होगा? 400°C पर K_p = 10.1

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

माना साम्यावस्था पर H_2 का आंशिक दाब p bar है।

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

प्रारम्भिक दाब	4.0 bar	4.0 bar	0	0
साम्य पर	$(4-p)$	$(4-p)$	p	p

$$K_p = \frac{p^2}{(4-p)^2} = 0.1 \quad \text{(दिया है)}$$

$$\therefore \quad \frac{p}{4-p} = \sqrt{0.1} = 0.316$$

$$\therefore \quad p = 1.264 - 0.316\,p$$

या $\quad 1.316\,p = 1.264$

या $\quad p = 0.96$ bar

अत: $\quad (p_{H_2})_{eq} = 0.96$ bar

प्रश्न 32.

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

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

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

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

उत्तर

अभिक्रिया (ग) जिसके लिए Kन उच्च और न निम्न में अभिकारकों तथा उत्पादों की सान्द्रता सुप्रेक्ष्य होगी।

प्रश्न 33.

25°C पर अभिक्रिया $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ के लिए K. 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 की सान्द्रता क्या होगी?

उत्तर

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

$$\therefore \quad 2.0 \times 10^{-50} = \frac{[O_3]^2}{(1.6 \times 10^{-2})^3}$$

या $\quad [O_3]^2 = (2.0 \times 10^{-50})(1.6 \times 10^{-2})^3 = 8.192 \times 10^{-56}$

या $\quad [O_3] = \mathbf{2.86 \times 10^{-28}\ M}$

प्रश्न 34.

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

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

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

$$\therefore \quad 3.90 = \frac{[CH_4](0.02)}{(0.30)(0.10)^3}$$

(मोलर सान्द्रण = मोलों की संख्या क्योंकि फ्लास्क का आयतन 1 L है।)

$$\text{या} \quad [CH_4] = 0.0585\ M = \mathbf{5.85 \times 10^{-2}\ M}$$

प्रश्न 35.
संयुग्मी अम्ल-क्षारक युग्म का क्या अर्थ है? निम्नलिखित स्पीशीज के लिए संयुग्मी अम्ल/क्षारक बताइए- HNO_2, CN^-, $HClO_4$, F^-, OH^-,CO^{2-}_3 एवं S^{2-}

उत्तर
संयुग्मी अम्ल-क्षार युग्म (Conjugate acid-base pair)-अम्ल-क्षार युग्म जिसमें एक प्रोटॉन का अंतर होता है, संयुग्मी अम्ल-क्षार युग्म कहलाता है। अम्ल-HNO_2,$HClO_4$
क्षारक- CN^-, F^-, OH^-, CO^{2-}_3 एवं S^{2-}
इनके संयुग्मी अम्ल/क्षारक निम्नलिखित हैं-

अम्ल		HNO_2		$HClO_4$	
संयुग्मी क्षारक		NO_2^-		ClO_4^-	
क्षारक	CN^-	F^-	OH^-	CO_3^{2-}	S^{2-}
संयुग्मी अम्ल	HCN	HF	H_2O	HCO_3^-	HS^-

प्रश्न 36.
निम्नलिखित में से कौन-से लूइस अल ही
H_2O, BF_3, H^+ एवं NH_4^+

उत्तर
BF_3, H^+ तथा NH_4^+.

प्रश्न 37.
निम्नलिखित ब्रान्स्टेड अम्लों के लिए संयुग्मकों कैमून लिखिए-
HF, H_2SO_4 एवं HCO_3^-

उत्तर
F^-,HSO_4^- तथा CO^{2-}_3
(संयुग्मी क्षारक ⇌ संयुग्मी अम्ल _H^+)

प्रश्न 38.
ब्रान्स्टेड क्षारकों NH_2^-, NH_2 तथा $HCOO^-$ के संयुग्मी अम्ल लिखिए

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

NH_3, NH^+_4, HCOOH
(संयुग्मी अम्ल ⇌ संयुग्मी क्षारक $+H^+$)

प्रश्न 39.
स्पीशीज H_2O, HCO_2^-, HSO_4^- ता NH_2 ब्राम्स्टेड अम्ल तथा क्षारक-दोनों की भाँति व्यवहार करते हैं। प्रत्येक के संयुग्मी अम्ल लथा-क्षकबाइए।
उत्तर

स्पीशीज	संयुग्मी अम्ल जब ब्रान्सटेड क्षारक की भाँति कार्य करता है	संयुग्मी क्षारक जब ब्रान्सटेड अम्ल की भाँति कार्य करता है
H_2O	H_3O^+	OH^-
HCO_3^-	H_2CO_3	CO_3^{2-}
HSO_4^-	H_2SO_4	SO_4^{2-}
NH_3	NH_4^+	NH_2^-

प्रश्न 40.
निम्नलिखित स्पीशीज को लूइस अम्ल तथा क्षारक में वर्गीकृत कीजिए तथा बताइए कि ये किस प्रकार लूइस अम्ल-क्षारक के समान कार्य करते हैं—
(क) OH^-
(ख) F^-
(ग) H^+
(घ) BCl_3
उत्तर
(क) OH^- इलेक्ट्रॉन युग्म दान कर सकता है, अतः यह लुइस क्षारक है।
(ख) F^- इलेक्ट्रॉन युग्म दान कर सकता है, अतः यह लुइस क्षारक है।
(ग) H^+ इलेक्ट्रॉन युग्म ग्रहण कर सकता है, अतः यह लुइस अम्ले है।
(घ) BCl_3 इलेक्ट्रॉन न्यून स्पीशीज है, अतः यह लुइस अम्ल है।

प्रश्न 41.
एक मृदु पेय के नमूने में हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता 3.8×10^{-3} M है। उसकी pH परिकलित कीजिए।
उत्तर

$$pH = -\log[H^+] = -\log(3.8 \times 10^{-3}) = \mathbf{2.42}$$

$pH=-\log[H^+]=-\log(3.8\times10^{-3})= 2.42$

प्रश्न 42.
सिरके के नमूने की pH 3.76 है, इसमें हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता ज्ञात कीजिए।
उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

∴ log $[H^+]$=-3.76
या $[H^+]$ = antilog (-3.76) = antilog 4.24 = 1.74×10^{-4} M

प्रश्न 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

$$\text{(i) } F^- \text{ के लिए, } K_b = K_w/K_a = \frac{10^{-14}}{6.8\times10^{-4}} = 1.47\times10^{-11} \simeq \mathbf{1.5\times10^{-11}}$$

$$\text{(ii) } HCOO^- \text{ के लिए, } K_b = \frac{10^{-14}}{1.8\times10^{-4}} = \mathbf{5.6\times10^{-11}}$$

$$\text{(iii) } CN^- \text{ के लिए, } K_b = \frac{10^{-14}}{4.8\times10^{-9}} = \mathbf{2.08\times10^{-6}}$$

प्रश्न 44.
फीनॉल का आयनन स्थिरांक 1.0×10^{-10} है। 0.05 M फीनॉल के विलयन में फीनॉलेट आयन की सान्द्रता तथा 0.01 M सोडियम फीनेट विलयन में उसके आयनन की मात्रा ज्ञात कीजिए।
उत्तर

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

प्रारम्भिक मोल	0.05 M	—	—
साम्य पर	$0.05 - x$	x	x

$$\therefore \quad K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} = \frac{x.x}{0.05-x} = 1.0\times10^{-10} \qquad \text{(दिया है)}$$

https://www.evidyarthi.in/

या $\frac{x^2}{0.05-x} = 1.0\times10^{-10}$

चूँकि फीनॉल अधिक वियोजित नहीं होता है, $0.05-x \approx 0.05$ लेने पर,

$$\frac{x^2}{0.05} = 1.0\times10^{-10}$$

या $x = (0.05\times1.0\times10^{-10})^{1/2} = \mathbf{2.24\times10^{-6}\ M}$

अत: विलयन में $[C_6H_5O^-] = x = \mathbf{2.24\times10^{-24}\ M}$

0.01 M C_6H_5ONa की उपस्थिति में, माना फीनॉल की वियोजित मात्रा y है। अत: साम्य पर,

$$[C_6H_5OH] = 0.05 - y, [C_6H_5O^-] = 0.01 + y$$

तथा $[H^+] = y$

$\therefore$ $K_a = \frac{(0.01+y)(y)}{(0.05-y)} = 1.0\times10^{-10}$ (दिया है)

यहाँ $0.01+y \simeq 0.01\ M$ तथा $0.05-y \simeq 0.05\ M$

अत: $\frac{0.01\times y}{0.05} = 1.0\times10^{-10}$

तथा $y = \frac{1.0\times10^{-10}\times0.05}{0.01} = 5.0\times10^{-10}$

$\therefore$ फीनॉल के वियोजन की मात्रा,

$$\alpha = \frac{\text{वियोजित मोलों की संख्या}}{\text{प्रारम्भ में लिये गये मोल}}$$

$$= \frac{5.0\times10^{-10}}{0.05} = \mathbf{1.0\times10^{-8}}$$

प्रश्न 45.

H_2S का प्रथम आयनन स्थिरांक 9.1×10^{-8} है। इसके 0:1 M विलयन में HS^- आयनों की सान्द्रता की गणना कीजिए तथा बताइए कि यदि इसमें 0.1 M 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 परिस्थिति के अनुसार,

https://www.evidyarthi.in/

	H_2S	$\rightleftharpoons$	H^+	+	HS^-
प्रारम्भिक सान्द्रण	0.1 M		—		—
वियोजन के पश्चात्	$0.1 - x$		x		x
	$\simeq 0.1$				

$$\therefore \quad K_a = \frac{x \times x}{0.1} = 9.1 \times 10^{-8} \qquad \text{(दिया है)}$$

$$\text{या} \quad x^2 = 9.1 \times 10^{-9}$$

$$\therefore \quad x = \mathbf{9.54 \times 10^{-5}}$$

0.1 M HCl की उपस्थिति में माना वियोजित H_2S की मात्रा y है। तब साम्यावस्था पर,

$$[H_2S] = 0.1 - y \simeq 0.1, [H^+] = 0.1 + y \simeq 0.1$$

$$[HS^-] = y \text{ M}$$

$$\therefore \quad K_a = \frac{0.1 \times y}{0.1} = 9.1 \times 10^{-8} \qquad \text{(दिया है)}$$

$$\therefore \quad y = \mathbf{9.1 \times 10^{-8}\ M}$$

$[S^{2-}]$ की गणना :

$$H_2S \overset{K_{a_1}}{\rightleftharpoons} H^+ + HS^-$$

$$HS^- \overset{K_{a_2}}{\rightleftharpoons} H^+ + S^{2-}$$

कुल अभिक्रिया के लिए, $\quad H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$

$$K_a = K_{a_1} \times K_{a_2} = 9.1 \times 10^{-8} \times 1.2 \times 10^{-13}$$
$$= 1.092 \times 10^{-20}$$

परन्तु $\quad K_a = \dfrac{[H^+]^2 [S^{2-}]}{[H_2S]}$

0.1 M HCl की अनुपस्थिति में,

$$[H^+] = 2[S^{2-}]$$

$\therefore$ यदि $\quad [S^{2-}] = x$, तब $[H^+] = 2x$

$$\therefore \quad \frac{(2x)^2 x}{0.1} = 1.092 \times 10^{-20}$$

$$\text{या} \quad 4x^3 = 1.092 \times 10^{-21}$$

$$x^3 = \frac{1.092 \times 10^{-21}}{4} = 273 \times 10^{-24}$$

https://www.evidyarthi.in/

$$3 \log x = \log 273 - 24 = 2.4362 - 24$$

$$\log x = 0.8127 - 8 = \bar{8}.8127$$

$$\therefore \quad x = \text{antilog}\,(\bar{8}.8127) = \mathbf{6.5 \times 10^{-8}\ M}$$

0.1 M HCl की उपस्थिति में माना $[S^{2-}] = y$, तब

$$[H_2S] = 0.1 - y \simeq 0.1\,M,\ [H^+] = 0.1 + y \simeq 0.1\,M$$

$$\therefore \quad K_a = \frac{(0.1)^2 \times y}{0.1} = 1.09 \times 10^{-20}$$

या $$y = \mathbf{1.09 \times 10^{-19}\ M}$$

प्रश्न 46.

ऐसीटिक अम्ल का आयनन स्थिरांक 1.74 x10^{-5} है। इसके 0.05 M विलयन में वियोजन की मात्रा, ऐसीटेट आयन सान्द्रता तथा pH का परिकलन कीजिए।

उत्तर

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

प्रारम्भिक सान्द्रण	0.05 M	—	—
साम्य सान्द्रण	$0.05 - x$	x	x

$$\therefore \quad K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

या $$1.74 \times 10^{-5} = \frac{x \times x}{0.05 - x} = \frac{x^2}{0.05} \qquad (\because x \text{ अत्यन्त छोटा है})$$

या $$x = (1.74 \times 10^{-5} \times 0.05)^{1/2} = \mathbf{9.33 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore \quad \text{वियोजन की मात्रा} = \frac{x}{\text{मोलों की कुल संख्या}}$$

$$= \frac{9.33 \times 10^{-4}}{0.05} = \mathbf{0.018}$$

$$\therefore \quad [CH_3COO^-] = x = \mathbf{9.33 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}}$$

$$[H^+] = x = 9.33 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}$$

$$pH = -\log\ [H^+] = -\log\ (9.33 \times 10^{-4}) = \mathbf{3.03}$$

प्रश्न 47.

0.01 M कार्बनिक अम्ल [HA] के विलयन की pH, 4.15 है। इसके ऋणायन की सान्द्रता, अम्ल का आयनन स्थिरांक तथा pK_a, मान परिकलित कीजिए।

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

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

या $$4.15 = -\log\ [H^+]$$

या $$[H^+] = \text{antilog}\ (-4.15) = 7.08 \times 10^{-5}\ M$$

$$[A^-] = [H^+] = \mathbf{7.08 \times 10^{-5}\ M}$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{7.08 \times 10^{-5} \times 7.08 \times 10^{-5}}{0.01} = \mathbf{5.01 \times 10^{-7}}$$

$\therefore$ $$pK_a = -\log\ K_a = -\log\ (5.01 \times 10^{-7}) = \mathbf{6.3002}$$

प्रश्न 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
उत्तर

(क) $$HCl + aq \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$\therefore$ $$[H^+] = [HCi] = 0.003\ M = 3 \times 10^{-3}\ M$$

$\therefore$ $$pH = -\log(3 \times 10^{-3}) = \mathbf{2.52}$$

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

$\therefore$ $$[OH^-] = 0.005\ M = 5 \times 10^{-3}\ M$$

$$[H^+] = 10^{-14} / 5 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-12}\ M$$

$$pH = -\log\ (2 \times 10^{-12}) = \mathbf{11.70}$$

(ग) $$HBr + aq \longrightarrow H^+ + Br^-$$

$\therefore$ $$[H^+] = 0.002\ M = 2 \times 10^{-3}\ M$$

$\therefore$ $$pH = -\log(2 \times 10^{-3}) = \mathbf{2.7}$$

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

$\therefore$ $$[OH^-] = 0.002\ M = 2 \times 10^{-3}\ M$$

$\therefore$ $$[H^+] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-12}$$

$$pH = -\log\ (5 \times 10^{-12}) = \mathbf{11.3}$$

प्रश्न 49.
निम्नलिखित विलयनों के pH ज्ञात कीजिए–
(क) 2 ग्राम TlOH को जल में घोलकर 2 लीटर विलयन बनाया जाए।
(ख) 0.3 ग्राम $Ca(OH)_2$ को ज़ल में घोलकर 500 mL विलयन बनाया जाए।

https://www.evidyarthi.in/

(ग) 0:3 ग्राम NaOH को जल में घोलकर 200 mL विलयन बनाया जाए।
(घ) 13.6 MHCl के 1 mL को जल से तनुकरण करके कुल आयतन 1 लीटर किया जाए।
उत्तर

$$\text{(क) TlOH का मोलर सान्द्रण} = \frac{2\text{ g}}{(204+16+1)\text{ g mol}^{-1}} \times \frac{1}{2\text{ L}}$$

$$= 4.52\times10^{-3}\text{ M}$$

$$\therefore \quad [OH^-] = [TlOH] = 4.52\times10^{-3}\text{ M}$$

$$[H^+] = 10^{-14} / 4.52\times10^{-3} = 2.21\times10^{-12}\text{ M}$$

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

$$= 12 - (0.3424) = \mathbf{11.66}$$

$$\text{(ख) } Ca(OH)_2 \text{ का मोलर सान्द्रण} = \frac{0.3\text{ g}}{(40+34)\text{ g mol}^{-1}} \times \frac{1}{0.5\text{ L}} = 8.11\times10^{-3}\text{ M}$$

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

$$[OH^-] = 2[Ca(OH)_2] = 2\times8.11\times10^{-3}\text{ M}$$

$$= 16.22\times10^{-3}\text{ M}$$

$$pOH = -\log(16.22\times10^{-3}) = 3 - 1.2101 = 1.79$$

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

$$\text{(ग) NaOH का मोलर सान्द्रण} = \frac{0.3\text{ g}}{40\text{ g mol}^{-1}} \times \frac{1}{0.2\text{ L}} = 3.75\times10^{-2}\text{ M}$$

$$\therefore \quad [OH^-] = 3.75\times10^{-2}\text{ M}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(3.75\times10^{-2})$$

$$= 2 - 0.0574 = 1.43$$

$$\therefore \quad pH = 14 - pOH = 14 - 1.43 = \mathbf{12.57}$$

(घ)
$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$13.6\times1 = M_2\times1000$$

$$M_2 = \frac{13.6\times1}{1000} = 1.36\times10^{-2}\text{ M}$$

$$[H^+] = [HCl] = 1.36\times10^{-2}\text{ M}$$

$$pH = -\log(1.36\times10^{-2})$$

$$= 2 - 0.1335 = \mathbf{1.87}$$

प्रश्न 50.
ब्रोमोऐसीटिक अम्ल की आयनन की मात्रा 0.132 है। 0.1 M अम्ल की pH तथा pK_a का मान ज्ञात कीजिए।
उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

$$CH_2BrCOOH \rightleftharpoons CH_2BrCOO^- + H^+$$

प्रारम्भिक सान्द्रण	0.1 M	—	—
साम्य पर	0.1(1 – 0.132)	0.1 × 0.132	0.1 × 0.132

$$K_a = \frac{[CH_2BrCOO^-][H^+]}{[CH_2BrCOOH]}$$

$$= \frac{(0.1\times0.132)\times(0.1\times0.132)}{0.1(1-0.132)}$$

$$= 2.01\times10^{-3}$$

$$pK_a = -\log K_a = -\log(2.01\times10^{-3}) = \mathbf{2.7}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(1.320\times10^{-2}) = \mathbf{1.88}$$

प्रश्न 51.

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

उत्तर

$$\text{कोडीन} + H_2O \rightleftharpoons \text{कोडीन } H^+ + OH^-$$

$$pH = 9.95$$

$$\therefore \quad pOH = 14 - pH = 14 - 9.95 = 4.05$$

$$\therefore \quad -\log[OH^-] = 4.05$$

$$\text{या} \quad \log[OH^-] = -4.05 = \bar{5}.95$$

$$\text{या} \quad [OH^-] = 8.91\times10^{-5}\ M$$

$$K_b = \frac{[\text{कोडीन } H^+][OH^-]}{[\text{कोडीन}]} = \frac{[OH^-]^2}{[\text{कोडीन}]}$$

$$= \frac{(8.91\times10^{-5})^2}{5\times10^{-3}} = \mathbf{1.6\times10^{-6}}$$

$$pk_b = -\log k_b$$

$$= -\log(1.6\times10^{-6}) = \mathbf{5.80}$$

प्रश्न 52.

0.001 M ऐनिलीन विलयन का pH क्या है? ऐनिलीन का आयनन स्थिरांक 4.27×10^{-10} है। इसके संयुग्मी अम्ल का आयनन स्थिरांक ज्ञात कीजिए।

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

(i) ऐनिलीन के लिए, $K_b = 4.27 \times 10^{-10}$

$$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$$

$$K_b = \frac{[C_6H_5NH_3^+][OH^-]}{[C_6H_5NH_2]}$$

$$[C_6H_5NH_3^+] = [OH^-]$$

∴ $$[OH^-] = \{K_b[C_6H_5NH_2]\}^{1/2}$$
$$= (4.27 \times 10^{-10} \times 0.001)^{1/2}$$
$$= 6.53 \times 10^{-7}\ M$$

∴ $$pOH = -\log(6.53 \times 10^{-7}) = 6.185$$
$$pH = 14 - pOH$$
$$= 14 - 6.185 = 7.815$$

(ii) $$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$$

	$C_6H_5NH_2$	$C_6H_5NH_3^+$	OH^-
प्रारम्भिक सान्द्रण	0.001 M	—	—
साम्य पर	$0.001(1-\alpha)$	$0.001\,\alpha$	$0.001\,\alpha$

(जहाँ α = ऐनिलीन की वियोजन की मात्रा)

∴ $$K_b = \frac{0.001\alpha \times 0.001\alpha}{0.001(1-\alpha)} = \frac{0.001\alpha^2}{1-\alpha}$$
$$= 0.001\alpha^2 \quad (\because \alpha \text{ अति अल्प है, तब } 1-\alpha = 1)$$

अत: $$0.001\alpha^2 = 4.27 \times 10^{-10}$$

या $$\alpha = \left[\frac{4.27 \times 10^{-10}}{0.001}\right]^{1/2} = \mathbf{6.53 \times 10^{-4}}$$

(iii) संयुग्मी अम्ल तथा क्षारक के युग्म के लिए,

$$pK_b + pK_a = 14$$

∴ $$pK_a = 14 - pK_b = 14 - (-\log 4.27 \times 10^{-10})$$
$$= 14 - 9.37 = 4.63$$

अत: संयुग्मी अम्ल का आयनन स्थिरांक

$$K_a = \text{antilog}\,(-pK_a) \qquad (\because pK_a = -\log K_a)$$
$$= \text{antilog}\,(-4.63) = \mathbf{2.4 \times 10^{-5}}$$

प्रश्न 53.

यदि 0.05 M ऐसीटिक अम्ल के pK_a का मान 4.74 है तो आयनने की मात्रा ज्ञात कीजिए। यदि इसे

(अ) 0.01 M

(ब) 0.1 M HCl विलयन में डाला जाए तो वियोजन की मात्रा किस प्रकार प्रभावित होती है?

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

$pK_a = 4.74$ (दिया है)

$\therefore \quad -\log K_a = 4.74$

या $\quad \log K_a = -4.74 = \bar{5}.26$

$\therefore \quad K_a = 1.82 \times 10^{-5}$

वियोजन की मात्रा, $\quad \alpha = \sqrt{K_a / C}$

$$= \sqrt{(1.82 \times 10^{-5}) / (5 \times 10^{-2})}$$

$$= \mathbf{1.908 \times 10^{-2}}$$

HCl की उपस्थिति में ऐसीटिक अम्ल का वियोजन H^+ आयनों के उच्च सान्द्रण के कारण बढ़ जाता है।

(अ) 0.01 M HCl की उपस्थिति में माना x वियोजित मात्रा है, तब

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

प्रारम्भिक सान्द्रण	0.05 M	—	—
वियोजन के बाद	$0.05 - x \simeq 0.05$	x	$0.01 + x \simeq 0.01$

$\therefore \quad K_a = \dfrac{x\,(0.01)}{0.05}$

या $\quad \dfrac{x}{0.05} = \dfrac{K_a}{0.01} = \dfrac{1.82 \times 10^{-5}}{0.01} = 1.82 \times 10^{-3}$

या $\quad \alpha = \mathbf{1.82 \times 10^{-3}}$

(ब) 0.1 M HCl की उपस्थिति में माना वियोजित ऐसीटिक अम्ल की मात्रा y है, तब साम्य पर,

$$[CH_3COOH] = 0.05 - y \simeq 0.05\ M$$

$$[CH_3COO^-] = y, [H^+] = 0.1\ M + y \simeq 0.1\ M$$

$\therefore \quad K_a = \dfrac{y(0.1)}{0.05}$

$$1.82 \times 10^{-5} = \frac{y(0.1)}{0.05}$$

या $\quad \dfrac{y}{0.05} = \dfrac{1.82 \times 10^{-5}}{10^{-1}} = 1.82 \times 10^{-4}$

$\therefore \quad \alpha = \mathbf{1.82 \times 10^{-4}}$

प्रश्न 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 0.1 M हो तो डाइमेथिल ऐमीन का प्रतिशत आयनन क्या होगा?

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}} = \sqrt{\frac{5.4\times10^{-4}}{0.02}} = \mathbf{0.164}$$

0.1 M NaOH की उपस्थिति में यदि वियोजित डाइमेथिल ऐमीन की मात्रा x है,

$$(CH_3)_2NH + H_2O \rightleftharpoons (CH_3)_2NH^+OH + OH^-$$

प्रारम्भिक सान्द्रण	0.02 M	—	—
वियोजन के पश्चात्	$(0.02 - x)$	x	$x + 0.1$

$$\therefore \quad K_b = \frac{x(x+0.1)}{0.02-x} = \frac{0.1x}{0.02}$$

(x अति अल्प है, $x + 0.1 \simeq 0.1$ तथा $0.02 - x \simeq 0.02$)

या $$5.4\times10^{-4} = \frac{0.1x}{0.02}$$

या $$x = \frac{5.4\times10^{-4}\times0.02}{0.1} = 1.08\times10^{-4}$$

$$\text{डाइमेथिल ऐमीन का \% आयनन} = \frac{\text{वियोजित मात्रा} \times 100}{\text{कुल मात्रा}}$$

$$= \frac{x\times100}{0.02} = \frac{1.08\times10^{-4}\times100}{0.02} = 0.54\%$$

प्रश्न 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) $\log[H^+] = -pH = -6.83 = \bar{7}.17$

$\therefore \quad [H^+] = \text{antilog}(\bar{7}.17) = \mathbf{1.48\times10^{-7}\ M}$

(ख) $\log[H^+] = -pH = -1.2 = \bar{2}.8$

$\therefore \quad [H^+] = \text{antilog}(\bar{2}.8) = \mathbf{6.3\times10^{-2}\ M}$

(ग) $\log[H^+] = -pH = -7.38 = \bar{8}.62$

$\therefore \quad [H^+] = \text{antilog}(\bar{8}.62) = \mathbf{4.17\times10^{-8}\ M}$

(घ) $\log[H^+] = -pH = -6.4 = \bar{7}.60$

$\therefore \quad [H^+] = \text{antilog}(\bar{7}.60) = \mathbf{3.98\times10^{-7}\ M}$

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 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 हैं। प्रत्येक के संगत H^+ आयन की सान्द्रता ज्ञात कीजिए।
उत्तर

(क) दूध की $[H^+]$

$$\log[H^+] = -pH = -6.8 = \bar{7}.20$$
$$[H^+] = \text{antilog}\,(\bar{7}.20) = \mathbf{1.585 \times 10^{-7}\ M}$$

(ख) कॉफी की $[H^+]$

$$\log[H^+] = -pH = -5.0 = \bar{5}.0$$
$$[H^+] = \text{antilog}\,(\bar{5}.10) = \mathbf{1.0 \times 10^{-5}\ M}$$

(ग) टमाटर रस की $[H^+]$

$$\log[H^+] = -pH = -4.2 = \bar{5}.80$$
$$[H^+] = \text{antilog}\,(\bar{5}.80) = \mathbf{6.309 \times 10^{-5}\ M}$$

(घ) नीबू रस की $[H^+]$

$$\log[H^+] = -pH = -2.2 = \bar{3}.80$$
$$[H^+] = \text{antilog}\,(\bar{3}.80) = \mathbf{6.309 \times 10^{-3}\ M}$$

(ङ) अण्डे की सफेदी की $[H^+]$

$$\log[H^+] = -pH = -7.8 = \bar{8}.20$$
$$[H^+] = \text{antilog}\,(\bar{8}.20) = \mathbf{1.585 \times 10^{-8}\ M}$$

प्रश्न 57.
298 K पर 0.561 g, KOH जल में घोलने पर प्राप्त 200 mL विलयन की pH तथा पोटैशियम, हाइड्रोजन तथा हाइड्रॉक्सिल आयनों की सान्द्रताएँ ज्ञात कीजिए।
उत्तर

$$[KOH] = \frac{0.561}{56} \times \frac{1000}{200}\ M = 0.05\ M$$

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

$$\therefore \quad [K^+] = [OH^-] = \mathbf{0.05\ M}$$
$$[H^+] = 10^{-14} / 0.05 = \mathbf{2.0 \times 10^{-13}\ M}$$
$$pH = -\log [H^+] = -\log (2.0 \times 10^{-13})$$
$$= 13 - 0.3010 = \mathbf{12.699}$$

प्रश्न 58.
298 K 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

https://www.evidyarthi.in/

$Sr(OH)_2$ का आण्विक द्रव्यमान $= 87.6 + 2 \times (16 \times 1) = 121.6$

$Sr(OH)_2$ की विलेयता mol/L में $= \dfrac{19.23}{121.6} = 0.1581 \text{ mol } L^{-1}$

$Sr(OH)_2$ के पूर्ण आयनन की स्थिति में,

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

अत: $[Sr^{2+}] = 0.1581 \text{ mol } L^{-1}$

तथा $[OH^-] = 2 \times 0.1581 = \mathbf{0.3162 \text{ mol } L^{-1}}$

$\therefore$ $[H_3O^+] = \dfrac{K_w}{[OH^-]} = \dfrac{1.0 \times 10^{-14}}{0.3162} = 3.16 \times 10^{-14}$

तथा $pH = -\log [H_3O^+] = -\log (3.16 \times 10^{-14}) = \mathbf{13.50}$

प्रश्न 59.

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

उत्तर

$$\alpha = \sqrt{K_a / C} = \sqrt{(1.32 \times 10^{-5}) / 0.05} = \mathbf{1.62 \times 10^{-2}}$$

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

HCl की उपस्थिति में साम्यावस्था पश्च दिशा में विस्थापित होती है। माना C प्रारम्भिक सान्द्रण है तथा x वियोजित मात्रा है, तब साम्य पर,

$$[CH_3CH_2COOH] = C - x$$

$$[CH_3CH_2COO^-] = x, [H^+] = 0.01 + x$$

$\therefore$ $K_a = \dfrac{x(0.01 + x)}{C - x} \simeq \dfrac{x(0.01)}{C}$

या $\dfrac{x}{C} = \dfrac{K_a}{0.01} = \dfrac{1.32 \times 10^{-5}}{10^{-2}} = 1.32 \times 10^{-3}$

अत: $\alpha = \mathbf{1.32 \times 10^{-3}}$

प्रश्न 60.

यदि सायनिक अम्ल (HCNO) के 0.1 M विलयन की pH 2.34 हो तो अम्ल के आयनन स्थिरांक तथा आयनन की मात्रा ज्ञात कीजिए।

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

माना HCNO अम्ल की वियोजन की मात्रा α है।

$$HCNO \rightleftharpoons H^+ + CNO^-$$

	HCNO	H^+	CNO^-
साम्य सान्द्रण	$0.1(1-\alpha)$	$0.1\times\alpha$	$0.1\times\alpha$

विलयन की pH = 2.34 (दी गयी है)

$$\therefore \quad -\log(0.1\times\alpha) = 2.34$$

$$\log(0.1\times\alpha) = -2.34$$

या $$0.1\times\alpha = \text{antilog}(-2.34) = 0.00457$$

या $$\alpha = \frac{0.00457}{0.1} = \mathbf{0.0457}$$

$$K_a = \frac{[H^+][CNO^-]}{[HCNO]} = \frac{(0.1\times\alpha)(0.1\times\alpha)}{0.1(1-\alpha)}$$

हल करने पर, $$K_a = \mathbf{2.1\times10^{-4}}$$

प्रश्न 61.

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

उत्तर

सोडियम नाइट्राइट दुर्बल अम्ल तथा प्रबल क्षारक का लवण होता है, अत:

$$pH = \frac{1}{2}pK_w + \frac{1}{2}pK_a + \frac{1}{2}\log C$$

$$= \frac{1}{2}\times(-\log 1.0\times10^{-14}) + \frac{1}{2}\times(-\log 4.5\times10^{-4}) + \frac{1}{2}\times\log(0.04)$$

$$= 7.0 + 1.63 - 0.698 = \mathbf{7.975}$$

इस प्रकार के लवण के लिए जल अपघटनांक,

$$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_a C}} = \sqrt{\frac{1.0\times10^{-14}}{4.5\times10^{-4}\times0.04}} = 2.36\times10^{-5}$$

प्रश्न 62.

यदि पिरीडिनीयम हाइड्रोजन क्लोराइड के 0.02 M विलयन का pH 3.44 है तो पिरीडीन का आयनन स्थिरांक ज्ञात कीजिए।

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

पिरीडीनियम हाइड्रोक्लोराइड दुर्बल क्षारक तथा प्रबल अम्ल का लवण है।

अत: $$\text{pH} = \frac{1}{2} pK_w - \frac{1}{2} pK_b - \frac{1}{2}\log C$$

इन मानों को प्रतिस्थापित करने पर,

$$3.44 = \left[-\frac{1}{2}\log(1.0\times10^{-14}) - \frac{1}{2}\times(-\log K_b) - \frac{1}{2}\times\log(0.02) \right]$$

या $$3.44 = -\frac{1}{2}\times(-14) + \frac{1}{2}\log K_b - \frac{1}{2}\times(-1.699)$$

$$3.44 = 7 + \frac{1}{2}\log K_b + 0.849$$

$$\log K_b = (3.44 - 7 - 0.849)\times 2 = -8.82$$

या $$K_b = \text{antilog}(-8.82) = \mathbf{1.5\times10^{-9}}$$

प्रश्न 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

NaCN, $NaNO_2$, KF विलयन क्षारीय प्रकृति के होते हैं क्योंकि ये प्रबल क्षारक तथा दुर्बल अम्ल के लवण होते हैं। NaCl, KBr विलयन उदासीन प्रकृति के होते हैं क्योंकि ये प्रबल अम्ल तथा प्रबल क्षारक के लवण होते हैं। NH_4NO_3 विलयन अम्लीय प्रकृति का होता है क्योंकि यह प्रबल अम्ल तथा दुर्बल क्षारक को लवण होता है।

प्रश्न 64.

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

उत्तर

माना क्लोरोऐसीटिक अम्ल के वियोजन की मात्रा α है।

$$CH_2ClCOOH \rightleftharpoons CH_2ClCOO^- + H^+$$

	$CH_2ClCOOH$	CH_2ClCOO^-	H^+
प्रारम्भिक सान्द्रण	0.1	—	—
वियोजन के पश्चात्	$0.1(1-\alpha)$	$0.1\times\alpha$	$0.1\times\alpha$

$\therefore$ $$K_a = \frac{[CH_2ClCOO^-][H^+]}{CH_2ClCOOH}$$

$$1.35\times10^{-3} = \frac{(0.1\times\alpha)(0.1\times\alpha)}{0.1(1-\alpha)} \simeq \frac{(0.1\alpha)^2}{0.1}$$

https://www.evidyarthi.in/

या $$\alpha = \left[\frac{1.35\times10^{-3}\times0.1}{(0.1)^2}\right]^{1/2} = 0.116$$

$$[H^+] = 0.1\times\alpha = 0.1\times0.116 = 0.0116$$

तथा $$pH = -\log[H^+] = -\log(0.0116) = \mathbf{1.94}$$

क्लोरोऐसीटिक अम्ल का सोडियम लवण दुर्बल अम्ल तथा प्रबल क्षारक का लवण होता है। इस प्रकार के लवण के लिए,

$$pH = \frac{1}{2}pK_w + \frac{1}{2}pK_a + \frac{1}{2}\log C$$

$$= \frac{1}{2}[-\log(1.0\times10^{-14})] + \frac{1}{2}[-\log(1.35\times10^{-3})] + \frac{1}{2}\log(0.1)$$

$$= 7.0 + 1.435 + (-0.5) = \mathbf{7.94}$$

प्रश्न 65.

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

उत्तर

$$[H^+] = \sqrt{K_w} = \sqrt{2.7\times10^{-14}} = 1.643\times10^{-7}\ M$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(1.634\times10^{-7}) = 7 - 0.2156 = \mathbf{6.78}$$

प्रश्न 66.

निम्नलिखित मिश्रणों की pH परिकलित कीजिए-

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

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

(ग) 0.1 MH_2SO_4 का 10 mL + 0.1 M KOH का 10.mL

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

(क) 0.2 M $Ca(OH)_2$ के 10 mL = 10×0.2 मिली मोल = 2 मिली मोल $Ca(OH)_2$

0.1 M HCl के 25 mL = 25×0.1 मिली मोल

= 2.5 मिली मोल HCl

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

समीकरण के अनुसार,

$Ca(OH)_2$ के 1 मिली मोल अभिक्रिया करते हैं = HCl के 2 मिली मोल से

HCl के 2.5 मिली मोल क्रिया करेंगे = $Ca(OH)_2$ के 1.25 मिली मोल से

शेष $Ca(OH)_2 = 2 - 1.25 = 0.75$ मिली मोल

इस अभिक्रिया में HCl सीमाकारी अभिकर्मक है।

विलयन का कुल आयतन = 10 + 25 mL = 35 mL

मिश्रण में $Ca(OH)_2$ की मोलरता = $\frac{0.75}{35} = 0.0214$ M

$\therefore$ $[OH^-] = 2 \times 0.0214\ M = 4.28 \times 10^{-2}$

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

$\therefore$ $pOH = -\log (4.28 \times 10^{-2}) = 2 - 0.6314 = 1.37$

$\therefore$ $pH = 14 - 1.37 = \mathbf{12.63}$

(ख) 0.01 M H_2SO_4 के 10 mL = 0.1 मिली मोल

0.01 M $Ca(OH)_2$ के 10 mL = 0.1 मिली मोल

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

1 मोल $Ca(OH)_2$ अभिक्रिया करता है = 1 मोल H_2SO_4 से

$\therefore$ 0.1 मिली मोल $Ca(OH)_2$ अभिक्रिया करेगा = 0.1 मिली मोल H_2SO_4 से

अत: विलयन उदासीन होगा।

$\therefore$ $\mathbf{pH = 7.0}$

(ग) 10 mL 0.1 M H_2SO_4 = 1 मिली मोल

10 mL 0.1 M KOH = 1 मिली मोल

$$2\ KOH + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

1 मिली मोल KOH अभिक्रिया करता है = 0.5 मिली मोल H_2SO_4 से

शेष $H_2SO_4 = 1 - 0.5 = 0.5$ मिली मोल

मिश्रण का आयतन = 10 + 10 = 20 mL

मिश्रण में H_2SO_4 की मोलरता = $\frac{0.5}{20} = 2.5 \times 10^{-12}$ M

$[H^+] = 2 \times 2.5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-2}$

$pH = -\log (5 \times 10^{-2}) = 2 - 0.699 = \mathbf{1.3}$

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 67.
सिल्वर क्रोमेट, बेरियम क्रोमेट, फेरिक हाइड्रॉक्साइड, लेड क्लोराइड तथा मयूरस आयोडाइड विलयन के 298 K पर निम्नलिखित दिए गए विलेयता गुणनफल स्थिरांक की सहायता से विलेयता ज्ञात कीजिए तथा प्रत्येक आयन की मोलरता भी ज्ञात कीजिए।

उत्तर

दिया है, $K_{sp}\ (Ag_2CrO_4) = 1.1 \times 10^{-12}$

$K_{sp}\ (Ba_2CrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$

$K_{sp}\ [Fe(OH)_3] = 1.0 \times 10^{-38}$

$K_{sp}\ (PbCl_2) = 1.6 \times 10^{-5}$

$K_{sp}\ (Hg_2I_2) = 4.5 \times 10^{-29}$

(i) (सिल्वर क्रोमेट) Ag_2CrO_4 के लिए,

$$K_{sp} = 4s^3 \qquad (\because \text{यह तृतीयक लवण है})$$

$$s = \left[\frac{K_{sp}}{4}\right]^{1/3} = \left[\frac{1.1 \times 10^{-12}}{4}\right]^{1/3} = \mathbf{6.5 \times 10^{-5}\ mol\ L^{-1}}$$

$$\underset{s}{Ag_2CrO_4} \rightleftharpoons \underset{2s}{2Ag^+} + \underset{s}{CrO_4^{2-}}$$

$$\therefore \quad [Ag^+] = 2s = 2 \times 6.5 \times 10^{-5} = \mathbf{1.3 \times 10^{-4}\ M}$$

$$[CrO_4^{2-}] = s = 6.5 \times 10^{-5}\ M$$

(ii) बेरियम क्रोमेट ($BaCrO_4$) के लिए,

$$K_{sp} = s^2 \qquad (\because \text{यह द्विअंगी लवण है})$$

$$\therefore \quad s = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1.2 \times 10^{-10}} = \mathbf{1.095 \times 10^{-5}\ M}$$

$$\underset{s}{BaCrO_4} \rightleftharpoons \underset{s}{Ba^{2+}} + \underset{s}{CrO_4^{2-}}$$

$$[Ba^{2+}] = [CrO_4^{2-}] = s = 1.095 \times 10^{-5} M$$

(iii) फेरिक हाइड्रॉक्साइड $[Fe(OH)_3]$ के लिए,

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

$$K_{sp} = 27\, s^4 \qquad (\because \text{यह चतुर्थक लवण है।})$$

$$\therefore \quad s = \left[\frac{K_{sp}}{27}\right]^{1/4} = \left[\frac{1.0 \times 10^{-38}}{27}\right]^{1/4}$$

हल करने पर, $\quad s = \mathbf{1.39 \times 10^{-10}\ M}$

$$\therefore \quad [Fe^{3+}] = s = \mathbf{1.39 \times 10^{-10}\ M}$$

$$[OH^-] = 3s = 3 \times 1.39 \times 10^{-10} = \mathbf{4.17 \times 10^{-10}\ M}$$

https://www.evidyarthi.in/

(iv) लेड क्लोराइड ($PbCl_2$) के लिए,

$$K_{sp} = 4s^3 \qquad (\because \text{यह तृतीयक लवण है।})$$

$$s = \left[\frac{K_{sp}}{4}\right]^{1/3} = \left[\frac{1.6\times10^{-5}}{4}\right]^{1/3}$$

हल करने पर, $s = \mathbf{1.59\times10^{-2}\ M}$

$$[Pb^{2+}] = s = \mathbf{1.59\times10^{-2}\ M}$$

$$[Cl^-] = 2s = 2\times1.59\times10^{-2} = \mathbf{3.18\times10^{-2}\ M}$$

(v) मर्क्यूरस आयोडाइड (Hg_2I_2) के लिए,

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

$$s \qquad s \qquad 2s$$

$$K_{sp} = 4s^3 \qquad (\because \text{यह तृतीयक लवण है})$$

$$\therefore \quad s = \left[\frac{K_{sp}}{4}\right]^{1/3} = \left[\frac{4.5\times10^{-29}}{4}\right]^{1/3} = \mathbf{2.24\times10^{-10}\ M}$$

तथा $[Hg_2^{2+}] = s = \mathbf{2.24\times10^{-}10\ M}$

$$[I^-] = 2s = 2\times2.24\times10^{-10}$$

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

प्रश्न 68.

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

उत्तर

Ag_2CrO_4 के लिए, $s = \left[\frac{K_{sp}}{4}\right]^{1/3} = \left[\frac{1.1\times10^{-12}}{4}\right]^{1/3} = 6.5\times10^{-5}\ M$

AgBr के लिए, $s' = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{5.0\times10^{-13}} = 7.1\times10^{-7}\ M$

मोलरताओं का अनुपात, $\frac{s}{s'} = \frac{6.5\times10^{-5}}{7.1\times10^{-7}} = \mathbf{91.9}$

प्रश्न 69.

यदि 0-002 M सान्द्रता वाले सोडियम आयोडेट तथा क्यूप्रिंक क्लोरेट विलयन के समान आयतन को मिलाया जाए तो क्या कॉपर आयोडेट का अवक्षेपण होगा? (कॉपर आयोडेट के लिए $K_{sp} = 7.4\times10^{-8}$)

उत्तर

https://www.evidyarthi.in/

$$2NaIO_3 + CuCrO_4 \longrightarrow Na_2CrO_4 + Cu(IO_3)_2$$

मिश्रित करने के बाद,

$$[NaIO_3] = [IO_3^-] = \frac{2\times10^{-3}}{2} = 10^{-3}\ M$$

$$[CuCrO_4] = [Cu^{2+}] = \frac{2\times10^{-3}}{2} = 10^{-3}\ M$$

$Cu(IO_3)_2$ का आयनिक गुणनफल $= [Cu^{2+}][IO_3^-]^2 = 10^{-3} \times (10^{-3})^2 = 10^{-9}$

आयनिक गुणनफल K_{sp} से कम है, अत: **कोई अवक्षेपण नहीं होगा।**

प्रश्न 70.

बेन्जोइक अम्ल का आयनन स्थिरांक 6.46 x 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

$$C_6H_5COOAg \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + Ag^+$$

$$s \qquad\qquad s \qquad s$$

H_2O में विलेयता

$$s = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{2.5\times10^{-13}}$$

$$= 5.0\times10^{-7}\ mol\ L^{-1}$$

pH = 3.19 वाले बफर विलयन में विलेयता

$$-\log [H^+] = 3.19$$

$$[H^+] = \text{antilog}(-3.19) = 6.45\times10^{-4}\ mol\ L^{-1}$$

बफर विलयन में उपस्थित H^+ आयन $C_6H_5COO^-$ आयनों से संयोग करके C_6H_5COOH बनाते हैं लेकिन विलयन में $[H^+]$ स्थिर रहती है क्योंकि विलयन बफर विलयन है।

$$C_6H_5COOH \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H^+$$

$$\therefore \quad K_a = \frac{[C_6H_5COO^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$$

$$\text{या} \quad \frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]} = \frac{[H^+]}{Ka} = \frac{6.45\times10^{-4}}{6.46\times10^{-5}} = 10$$

माना सिल्वर बेन्जोएट की बफर विलयन में विलेयता s' है।

$$s' = [Ag^+] = [C_6H_5COO^-] + [C_6H_5COOH]$$

$$= [C_6H_5COO^-] + 10\times[C_6H_5COO^-]$$

$$= 11[C_6H_5COO^-]$$

$$\therefore \quad [C_6H_5COO^-] = \frac{s'}{11}$$

$$\therefore \quad K_{sp} = [C_6H_5COO^-][Ag^+]$$

$$\text{या} \quad 2.5\times10^{-13} = \frac{s'}{11}\times s'$$

https://www.evidyarthi.in/

या $s'^2 = 2.5\times10^{-13}\times11$

या $s' = \sqrt{2.5\times10^{-13}\times11} = 1.66\times10^{-6}\ \text{mol L}^{-1}$

$\therefore \quad \frac{s'}{s} = \frac{1.66\times10^{-6}}{5.0\times10^{-7}} = \mathbf{3.32}$

प्रश्न 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 $K_{sp} = 6.3\times10^{-18}$)।

उत्तर

माना सान्द्रण $x\ \text{mol L}^{-1}$ है, तब समान आयतन को मिश्रित करने के पश्चात्

$[Fe^{2+}] = \frac{x}{2}$ तथा $[S^{2-}] = \frac{x}{2}$

FeS के लिए, $K_{sp} = [Fe^{2+}][S^{2-}]$

या $\frac{x}{2}\times\frac{x}{2} = 6.3\times10^{-18}$

या $x = (6.3\times10^{-18}\times4)^{1/2} = \mathbf{5.02\times10^{-9}\ mol\ L^{-1}}$

प्रश्न 72.

1 ग्राम कैल्सियम सल्फेट को घोलने के लिए कम से कम कितने आयतन जल की आवश्यकता होगी?

(कैल्सियम सल्फेट के लिए $K_{sp} = 9.1\times10^{-6}$)

उत्तर

द्विअंगी लवण के लिए, $s = \sqrt{K_{sp}}$

$\therefore$ $CaSO_4$ के लिए, $s = \sqrt{9.1\times10^{-6}} = 3.0\times10^{-3}\ \text{mol L}^{-1}$

$= 3.0\times10^{-3}\times136 = 0.411\ \text{g L}^{-1}$

($\because$ $CaSO_4$ का मोलर द्रव्यमान $= 40+32+64 = 136$)

अत: 0.411 g $CaSO_4$ को घोलने के लिए आवश्यक जल $= 1$ L

$\therefore$ 1g $CaSO_4$ को घोलने के लिए आवश्यक जल $= \frac{1}{0.411}\ \text{L} = \mathbf{2.43\ L}$

प्रश्न 73.

0.1 MHCl में हाइड्रोजन सल्फाइड से संतृप्त विलयन की सान्द्रता 1.0×10^{-19} M है। यदि इस विलयन का 10 mL निम्नलिखित 0.04 M विलयन के 5 mL में डाला जाए तो किन विलयनों से अवक्षेप प्राप्त होगा? $FeSO_4$,

https://www.evidyarthi.in/

$MnCl_2$, $ZnCl_2$ एवं $CaCl_2$

उत्तर

अवक्षेपण उस विलयन में होता है जिसमें विलेयता गुणनफल आयनिक गुणनफल से कम होता है। चूँकि S^{2-} आयन युक्त 10 mL विलयन को लवण के 5 mL विलयन में मिलाया जाता है, तब मिश्रित करने के पश्चात्

$$[S^{2-}] = 1.0 \times 10^{-19} \times \frac{10}{15} = 6.67 \times 10^{-20}\,M$$

तथा

$$[Fe^{2+}] = [Mn^{2+}] = [Zn^{2+}] = [Cd^{2+}]$$
$$= 0.04 \times \frac{5}{15} = 1.33 \times 10^{-2}\,M$$

प्रत्येक के लिए आयनिक गुणनफल $= [M^{2+}][S^{2-}]$

$$= (1.33 \times 10^{-2}) \times (6.67 \times 10^{-20})$$
$$= 8.87 \times 10^{-22}$$

चूँकि आयनिक गुणनफल ZnS और CdS के विलेयता गुणनफल से अधिक है, अत: **$ZnCl_2$ तथा $CdCl_2$ विलयन अवक्षेपित होंगे।**

https://www.evidyarthi.in/