प्रश्न 1.

यदि 22 g बेन्जीन में 122 g कार्बन टेट्राक्लोराइड घुली हो तो बेन्जीन एवं कार्बन टेट्राक्लोराइड के द्रव्यमान प्रतिशत की गणना कीजिए।

हल

विलयन को द्रव्यमान = बेंजीन का द्रव्यमान + कार्बन टेट्राक्लोराइड का द्रव्यमान

= 22 g +122 g = 144 g

विलयन को द्रव्यमान = बेंजीन का द्रव्यमान + कार्बन टेट्राक्लोराइड का द्रव्यमान

= 22 g +122 g = 144 g

$$\text{बेंजीन का द्रव्यमान \%} = \frac{\text{बेंजीन का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$= \frac{22\ g}{144\ g} \times 100$$

= 15.28

$$\text{कार्बन टेट्राक्लोराइड का द्रव्यमान \%} = \frac{CCl_4\text{का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$= \frac{122\ g}{144\ g} \times 100$$

= 84.72 %

प्रश्न 2.

एक विलयन में बेंजीन का 30 द्रव्यमान % कार्बन टेट्राक्लोराइड में घुला हो तो बेन्जीन के मोल अंश की गणना कीजिए।

हल

कार्बन टेट्राक्लोराइड में 30 द्रव्यमान % बेन्जीन का तात्पर्य है,

बेन्जीन का विलयन में द्रव्यमान = 30 g

CCl_4 का विलयन में द्रव्यमान = 70 g

बेन्जीन (C_6H_6) का मोलर द्रव्यमान = 6 x 12 + 6 x 1 = 78 g mol^{-1}

कार्बन टेट्राक्लोराइड (CCl_4) का मोलर द्रव्यमान = 12 + 4 x 35.5 = 154 g mol^{-1}

$$n_{C_6H_6} = \frac{30\ g}{78\ g\ mol^{-1}} = 0.385\ mol$$

$$n_{CCl_4} = \frac{70\ g}{154\ g\ mol^{-1}} = 0.454\ mol$$

$$\chi C_6H_6 = \frac{n_{C_6H_6}}{n_{C_6H_6} + n_{CCl_4}}$$

$$= \frac{0.385}{0.385 + 0.454} = 0.459$$

प्रश्न 3.

निम्नलिखित प्रत्येक विलयन की मोलरता की गणना कीजिए -

1. 30g, $Co(NO_3)_2 .6H_2O$ 4.3 लीटर विलयन में घुला हुआ हो
2. 30 mL 0.5 M-H_2SO_4 को 500 mL तनु करने पर।

हल

1. $Co(NO_3)_2.6H_2O$ का आण्विक द्रव्यमान

= 58.7 + 2(14 + 48) + 6 x 18 g mol^{-1} = 310.7 g mol^{-1}

$Co(NO_3)_2.6H_2O$ के मोलों की संख्या = $\frac{30\ g}{(310.7\ g\ mol)^{-1}} = 0.0966$

विलयन का आयतन = 4.3 L

$$\text{विलयन की मोलरता} = \frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{विलयन का आयतन (लीटर में)}}$$

$$= \frac{0.0966\ mol}{4.3\ L}$$

= 0.022

2. 1000 mL 0.5M H_2SO_4 में H_2SO_4 = 0.5 mol

$$\therefore \text{ 30 mL 0.5 M } H_2SO_4 \text{ में } H_2SO_4 = \frac{0.5}{1000} \times 30\text{mol} = 0.015 \text{ mol}$$

विलयन का आयतन = 500 mL = 0.5 L

$$\text{विलयन की मोलरता} = \frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{विलयन का आयतन (लीटर में)}} = \frac{0.015 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = \mathbf{0.03\ M}$$

प्रश्न 4.

यूरिया (NH_2CONH_2) के 0.25 मोलर, 2.5 kg जलीय विलयन को बनने के लिए आवश्यक यूरिया के द्रव्यमान की गणना कीजिए।

हल

यूरिया के 0.25 मोलर जलीय विलयन से तात्पर्य है -

यूरिया के मोल = 0.25

जल का द्रव्यमान = 1 Kg = 1000 g

यूरिया (NH_2CONH_2) का मोलर द्रव्यमान

= 14 + 2 + 12 + 16 + 14 + 2 = 60 g mol^{-1}

अतः यूरिया के 0.25 mol = 0.25 mol x 60 g mol^{-1} = 15 g

विलयन को कुल द्रव्यमान = 1000 + 15 = 1015 g= 1.015 kg

अब, 1.015 kg विलयन में यूरिया = 15 g

$$\text{अत: 2.5 kg विलयन में आवश्यक यूरिया} = \frac{15\ \text{g}}{1.015\ \text{kg}} \times 2.5\ \text{kg} = 37\ \text{g}$$

प्रश्न 5.

20% (w/w) जलीय KI का घनत्व 1.202 g mL^{-1} हो तो KI विलयन की

1. मोललता
2. मोलरता
3. मोल-अंश की गणना कीजिए।

हल

20% (द्रव्यमान/द्रव्यमान) जलीय KI विलयन का अभिप्राय है कि KI का द्रव्यमान = 20 g

विलयन में जल को द्रव्यमान = 100 g

जल का द्रव्यमान = 100 – 20 = 80 g= 0.080 kg

1. विलयन की मोललता की गणना

KI का मोलर द्रव्यमान = 39 +127 = 166 g mol^{-1}

$$\text{KI के मोलों की संख्या} = \frac{20\ \text{g}}{166\ \text{g mol}^{-1}} = 0.120$$

$$\textbf{विलयन की मोललता} = \frac{\textbf{KI के मोलों की संख्या}}{\textbf{विलयन का kg में द्रव्यमान}} = \frac{0.120\ \text{mol}}{0.080\ \text{kg}} = \mathbf{1.5\ mol\ kg^{-1}}$$

2. विलयन की मोलरता की गणना

विलयन का घनत्व = 1.202 g mL^{-1}

$$\text{100 g विलयन का आयतन} = \frac{100\ \text{g}}{1.202\ \text{gmL}^{-1}} = 83.2\ \text{mL} = 0.0832\ \text{L}$$

$$\textbf{विलयन की मोलरता} = \frac{\textbf{विलेय के मोलों की संख्या}}{\textbf{विलयन का आयतन (लीटर में)}}$$

$$= \frac{0.120\ \text{mol}}{0.0832\ \text{L}} = 1.44\ \text{M}$$

3.

(ग) KI के मोल अंश की गणना

KI के मोलों की संख्या = 0.120

$$H_2O \text{ के मोलों की संख्या} = \frac{H_2O \text{का द्रव्यमान}}{H_2O \text{का मोलर द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{80\ \text{g}}{18\ \text{g mol}^{-1}} = 4.44$$

$$\text{KI का मोल अंश} = \frac{\text{KI के मोलों की संख्या}}{\text{विलयन में मोलों की कुल संख्या}}$$

$$= \frac{0.120}{0.120 + 4.44} = \frac{0.120}{4.560} = 0.0263$$

प्रश्न 6.

सड़े हुए अण्डे जैसी गन्ध वाली विषैली गैस H_2S गुणात्मक विश्लेषण में उपयोग की जाती है। यदि H_2S गैस की जल में STP पर विलेयता 0.195 m हो तो हेनरी स्थिरांक की गणना
कीजिए।

हल

H_2S की विलेयता = 0.195 m 1 kg जल में = 0.195 mol,

$$1 \text{ kg } H_2O = 1000 \text{ g} = \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 55.55 \text{ mol}$$

विलयन में H_2S का मोल प्रभाज

$$x = \frac{0.195}{0.195 + 55.55} = \frac{0.195}{55.745} = 0.0035$$

STP पर दाब = 0.987 bar

$$\therefore p_{H_2S} = K_H \times x_{H_2S}$$

$$\text{या } K_H = \frac{p_{H_2S}}{x_{H_2S}}$$

$$= \frac{0.987 \text{bar}}{0.0035} = 282 \text{ bar}$$

प्रश्न 7.

298 K पर CO_2 गैस की जल में विलेयता के लिए हेनरी स्थिरांक का मान 1.67 x 10^8 Pa है। 500 mL सोडा जल 2.5 atm दाब पर बन्द किया गया। 298 K ताप पर घुली हुई CO_2 की मात्रा की गणना कीजिए।

हल

हेनरी के नियमानुसार,

$$CO_2 \text{ का मोल प्रभाज } (x_{CO_2}) = \frac{CO_2 \text{का आंशिक दाब}}{CO_2 \text{ का } K_H}$$

$$K_H = 1.67 \times 10^8 \text{Pa} = \frac{1 \text{ atm}}{101325 \text{ Pa}} \times 1.67 \times 10^8 \text{Pa}$$

$$= 1.648 \times 10^3 \text{ atm}$$

$$n_{CO_2} = \frac{2.5 \text{ atm}}{1.648 \times 10^3 \text{ atm}} = 1.52 \times 10^{-3} \text{mol}$$

$$n_{H_2O} = \frac{500 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 27.78 \text{ mol}$$

$$x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{CO_2 + n_{H_2O}}} = \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O}} = \frac{n_{CO_2}}{27.78 mol}$$

(n_{CO_2}) को नकार दिया जाता है क्योंकि CO_2 जल में अति अल्प विलेय है।

$$(n_{CO_2}) = x_{CO_2} \times (27.78 \text{ mol})$$

$$= (1.52 \times 10^{-3}) \times (27.78 \text{ mol})$$

= 0.0422 mol

जल में घुली CO_2 का द्रव्यमान = (0.0422 mol) × (44 g mol^{-1}) = 1.857 g

प्रश्न 8.

350 K पर शुद्ध द्रवों A एवं B के वाष्पदाब क्रमशः 450 एवं 750 mm Hg हैं। यदि कुल वाष्प दाब 600 mm Hg हो तो द्रव मिश्रण का संघटन ज्ञात कीजिए। साथ ही वाष्प प्रावस्था का संघटन भी ज्ञात कीजिए।

हल

शुद्ध द्रवों A का वाष्प दाब (p°A) = 450 mm

शुद्ध द्रवों B का वाष्प दाब (p°B) = 750 mm

विलयन का कुल वाष्प दाब (p) = 600 mm

राउल्ट के नियमानुसार,

$$p = p^\circ_A x_A + p^\circ_B x_B = P^\circ_A x_A + P^\circ_B (1 - x_A)$$

600 mm = 450 mm × x_A + 750 mm (1 - x_A)

= 750 mm + x_A (450 - 750) mm

= 750 mm - x_A (300) mm

$$\text{या } x_A = \frac{(600 - 750)\text{mm}}{-(300\text{mm})}$$

= 0.50

A का मोल अंश (x_A) = 0.50

B का मोल अंश (x_B) = 1 - 0.50 = 0.50

$$p_A = p^\circ_A x_A = 450\text{mm} \times 0.50 = 225\text{mm}$$

$$p_B = p^\circ_B x_B = 750\text{mm} \times 0.50 = 375\text{mm}$$

$$\text{वाष्प अवस्था में A का मोल अंश} = \frac{p_A}{p_A + p_B} = \frac{225\ \text{mm}}{225 + 375\ \text{mm}} = 0.375$$

$$\text{वाष्प अवस्था में B का मोल अंश} = \frac{p_B}{p_A + p_B} = \frac{375\ \text{mm}}{225 + 375\ \text{mm}} = 0.625$$

प्रश्न 9.

298 K पर शुद्ध जल का वाष्प दाब 23.8 mm Hg है। 850 g जल में 50 g यूरिया (NH_2CONH_2) घोला जाता है। इस विलयन के लिए जल के वाष्प दाब एवं इसके आपेक्षिक अवनमन का परिकलन कीजिए।

हल

दिया है, p° = 23.8 mm

w_2 = 50 g, M_2 (यूरिया) = 60 g mol^{-1}

w_1 = 850 g, M_1 (H_2O) = 18 g mol^{-1}

राउल्ट के नियमानुसार,

$$\frac{p^\circ - p_s}{p^\circ} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{w_2/M_2}{w_1/M_1 + w_2/M_2}$$

$$= \frac{50/60}{850/18 + 50/60}$$

$$= \frac{0.83}{47.22 + 0.83}$$

$$= \frac{0.83}{48.05} = 0.017$$

अत: वाष्प डाब में आपेक्षिक अवनमन = 0.017

p° = 23.8 mm प्रतिस्थापित करने पर,

अत: $\frac{23.8 - p_s}{p_s} = 0.017$

या $23.8 - p_s = 0.017\ p_s$

या $1.017\ p_s = 23.8$

$\therefore p_s = 23.4$

प्रश्न 10.

750 mm Hg दाब पर जल का क्वथनांक 99.63°c है। 500 g जल में कितना सुक्रोस मिलाया जाए कि इसका 100°C पर क्वथन हो जाए?

हल

$$w_2 = \frac{M_{r_2} \times \Delta T_b \times w_1}{K_b \times 1000}$$

सुक्रोस ($C_{12}H_{22}O_{11}$) का मोलर द्रव्यमान $(M_2) = 342\ g\ mol^{-1}$

जल का द्रव्यमान $(w_1) = 500\ g$

क्वथनांक में उन्नयन $(\Delta T_{r_b}) = 100 - 99.63 = 0.37^\circ C$

$$w_2 = \frac{342 \times 0.37 \times 500}{0.52 \times 1000} = \mathbf{121.7\ g}$$

प्रश्न 11.

ऐस्कॉर्बिक अम्ल (विटामिन C, $C_6H_8O_6$) के उस द्रव्यमान का परिकलन कीजिए जिसे 75 g ऐसीटिक अम्ल में घोलने पर उसके हिमांक में 1.5°C की कमी हो जाए।

$K_f = 3.9K\ kg\ mol^{-1}$

हल

हिमांक में अवनमन $(\Delta T_f) = 1.5^\circ$

विलायक (CH_3COOH) का द्रव्यमान, $w_1 = 75\ g$

विलायक (CH_3COOH) का मोलर द्रव्यमान,

$M_1 = 60\ g\ mol^{-1}$

विलेय ($C_6H_8O_6$) का मोलर द्रव्यमान,

$M_2 = 176\ g\ mol^{-1}$
$K_f = 3.9\ Kkg\ mol^{-1}$

$$M_2 = \frac{1000\ K_f\ w_2}{w_1 \Delta T_f}$$

या

$$w_2 = \frac{M_2 \times w_2 \times \Delta T_f}{1000 \times K_f}$$

$$w_2 = \frac{(176\ g\ mol^{-1})(75\ g)(1.5\ K)}{(1000\ g\ kg^{-1})(3.9\ K\ kg\ mol^{-1})} = \mathbf{5.077\ g}$$

प्रश्न 12.

1,85,000 मोलर द्रव्यमान वाले एक बहुलक के 1.0 g को 37°C पर 450 mL जल में घोलने से उत्पन्न विलयन के परासरण दाब का पास्कल में परिकलन कीजिए।

हल

परासरण दाब $\pi = CRT = \frac{w_2 \times R \times T}{M_2 \times V}$

बहुलक को द्रव्यमान $w_2 = 1.0\ g$

बहुलक का मोलर द्रव्यमान $(M_2) = 185000\ g\ mol^{-1}$

विलयन का आयतन $(V) = 450\ mL = 0.45\ L$

ताप $(T) = 37 + 273 = 310\ K$

विलयन स्थिरांक $(R) = 8.314 \times 10^3\ Pa\ LK^{-1}\ mol^{-1}$

अत: $\pi = \frac{(1.0\ g)\left(8.314 \times 10^3\ Pa\ LK^{-1}mol^{-1}\right)(310\ K)}{\left(185000\ g\ mol^{-1}\right) \times (0.450\ L)}$

$= 30.96\ Pa$