46. (a) चूँकि अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है ($\because \Delta H < 0$) अतः निम्न ताप अग्र अभिक्रिया के अनुकूल हैं। साथ ही $n_P < n_R$ है अतः उच्च दाब अग्र अभिक्रिया के अनुकूल है।

47. (a) अभिक्रिया, $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$, में अभिकारक तथा उत्पाद के मोलों की संख्या समान है अतः यह दाब में परिवर्तन द्वारा अप्रभावित रहेगा।

48. (a)

49. (b)

50. (a)

51. (b) $NH_2^- \rightleftharpoons NH^{2-} + H^+$

52. (b) $Ca(OH)_2$ आयनिक यौगिक होने के कारण, जल में घोलने पर, शीघ्रता से दो हाइड्रॉक्सिल आयन देता है। अतः यह एक द्विअम्लीय क्षारक है।

$$\underset{\text{द्विअम्लीय क्षारक}}{Ca(OH)_2} \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

53. (b)

54. (c) BF_3 इलेक्ट्रॉन युग्म को ग्रहण कर सकता है, परन्तु यह जलीय विलयन में H^+ आयन नहीं दे सकता। अतः यह लुईस अम्ल की भाँति तो व्यवहार करता है परन्तु ब्रॉन्टेड क्षारक की भाँति नहीं ।

55. (b) CH_3COO^-, क्योंकि यह दुर्बल अम्ल का संयुग्मी क्षारक है।

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

56. (c) BF_3 एक इलेक्ट्रॉन न्यून अणु है, अत; इसकी प्रकृति इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की होती है। अतः यह एक लुईस अम्ल है।

57. (d)

58. (d)

	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons$	$CH_3COO^- +$	H_3O^+
प्रारम्भ में,	C	0	0
t साम्य पश्चात्	$C - C\alpha$	$C\alpha$	$C\alpha$

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

प्रश्नानुसार $K_a = 1.74 \times 10^{-5}$, $[CH_3COOH] = 0.05$ M

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

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = \sqrt{1.74 \times 10^{-5} \times 0.05}$$

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = \sqrt{17.4 \times 10^{-6} \times 5.0 \times 10^{-2}}$$

$$= 9.33 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = C \cdot \alpha$$

वियोजन की दर, $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{9.33 \times 10^{-4}}{0.05} = 1.86 \times 10^{-2}$

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

$$pH = -\log [9.33 \times 10^{-4}]$$

$$pH = 4 - 0.9699 = 3.0301$$

59. (a) $[H^+] = \sqrt{K_a \cdot C}$

जहाँ, C = दुर्बल अम्ल की प्रारम्भिक सान्द्रता

$$C = \frac{[H^+]^2}{K_a} = \frac{(3.4 \times 10^{-4})^2}{1.7 \times 10^{-5}}$$

$$C = 6.8 \times 10^{-3} \text{ M}$$

द्वितीय विधि

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

$$1.7 \times 10^{-5} = \frac{[3.4 \times 10^{-4}]^2}{[CH_3COOH]} \quad [\because [CH_3COO^-] = [H^+]$$

$$[CH_3COOH] = 6.8 \times 10^{-3} \text{ M}$$

60. (c) $pH = 3.76 = -\log [H^+]$

$$\log [H^+] = -3.76$$

प्रतिलघुगणक लेने से पूर्व (-3) में -1 जोड़ते हैं तथा अपूर्णांश (0.76) में $+1$ जोड़ते हैं अर्थात $-3.76 - 1 + 1 = \bar{4}.24$]

$\log [H^+] = \bar{4}.24$ या $[H^+]$ = प्रतिलघुगणक $\bar{4}.24$

$$[H^+] = 1.738 \times 10^{-4} \text{ M}$$

61. (b)

62. (a) $[Ca(OH)_2] = 0.01$ मोल/100मिली $= 0.1$ मोल ली$^{-1}$

पूर्ण आयनन मानने पर,

63. (b) $pH = 5$

$$[H^+] = 10^{-5} \text{ मोल ली}^{-1}$$

विलयन को 100 गुना तनु करने पर,

$$[H^+] = \frac{10^{-5}}{100} = 10^{-7} \text{ मोल ली}^{-1}$$

कुल H^+ आयन सान्द्रता = अम्ल से प्राप्त H^+ + जल से प्राप्त H^+

$$[H^+] = 10^{-7} + 10^{-7} = 2 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$pH = -\log [2 \times 10^{-7}]$$

$$pH = 7 - 0.3010 = 6.699$$

64. (a) $N_1V_1 = N_2V_2$

$$10^{-3} \times 10 = N_2 \times 1000$$

$$N_2 = 10^{-5}, \; pH = 5$$

अतः $pOH = 14 - 5 = 9$

65. (b) विलयन A की $pH = 6$ अतः $[H^+] = 10^{-6}$ मोल ली$^{-1}$

विलयन B की $pH = 4$ अतः $[H^+] = 10^{-4}$ मोल ली$^{-1}$

प्रत्येक विलयन के 1 लीटर को मिलाने पर कुल H^+ की मोलर सान्द्रता आधी रह जाती है।

अतः कुल $[H^+] = \frac{10^{-6} + 10^{-4}}{2}$ मोल ली$^{-1}$

$$[H^+] = \frac{1.01 \times 10^{-4}}{2} = 5.05 \times 10^{-5} \text{ मोल ली}^{-1}$$

$$[H^+] = 5.0 \times 10^{-5} \text{ मोल ली}^{-1}$$

$$pH = -\log [H^+], \; pH = -\log (5.0 \times 10^{-5})$$

$$pH = -[\log 5 + (-5 \log 10)]$$

$$pH = -\log 5 + 5$$

$$pH = 5 - \log 5 = 5 - 0.6990$$

$$pH = 4.3010 \approx 4.3$$

66. (a) $\because$ $pH = \frac{1}{2} pK_w + \frac{1}{2} pK_a - \frac{1}{2} pK_b$

$$= \frac{1}{2} \times 14 + \frac{1}{2} \times 6 - \frac{1}{2} \times 6$$

$$pH = 7$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_w}{K_a \times K_b}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-6} \times 10^{-6}}} = \sqrt{10^{-2}}$$

$$= 10^{-1} = 0.1 \text{ अथवा } 10\%$$

67. (c) अमोनियम ऐसीटेट दुर्बल अम्ल तथा दुर्बल क्षारक का लवण है। ऐसे लवणों के लिए

$$pH = 7 + \frac{pK_a - pK_b}{2}$$

$$= 7 + \frac{[-\log 1.8 \times 10^{-5}] - [-\log 1.8 \times 10^{-5}]}{2}$$

$$= 7 + \frac{4.74 - 4.74}{2} = 7.00$$

SOLUTIONS

68. (*c*) $K_h = Ch^2 = 0.5 \times \left(\frac{0.25}{100}\right)^2 = 3.125 \times 10^{-6}$

69. (*b*) $X^- + H_2O \rightleftharpoons HX + OH^-$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{10^{-5}}, h = \sqrt{\frac{K_h}{C}} = \sqrt{\frac{10^{-9}}{10^{-1}}} = 10^{-4} = 100 \times 10^{-4} = 10^{-2}$$

अतः जल-अपघटन की दर 0.01% है।

70. (*c*) $NH_4OH \rightleftharpoons \boxed{NH_4^+} + OH^-$

$NH_4Cl \rightleftharpoons \boxed{NH_4^+} + Cl^-$

सम-आयन

71. (*b*) $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

CH_3COONa मिलाने पर, $[H^+]$ घटती हैं।

72. (*c*) $Ba(NO_3)_2$, Ba^{2+} तथा NO_3^- आयन देता है अतः Ba^{2+} आयन बढ़ते हैं। K_{sp} को स्थिर रखने के लिए, $[F^-]$ घटती है। अतः इसे $\frac{1}{2}[F^-]$ द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

73. (*d*) दिये गए विलयनों में AgCl जलीय अमोनिया विलयन में अत्याधिक विलेय है क्योंकि यह इसके साथ विलेय संकर बनाता है।

74. (*a*) $\underset{s}{Ag_2CrO_4} \longrightarrow \underset{2s}{2Ag^+} + \underset{s}{CrO_4^{2-}}$

$$K_{sp} = (2s)^2 s = 4s^3$$

$$s = \left(\frac{K_{sp}}{4}\right)^{1/3} = \left(\frac{32 \times 10^{-12}}{4}\right)^{1/3}$$

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

75. (*a*) माना $Al(OH)_3$ की विलेयता s है।.

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

$t = 0$ पर सान्द्रता	1	0	0
सान्द्रता	$1-s$	s	$3s$

$$K_{sp} = [Al^{3+}][OH]^{-3} = (s)(3s)^3 = 27s^4$$

$$s^4 = \frac{K_{sp}}{27} = \frac{27 \times 10^{-11}}{27 \times 10} = 1 \times 10^{-12}$$

$$s^4 = 1 \times 10^{-3} \text{ मोल ली}^{-1}$$

$\therefore$ $Al(OH_3)$ का मोलर द्रव्यमान 78 ग्राम है।

अतः $Al(OH)_3$ की विलेयता (ग्राम ली$^{-1}$ में)

$$= 1 \times 10^{-3} \times 78 \text{ ग्राम ली}^{-1}$$

$$= 78 \times 10^{-3} \text{ ग्राम ली}^{-1} = 7.8 \times 10^{-2} \text{ ग्राम ली}^{-1}$$

विलयन की pH

$$s = 1 \times 10^{-3} \text{ मोल ली}^{-1}$$

$$[OH^-] = 3s = 3 \times 1 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3}$$

$$pOH = 3 - \log 3$$

$$pH = 14 - pOH = 11 + \log 3 = 11.4771$$

76. (*d*) $2NaNO_3 \rightleftharpoons 2NaNO_2 + O_2$

ला-शातेलिए सिद्धान्त के अनुसार निम्न दाब, उच्च ताप तथा $NaNO_3$ का योग अग्र दिशा के अनुकूल हैं।

77. (*d*) ऐस्प्रीन एक दुर्बल अम्ल है। सम-आयन प्रभाव के कारण, यह अम्लीय माध्यम में अनआयनित रहती है परन्तु क्षारीय माध्यम में पूर्णतया आयनित हो जाती है।

78. (*a*)

	NH_4OH	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
$t = 0$ पर	0.1 M		0		0
साम्य पर	$\left(0.1 - \frac{1.3 \times 0.1}{100} \text{ M}\right)$		0.0013 M		(0.0013M)

$$= 0.1 \text{ M}$$

$$[OH^-] = 0.0013 \text{ M} = 13 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (13 \times 10^{-4}) = 2.89$$

$$pH = 14 - 2.89 = 11.11$$

79. (*a*) दिये गए क्षारकों के संयुग्मी अम्ल क्रमशः H_2O, ROH, CH_3COOH तथा HCl हैं। इनकी अम्लीयता का क्रम निम्न है

$$HCl > CH_3COOH > H_2O > ROH$$

अतः इनके संयुग्मी क्षारकों की क्षारकता का क्रम निम्न होगा

$$R\bar{O} > \bar{O}H > CH_3C\bar{O}O > Cl^-$$

80. (*c*) $C_6H_5COOAg(s) \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + Ag^+$; $K_1 = K_{sp}$

$C_6H_5COO^- + H^+ \rightleftharpoons C_6H_5COOH$; $K_2 = \frac{1}{K_a}$

$C_6H_5COOAg\,(s) + H^+ \rightleftharpoons C_6H_5COOH + Ag^+$; $K_3 = \frac{K_{sp}}{K_a}$

$$K_3 = \frac{[C_6H_5COOH]\,[Ag^+]}{[H^+]} = \frac{s \cdot s}{[H^+]} = \frac{s^2}{[H^+]} = \frac{K_{sp}}{K_a}$$

जहाँ, s C_6H_5COOAg की विलेयता है।

p H = 3.19 के बफर विलयन में,

$$\log [H^+] = -3.19 = \bar{4}.81$$

$[H^+]$ = प्रतिलघुगणक $\bar{4}.81 = 6.46 \times 10^{-4}$

$$\frac{s^2}{[H^+]} = \frac{K_{sp}}{K_a} \text{ अथवा } s^2 = \frac{K_{sp} \times [H^+]}{K_a}$$

$$s = \sqrt{\frac{2.5 \times 10^{-13} \times 6.46 \times 10^{-4}}{6.46 \times 10^{-5}}}$$

$$s = \sqrt{2.5 \times 10^{-13} \times 10}$$

$$s = 1.6 \times 10^{-6} \text{ M (बफर विलयन में)}$$

जलीय विलयन में C_6H_5COOAg की विलेयता

$$K_{sp} = [C_6H_5COO^-]\,[Ag^+] = s \cdot s = s^2$$

$$s = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{2.5 \times 10^{-13}} = 5 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$\frac{s_{(C_6H_5COOAg)} \text{ बफर विलयन में}}{s_{(C_6H_5COOAg)} \text{ जलीय विलयन में}} = \frac{1.6 \times 10^{-6}}{5.0 \times 10^{-7}} = 3.2$$

अतः C_6H_5COOAg शुद्ध जल की अपेक्षा बफर विलयन में 3.2 गुना अधिक विलेय है।

81. (*b*) $CH_2ClCOOH + H_2O \rightleftharpoons CH_2ClCOO^- + H_3O^+$

$K_a = 1.35 \times 10^{-3}$ (दिया है)

$\therefore$ $pK_a = -\log K_a = -\log [1.35 \times 10^{-3}]$

$$= 3 - 0.13 = 2.87$$

ओस्टवाल्ड के तनुता नियमानुसार,

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C} = \sqrt{1.35 \times 10^{-3} \times 0.1}$$

$$[H_3O^+] = 1.16 \times 10^{-2} \text{ M}$$

अम्ल की $pH = -\log [H_3O^+] = -\log (1.16 \times 10^{-2})$ M

$$pH = 2 - 0.06 = 1.94$$

0.1 M $CH_2ClCOONa$ (सोडियम क्लोरोऐसीटेट) जल-अपघटन के कारण क्षारीय है।

$CH_2ClCOO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_2ClCOOH + OH^-$

प्रबल क्षारक + दुर्बल अम्ल के लवण के लिए,

$$pH = 7 + \frac{pK_a + \log C}{2} = 7 + \frac{2.87 + \log 0.1}{2}$$

$$pH = 7 + \frac{2.87 + (-1)}{2} = 7 + \frac{1.87}{2}$$

$$= 7 + 0.935 \approx 7.94 \Rightarrow pH = 7.94$$

द्वितीय विधि 0.1 M सोडियम लवण विलयन की pH ज्ञात करने के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग करते हैं।

$$pH = -\frac{1}{2}[\log K_w + \log K_a - \log C]$$

$$pH = -\frac{1}{2}[\log 10^{-14} + \log (1.35\times 10^{-3}) - \log 0.1]$$

$$pH = -\frac{1}{2}[-14 + (-3 + 0.1303) - (-1)]$$

$$pH = -\frac{1}{2}[-15.8697] = 7.93485 \approx 7.94$$

82. (*d*) $\underset{s}{Ag_2CrO_4} \rightleftharpoons \underset{2s}{2Ag^+} + \underset{s}{CrO_4^{2-}}$; $K_{sp} = 1.1\times 10^{-12}$

(Ag_2CrO_4 की विलेयता s मोल ली$^{-1}$ है।)

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

$$K_{sp} = (2s)^2 \cdot s = 4s^3$$

अथवा $$s^3 = \frac{K_{sp}}{4} = \frac{1.1\times 10^{-12}}{4} = 0.275\times 10^{-12}$$

$$s^3 = 2.75\times 10^{-13}$$

$$3\log s = \log (2.75\times 10^{-13})$$

$$3\log s = -13 + 0.4393 = -12.5607$$

$$\log s = \frac{-12.5607}{3} = -4.1869 = \bar{5}.8131$$

s = प्रतिलघुगणक $\bar{5}.8131 = 6.503\times 10^{-5}$ M

$[Ag_2CrO_4]$ की विलेयता $= 6.503\times 10^{-5}$ M

$\underset{s}{AgBr} \rightleftharpoons \underset{s}{Ag^+} + \underset{s}{Br^-}$; $K_{sp} = 5.0\times 10^{-13}$

AgBr की विलेयता s मोल ली$^{-1}$ है)

$$K_{sp} = [Ag^+][Br^-] = s\cdot s = s^2$$

अथवा $$s = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{5.0\times 10^{-13}} = \sqrt{50\times 10^{-14}}$$

$$s = 7.07\times 10^{-7} \text{ M}$$

अत: इनकी विलेयताओं का अनुपात

$$\frac{s\ (Ag_2CrO_4)}{s\ (AgBr)} = \frac{6.50\times 10^{-5}\text{ M}}{7.07\times 10^{-7}\text{ M}} = 91.93 \approx 92$$

अत: Ag_2CrO_4, AgBr की अपेक्षा 92 गुना अधिक विलेय है।

83. (*a*) भारानुसार 90.55% का अर्थ है कि 100 ग्राम मिश्रण में 90.55 ग्राम CO तथा 9.45 ग्राम CO_2 उपस्थित है।

CO के मोलों की संख्या, $n_{CO} = \frac{90.55}{28} = 3.234$ मोल

(CO का मोलर द्रव्यमान = 28 ग्राम मोल$^{-1}$)

CO_2 के मोलों की संख्या, $n_{CO_2} = \frac{9.45}{44} = 0.215$ मोल

(CO_2 का मोलर द्रव्यमान = 44 ग्राम मोल$^{-1}$)

CO का आंशिक दाब, $p_{CO} = x_{CO}\cdot p_{कुल}$

$$\left(x_{CO} = \frac{3.234}{3.234 + 0.215} = 0.938\right)$$

$p_{CO} = 0.938\times 1$ वायुमण्डल $= 0.938$ वायुमण्डल

इसी प्रकार, $p_{CO_2} = x_{CO_2}\cdot p_{कुल}$

$$\left(x_{CO_2} = \frac{0.215}{3.234 + 0.215} = 0.062\right)$$

$p_{CO_2} = 0.062\times 1$ वायुमण्डल $= 0.062$ वायुमण्डल

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

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

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

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

$$K_c = \frac{K_p}{RT} \qquad (\because \Delta n_g = 1)$$

$$K_c = \frac{14.19}{0.0821\times 1127} = 0.15336 \approx 0.153$$

84. (*c*) pOH = 14 − pH = 14 − 10.65 = 3.35

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

$$-3.35 = \log [OH^-]$$

$\therefore$ $$[OH^-] = 4.466\times 10^{-4}\text{ M}$$

$$Ca(OH)_2 = Ca^{2+} + \underset{4.466\times 10^{-4}\text{ M}}{2OH^-}$$

$$\frac{[OH^-]}{2} = [Ca(OH)_2] = 2.2235\times 10^{-4}\text{ M}$$

अत: 250 मिली में,

$Ca(OH)_2$ के मोल $= \frac{2.2235\times 10^{-4}\times 250}{1000} = 0.56\times 10^{-4}$

85. (*a*) $$pH = -\log (5\times 10^{-10}) + \log\left[\frac{5\times V}{V+10}\Big/\frac{10\times 2}{V+10}\right]$$

$$9 = -\log (5\times 10^{-10}) + \log\frac{V}{4}$$

हल करने पर, $V = 2$ मिली

86. (*d*) दुर्बल एकअम्लीय क्षारक, उदाहरण *B*OH निम्न प्रकार उदासीन होता है

$$BOH + HCl \longrightarrow BCl + H_2O$$

तुल्यांक बिन्दु पर समस्त *B*OH लवण में परिवर्तित हो जाता है तथा परिणामी लवण (*B*Cl, ऋणायनिक जल-अपघटन के कारण) के जल-अपघटन के कारण H^+ की सान्द्रता (अथवा विलयन की pH) शेष बचती है।

$$\underset{C(1-h)}{B^+} + H_2O \rightleftharpoons \underset{Ch}{BOH} + \underset{Ch}{H^+}$$

प्रयुक्त HCl का आयतन,

$$V_a = \frac{N_bV_b}{N_a} = \frac{2.5\times 2\times 15}{2\times 5} = 7.5 \text{ मिली}$$

लवण की सान्द्रता,

$$[BCl] = \frac{\text{क्षार की सान्द्रता}}{\text{कुल आयतन}} = \frac{2\times 2.5}{5\ (7.5+2.5)} = \frac{1}{10} = 0.1$$

$$K_h = \frac{Ch^2}{1-h} = \frac{K_w}{k_b}$$

(*h* मान ज्ञात करना चाहिये चाहे यह नगण्य हो अथवा नहीं) गणना करने पर, $h = 0.27$ (सार्थक नगण्य नहीं)

$$[H^+] = Ch = 0.1\times 0.27 = 2.7\times 10^{-2}\text{ M}$$

87. (*d*) $N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$

$$K_c = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]} = 4\times 10^{-4}$$

$$2NO(g) \longrightarrow N_2(g) + O_2(g)$$

$$K_c' = \frac{1}{K_c} = \frac{[N_2][O_2]}{[NO]^2} = \frac{1}{4\times 10^{-4}} = \frac{10^4}{4}$$

$$NO(g) \longrightarrow \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

$$K_c'' = \frac{[N_2]^{1/2}[O_2]^{1/2}}{[NO]} = \sqrt{K_c'} = \sqrt{\frac{10^4}{4}} = \frac{100}{2} = 50$$

88. (*c*) $HQ \longrightarrow H^+ + Q^-$

$[H^+] = \sqrt{K_aC}$ (ओस्टवॉल्ड के तनुता नियम से)

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}$ M

$$C = 0.1\ M$$

अतः $$10^{-3} = \sqrt{K_a \times 0.1}$$

$$10^{-6} = K_a \times 0.1$$

∴ $$K_a = 10^{-5}$$

89. (a) केवल अभिक्रिया (ii) में $H_2PO_4^-$, H_2O को H^+ देता है। अतः अम्ल की भाँति व्यवहार करता है।

90. (b) $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^-$

$$K_{sp} = [Mg^{2+}]\,[OH^-]^2$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_{sp}}{[Mg^{2+}]}} = 10^{-4}$$

$pOH = 4$ तथा $pH = 10$