टिप्पणियाँ

313hi07

7

विलयन

आप जानते हैं कि जब चीनी और नमक को पानी में मिलाते हैं तो ये घुल जाते हैं। प्राप्त मिश्रण को विलयन कहते हैं। विलयनों की हमारे जीवन में महत्त्वपूर्ण भूमिका है। उद्योग में विभिन्न पदार्थों के विलयनों का उपयोग अनेक रासायनिक अभिक्रियाओं को पूरा करने में किया जाता है।

विभिन्न पदार्थों के विलयनों का अध्ययन बहुत रोचक होता है। इस पाठ में हम विलयन के विभिन्न घटकों के बारे में पढ़ेंगे और यह भी पढ़ेंगे कि विलयनों की सांद्रता को व्यक्त करने के कौन-कौन से तरीके हैं। हम विलयनों के ऐसे गुणधर्मों का भी अध्ययन करेंगे जो विलेय-कणों की संख्या पर निर्भर करते हैं।

उद्देश्य

इस पाठ को पढ़ने के बाद आप:

- विभिन्न प्रकार के विलयनों के घटकों का अभिनिर्धारण कर सकेंगे,
- भिन्न-भिन्न तरीकों से विलयनों की सान्द्रता व्यक्त कर सकेंगे,
- विलयनों के विभिन्न प्रकारों को सूचीबद्ध कर सकेंगे,
- हेनरी नियम बता सकेंगे,
- वाष्प दाब की परिभाषा दे सकेंगे,
- विलयनों के लिए राउल्ट नियम बता सकेंगे और उसकी व्याख्या कर सकेंगे,
- आदर्श विलयनों की परिभाषा दे सकेंगे,
- विलयनों के अनादर्श व्यवहार के कारण बता सकेंगे,
- आदर्श व्यवहार से धनात्मक विचलन और ऋणात्मक विचलन के कारण बता सकेंगे,
- अणुसंख्य गुणधर्मों की सार्थकता की व्याख्या कर सकेंगे,

- विलयनों के क्वथनांक उन्नयन और हिमांक अवनमन के कारण बता सकेंगे,
- असामान्य अणुसंख्य गुणधर्मों की व्याख्या कर सकेंगे,
- परासरण और परासरणी दाब की परिभाषा दे सकेंगे,
- वैन्ट हॉफ कारक की परिभाषा दे सकेंगे,
- विलेय की वियोजन की मात्रा का संबंध स्थापित कर सकेंगे,
- संख्यात्मक प्रश्नों को हल कर सकेंगे।

7.1 विलयन के घटक

यदि पानी में चीनी मिलाएँ तो वह घुल जाती है और विलयन प्राप्त होता है, विलयन में चीनी नहीं दिखाई देती है। चीनी की भांति अनेक पदार्थ जैसे नमक, यूरिया, पोटेशियम क्लोराइड आदि पानी में घुलकर विलयन बनाते हैं। इन सभी विलयनों में पानी विलायक होता है और घुलने वाले विलेय होते हैं। इस प्रकार विलेय और विलायक, विलयन के घटक होते हैं। जब कोई विलेय किसी विलायक में समांग रूप से मिश्रित होता है तो विलयन प्राप्त होता है।

$$\text{विलेय} + \text{विलायक} \longrightarrow \text{विलयन}$$

विलयन, दो अथवा अधिक पदार्थों का समांगी मिश्रण होता है।

विलायक, विलयन का वह घटक है जिसकी वही भौतिक अवस्था है जो स्वयं विलयन की होती है।

विलेय, वह पदार्थ है जो विलायक में घुलकर विलयन बनाता है।

7.1.1 विलयन की सांद्रता

विलयनों के कुछ गुणधर्म जैसे पानी के विलयन की मिठास अथवा रंजक विलयन का रंग, विलयन में मौजूद विलेय की मात्रा पर निर्भर करते हैं। इसे विलयन की सांद्रता कहते हैं। विलयनों की सांद्रता व्यक्त करने की अनेक विधियाँ हैं।

मोलरता : विलयन के एक लिटर में विलेय के मोलों की संख्या को मोलरता कहते हैं। इसे M द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है और निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है।

$$M = \frac{n}{V}$$

जिसमें n मोलों की संख्या और V लिटरों में विलयन का आयतन है। सल्फ्यूरिक अम्ल के 2. 0 मोलर विलयन को 2.0 $M H_2SO_4$ लिखा जाता है। इसे तैयार करने के लिए H_2SO_4 के 2.0 मोलों को पानी मिलाकर एक लिटर विलयन बनाया जाता है। विलयन की मोलरता में ताप के साथ परिवर्तन होता है क्योंकि ताप के साथ द्रव का प्रसार अथवा संकुचन होता है।

मोललता: प्रति किलोग्राम विलायक में मौजूद विलेय के मोलों की संख्या को मोललता कहते हैं। इसे m द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है। 2.0m H_2SO_4 को '2.0 मोलल' पढ़ा जाता है। इसे 1 kg विलायक में H_2SO_4 के 2.0 मोलों को मिलाकर तैयार किया जाता है। मोललता को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है।

$$m = \frac{1000\, n_B}{W_A}$$

जिसमें n_B विलेय के मोलों की संख्या है और W_A विलायक के ग्रामों की सख्या है। ताप के साथ विलयन की मोललता में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

उदाहरण 7.1 : यदि 100 mL विलयन में मेथिल एल्कोहल (CH_3OH) के 32.0g हों तो विलयन की मोलरता ज्ञात कीजिए।

हल : CH_3OH का अणु द्रव्यमान $= 12 + 1 \times 3 + 16 + 1 = 32$ g

CH_3OH के मोलों की संख्या $= \dfrac{32\text{ g}}{32\text{ g mol}^{-1}} = 1$ mol

विलयन का आयतन $= 200$ mL $= 0.2$ लिटर

$$\therefore \quad \text{मोलरता} = \frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{लिटरों में विलयन का आयतन}} = \frac{1}{0.2} = 5\text{ M}$$

उदाहरण 7.2 : किसी सल्फ्यूरिक अम्ल के विलयन का घनत्व 1.20g/cm³ है जिसमें भार द्वारा 50% सल्फ्यूरिक अम्ल है। अम्ल की मोललता ज्ञात कीजिए।

हल : H_2SO_4 विलयन के 1cm³ का भार = 1.20 g

H_2SO_4 विलयन के 1 लिटर (1000cm³) का द्रव्यमान $= 1.2 \times 1000 = 1200$ g

100g H_2SO_4 विलयन में H_2SO_4 का द्रव्यमान $= 50$ g

1200g H_2SO_4 विलयन में H_2SO_4 का द्रव्यमान $= \dfrac{50}{100} \times 1200 = 600$ g

विलयन में पानी का द्रव्यमान $= 1200 - 600 = 600$ g

H_2SO_4 अणु द्रव्यमान $= 98$

$$H_2SO_4 \text{ के मोलों की संख्या} = \frac{\text{ग्रामों में द्रव्यमान}}{\text{अणु द्रव्यमान}} = \frac{600\text{ g}}{98\text{ g mol}^{-1}}$$

$$\text{मोललता} = \frac{H_2SO_4 \text{ के मोलों की संख्या}}{\text{ग्रामों में पानी का द्रव्यमान}} \times 1000$$

$$= \frac{600}{98} \times \frac{1}{600} \times 1000 = 6.8\text{ m}$$

नॉर्मलता: सान्द्रता का एक और मात्रक, नॉर्मलता होता है। प्रति लिटर विलयन में घुले विलेय के ग्राम तुल्यांकी भारों की संख्या को नॉर्मलता कहते हैं।

भार द्वारा किसी पदार्थ (तत्व अथवा यौगिक) के भागों की वह संख्या जो प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से भार द्वारा हाइड्रोजन के 1.008 भाग अथवा ऑक्सीजन के 8 भाग अथवा क्लोरीन के 35.5 भागों के साथ संयुक्त होगी अथवा विस्थापित करेगी, तुल्यांकी भार कहलाती है। परमाणु भार अथवा अणु भार की भांति तुल्यांकी भार भी एक संख्या है, इसलिए उसे व्यक्त करने के लिए किसी भी मात्रक का प्रयोग नहीं किया जाता है। किन्तु जब तुल्यांकी भार ग्रामों में व्यक्त किया जाता है तो उसे ग्राम तुल्यांक भार अथवा पदार्थ का ग्राम तुल्यांक कहते हैं।

$$\text{तुल्यांकी भार} = \frac{\text{परमाणु अथवा अणु भार}}{\text{संयोजकता}}$$

$$\text{किसी अम्ल का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{अणु भार}}{\text{क्षारीयता}}$$

$$\text{किसी भार का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{अणु भार}}{\text{अम्लता}}$$

$$\text{किसी लवण का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{अणु भार}}{\text{धातु परमाणु की कुल संयोजकता}}$$

यदि आक्सीकारक और अपचायक क्रिया द्वारा भिन्न परिस्थितियों में भिन्न उत्पाद देते हैं तो उनका तुल्यांकी भार भी भिन्न होगा। अत: ऐसे पदार्थों का तुल्यांकी भार उस अभिक्रिया के आधार पर परिकलित होगा जिसमें वे भाग ले रहे हैं।

नॉर्मलता को N प्रतीक द्वारा व्यक्त किया जाता है।

$$\therefore \text{ नॉर्मलता } N = \frac{\text{विलेय के ग्राम तुल्यांकी भारों की संख्या}}{\text{लिटर में विलयन का आयतन}}$$

$$= \frac{\text{ग्रामों में विलेय की मात्रा}}{\text{विलेय का तुल्यांकी भार}} \times \frac{1}{\text{लिटर में विलयन का आयतन}}$$

$$= \frac{\text{ग्राम/लिटर में विलयन की प्रबलता}}{\text{विलेय का तुल्यांकी भार}}$$

$0.5N\ KMnO_4$ '0.5 नॉर्मल' पढ़ा जाता है जो उस विलयन को निरूपित करता है जिसके प्रति लिटर में $KMnO_4$ का 0.5 ग्राम तुल्यांक हो।

मोल अंश: किसी विलयन में एक घटक के मोलों की संख्या का विलयन के कुल मोलों की संख्या के साथ अनुपात को मोल अंश कहते हैं। यदि किसी विलयन में एल्कोहल के 2 मोल और पानी के 3 मोल हों तो एल्कोहल का मोल अंश $\frac{2}{5}$ और पानी का मोल अंश $\frac{3}{5}$ हुआ। विलयन के सभी घटकों के मोल-अंशों का योग एक होता है। किसी विलय में A घटक का मोल अंश (XA) इस प्रकार होगा:

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

जिसमें n_A और n_B क्रमश: A और B के मोलों की द्रव्यमान प्रतिशत: 100 ग्राम विलयन में मौजूद विलेय की मात्रा को द्रव्यमान प्रतिशत कहते हैं। इस प्रकार पानी में 5% $KMnO_4$ विलयन का अर्थ हुआ कि $KMnO_4$ के 100 g विलयन में $KMnO_4$ के 5 g मौजूद हैं।

उदाहरण 7.3 : एक विलयन में 36.0 g पानी और 46.0 g एथिल एल्कोहल (C_2H_5OH) है। विलयन में प्रत्येक घटक का मोल-अंश ज्ञात कीजिए।

हल : पानी का अणु भार = 18 g

C_2H_5OH = का अणुभार = 46 g

$$\text{पानी के मोलों की संख्या} = \frac{36\text{ g}}{18\text{ g mol}^{-1}} = 2.0\text{ mol}$$

$$C_2H_5OH \text{ के मोलों की संख्या} = \frac{46\text{ g}}{46\text{ g mol}^{-1}} = 1.0\text{ mol}$$

विलयन में कुल मोलों की संख्या 2.0+1.0 = 3.0

$$\text{पानी का मोल अंश} = \frac{\text{पानी के मोलों की संख्या}}{\text{विलयन में मोलों की कुल संख्या}} = \frac{2.0}{3.0} = 0.67$$

$$C_2H_5OH \text{ का मोल अंश} = \frac{C_2H_5OH \text{ के मोलों की संख्या}}{\text{विलयन में मोलों की कुल संख्या}} = \frac{1.0}{3.0} = 0.33$$

उदाहरण 7.4 : यदि 100 mL NaOH विलयन में 0.4 g NaOH घुले हों तो विलयन की नॉर्मलता परिकलित कीजिए।

हल : 100 mL विलयन में मौजूद NaOH की मात्रा 0.4 g

$\therefore$ 1000 mL विलयन में मौजूद NaOH की मात्रा $= \frac{0.4}{100} \times 1000 = 4.0$ g

$$\text{NaOH का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{अणु भार}}{\text{अम्लता भार}} = \frac{40.0}{1} = 40$$

$$\therefore \text{नॉर्मलता} = \frac{\text{1 लिटर में प्रबलता}}{\text{तुल्यांकी भार}} = \frac{4.0}{40.0} = \frac{1}{10}\text{N}$$

इसलिए विलयन की नॉर्मलता $= \frac{1}{10}$ N अथवा 0.1 N, होगी

पाठगत प्रश्न 7.1

1. विलयन की सांद्रता व्यक्त करने की विभिन्न विधियाँ बताइए।
2. निम्नलिखित की परिभाषा दीजिए:

   (i) मोलरता (ii) मोललता (iii) नॉर्मलता

7.2 विलयनों के प्रकार

विलयन ठोस, द्रव अथवा गैसीय हो सकते हैं। विलेय और विलायक की भौतिक अवस्था के आधार पर दो घटकों वाले विलयन (द्विअंगी विलयन) नौ प्रकार के हो सकते हैं। विलयनों के विभिन्न प्रकार सारणी 7.1 में दिए गए हैं।

सारणी 7.1: विलयनों के विभिन्न प्रकार

विलेय	विलायक	विलयन
गैस	गैस	वायु
गैस	द्रव	सोडा वाटर
गैस	ठोस	पैलेडियम में हाइड्रोजन
द्रव	गैस	हवा में आर्द्रता
द्रव	द्रव	पानी में एल्कोहल
द्रव	ठोस	स्वर्ण में मरकरी
ठोस	गैस	वायु में कैम्फर
ठोस	द्रव	पानी में चीनी
ठोस	ठोस	मिश्रातु जैसे पीतल (कॉपर में जिंक) और काँसा (कॉपर में टिन)

साधारणतया हमारा संबंध निम्नलिखित तीन प्रकार के विलयनों से होता है:

(i) द्रवों में द्रव : द्रवों में द्रव प्रकार के विलयन में, जैसी पानी में एल्कोहल में, कम मात्रा में मौजूद घटक को विलेय कहते हैं और अधिक मात्रा में मौजूद घटक को विलायक कहते हैं। दो द्रवों को मिलाने पर तीन भिन्न स्थितियाँ हो सकती हैं:

क) दोनों द्रव पूर्णतया मिश्रणीय हों अर्थात् जब दो द्रवों को मिलाया जाए तो वे सभी अनुपातों में एक दूसरे में विलयशील हों। उदाहरणार्थ, एल्कोहल और पानी, बेन्जीन और टॉलूईन।

ख) दोनों द्रव अंशतः मिश्रणीय हों अर्थात वे एक-दूसरे में निश्चित मात्रा में विलयशील होते हैं; उदाहरणार्थ, पानी और ईथर, पानी और फीनॉल।

ग) वे अमिश्रणीय हों अर्थात् एक दूसरे में बिलकुल विलयशील न हों। उदाहरणार्थ, पानी और बेन्जीन, पानी और टॉलूईन, पानी और केरोसिन। ताप-वृद्धि के साथ द्रवों में द्रवों की विलेयता में भी वृद्धि होती है।

(ii) द्रवों में गैसें : साधारणतया गैसें द्रवों में विलयशील होती हैं। आक्सीजन, पानी में पर्याप्त विलयशील है जिससे तालाबों, नदियों और समुद्रों में जल-जीव जीवित रहते हैं। CO_2 और NH_3 जैसी गैसें पानी में अत्यंत विलयशील होती हैं। द्रव में गैस की विलेयता दाब, ताप, गैस और विलायक के स्वभाव पर निर्भर करती है। इन कारकों की विस्तृत चर्चा नीचे की गई है।

क) दाब का प्रभाव : किसी द्रव में गैस की विलयेता में परिवर्तन हेनरी नियम के अनुसार होता है। हेनरी नियम के अनुसार:

किसी विलायक में घुली गैस का द्रव्यमान अथवा मोल-अंश, गैस के आंशिक दाब के अनुक्रमानुपाती होता है।

हेनरी नियम को इस प्रकार निरूपित किया जाता है; $K = \frac{p}{x}$

जिसमें K स्थिरांक है, p गैस का आंशिक दाब है, और X विलयन गैस का मोल अंश है। आइए हेनरी नियम की मान्यता की शर्तों का अध्ययन करें।

(i) हेनरी नियम की मान्यता के लिए आवश्यक शर्तें: यह देखा गया है कि गैसें हेनरी नियम का पालन निम्नलिखित शर्तों के अंतर्गत करती हैं:

क) दाब बहुत अधिक न हो

ख) ताप बहुत कम न हो

ग) गैस विलायक के साथ वियोजन, संयोजन अथवा कोई रासायनिक अभिक्रिया न करे।

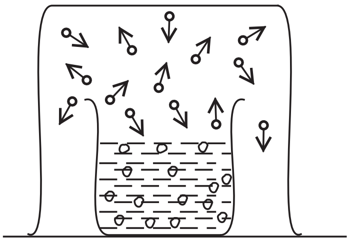
(ii) ताप का प्रभाव: स्थिर दाब पर द्रव में गैस की विलेयता, ताप वृद्धि के साथ कम हो जाती है। उदाहरण के लिए 20°C पानी में CO_2 की विलेयता पानी के प्रति cm^3 के लिए 0.88 cm^3 है जबकि 40ºC पर पानी के प्रति cm^3 के लिए 0.53 cm^3 है। इसका कारण यह है कि गर्म करने पर विलयन में से कुछ घुली हुई गैस निकल जाती है।

(iii) गैस और विलायक के स्वभाव का प्रभावः CO_2, HCl और NH_3 गैसें पानी में अत्यंत विलेय होती हैं जबकि H_2,O_2 और N_2 अल्प विलेय होती हैं।

(c) द्रवों में ठोसः जब कोई ठोस द्रव में घुलता है तो ठोस को विलेय और द्रव को विलायक कहते हैं। उदाहरण के लिए पानी में सोडियम क्लोराइड के विलयन में सोडियम क्लोराइड विलेय है और पानी विलायक है। एक ही विलायक में भिन्न पदार्थ भिन्न मात्रा में घुलते हैं।

7.3 वाष्प दाब

यदि किसी छोटे बीकर में शुद्ध द्रव हो और उसको एक बड़े बीकर से ढक दिया जाए तो द्रव के अणु, वाष्प रूप में निकलने लगते हैं और द्रव वाले बीकर के ऊपर के रिक्त स्थान को भर देते हैं। एक समय ऐसा होता है कि जब प्रति इकाई समय में उद्वाष्पित होने वाले अणुओं की संख्या, संघनित होने वाले अणुओं की संख्या के बराबर होती है (चित्र 7.1)। इस प्रकार वाष्प प्रावस्था और द्रव प्रावस्था के बीच साम्य स्थापित हो जाता है। ऐसी स्थिति में द्रव के वाष्पों द्वारा पड़ने वाला दाब उस द्रव का वाष्प दाब कहलाता है।



चित्र 7.1: द्रव का वाष्प दाब

7.4 विलयनों का राउल्ट नियम

क्या आपने कभी सोचा है कि यदि दो मिश्रणीय वाष्पशील द्रवों, A, और B, को मिश्रित किया जाए तो प्राप्त विलयन का वाष्प दाब कितना होगा? किसी द्रव के वाष्प दाब और उसके मोल अंश के बीच संबंध राउल्ट नियम द्वारा दिया गया है।

राउल्ट नियम के अनुसार वाष्पशील द्रवों के विलयन में प्रत्येक द्रव का वाष्प दाब उसके मोल अंश के अनुक्रमानुपाती होता है।

राउल्ट नियम केवल मिश्रणीय द्रवों के लिए अनुप्रयुक्त होता है। इस वाष्प प्रावस्था में A और B दोनों द्रवों के वाष्प होंगे। प्रत्येक द्रव का आंशिक वाष्प दाब, विलयन में उसके मोल अंश पर निर्भर करेगा। माना 'A और B के मोल अंश क्रमशः X_A और X_B हैं। यदि A और B के आंशिक वाष्प दाब क्रमशः P_A और P_B हों तो $P_A \propto X_A$ अथवा $P_A = P_A^0 X_A$

उसी प्रकार $P_B = P_B^0 X_B$

जिसमें P_A^0 और P_B^0 क्रमशः A और B शुद्ध द्रवों के वाष्प दाब हैं।

यदि किसी विलयन के लिए P_A और P_B के मानों को X_A और X_B के मानों के सम्मुख आलेखित किया जाए तो दो ऋजु रेखाएँ प्राप्त होती है जैसा कि चित्र 7.2 में दिखाया गया है। विलयन का कुल दाब, P आंशिक वाष्प दाबों P_A और P_B. के योग के बराबर होता है।

इस प्रकार,

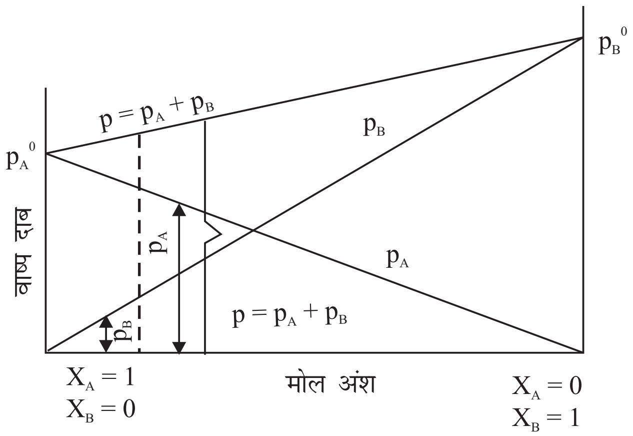
$$P = P_A + P_B$$

अथवा

$$P = P_A^0 X_A + P_B^0 X_B$$

विलयन का कुल वाष्प दाब (P), P_A^0 और P_B^0 को मिलाने वाली रेखा द्वारा निर्धारित किया जाता है। राउल्ट नियम का पालन करने वाले विलयनों को **आदर्श विलयन** कहते हैं।

जो विलयन सब तापों पर और संपूर्ण सांद्रता–परास में राउल्ट नियम का पालन करता है वह आदर्श विलयन कहलाता है।



चित्र 7.2: *विलयन में वाष्प दाब और मोल अंश के बीच संबंध*

पाठगत प्रश्न 7.2

1. राउल्ट नियम बताइए।
2. हेनरी नियम लिखिए तथा उसकी मान्यता के लिए आवश्यक परिस्थितियों का उल्लेख कीजिए।

7.5 अवाष्पशील विलेय वाले विलयनों के लिए राउल्ट नियम

यदि किसी जलीय विलयन में अवाष्पशील विलेय जैसे चीनी अथवा नमक, मौजूद हों, तो ऐसे विलयन का वाष्प दाब कितना होगा? ऐसे विलयन की वाष्प प्रावस्था में केवल विलायक A के वाष्प होते हैं क्योंकि उसमें विलेय अवाष्पशील है। क्योंकि विलयन में विलायक का मोल अंश

एक से कम होता है इसलिए राउल्ट नियम के अनुसार विलयन का वाष्प दाब, शुद्ध विलायक के वाष्प दाब से कम होगा। यदि विलयन का कुल वाष्प दाब P हो तो,

$$P_A = P_A^0 X_A \qquad ...(9.1)$$

किसी द्विअंगी मिश्रण के लिए

$$X_A + X_B = 1$$

करने पर $X_A = 1 - X_B$ समीकरण 9.1 में X_A का मान प्रतिस्थापित करने पर

$$P_A = P^0{}_A(1 - X_B)$$

अथवा

$$\frac{P_A}{P_A^0} = 1 - X_B$$

इसलिए

$$\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} = X_B$$

उपर्युक्त समीकरण में $(P_A^0 - P_A)$ वाष्प **दाब-अवनमन** है जबकि $\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0}$ विलयन के वाष्प दाब का आपेक्षिक अवनमन कहलाता है।

अवाष्पशील विलेय वाले विलयनों के लिए राउल्ट नियम को वैकल्पिक रूप से इस प्रकार कह सकते हैं:

किसी विलयन के बाष्प दाब का आपेक्षित अवनमन विलेय के मोल अंशों के बराबर होता है जबकि केवल विलायक वाष्पशील हो।

7.6 आदर्श और अनादर्श विलयन

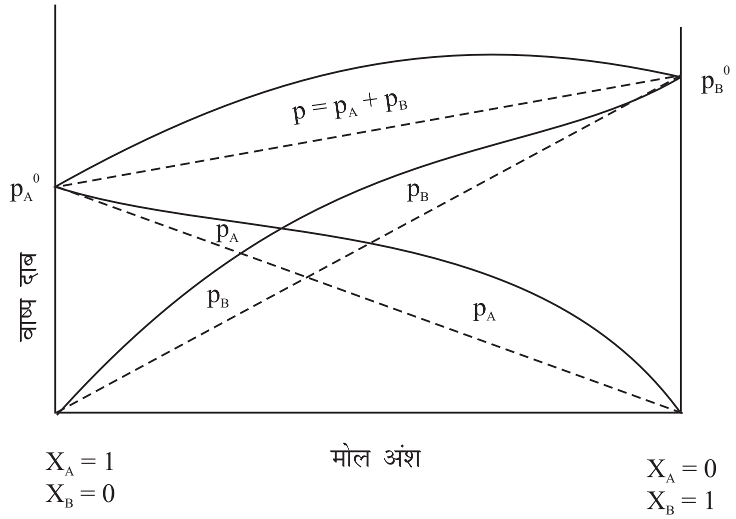
आदर्श विलयन राउल्ट नियम का पालन करते हैं और इनके बनाने पर ऊष्मा और आयतन में परिवर्तन नहीं होता है।

अनादर्श विलयन वे विलयन हैं जो राउल्ट नियम का पालन नहीं करते हैं और इनके बनाने पर ऊष्मा और आयतन में परिवर्तन होता है।

अधिकांश वास्तविक विलयन, अनादर्श विलयन होते हैं। वे आदर्श व्यवहार से पर्याप्त विचलन प्रदर्शित करते हैं। प्राय: विचलन दो प्रकार के होते हैं।

(i) धनात्मक विचलन: धनात्मक विचलन उन द्रव-युग्मों द्वारा प्रदर्शित किए जाते हैं जिनके लिए AB आण्विक अन्योन्यक्रियाएँ, A-A और B-B आण्विक अन्योन्यक्रियाओं से कम होती हैं। ऐसे विलयनों का कुल वाष्प दाब, राउल्ट नियम द्वारा प्रायुक्त वाष्प दाब से अधिक होता है। ऐसे विलयन का कुल वाष्प दाब किसी विशिष्ट मध्यवर्ती संघटन के लिए अधिकतम होगा (चित्र 7.3)।

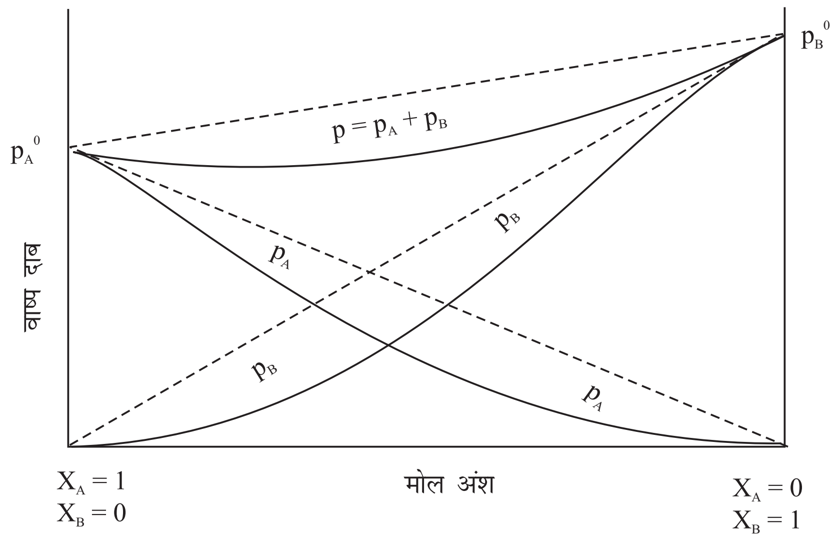
पानी–प्रपेनॉल, एथेनॉल–क्लोरोफार्म, ऐसीटोन–कार्बन डाइसल्फाइड, एथेनॉल–साइक्लोहेक्सेन आदि द्रव मिश्रण उन अनादर्श विलयनों के उदाहरण हैं जो आदर्श व्यवहार से धनात्मक विचलन प्रदर्शित करते हैं।



चित्र 7.3: *द्रव युग्मों के लिए धनात्मक विचलन*

(ii) ऋणात्मक विचलनः ऋणात्मक विचलन उन द्रव युग्मों द्वारा प्रदर्शित किए जाते हैं जिनके लिए AB आण्विक अन्योन्यक्रियाएँ, A-A अथवा B-B आण्विक अन्योन्यक्रियाओं से अधिक होती हैं। ऐसे विलयनों का कुल वाष्प दाब, राउल्ट नियम द्वारा प्रायुक्त वाष्प दाब से कम होता है। किसी विशिष्ट मध्यवर्ती संघटन के लिए ऐसे विलयन का कुल वाष्प दाब न्यूनतम होगा (चित्र 7.4)।

क्लोरोफार्म–ऐसीटोन, पानी–सल्फ्यूरिक अम्ल, क्लोरोफार्म–बेन्जीन, पानी–हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आदि ऐसे द्रव युग्मों के उदाहरण हैं।



चित्र 7.4: *द्रव युग्मों का ऋणात्मक विचलन*

7.7 अणुसंख्य गुणधर्म

क्या आप जानते हैं कि तनु-विलयनों के कुछ गुणधर्म ऐसे हैं जो केवल विलेय के अणुओं की संख्या पर निर्भर करते हैं तथा विलायक और विलेय के स्वभाव पर निर्भर नहीं करते? ऐसे गुणधर्मों को अणुसंख्य गुणधर्म कहते हैं। चार अणुसंख्य गुणधर्म इस प्रकार हैं: वाष्प दाब का आपेक्षिक अवनमन, क्वथनांक उन्नयन, हिमांक अवनमन, परासरण दाब।

अब हम इन अणुसंख्य गुणधर्मों की विस्तार से चर्चा करेंगे।

7.7.1 वाष्प दाब का आपेक्षिक अवनमन

राउल्ट नियम के अनुसार अवाष्पशील विलेययुक्त विलयनों के लिए,

$$\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} = X_B \text{ (देखिए भाग 9.5)} \qquad ...(i)$$

साथ ही

$$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

तनु विलयनों के लिए $n_B << n_A$ इसलिए हर से n_B पद को हटा सकते हैं।

इसलिए

$$X_B = \frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{W_B}{M_B}}{\frac{W_A}{M_A}} = \frac{W_B \cdot M_A}{W_A \cdot M_B}$$

अब हम समीकरण (i) को लिख सकते हैं;

$$\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} = X_B = \frac{W_B \cdot M_A}{W_A \cdot M_B}$$

यदि ज्ञात सांद्रता वाले किसी विलयन के वाष्प दाब का आपेक्षिक अवनमन और विलायक का अणु द्रव्यमान ज्ञात हो तो उपर्युक्त समीकरण द्वारा विलेय B का अणु द्रव्यमान ज्ञात किया जा सकता है। किन्तु वाष्प दाब अवनमन को ठीक-ठीक निर्धारित करना होता है इसलिए इस विधि द्वारा अणु द्रव्यमान ज्ञात करना भी कठिन होता है।

उदाहरण 7.5: किसी पदार्थ के 7.2 g को 100 g पानी में घोलने से बाष्प दाब का आपेक्षिक अवनमन 0.00715 होता है। पदार्थ का अणु द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

हल: हम जानते हैं कि

$$\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} = \frac{W_B}{M_B} \times \frac{M_A}{W_A}$$

उपर्युक्त मानों को प्रतिस्थापित करने पर

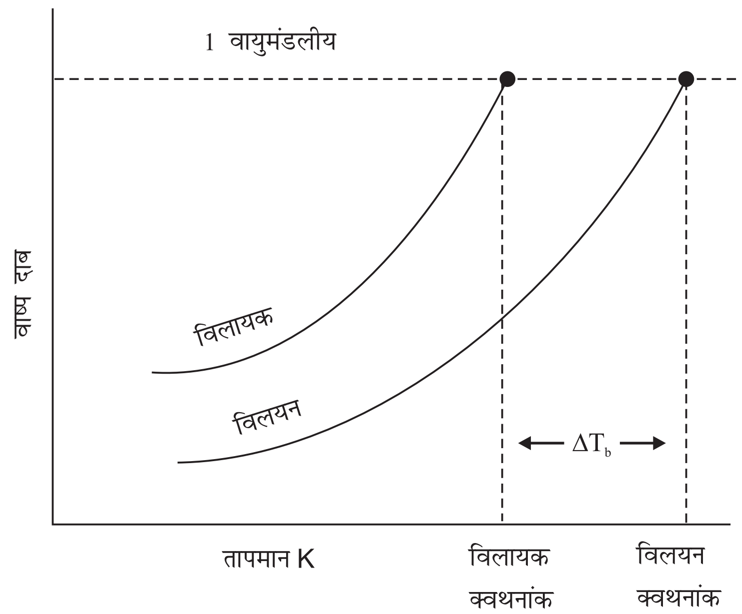
$$0.00715 = \frac{7.2 \times 18}{M_B \times 100} \quad \text{or} \quad M_B = \frac{7.2 \times 18}{0.00715 \times 100}$$

∴ पदार्थ का अणु द्रव्यमान = 181.26 amu

7.7.2 क्वथनांक उन्नयन

किसी द्रव का क्वथनांक वह ताप है जिस पर उस द्रव का वाष्प दाब, वायुमंडलीय (एटमॉस्फियरिक) दाब के बराबर होता है।

जैसा कि आप जानते हैं कि शुद्ध विलायक का वाष्प दाब, विलयन के वाष्प दाब से अधिक होता है। इसलिए विलयन का क्वथनांक शुद्ध विलायक के क्वथनांक से अधिक होता है। यदि आप चित्र 7.5 में विलायक और विलयन के वाष्प दाब वक्र देखें तो पाएंगे कि विलयन के क्वथनांक में उन्नयन होता है।



चित्र 7.5: *विलायक और विलयन के लिए वाष्प दाब वक्र*

माना ΔT_b क्वथनांक उन्नयन और Δp वाष्प दाब अवनमन है।

तब, $\Delta T_b \propto \Delta p \propto X_B$ या $\Delta T_b = K X_B$ (i)

(K आनुपातिकता स्थिरांक है)

आप जानते हैं $X_B = \dfrac{n_B}{n_A + n_B}$

तनु विलयनों के लिए $n_B << n_A$ इसलिए हर से n_B पद हटाने पर

$$X_B = \frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{W_B}{M_B}}{\frac{W_A}{M_A}} = \frac{W_B}{M_B} \times \frac{M_A}{W_A} = n_B \times \frac{M_A}{W_A} \quad \because \quad n_B = \frac{W_B}{M_B}$$

X_B का मान समीकरण (i) में प्रतिस्थापित करने पर,

$$\Delta T_b = K \times n_B \times \frac{M_A}{W_A}$$

यदि विलायक W_A का द्रव्यमान किलोग्राम में लिया जाए तो $\frac{n_B}{W_A}$ पद मोललता m है। इस प्रकार

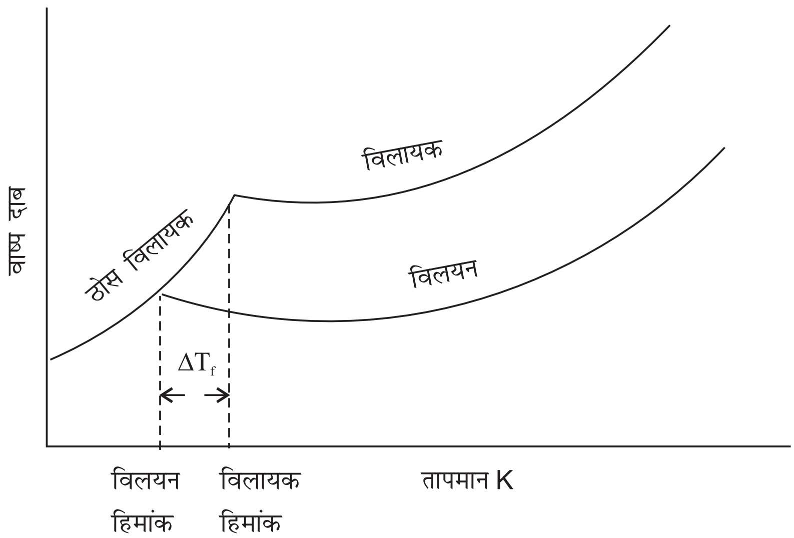
$$\Delta T_b = K \ M_A \,.\, m = K_B \, m$$

K_b स्थिरांक को विलायक का **मोलल उन्नयन** स्थिरांक कहते हैं। **एक मोल** विलेय को **एक किलोग्राम विलायक में घोलने से प्राप्त क्वथनांक** उन्नयन को **मोलल उन्नयन** स्थिरांक K_b कहते हैं। K_b को डिग्री प्रति मोललता में व्यक्त किया जाता है।

7.7.3 हिमांक अवनमन

हिमांक वह ताप है जिस पर ठोस और द्रव रूपों का वाष्प दाब एकसमान होता है।

विलयन का हिमांक, शुद्ध विलायक के हिमांक से सदैव कम होता है। इस प्रकार विलयन के हिमांक में अवनमन होता है क्योंकि विलयन का वाष्प दाब शुद्ध विलायक के वाष्प दाब से सदैव कम होता है। यह चित्र 7.6 से स्पष्ट प्रमाणित होता है।



चित्र 7.6: *ठोस, विलायक और विलयन के लिए वाष्प दाब वक्र*

माना ΔT_f हिमांक अवनमन है। अतः

$$\Delta T_f \ \alpha \ X_B$$

अथवा
$$\Delta T_f = KX_B \qquad ...(ii)$$

जिसमें K आनुपातिकता स्थिरांक है;

आप जानते हैं कि
$$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

तनु विलयन में $n_B << n_A$, इसलिए हर में से n_B पद हटाने पर

$$X_B = \frac{n_B}{n_A} = \frac{W_B / M_B}{W_A / M_A} = \frac{W_B}{M_B} \times \frac{M_A}{W_A} = n_B \times \frac{M_A}{W_A}$$

$$\left(\text{चूँकि } n_B = \frac{W_B}{M_B}\right)$$

समीकरण (ii) में X_B मान रखने पर

$$\Delta T_f = K \times n_B \times \frac{M_A}{W_A}$$

यदि विलायक का द्रव्यमान W_A किलोग्राम में लिया जाए, तो $\dfrac{n_B}{W_A}$ पद मोललता m बन जाता है।

अतः $\Delta T_f = K M_A \, . \, m = K_f \, . \, m$

K_f को विलायक का मोलल अवनमन स्थिरांक अथवा मोलल हिमांक मित्तीय स्थिरांक कहते हैं। एक मोल विलेय को एक किलोग्राम विलायक में घोलने से प्राप्त हिमांक अवनमन को मोलल हिमांक मित्तीय स्थिरांक, K_f कहते हैं।

उदाहरण 7.6: यदि 520 g ग्लूकोस ($C_6H_{12}O_6$) 80.2 g पानी में घुला हो तो प्राप्त विलयन का (i) क्वथनांक (ii) हिमांक ज्ञात कीजिए (K_f = 1.86 K/m, K_b = 0.52 k/m)

हल : ग्लूकोज की मोललता $= \dfrac{\text{ग्लूकोज का भार}}{\text{अणु भार}} \times \dfrac{1000}{\text{विलायक का भार}}$

$$= \frac{0.52}{180} \times \frac{1000}{80.2} = 0.036$$

$\Delta T_b = K_b m = 0.52 \times 0.036 = 0.018$ K

$\therefore$ क्वथनांक $= 373 + 0.018 = 373.018 = 373.02$ K

(ii) $K_f = 1.86$ K/m

$$m = \frac{0.52}{180} \times \frac{1000}{80.2} = 0.036$$

$$\therefore \Delta T_f = 1.86 \times 0.036 = 0.66 \text{ K}$$

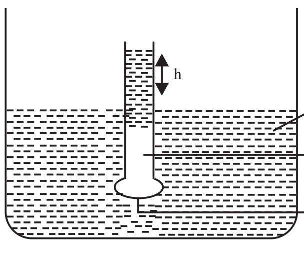
हिमांक = 273−0.66 = 272.34 K

7.7.4 परासरण एवं परासरण दाब

आपने देखा होगा कि किशमिश को पानी में कुछ देर भिगोकर रखने से वह फूल जाती है। ऐसा किशमिश के छिलके में से पानी अन्दर जाने के कारण होता है। किशमिश का छिलका एक अर्धपारगम्य झिल्ली (केवल विलायक अणुओं के लिए पारगम्य) की तरह कार्य करता है। यह प्रक्रिया तब भी होती है जब एक ही विलायक में बने विभिन्न सांद्रणों के दो विलयनों को अर्धपारगम्य झिल्ली द्वारा अलग किया जाता है। ऐसी स्थिति में विलायक कम सांद्रण वाले विलयन से अधिक सांद्रण वाले विलयन में प्रवेश करता है। यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक कि झिल्ली के दोनों ओर विलयनों का सांद्रण समान नहीं हो जाता।

किसी विलयन को विलायक या कम सांद्रण वाले विलयन से अर्धपारगम्य झिल्ली द्वारा अलग करने पर विलायक का विलयन में प्रवाह **परासरण** कहलाता है। झिल्ली द्वारा अलग किए गए विलयन पर बाहरी दाब बढ़ाकर रोका जा सकता है। यह दाब विलयन का **परासरण दाब** कहलाता है।

अतः परासरण दाब वह बाहरी अतिरिक्त दाब है जिसे विलयन पर लगाने से परासरण की प्रक्रिया (अर्थात्, विलायक अणुओं का अर्धपारगम्य झिल्ली से विलयन में प्रवेश) बंद हो जाती है। इसे चित्र 7.7 में दिखाया गया है।



चित्र 7.7: *परासरण*

चित्र 7.7 में विलयन की तरफ लगाया जाने वाला दाब, ताकि विलयन नली में ऊपर न चढ़ सके, परासरण दाब होगा। यह द्रव की ऊंचाई h के आयतन के जलीय स्थैतिक दाब के बराबर होगा।

ऐसे विलयन जिनका परासरण दाब समान हो **समपरासरी विलयन** कहलाते हैं। परासरण दाब अणुसंख्य गुणधर्म है क्योंकि इसका मान विलेय अणुओं की संख्या पर निर्भर करता है, उनकी प्रकृति पर नहीं। प्रयोगों से सिद्ध हुआ है कि तनु विलयनों के लिए, किसी दिए गए ताप T पर

परासरण दाब (π) का मान, विलयन की मोल प्रति लिटर में सांद्रण के समानुपाती होता है। अतः

$$\pi = CRT$$

यहाँ π परासरण दाब और R गैस स्थिरांक है।

अथवा
$$\pi = \frac{n_B}{V} RT$$

यहां n_B विलेय के मोल V लिटर विलयन में घुले हैं।

अथवा
$$\pi V = \frac{w}{M_{\text{विलेय}}} RT$$

यहाँ w विलेय का वह द्रव्यमान है जो V लिटर विलयन में घोला गया है और M विलेय का मोलर द्रव्यमान है।

इस प्रकार π, V और w का मान ज्ञात होने पर विलेय के मोलर द्रव्यमान 'M विलेय' की गणना की जा सकती है।

अतः परासरण दाब का मापन विलेयों के आण्विक द्रव्यमान निकालने की एक और विधि है। इस विधि का प्रयोग प्रोटीनों, बहुलकों तथा अन्य वृहदाणुओं के अणु भार निकालने में व्यापक रूप से किया जाता हैं क्योंकि इसकी सीमित विलेयता और वृहद अणु द्रव्यमान होते हैं। इसलिए इनके बहुत तनु विलयन बनते हैं और इनके अन्य अणुसंख्य गुणधर्मों का मान इतना छोटा होता है कि मापा नहीं जा सकता, लेकिन परासरण दाब का मान मापने लायक बड़ा होता है। परासरण दाब विधि की अन्य विधियों की तुलना में यह लाभ है कि दाब का मापन लगभग कमरे के ताप पर किया जाता है। परासरण दाब मापन की यह तकनीक विशेषतः जीवाणुओं के लिए उपयोगी है क्योंकि वे अधिक ताप पर स्थायी नहीं रहते हैं।

उदाहरण 7.7 : प्रोटीन के एक जलीय विलयन के 100 g में 0.63 g प्रोटीन विलीन हैं। इस विलयन का 300K पर परासरण दाब 2.60×10^{-3} atm है। प्रोटीन का आण्विक द्रव्यमान निकालिए। R = 0.82 L atmK^{-1} mol^{-1}

$$\pi V = \frac{w}{M_{\text{विलेय}}} RT$$

अथवा
$$M_{\text{विलेय}} = \frac{w}{\pi V} RT$$

समीकरण में मानों को रखने पर:

$$M_{\text{विलेय}} = \frac{(0.63\text{g}) \times (0.082\ \text{L} - \text{atm K}^{-1}\text{mol}^{-1}) \times (300\ \text{K})}{(2.60 \times 10^{-3}\text{atm}) \times (0.100\ \text{L})}$$
$$= 61022\ \text{g mol}^{-1}$$

अतः प्रोटीन का आण्विक द्रव्यमान = 61022 g mol^{-1}.

प्रतिलोम परासरण एवं जल शुद्धिकरण

यदि विलयन पर परासरण दाब से अधिक दाब लगाया जाए तो परासरण की दिशा को उल्टा किया जा सकता है। परिणामत: शुद्ध विलायक अब अर्धपारगम्य झिल्ली के माध्यम से विलयन से परागमन करता है। यह प्रक्रम **प्रतिलोम** परासरण कहलाता है। इसके बहुत महत्त्वपूर्ण उपयोग हैं। इसका उपयोग समुद्री जल के विलवणीकरण द्वारा शुद्ध जल प्राप्त करने में किया जाता है।

पाठगत प्रश्न 7.3

1. अणुसंख्य गुणधर्म की परिभाषा दीजिए। दो अणुसंख्य गुणधर्म बताइए।
2. किस प्रकार के द्रव युग्म (i) धनात्मक विचलन (ii) ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करते हैं?
3. जीवाणुओं का आण्विक द्रव्यमान ज्ञात करने के लिए अन्य अणुसंख्य गुणधर्मों की तुलना में परासरण दाब विधि क्यों बेहतर है?

7.8 असामान्य अणुसंख्य गुणधर्म

विलयन के अणुसंख्य गुणधर्म केवल विलेय कणों की संख्या पर निर्भर करते हैं, उनकी प्रकृति पर नहीं। परन्तु कभी-कभी ये गुणधर्म मापने पर असामान्य परिणाम देते हैं, इसका कारण निम्नलिखित है:

(i) यदि विलयन बहुत सांद्रित होता है, तो विलेय के कण अंत:क्रिया करने लगते हैं। इसलिए विलयन सांद्रित नहीं होना चाहिए।

(ii) संगुणन होने पर दो या अधिक विलेय कण संगुणित होकर एक बड़ा अणु बना लेते हैं। ऐसे में विलयन में अणुओं की संख्या कम हो जाती है। परिणामत: अणुसंख्य गुणधर्म विलायक के वाष्प का मान (दाब का आपेक्षिक अवनमन, क्वथनांक का उन्नयन, हिमांक का अवनमन, परासरण दाब) असंगुणित अणुओं के आधार पर किए गए परिकलन के मानों से कम होता है। क्योंकि अणुसंख्य गुणधर्म, आण्विक द्रव्यमान के व्युत्क्रमानुपाती होता है अत: यहाँ प्राप्त विलेय का प्रायोगिक द्रव्यमान उसके वास्तविक द्रव्यमान से अधिक होता है।

(iii) विलयन में विलेय के वियोजन के कारण विलेय कणों की संख्या बढ़ जाती है। ऐसे में प्रयोग द्वारा ज्ञात अणुसंख्य गुणधर्म का मान, अवियोजित विलेय कणों के आधार पर परिकलित मान से अधिक होगा।

वैन्ट हॉफ कारक

वियोजन अथवा संगुणन की सीमा निर्धारण के लिए वैन्ट हॉफ ने एक कारक (i) प्रतिपादित किया:

$$i = \frac{\text{असामान्य (अवलोकित) अणुसंख्य गुणधर्म}}{\text{सामान्य (वास्तविक) अणुसंख्य गुणधर्म}}$$

क्योंकि अणुसंख्य गुणधर्म विलेय कणों की संख्या या विलेय के मोलों की संख्या के समानुपाती होते हैं:

$$i = \frac{\text{विलयन में विलेय के मोलों की कुल संख्या}}{\text{विलेय के मोलों की परिकलित (अपेक्षित) संख्या}}$$

इसी के साथ, अणुसंख्य गुणधर्म विलेय के आण्विक द्रव्यमान के व्युत्क्रमानुपाती होते हैं,

अत: $$i = \frac{\text{वास्तविक(परिकलित या अपेक्षित) आण्विक द्रव्यमान}}{\text{असामान्य (अवलोकित) आण्विक द्रव्यमान}}$$

यहाँ अवलोकित मोलर द्रव्यमान प्रयोग द्वारा ज्ञात किया जाता है जबकि वास्तविक मोलर द्रव्यमान विलेय के रासायनिक सूत्र के आधार पर परिकलित किया जाता है। संगुणन होने पर वैन्ट हॉफ कारक 'i' का मान एक से कम होता है, पर वियोजन होने पर एक से अधिक हो जाता है। उदाहरण के लिए बेंजोइक अम्ल, बेंजीन में संगुणित होकर द्विगुणित देता है अत: 'i' का मान $\frac{1}{2}$ के करीब होता है। जलीय NaCl के लिए 'i' का मान 2.0 के करीब होता है क्योंकि NaCl पानी में वियोजित होकर Na^+ और Cl^- आयन देता है।

वैन्ट हॉफ कारक 'i' के समावेश पर अणुसंख्य गुणधर्मी की समीकरण निम्नानुसार संशोधित हो जाती है:

$$\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} = i\, X_B$$

$$\Delta T_b = i\, K_b\, m$$

$$\Delta T_f = i\, K_f\, m$$

$$\pi V = i\, CRT$$

संगुणन की मात्रा

कुल अणुओं की संख्या का वह भाग जो संगुणित होकर बड़ा अणु बनाता है, संगुणन की मात्रा कहलाता है। आइए बेंजीन में बेंजोइक अम्ल का संगुणन देखें। बेंजीन में बेंजोइक अम्ल के दो अुण इस प्रकार द्विगुणित होते हैं।

$$2C_6H_5COOH \rightarrow (C_6H_5COOH)_2$$

यदि बेंजीन में बेंजोइक अम्ल की संगुणन की मात्रा x हो (यानी बेंजोइक अम्ल के एक अुण में से x अणु द्विगुणित होते हों) तो साम्यावस्था पर:

बेंजोइक अम्ल के असंगुणित मोलों की संख्या $= 1 - x$

बेंजोइक अम्ल के संगुणित मोलों की संख्या $= \frac{x}{2}$

बेंजोइक अम्ल के कुल मोल $= (1 - x) + \frac{x}{2} = 1 - \frac{x}{2}$

वैन्ट हॉफ कारक की परिभाषानुसार:

$$i = \frac{\text{विलयन में विलेय के मोलों की कुल संख्या}}{\text{विलेय के मोलों की परिकलित संख्या}} = \frac{1 - \frac{x}{2}}{1}$$

उदाहरण 7.8: बेंजीन में एसिटिक अम्ल (CH_3COOH) द्विगुणित होता है। 100 g बेंजीन (C_6H_6) में 1.60g एसिटिक अम्ल विलीन होने पर क्वथनांक का उन्नयन 0.35ºC होता है। वैन्ट हॉफ कारक और एसिटिक अम्ल के संगुणन की मात्रा का परिकलन कीजिए। K_b बेंजीन के लिए = 2-57 K kg mol^{-1}.

हल : $\Delta T_b = i\, k_b\, m = \frac{1000\, i\, K_b\, W_B}{W_A M_B}$

CH_3COOH का सामान्य मोलर द्रव्यमान (M_B) = 60 g mol^{-1}

वैन्ट हॉफ कारक $'i' = \frac{\Delta T_b \times W_A \times M_B}{1000 \times K_b \times W_B}$

$= \frac{0.35 \times 100 \times 60}{1000 \times 2.57 \times 1.60}$

$= 0.51$

एसिटिक अम्ल द्विगुणित होता है, विलयन में निम्नलिखित साम्य होगा

$$2CH_3COOH \rightarrow (CH_3COOH)_2$$

यदि विलेय के संगुणन की मात्रा x हो तो $(1 - x)$ मोल असंगुणित होंगे और एसिटिक अम्ल की साम्यावस्था पर $\frac{x}{2}$ मोल होंगे।

अतः साम्यावस्था पर कणों की कुल संख्या होगी $= 1 - x + \frac{x}{2}$

$= 1 - \frac{x}{2}$

साम्यावस्था पर कणों की कुल संख्या, वैन्ट हॉफ कारक के बराबर होगी।

वैन्ट हॉफ कारक $'i'$ का मान = 0.57

$\therefore \quad 1 - \frac{x}{2} = 0.51$

अथवा $\frac{x}{2} = 1 - 0.51 = 0.49$

$\therefore \quad x = 0.49 \times 2 = 0.98$

इसलिए बेंजीन में एसिटिक अम्ल की संगुणन की मात्रा 98% है।

वियोजन की मात्रा

कणों की कुल संख्या का वह भाग जो वियोजित होता है (साधारण आयनों में टूटता है), वियोजन की मात्रा कहलाता है। यदि पानी में KCl का विलयन लें तो वह वियोजित होकर K^+ और Cl^- आयन देता है।

$$KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$$

यदि KCl की वियोजन की मात्रा x हो, तो साम्यावस्था पर अवियोजित KCl के मोलों की संख्या $= 1 - x$

KCl के उपर्युक्त वियोजन के अनुसार, x मोल KCl वियोजित होने पर x मोल K^+ और x मोल Cl^- आयन देंगे।

अत: वियोजन के बाद विलयन में कुल मोलों की संख्या $= 1 - x + x + x = 1 + x$

$$\text{अत:}\quad i = \frac{\text{विलयन में विलेय के मोलों की कुल संख्या}}{\text{विलेय के मोलों की परिकलित संख्या}} = \frac{1+x}{1}$$

उदाहरण: 7.9: पोटेशियम क्लोराइड के 0.5 प्रतिशत जलीय विलयन का 0.24°C पर हिमीकरण होता है। इस सांद्रण पर विलेय के वियोजन की मात्रा व वैन्ट हॉफ कारक का परिकलन कीजिए। (K_f पानी के लिए $= 1.86\ K\ kg\ mol^{-1}$)

हल : KCl का सामान्य आण्विक द्रव्यमान $= 39 + 35.5 = 74.5\ g\ mol^{-1}$

$$\text{असामान्य आण्विक द्रव्यमान}\quad M_B = \frac{1000 \times W_B \times K_f}{\Delta T_f \times W_A}$$

$$= \frac{1000 \times 0.5 g \times 1.86\ K\ kg\ mol^{-1}}{(0.24\ K) \times 100\ g}$$

$$= 38.75\ g\ mol^{-1}$$

$$\text{वैन्ट हॉफ कारक}\quad (i)\ \frac{\text{सामान्य अणु द्रव्यमान}}{\text{असामान्य अणु द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{74.5\ g\ mol^{-1}}{38.75\ g\ mol^{-1}} = 1.92$$

पोटेशियम क्लोराइड का जलीय विलयन निम्नानुसार वियोजित होता है–

$$KCl \rightleftharpoons K^+ + Cl^-$$

KCl के वियोजन की मात्रा x हो, तो साम्यावस्था पर

KCl के अवियोजित मोलों की संख्या $= (1 - x)$ मोल

K^+ के मोलों की संख्या $= x$ मोल

Cl^- के मोलों की संख्या $= x$ मोल

साम्यावस्था पर कुल मोलों की संख्या $= 1 - x + x + x = 1 + x$

$\therefore$ वेन्ट हॉफ कारक $= \dfrac{1+x}{1} = 1.92$

अथवा $\quad x = 1.92 - 1 = 0.92$

$\therefore$ KCl के वियोजन की मात्रा $= 92\%$

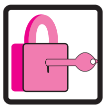
आपने क्या सीखा

- विलयन दो अथवा अधिक पदार्थों का समांगी मिश्रण होता है।
- विलायक, विलयन का वह घटक है जिसकी वही भौतिक अवस्था होती है जो विलयन की है।
- विलेय वह पदार्थ है जो विलायक में घुलकर विलयन बनाता है।
- प्रति लिटर विलयन में मौजूद विलेय के मोलों की संख्या को मोलरता कहते हैं।
- प्रति किलोग्राम विलायक में मौजूद विलेय के मोलों की संख्या को मोललता कहते हैं।
- नॉर्मलता, सांद्रता का मात्रक है जो प्रति लिटर विलयन में मौजूद विलेय के ग्राम तुल्यांक की संख्या को बतलाता है।
- विलयन में किसी एक घटक के मोलों की संख्या का मोलों की कुल संख्या के साथ अनुपात को मोल अंश कहते हैं।
- विलयन ठोस, द्रव अथवा गैसीय हो सकते हैं।
- हेनरी नियम के अनुसार किसी विलायक में घुली गैस का द्रव्यमान अथवा मोल अंश उस गैस के आंशिक दाब के अनुक्रमानुपाती होता है।
- राउल्ट नियम के अनुसार वाष्पशील द्रवों के विलयन में प्रत्येक द्रव का आंशिक दाब उसके मोल-अंश के अनुक्रमानुपाती होता है।
- जो विलयन सभी तापों पर संपूर्ण सांद्रता परास में राउल्ट नियम का पालन करता है उसे आदर्श विलयन कहते हैं।
- यदि केवल विलायक वाष्पशील हो तो विलयन के वाष्प दाब का आपेक्षिक अवनमन, विलायक के मोल-अंश के बराबर होता है।
- तनु विलयन के वे गुणधर्म जो विलायक और विलेय के स्वभाव पर निर्भर न करके केवल कणों की संख्या पर निर्भर करते हैं, अणुसंख्य गुणधर्म कहलाते हैं।
- जब विलेय के एक मोल को विलायक के एक किलोग्राम में घोला जाता है तो प्राप्त क्वथनांक उन्नयन को मोलल उन्नयन स्थिरांक कहते हैं।
- किसी द्रव का क्वथनांक वह ताप है जिस पर द्रव का वाष्प दाब, वायुमंडलीय दाब के बराबर हो जाता है।

- हिमांक वह ताप है जिस पर ठोस और द्रव रूपों का समान वाष्प दाब होता है।
- विलयन में विलेय के संगुणन अथवा वियोजन से असामान्य परिणाम प्राप्त होते हैं।
- सामान्य मोलर द्रव्यमान और प्रयोग द्वारा प्राप्त मोलर द्रव्यमान का अनुपात वैन्ट हॉफ कारक कहलाता है।

पाठांत प्रश्न

1. आप आदर्श और अनादर्श विलयनों से क्या समझते हैं?
2. हिमांक और क्वथनांक की परिभाषा लिखिए।
3. $\Delta T_b = K_b\, m$ संबंध की व्युत्पत्ति कीजिए।
4. 7.0 g अवाष्पशील विलेय को 250 g पानी में घोलने से प्राप्त विलयन 100.26°C पर उबलता है। विलेय का अुण-द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
5. किसी पदार्थ के 2.0 g को 40 g पानी में घोलने पर पानी के हिमांक में 1-5°C का अवनमन हुआ, पदार्थ का अुण द्रव्यमान परिकलित कीजिए। पानी का मोलर अवनमन स्थिरांक 1.85°C प्रति मोल है।
6. 10 g यूरिया (अणु भार 60) को 100 g पानी में घोलने से प्राप्त विलयन में विलेय का मोल-अंश परिकलित कीजिए।
7. 8.6 g यूरिया (मोलर द्रव्यमान 60 per dm^3) का विलयन, एक कार्बनिक अवाष्पशील विलेय के 5 प्रतिशत विलयन के समपरासरी है। अवाष्पशील विलेय का मोलर द्रव्यमान परिकलित कीजिए।
8. 25 g बेंजीन में विलीन 2 g बेंजोइक अम्ल (C_6H_5COOH) हिमांक को 1.62K अवनमित करता है। बेंजीन के लिए मोलर अवनमन स्थिरांक 4-9 Kg mol^{-1} है। यदि वह विलयन में द्विगुणित होता है तो अम्ल का प्रतिशत संगुणन क्या होगा?
9. 5.0×10^{-3} M Na_2SO_4 का जलीय विलयन हिमांक में 0.0265°C का अवनमन करता है। इस सांद्रण पर लवण के वियोजन की मात्रा का परिकलन कीजिए। (पानी के लिए K_f 1.86 K kg mol^{-1})



पाठगत प्रश्नों के उत्तर

7.1

1. मोलरता, मोललता, नॉर्मलता, मोल अंश, द्रव्यमान प्रतिशत।
2. मोलरता-एक लिटर विलयन में घुले विलेय के मोलों की संख्या होती है।

   मोललता-प्रति किलोग्राम विलायक में घुले विलेय के मोलों की संख्या होती है।

   नॉर्मलता-प्रति लिटर विलयन में घुले विलेय के ग्राम तुल्यांकी भारों की संख्या होती है।

7.2

1. वाष्पशील द्रवों के विलयन में प्रत्येक द्रव का वाष्प दाब उसके मोल अंश के अनुक्रमानुपाती होता है।
2. किसी विलायक में घुली गैस का द्रव्यमान उसके आंशिक दाब के अनुक्रमानुपाती होता है। दाब बहुत अधिक नहीं होना चाहिए। ताप बहुत कम नहीं होना चाहिए। गैस का संगुणन या वियोजन नहीं होना चाहिए।

7.3

1. वे गुणधर्म जो विलेय के कणों की संख्या पर निर्भर करते हैं, उसकी प्रकृति पर नहीं। उदाहरण: क्वथनांक का उन्नयन, हिमांक का अवनमन।
2. जिनके लिए A-B आण्विक अन्योन्यक्रियाएँ:

   (i) A-A और B-B अन्योन्यक्रियाओं से दुर्बल होती हैं

   (ii) A-A और B-B अन्योन्यक्रियाओं से प्रबल होती हैं।
3. कम सांद्रण पर परासरण दाब की मात्रा मापन के लिए काफी होती है।