विलयन तथा अणुसंख्य गुणधर्म

प्राक्कथन

यह अध्याय दो भागों में विभाजित है : भाग (A) विलयन तथा भाग (B) अणुसंख्य गुणधर्म भाग (A) में आप विलयन की परिभाषा, उनके प्रकार तथा उनको विभिन्न प्रकार से अनुमापित करना आदि के बारे में जानेंगे। भाग (B) में आप विभिन्न अणुसंख्य गुणधर्म, राउल्ट नियम, स्थिर क्वाथी मिश्रण एवं तनु विलयन के बारे में जानेंगे। इस अध्याय के पूर्ण अध्ययन के बाद आप : मोलरता, मोललता, मोल भिन्न एवं नॉर्मलता के बारे में जान सकेंगे। वाष्प दाब, आदर्श एवं अनआदर्श विलयन एवं स्थिर क्वाथी मिश्रण को समझ सकेंगे। परासरण दाब एवं स्थिर क्वाथी मिश्रण को जानेंगे। वान्ट हॉफ गुणांक तथा इसके अनुप्रयोग जानेंगे।

यह पुस्तिका इस अध्याय में उपयोग होने वाली सभी संकल्पनात्मक (theory) तथा प्रायोगिक व्याख्याओं को सम्मिलित रखती है। प्रत्येक टॉपिक की थ्योरी के साथ उदाहरण दिये गये हैं। प्रत्येक टॉपिक के थ्योरी भाग के अन्त में सभी तरह के मिश्रित (miscellaneous) साधित (solved) उदाहरण दिये हुए हैं, जो इस अध्याय की सभी संकल्पनाओं के अनुप्रयोग को स्पष्ट करते हैं।

विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है, कि प्रत्येक विद्यार्थी इन सभी हल किये उदाहरणों को अवश्य पढ़ें तथा समझें ऐसा करने से इनसे सम्बन्धित टॉपिक को अच्छी तरह समझने में मदद मिलेगी।

विलयन एवं अणुसंख्य गुणधर्म के कुल प्रश्नों की संख्या :

(i)	अध्याय में उदाहरणों की संख्या	18
(ii)	दृष्टान्तीय उदाहरणों की संख्या	28
	कुल प्रश्नों की संख्या.....	**46**

भाग - A : विलयन

1. विलयन ::

एक विलयन, विलेय (पदार्थ जो कि घुलता है) तथा विलायक (पदार्थ जिसमें विलेय घुलता है) का समांगी मिश्रण होता है।

(a) विलयन का घटक जो कि कम मात्राा में होता है, (जो कि घुलता है) **विलेय** कहलाता है।

(b) विलयन का घटक जिसमें विलेय घुलता है, **विलायक** कहलाता है।

विलयन = विलेय + विलायक

2. विलयन की सान्द्रता ::

इसकी गणना निम्नलिखित दो विधियाँ द्वारा की जाती है -

(a) भार % :विलयन के प्रति 100 ग्राम में विलेय का भार

(b) आयतन% :

(i) विलयन के प्रति 100 ml में विलेय का भार

(ii) विलयन के प्रति 100 ml में विलेय का आयतन

(c) विलयन की सांद्रता को निम्नलिखित रूप में व्यक्त करते हैं।

2.1 मोलरता (M)

यह विलयन के एक लीटर में विलेय के मोलों की संख्या है

$$\text{मोलरता} = \frac{\text{No. of moles of solute}}{\text{Volume of solution (litre)}}$$

(a) मोलरता को संख्या के बाद अनुलग्न 'M' लगाकर व्यक्त किया जाता है, जैसे 'X'। इसका अर्थ यह हुआ कि यदि विलयन की सान्द्रता XM हो तो विलयन के प्रति लीटर में X मोल है।

(b) कभी कभार विलेय की मात्रा ग्राम में दी होती है अत;

$$\text{विलेय के मोल} = \frac{\text{amount (gram)}}{\text{mol. wt. in (gram)}}$$

(c) आयतन की इकाई लेने में हमें सावधानी बरतनी चाहिए। हमें सूत्र में मोलरता के लिए लीटर में आयतन का उपयोग करना है। इस प्रकार, यदि आयतन मिली (ml) में दिया हो तो इसे निम्न प्रकार लीटर में परिवर्तित करते हैं-

लीटर में आयतन = मिली. $\times 10^{-3}$ में आयतन

(d) कभी कभार जब आयतन घन सेमी. (cm^3) में दिया होता है तो हमें भ्रम हो जाता है। घन सेमी (cm^3) कुछ नहीं बल्कि एक मिलीलीटर होता है। इसलिए,

लीटर में आयतन = आयतन (घन सेमी.) $\times 10^{-3}$

(e) मोलरता की इकाई मोल ली$^{-1}$ है।

(f) मिलीमोल्स = M × V(मिली.) = $\frac{\text{wt.} \times 1000}{\text{mol. wt.}}$

(g) विलयन का सामर्थ्य = $\frac{\text{wt. of solute} \times 1000}{\text{volume of solution (ml)}}$

(h) मोलरता ताप निर्भर इकाई है।

$$\text{मोलरता} \propto \frac{1}{\text{temp.}}$$

2.2 मोललता (m)

यह विलायक के प्रति किलोग्राम में मोलों की संख्या है

$$\text{मोललता} = \frac{\text{moles of solute}}{\text{mass of solvent (kg)}}$$

(a) मोललता की इकाई मोल किग्रा$^{-1}$ है।

(b) कभी–कभार विलायक की बजाए विलयन का द्रव्यमान दिया होता है, अतः विलेय का द्रव्यमान घटाकर विलायक का द्रव्यमान प्राप्त किया जाता है।

(c) अंक x के पश्चात् अनुलग्न 'm' लगाकर इसे प्रदर्शित किया जाता है। xm का अर्थ विलेय के x मोल विलायक के प्रति किग्रा में है।

(d) ताप के बढ़ने के साथ मोललता परिवर्तित नहीं होती है।

(e) मोलरता तथा मोललता के बीच सम्बन्ध

$$m = \frac{1000\ M}{1000\ d - MM_B}$$

यहाँ पर,

m = मोललता

M = मोलरता

d = ग्राम/लीटर में विलयन का घनत्व

M_B = विलेय का आण्विक भार

व्युत्पत्ति :–

$$\frac{M}{m} = \frac{\text{wt. of solvent}}{\text{Volume of solution}}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{W_A}{V\,(\text{litre})}$$

चूंकि, विलायक का भार = विलयन का भार × विलेय का भार

$$= V \times d - MM_B$$

इसलिए,

$$\frac{M}{m} = \frac{Vd - MM_B}{V}$$

$$m = \frac{MV}{Vd - MM_B}$$

2.3 मोल भिन्न (X)

(a) विलयन में किसी अवयव की मोल भिन्न उस अवयव की मोलों की संख्या व विलयन में उपस्थित सभी अवयवों के मोलों की कुल संख्या के अनुपात के बराबर होती है, अवयव A की मोल भिन्न x_A द्वारा प्रदर्शित की जाती है।

(b) माना, यहाँ दो अवयव A तथा B है।

$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$ तथा $X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$ यहाँ, X_A = विलायक की मोल भिन्न तथा X_B = विलेय की मोल भिन्न

यहाँ, $n_A = \frac{w_A}{m_A}$ (ग्राम में A का भार / A का आण्विक भार

$x_A + x_B = 1$)

(c) यह ताप अनिर्भर इकाई है।

(d) मोल भिन्न तथा
मोललता के बीच सम्बन्ध-
विलायक की मोल भिन्न,

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

विलेय की मोल भिन्न,

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

दोनों पक्षों को 1000 से गुणा करने पर

$$\frac{X_A}{X_B} \times 1000 = 1000 \times \frac{n_A}{n_B}$$

$$\frac{X_A}{X_B} = \frac{m \times M_A}{1000}$$

2.4 द्रव्यमान भिन्न :

अवयव का द्रव्यमान तथा अवयवों के कुल द्रव्यमान का अनुपात

A की द्रव्यमान भिन्न = $\frac{w_A}{w_A + w_B}$

जहाँ पर, w_A = A का आण्विक भार,

तथा w_B = B का आण्विक भार

2.5 मोल प्रतिशत :

100 मोल में एक अवयव के मोल की संख्या

मोल प्रतिशत = द्रव्यमान भिन्न × 100

2.6 ppm मापन :

(a) किग्रा विलयन में उपस्थित अवयव की mg में मात्रा

$$\text{ppm} = \frac{\text{Mass of solute}}{\text{Mass of solution}} \times 10^6$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{wt. of solute} + \text{wt. of solvent}} \times 10^6$$

(b) सामान्यतः इसे बहुत ही कम सान्द्रताओं के लिए प्रयोग किया जाता है।

2.7 नार्मलता (N) :

(a) विलयन के प्रति लीटर में उपस्थित विलेय के ग्राम तुल्यांकों की संख्या नार्मलता कहलाती है। इसकी इकाई ग्राम तुल्यांक प्रति लीटर होती है।

$$\text{नार्मलता} = \frac{\text{gram equivalent of solute}}{\text{Volume of solution (litres)}}$$

(b) नार्मलता =

$$\frac{\text{Wt. of solute} \times 1000}{\text{equivalent wt. of solute} \times \text{Volume of solution (ml)}}$$

(c) $N = \frac{W_B \times 1000}{E \times V}$ यहाँ, W_B = विलेय का भार

E = विलेय का तुल्यांक

(d) तुल्यांक $= N \times V_{(\text{लीटर})} = \frac{\text{wt. of solute}}{\text{equivalent wt. of solute}}$

(e) मिलीतुल्यांक $= N \times V_{(ml)}$

$$= \frac{\text{wt. of solute}}{\text{equivalent wt. of solute}} \times 1000$$

(f) विलयन का सामर्थ्य = N × विलेय का तुल्यांकी भार

(g) नार्मलता =

$$\frac{10 \times (\text{specific gravity or density}) \times \text{wt.\% of solute}}{\text{equivalent wt. of solute}}$$

(h) नार्मलता ताप निर्भर मात्राा (quantity) है।

(i) ग्राम / लीटर में सान्द्रता = तुल्यांकी भार × नार्मलता = आण्विक भार x मोलरता

Examples based on **विलयन तथा विलयन की सान्द्रता पर आधारित**

उदा.1 2 लीटर में 50 मिली तुल्यांक युक्त H_2SO_4 की नार्मलता ज्ञात करो-

(A) 0.25 (B) 0.025
(C) 0.0025 (D) 0.205 **(उत्तर. B)**

हल. ∵ N × V(In L) = तुल्यांक

$\therefore \quad N \times 2 = \frac{50}{1000}$

$N = \mathbf{0.025}$

उदा.2 जल में KOH के 6.90 M विलयन में 30% KOH का भार है। विलयन के घनत्व की गणना करो-

(A) 1.288 g mL^{-1} (B) 12.88 g mL^{-1}
(C) 24.88 g mL^{-1} (D) 2.488 g mL^{-1}

(उत्तर. A)

हल. KOH विलयन में 30% भार है

$\therefore$ KOH का भार = 30 ग्राम

तथा विलयन का भार = 100 ग्राम

$\therefore$ विलयन का आयतन = $\frac{100}{d}$

$$\therefore \text{ मोलरता } = 6.90 = \left(\frac{\frac{30}{56 \times \frac{100}{1000 \times d}}}{} \right)$$

$$= \mathbf{1.288\ g\ mL^{-1}}$$

उदा.3 1.82 धातु को वियोजित होने हेतु 32.5 mL N HCl की आवश्यकता होती है। धातु का तुल्यांक भार क्या होगा।

(A) 65 (B) 75

(C) 56 (D) 90 **(Ans. C)**

हल. $\because$ धातु का तुल्यांक भार = Meq. of HCl

या $\frac{1.82}{E} \times 1000 = 32.5 \times 1$

$\therefore$ $E = \mathbf{56}$

उदा.4 अर्ध मोलर विलयन के 250 ml प्राप्त करने के लिए ऑक्जेलिक अम्ल ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) की मात्रा की गणना करो-

(A) 15.75 g (B) 1.575 g

(C) 157.5 g (D) None **(उत्तर. D)**

हल. विलयन की मोलरता = 0.5 M

विलयन का आयतन = 250 ml

$\because$ ऑक्जेलिक अम्ल के मिली मोल

$$= M \times V\ (ml) = \frac{1}{2} \times 250$$

या $\frac{w}{M} \times 1000 = 0.5 \times 250$

$\therefore$ $w = \frac{250 \times 126}{2 \times 1000} = \mathbf{15.75\ g}$

उदा.5 एक ग्राम कैल्शियम O_2 के आधिक्य में जलता है तथा ऑक्साइड जल में घुलकर एक लीटर विलयन बनाता है। क्षारिय विलयन की नार्मलता की गणना करो-

(A) 0.005 (B) 0.50

(C) 0.05 (D) 1.05 **(उत्तर. C)**

हल. $Ca + ½O_2 \rightarrow CaO$

लिया गया तुल्यांक 1/20 excess

अभिक्रिया के पश्चात् 0 — 1/20 ($\because$ तुल्यांक = w/E)

तुल्यांक

$$N_{CaO} = \frac{1}{20 \times 1} = \mathbf{0.05} \left(\because N = \frac{\text{Eq.}}{\text{V in litre}} \right)$$

उदा.6 एक मोलल जलीय विलयन में इसकी मोल भिन्न क्या है-

(A) 0.108 (B) 0.018

(C) 0.008 (D) कोई नहीं **(उत्तर. B)**

हल. मोल भिन्न = $\frac{n_A}{n_A + n_B}$

$n_A = 1$ तथा $n_B = \frac{1000}{18} = 55.4$

$= \frac{1}{1+55.4} = \frac{1}{56.4} = \mathbf{0.018}$

उदा.7 $Ba(OH)_2$ विलयन के 200 ml. को उदासीन करने के लिए हमें 0.1 M H_2SO_4 के 100 ml मिलाते हैं। $Ba(OH)_2$ की नार्मलता क्या है ?

(A) 0.05 (B) 0.01

(C) 1.0 (D) 0.1 **(उत्तर. D)**

हल. (0.1 M $H_2SO_4 \equiv$ 0.2 N H_2SO_4)

$[H_2SO_4]\ N_1 V_1 = N_2 V_2\ [Ba(OH)_2]$

$0.2 \times 100 = N_2 \times 200$

$\mathbf{0.1 = N_2}$

उदा.8 1M NaOH विलयन के 10ml को उदासीन करने के लिए 1M H_2SO_4 के कितने आयतन की आवश्यकता होती है-

(A) 25 ml (B) 5 ml

(C) 10 ml (D) 20 ml **(उत्तर. B)**

हल. H_2SO_4 की नार्मलता = 2N

$N_1 V_1 = N_2 V_2$

$1N \times 10 = 2N \times V_2$

$\mathbf{5ml = V_2}$

भाग - *B* : अणुसंख्यक गुणधर्म

1. अणुसंख्यक गुणधर्म ::

अवाष्पशील विलेय से युक्त तनु विलयनों के कुछ गुणधर्म घुले हुए विलेय की प्रकृति पर निर्भर नहीं करते हैं, लेकिन केवल सान्द्रता अर्थात विलयन में उपस्थित विलेय के कणों की संख्या पर निर्भर करते हैं। ऐसे गुणधर्म अणुसंख्यक गुणधर्म कहलाते हैं। अणुसंख्यक गुणधर्मो के भली प्रकार ज्ञात चार मुख्य उदाहरण निम्न है-

(a) विलायक के वाष्प दाब में अवनमन

(b) विलयन का परासरण दाब

(c) विलायक के क्वथनांक में उन्नयन

(d) विलायक के हिमांक में अवनमन

2. द्रव का वाष्प दाब ::

दिये गये ताप पर द्रव के साथ जब वाष्प साम्यावस्था में है तो इसकी वाष्प द्वारा लगाया गया दाब वाष्प दाब कहलाता है। यह निम्न कारकों पर निर्भर करता है।

(i) विलायक की प्रकृति

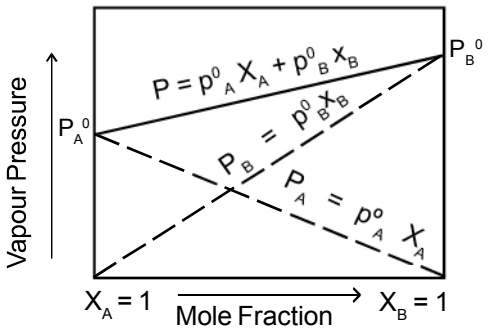
(ii) ताप

(iii) द्रव का पृष्ठीय क्षेत्रफल या द्रव की प्रतिशत शुद्धता। दूसरे शब्दों में एक द्रव की वाष्प सदैव इसके विलयन से अधिक होती है। आकर्षण बल अधिक होगा तो वाष्प दाब कम होता है तथा इसका विलोम भी सत्य हैं।

3. राउल्ट का नियम ::

(a) राउल्ट ने एक नियम दिया जिसके अनुसार दिये गये ताप पर अवाष्पशील विलेय युक्त विलयन में विलायक का वाष्प दाब इसकी मोल भिन्न के समानुपाती होता है।

गणितीय रूप में, $p = p^0 x \times$ विलायक



Vapour Pressure diagram for an ideal solution

(b) दो वाष्पीशील द्रवों के द्विअंगी विलयन के लिए राउल्ट नियम के अनुसार स्थिर ताप पर विलयन के किसी भी घटक का आंशिक वाष्पदाब, विलयन के शुद्ध घटक के वाष्प दाब तथा इसकी मोल भिन्न के गुणनफल के बराबर होता है, जैसा कि

$$p_A = p^0_A X_A \text{ तथा } p_B = p^0_B X_B$$

(c) दो घटक A तथा B युक्त इस प्रकार के विलयन का कुल वाष्प दाब P है।

$$P = p_A + p_B = p^0_A X_A + p^0_B X_B$$
$$= (1 - X_B) p^0_A + p^0_B X_B$$
$$= (p^0_B - p^0_A) X_B + p^0_A$$

यहाँ, p_A तथा p_B शुद्ध घटक के वाष्प दाब है तथा X_A व X_B क्रमशः घटक A व B की मोल भिन्न है।

P का ग्राफ सीधी रेखा होगा जो कि आदर्श विलयनो के लिए सत्य है। अतः विलायक में विलेय का मिलाना वाष्प दाव को कम अथवा अधिक कर सकता हैं। यह दोनो की आपेक्षिक वाष्पशीलता पर निर्भर करेगा।

(d) राउल्ट नियम को गणितीय रूप में निम्न प्रकार व्यक्त किया जाता है

$$\frac{P_0 - P_S}{P_0} = \frac{n}{n+N}$$

(i) यहाँ पर, P_0 = शुद्ध विलायक का वाष्प दाब

P_S = विलयन का वाष्प दाब

n = अवाष्पशील विलेय के मोल

N = विलायक के मोल

यदि विलयन बहुत तनु हो तो,

$$n << N$$

इसलिए,

$$\frac{P_0 - P_S}{P_0} = \frac{n}{N} \qquad \text{(ii)}$$

या $$\frac{P_0 - P_S}{P_0} = \frac{w/m}{W/M}$$

यहाँ पर, w = ग्राम में घुलित विलेय का भार

W = ग्राम में विलायक का भार

m = विलेय का आण्विक द्रव्यमान

M = विलायक का आण्विक भार

$$\frac{P_0 - P_S}{P_0} = \frac{w.m}{W.M} \qquad \text{(iii)}$$

यह व्यंजक (iii) विलेय के आण्विक भार की गणना करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

3.1 राउल्ट के नियम की सीमाएँ

(a) जैसा कि पूर्व में वर्णित किया गया है, राउल्ट नियम केवल बहुत तनु विलयनों पर ही लागू होता है।

(b) केवल अवाष्पशील विलेयों के लिए ही राउल्ट का नियम लागू किया जाता है।

(c) राउल्ट के नियम को उन विलेयों के लिये लागू नहीं किया जाता जो कि किसी विशेष विलयन में वियोजित या संयोजित होते हैं।

Examples based on **राउल्ट के नियम पर आधारित**

उदा.9 300 K पर, एक मोल A तथा 3 मोल B युक्त एक आदर्श विलयन का वाष्पदाब 550mmHg है। इसी ताप पर, इस विलयन में यदि एक मोल B मिलाया जाता है तो विलयन का वाष्प दाब 10mmHg से बढ़ जाता है। शुद्ध अवस्था में A तथा B के वाष्प दाब की गणना करो-

(A) 400 mm, 600 mm (B) 600 mm, 400 mm

(C) 200 mm, 300 mm (D) 300 mm, 200 mm **(उत्तर. A)**

हल. प्रारम्भ में, $P_M = P^o_A \cdot X_A + P^o_B \cdot X_B$

$$550 = P^o_A\left(\frac{1}{1+3}\right) + P^o_B\left(\frac{3}{1+3}\right)$$

या $P^o_A + 3P^o_B = 2200$

जब 1 मोल B और मिलाया जाता है तो

$$P_M = P^o_A \cdot X_A + P^o_B \cdot X_B$$

$$560 = P^o_A\left(\frac{1}{1+4}\right) + P^o_B\left(\frac{4}{1+4}\right)$$

या $P^o_A + 4P^o_B = 2800$

(i) तथा (ii) से

$$P^o_A = 400 \text{ mm} \; ; \; P^o_B = 600 \text{ mm}$$

उदा.10 310°C पर शुद्ध द्रव 'A' का वाष्पदाब 120 टॉर है। इस द्रव का वाष्प दाब द्रव B के साथ विलयन में 72 टॉर है। यदि मिश्रण राउल्ट नियम का पालन करता है तो विलयन में 'A' की मोल भिन्न की गणना करो-

(A) 0.06 (B) 0.9

(C) 0.3 (D) 0.6 **(उत्तर. D)**

हल. शुद्ध घटक A का वाष्पदाब दिया है, 'A', $P^o_A = 120$ टॉर

'A' का आंशिक वाष्प दाब $P_A = 72$ टॉर

माना विलयन में इसकी मोल भिन्न x_A है, तो राउल्ट नियम के अनुसार

$$P_A = P^o_A \cdot x_A$$

$$72 = 120 \times x_A$$

या $$x_A = \frac{72}{120} = \mathbf{0.6}$$

उदा.11 37°C पर, A (अणुभार = 140) के 28% (द्रव्यमान) युक्त जलीय विलयन का वाष्प दाब 160mm है। शुद्ध द्रव A का वाष्प ज्ञात कीजिए (37°C पर जल का वाष्प दाब 150mm है)-

(A) 3.583 mm (B) 35.83 mm

(C) 358.3 mm (D) None **(उत्तर. C)**

हल. हम जानते हैं कि दो मिश्रणीय द्रवों के मिश्रण के लिए-

$$P \text{ कुल} = P^o_A \cdot x_A + P^o_B \cdot x_B$$

यहाँ पर x_A तथा x_B द्रव A तथा B, की मोल भिन्न है, तथा P^o_A व P^o_B इनके वाष्प दाब है।

द्रव 'A' के मोल = $\frac{28}{140} = 0.2$

जल (द्रव B) के मोल = $\frac{72}{18} = 4$

विलयन में कुल मोल की संख्या = 4 + 0.2 = 4.2

A की मोल भिन्न = $\frac{0.2}{4.2} - 0.048$

जल (B) की मोल भिन्न = 1 – 0.048 = 0.952

$P_{\text{कुल}}$ = विलयन का वाष्प दाब = 160 mm (दिया है)

इसलिए, $160 = P^o_a \times 0.048 + 150 \times 0.952$

या $P^o_A \times 0.048 = 160 - 142.8 = 17.2$

या $$P^o_A = \frac{17.2}{0.048} = 358.3 \text{ mm}$$

4. आदर्श विलयन

आदर्श विलयन वह होते हैं जिनमें विलेय–विलेय तथा विलायक–विलायक की पारस्परिक क्रिया, विलेय–विलायक की पारस्परिक क्रिया के लगभग समान होती है। आदर्श विलयन ताप तथा सान्द्रताओं की सभी परास के लिए राउल्ट के नियम की पालना करते हैं।

$$\Delta H_{mix} = 0$$

$$\Delta V_{mix} = 0$$

उदा. हेक्सेन + हेप्टेन, एथिल क्लोराइड + एथिल ब्रोमाइड, क्लोरो बेन्जीन + ब्रोमोबेन्जीन इत्यादि।

5. अनादर्श विलयन

(a) अन आदर्श विलयन वह होता है जिसमें विलेय–विलेय तथा विलायक–विलायक की पारस्परिक क्रिया, विलेय–विलायक की पारस्परिक क्रिया से अलग होती है। अन आदर्श विलयन राउल्ट के नियम की पालना सभी सान्द्रताओं पर नहीं करता है।

$$\Delta H_{mix} \neq 0$$
$$\Delta V_{mix} \neq 0$$

(b) इस प्रकार के अन आदर्श विलयन आदर्श व्यवहार से दो प्रकार का विचलन प्रदर्शित करते हैं।

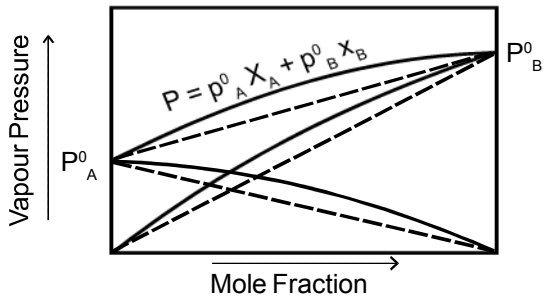
(i) यदि $\Delta V_{mix} > 0$ और $\Delta H_{mix} > 0$, तब अन आदर्श विलयन धनात्मक विचयन प्रदर्शित करते हैं।

(ii) यदि $\Delta V_{mix} < 0$ और $\Delta H_{mix} < 0$, तब अन आदर्श विलयन ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करते हैं।

5.1 अन आदर्श विलयन के प्रकार

(a) धनात्मक विचलन प्रदर्शित करने वाले अनआदर्श विलयन: इस प्रकार के केस में प्रत्येक घटक का प्रेक्षित वाष्प दाब तथा कुल वाष्प दाब, राउल्ट के नियम से ज्ञात किये गये वाष्प दाब से अधिक होता है जोकि–

$$p_A > p^0_A X_A,$$
$$p_B > p^0_B x_B,$$
$$P > p_A > p_B$$



यह इसलिये है क्योंकि नये अन्तराकर्षण शुद्ध अवयव में उपस्थित अन्तराकर्षण से दुर्बल होते हैं।

उदा. एसीटोन + एथिल एल्कोहॉल,

जल + एथिल एल्कोहॉल,

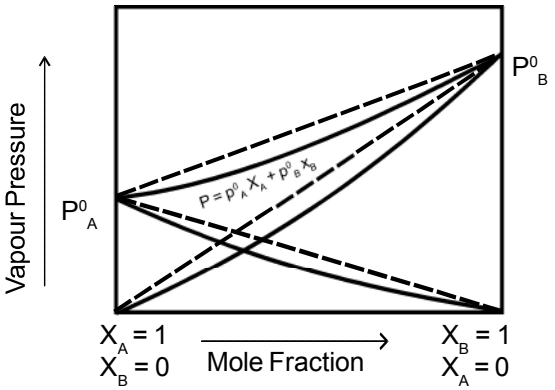
$CCl_4 + CHCl_3$

एथेनोल + $CHCl_3$

राउल्ट नियम (बिन्दुवत् रेखाऐं) से धनात्मक विचलन (गहरी रेखाऐं)

(b) ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करने वाले अन आदर्श विलयन: ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करने वाले अन आदर्श विलयन : इस प्रकार की घटना में, प्रत्येक घटक का प्रेक्षित वाष्प दाब तथा कुल वाष्प दाब, राउल्ट के नियम से ज्ञात किये गये वाष्प दाब से कम होता है जो कि–

$$p_A < p^0_A X_A,$$
$$p_B < P^0_B X_B,$$
$$P < p_A + p_B$$



यह इसलिये है क्योंकि नवनिर्मित अन्तराकर्षण शुद्ध अवयव के अन्तराकर्षण से प्रबल है।

उदा. एसीटोन + एनिलीन

HCl + जल

HNO_3 + जल

जल + H_2SO_4 आदि

राउल्ट नियम (बिन्दुवत रेखाऐं) से ऋणात्मक विचलन (गहरी रेखाऐं)

नोट: आदर्श विलयनों के लिए $\Delta S_{mix} > 0$ होता है। चुंकि मिश्रित करने पर कणों की संख्या बढती है। अतः धनात्मक व ऋणात्मक विचलन विलयन होता है।

6. स्थिर क्वाथी मिश्रण

दो द्रवों का स्थिर क्वाथी मिश्रण वह है जो कि स्थिर ताप पर उबलता है तथा अपने संगठन में अपरिवर्तित रूप में आसुत किया जा सकता है। ये अनादर्श विलयनों द्वारा बनते हैं।

6.1 स्थिर क्वाथी मिश्रण के प्रकार

(a) 'कम उबलने वाले स्थिर क्वाथी' दो द्रवों के मिश्रण होते हैं जिनका क्वथनांक दोनों शुद्ध घटकों की अपेक्षा कम होता है। ये धनात्मक विचलन दर्शाने वाले अनादर्श विलयन द्वारा बनते हैं।

उदा. एथेनॉल (95.5%) + जल (4.5%)मिक्षण ; 351.15 K पर उबलता है।

(b) अधिक उबलने वाले स्थिर क्वांथी (Azeotropic) दो द्रवो के मिश्रण होते है जिनका क्वथनांक अन्य दो शुद्ध घटकों से अधिक होता है। ये उन अन आदर्श विलयनों से बनते है जो ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करते है।

उदा. HNO_3(68%) + जल (32%)मिक्षण; 393.5 K पर मिश्रण उबलता है।

7. परासरण दाब (π)

(a) किसी विलयन का परासरण दाब उस अतिरिक्त दाब के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो अर्धपारगम्य झिल्ली द्वारा इसमें विलायक के प्रवाह को राकने के लिए प्रयुक्त होता हैं। परासरण दाब अन्य विभिन्न तरीकों में भी परिभाषित किया जा सकता है

(b) परासरण दाब वह अतिरिक्त दाब है जो किसी दिये हुए विलयन के वाष्प दाब को बढ़ाने के लिए प्रयुक्त किया जाता है जब तक कि यह विलयन के समान हो जाये।

(c) परासरण दाब ऋणात्मक दाब है जो शुद्ध विलायक के लिए इसका वाष्प दाब घटाने में प्रयुक्त किया जाता है जब तक कि यह विलयन के दाब के बराबर न हो जाये।

(d) परासरण दाब द्रव स्थैतिक दाब है जब किसी विलयन में विलायक से अर्द्धपारगम्य झिल्ली द्वारा पृथक किया जाता हैं।

7.1 गणितीय व्यजंक

$$\boxed{\pi = cRT}$$

c = सान्द्रता $(mol.L^{-1})$

R = गैस नियतांक $(mol.L^{-1})$

T = परिशुद्ध ताप $(mol.L^{-1})$

8. तनु विलयनों के अणुसंख्य गुणधर्म

(a) एक तनु विलयन वह होता है जिसमें विलेय की मात्रा विलायक से काफी कम होती है।

(b) अवाष्पशील विलेय युक्त तनु विलयन कुछ विशेष गुण दर्शाते हैं जो कि केवल इनके स्वभाव के क्रम में विलयन में उपस्थित विलेय कणों की संख्या पर निर्भर करता है। ये गुण अणुसंख्य गुणधर्म कहलाते हैं।

(c) अणुसंख्य गुणधर्म है-

(i) वाष्पदाब में आपेक्षिक अवनमन

(ii) क्वथनांक में उन्नयन

(iii) हिमांक में अवनमन

(iv) परासरण दाब

8.1 विभिन्न अणुसंख्य गुणधर्मो के लिए व्यंजक

(a) परासरण दाब $(\pi) = \frac{n}{V}RT = CRT$

जब V लीटर आयतन में W ग्राम विलेय घोला जाता हो, तथा M विलेय का मोलर भार हो तब

$$\pi = \frac{WRT}{MV} \qquad \left[\because n = \frac{W}{M}\right]$$

जब ऊंचाई भी हो तब $\pi = hdg$

(h = ऊँचाई, d = घनत्व, g = गुरूत्वीय त्वरण)

समपरासरी विलयन के लिये

$$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2} \qquad [\because \pi_1 = \pi_2]$$

या $$\frac{W_1}{M_1V_1} = \frac{W_2}{M_2V_2}$$

(b) वाष्प दाब में आपेक्षिक अवनमन :

$$\frac{p_A^0 - p_A}{p_A^0} = X_B = \frac{n}{n+N}$$

[n = विलेय के मोल, N = विलायक के मोल]

(c) क्वथनांक में उन्नयन :

$$\Delta T_b = k_b \times m = \frac{k_b \times W_B \times 1000}{M_B \times W_A}$$

(d) हिमांक में अवनमन :

$$\Delta T_f = k_f \times m = \frac{k_f \times W_B \times 1000}{M_B \times W_A}$$

यहॉ पर A = विलायक को दर्शाता है।

B = विलेय

मोलल उन्नयन स्थिरांक (k_b)

$$k_b = \frac{RT_b^2}{1000\ell_v} \qquad [\ell_v = \text{वाष्पीकरण की गुप्त उष्मा}]$$

मोलल अवनमन स्थिरांक (k_f)

$$k_f = \frac{RT_f^2}{1000\ell_f} \quad [\ell_f = \text{संगलन की गुप्त उष्मा}]$$

Examples based on तनु विलयनों के अणु संख्य गुणधर्मो पर आधारित

उदा.12 6 ग्राम ग्लूकोज प्रति 1000 ग्राम जल युक्त विलयन किस ताप पर उबलता है, यदि जल के लिए मोलल उन्नयन नियतांक 0.52/1000 ग्राम हो-

(A) 1000.173ºC (B) 100.0173ºC

(C) 100.173ºC (D) None **(उत्तर. B)**

हल. w = 6g, W = 1000 g, ग्लूकोज का आण्विक भार = 180

$$\Delta T_b = \frac{1000 \times K_b \times w}{m \times W} = \frac{1000 \times 0.52 \times 6}{180 \times 1000} = 0.0173^ºC$$

अतः विलयन का क्वथनांक = जल का क्वथनांक $+ \Delta T_b = 100 + 0.0173 = 100.0173^ºC$.

उदा.14 यदि बर्फ की संगलन की गुप्ता ऊष्मा 0ºC पर 80 केलोरी प्रति ग्राम हो तो जल के लिए मोलल अवनमन नियतांक की गणना करो -

(A) 18.63 (B) 186.3

(C) 1.863 (D) 0.1863 **(उत्तर. C)**

हल. $K_f = \frac{RT^2_f}{1000\ \ell_v}$ यहाँ $R = 2$ cals,

$T_f = 0 + 273 = 273$ K, $\ell_f = 80$ cals

$$K_f = \frac{2 \times 273 \times 273}{1000 \times 80} = 1.863$$

उदा.15 जल के लिए मोलल उन्नयन नियतांक की गणना करो जो कि 536 कैलोरी प्रति ग्राम अवशोषण के साथ 100ºC पर वाष्पीकृत होता है (R = 2 cals)-

(A) 0.519ºC (B) 0.0519ºC

(C) 1.519ºC (D) 2.519ºC **(उत्तर. A)**

हल. विलायक का मोलल उन्नयन स्थिराक

$$K_b = \frac{RT^2_b}{\ell_v \times 1000}$$

$$= \frac{2 \times 373 \times 373}{536 \times 1000} = 0.519ºC$$

उदा.16 CCl_4 (घनत्व = 1.58 g cm^{-3}) का वाष्पदाब 30ºC पर 143 mm. है। एक अवाष्पशील विलेयन (आण्विक भार 65) 0.5 g ग्राम को 100 ml CCl_4 में घोला जाता है। विलयन के वाष्पदाब की गणना करो-

(A) 141.93 mm (B) 14.193 mm

(C) 1.4193 mm (D) None **(उत्तर. A)**

हल. यहाँ पर w = 0.5 g, W = 100 × 1.58 = 158 g (चूंकि d = W / V), m = 65,

CCl_4 का M = 154. $\frac{p^o - p}{p^o} = \frac{wM}{mW}$

या $\frac{143 - p}{143} = \frac{0.5 \times 154}{65 \times 158}$ या $p = 141.93$ mm

9. व्युत्क्रम परासरण

यदि एक दाब जो परासरण दाब से अत्यधिक है विलयन पर लगाया जाता है, तो विलायक अर्द्धपारगम्य झिल्ली द्वारा विलयन से शुद्ध विलायक में प्रवाहित होगा। चूंकि यहां विलायक का प्रवाह सामान्य परासरण में प्रेक्षित दिशा से विपरीत दिशा में है, इसलिए क्रिया व्युत्क्रम परासरण कहलाती है।

10. समपरासरी विलयन

(a) विलयनों का एक युग्म जिनके परासरण दाब समान होते हैं समपरासरी विलयन के नाम से जाने जाते हैं। यदि ऐसे दो विलयन अर्द्धपारगम्य झिल्ली द्वारा पृथक् किये जाते हैं, तो विलायक का एक विलयन से दूसरे विलयन की ओर कोई स्थानान्तरण नहीं होता, समान परासरण दाब वाले विलयन अर्द्धपारगम्य झिल्ली द्वारा पृथक् किये जाने पर समपरासरी विलयन कहलाते हैं।

(b) समपरासरी विलयनों की मोलर सान्द्रता समान होती है।

उदा. 0.85% NaCl विलयन रक्त के साथ समपरासरी पाया जाता है।

(c) एक विलयन जिसका परासराण दाब दूसरे से कम या अधिक होता है तो यह दूसरे विलयन की तुलना में क्रमशः अल्पपरासरी या अतिपरासरी विलयन कहलाता है।

(d) जब अल्पपरासरी विलयन में रखा जाता है, तो कोशिकायें फूल जाती है। (हिमोलिसिस)

(e) जब इन्हें अतिपरासरी विलयन में रखा जाता है तो कोशिकायें संकुचित हो जाती है (प्लाज्मोलिसिस)। जब उर्वरक (जैसे यूरिया) का आधिक्य प्रयुक्त किया जाता है, तो प्लाज्मोलिसिस की क्रिया होती है तथा पौधे शुष्क हो जाते है। (कुम्हलाना)।

11. विद्युत अपघट्यों के अणुसंख्यक गुणधर्म

विलयनों के अणुसंख्यक गुणधर्म जैसे– वाष्प दाब में अवनमन, परासरण दाब, क्वथनांक में उत्पन्न तथा हिमांक में अवनमन केवल विलयन में उपस्थित विलेय कणों की कुल संख्या पर निर्भर करता है। चूंकि विद्युत अपघट्य आयनित होकर विलयन में प्रति सूत्रा इकाई एक कण से अधिक प्रदान करता है। अतः किसी विद्युत अपघट्य विलयन का अणुसंख्यक प्रभाव सदैव समान मोलर सान्द्रता के विद्युत अनपघट्य विलयन से अधिक होता है। अणुसंख्यक गुणधर्म, विलयन में कणों की संख्या पर निर्भर करते हैं।

(a) अणुसंख्यक गुणधर्म ∝ कणों की संख्या

∝ अणुओं की संख्या (विद्युत अनअपघट्य की स्थिति में)

∝ आयनों की संख्या (विद्युत अपघट्य की स्थिति में)

∝ विलेय के मोलों की संख्या

∝ विलेय की मोल भिन्न

(b) समान मोलर सान्द्रता के विभिन्न विलेय पदार्थो के लिए, अणुसंख्यक गुणधर्मो का परिमाण उस विलयन के लिए अधिक होता है जो आयनिकरण पर कणों की अधिक संख्या प्रदान करता है।

(c) विभिन्न अनअपघट्य विलेय पदार्थो की समान मोलर सान्द्रता के भिन्न विलयनों के लिए अणुसंख्यक गुणधर्मो का परिमाण सभी के लिए समान होगा।

(d) समान विलेय की विभिन्न मोलर सान्द्रताओं के लिए अणुसंख्य गुणधर्म का परिमाण अधिक सान्द्रित विलयन के लिए अधिक होता है।

(e) विभिन्न विलेयों लेकिन समान प्रतिशत शक्ति के विलयनों के लिए अणुसंख्यक गुण का परिमाण कम अणुभार वाले विलेय के लिए अधिक होता है।

(f) समान प्रतिशत शक्ति के विभिन्न विलेयों के विलयनों के लिए अणुसंख्यक गुण का परिमाण उस विलेय से अधिक होता है जो कणों की अधिक संख्या प्रदान करता है। जो अणु भार तथा इसके आयन व्यवहार द्वारा ज्ञात की जा सकती है।

उदाहरण: यूरिया NaCl, $BaCl_2$, Na_3PO_4 तथा $Al_2(SO_4)_3$ के 0.1M विलयनों में –

(i) $Al_2(SO_4)_3$ विलयन का वाष्प दाब तथा हिमांक न्यूनतम होगा जबकि क्वथनांक उच्चतम होगा।

(ii) चारो अणुसंख्यक गुणों के मान $Al_2(SO_4)_3$ विलयन के लिए अधिकतम होंगे।

उदाहरण: यूरिया, ग्लूकोस तथा सुक्रोस के 1% विलयनों में-

(i) यूरिया विलयन का वाष्प दाब तथा हिमांक न्यूनतम होते है तथा क्वथनांक अधिकतम होगा।

(ii) यूरिया विलयन के लिए चारों अणुसंख्यक गुण अधिकतम होते है।

उदाहरण : 0.1M ग्लूकोज, 0.15M यूरिया तथा 0.2M सुक्रोज विलयनों में

(i) सुक्रोज विलयन का वाष्प दाब तथा हिमांक न्यूनतम होता है, तथा क्वथनांक अधिक होता है।

(ii) सुक्रोज विलयन के लिए चारों अणुसंख्यक गुण अधिकतम होते हैं।

12. वान्ट हॉफ कारक ::

कुछ विलेय विलयन में संयुग्मित या वियोजित होते है जिससे आण्विक भार का असामान्य व्यवहार पाया जाता है। इस प्रकार विलयन में विलेय के संयुग्मन या वियोजन की मात्रा जानने के लिये वान्ट हॉफ ने एक कारक का निर्धारण किया जिसे आयोटा (i) द्वारा इंगित किया जाता है। इस विलेय के सामान्य द्रव्यमान व प्रेक्षित आण्विक द्रव्यमान को अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।

$$i = \frac{\text{Normal molar mass}}{\text{Observed molar mass}} ;$$

$$i = \frac{\text{Observed colligative property}}{\text{Normal colligative property}}$$

$$i = \frac{\text{Observed osmotic pressure}}{\text{Normal osmotic pressure}} ;$$

$$i = \frac{\text{Actual number of paticles}}{\text{No. of particles for no ionisation}}$$

12.1 वान्ट हॉफ कारक तथा संयुग्मन की मात्रा: यदि विलेय A संयुग्मित अणु A_n का निर्माण करता है तथा α संयुग्मन की मात्राा हो तब

$$nA \rightleftharpoons A_n$$

प्रारम्भिक मोल	1 मोल	0
संयुग्मित परिवर्तन	$-\alpha$ मोल	$+\alpha/n$ मोल
साम्य मोल	$(1-\alpha)$ मोल	α/n मोल

संयुग्मन के बाद कुल मोलों की संख्या

A का 1 मोल $= (1 - \alpha) + (\alpha/n)$ मोल

$$= (1 - \alpha)\left(1 - \frac{1}{n}\right) \text{ मोले}$$

वान्ट हॉफ कारक (i)

$$= \frac{\text{Number of moles after association}}{\text{Normal number of mole taken}}$$

$$= \frac{(1-\alpha)(1-1/n)}{1} = 1 - \alpha\left(1-\frac{1}{n}\right)$$

$$= 1-\alpha+\frac{\alpha}{n}$$

$\therefore$ संयुग्मन की मात्रा $\boxed{\alpha = (1-i)\frac{n}{n-1}}$

12.2 वान्ट हॉफ कारक तथा वियोजन की मात्रा : यदि विलेय के अणु वियोजन पर n आयन देते हो तथा α वियोजन की मात्राा हो तब

$$(A)_n \rightleftharpoons nA$$

प्रारम्भिक मोल	1 मोल	आयन
वियोजन परिवर्तन	$-\alpha$ मोल	$+ n\alpha$ मोल
साम्य मोल	$(1 - \alpha)$ मोल	$n\alpha$ मोल

1 मोल A के वियोजन के बाद कुल मोलों की संख्या

$= [(1 - \alpha) + n\alpha]$ मोल $= 1 + \alpha (n - 1)$ मोल

$\therefore$ वान्ट हॉफ कारक (i) =

$$= \frac{\text{Number of moles after dissociation}}{\text{Number of moles taken(normal)}}$$

$$= \frac{1+\alpha(n-1)}{1} = 1 + \alpha (n - 1)$$

$$= 1 + n\alpha - \alpha$$

$\therefore$ वियोजन की मात्राा $\boxed{(\alpha) = \frac{i-1}{n-1}}$

Examples based on वान्ट हॉफ कारक पर आधारित

उदा.16 27ºC पर 1250ml विलयन में 7.6 ग्राम KB है का परासरण 1.804atm पाया गया। आयनन की मात्राा तथा वाण्ट हॉफ कारक की गणना करो-

(A) 43.4% (B) 45.4%

(C) 4.34% (D) 4.45% **(उत्तर. A)**

हल. $\pi_{exp} = 1.804$ atm

यद्वपि $\pi_N \times V = \frac{w}{m} ST$

$\therefore \pi_N \times \frac{1250}{1000} = \frac{7.6}{119} \times 0.0821 \times 300$

$\therefore \pi_N = 1.258$ atm

$\because$ (i) $= \frac{\pi_{exp}}{\pi_N} = 1 + \alpha$

या $i = 1 + \alpha = \frac{1.804}{1.258} = 1.434$

इस प्रकार, वान्ट हॉफ कारक

$i = 1.434$

तथा $\alpha = 0.434$ या 43.4%

उदा.17 20.0 ग्राम बेन्जीन में 0.2 ग्राम एसीटीक अम्ल के विलयन का हिमांक 0.45ºC कम होता है। बेन्जीन में एसीटीक अम्ल के सयंग्मन की मात्राा की गणना करो–बेन्जीन के $K_f = 5.12$ K mol^{-1} kg.

(A) 49.5 % (B) 94.5%

(C) 85.5% (D) 58.5% **(उत्तर. B)**

हल. दिया है, w = 0.2 g, W = 20 g, $\Delta T = 0.45ºC$

$$\Delta T = \frac{1000 \times K \times w}{m \times W}$$

or $$0.45 = \frac{1000 \times 5.12 \times 0.2}{20 \times m}$$

$\therefore$ m(प्रेसित) = 113.78

अब $2CH_3COOH \rightleftharpoons (CH_3COOH)_2$

संगुणन से पहले 1 0

संगुणन के पश्चात $1 - \alpha$ $\alpha/2$

यहाँ पर α संगुणन की मात्राा

$$\therefore \frac{m_{\text{िफपस}}}{m_{\text{ध्क्रिच}}} = 1 - \alpha + \alpha/2$$

या $$\frac{60}{113.78} = 1 - \alpha + \alpha / 2$$

या α **= 0.945**

या **94.5 %**

उदा.18 KCl (आण्विक भार = 74.5) का 0.6% जलीय विलयन –0.2ºC पर जमता है। KCl की वियोजन की मात्राा तथा वान्ट हॉफ कारक की गणना करो-

(जल के लिए $K_f = 1.86ºC$)

(A) 29.7 % (B) 2.97 %

(C) 5.56 % (D) 55.6% **(उत्तर. A)**

हल. KCl का प्रेक्षित आण्विक भार $= \frac{1000 \times K_f \times w}{\Delta T_f \times W}$

$$= \frac{1000 \times 1.86 \times 0.6}{100 \times 0.2} = 55.8$$

वान्ट हॉफ कारक,

$$i = \frac{\text{ह।पापै फापरुवा।यम ज्ञ्म}}{\text{ध्क्षिप्त रुवा।यम ज्ञ्म}}$$

$$= \frac{74.5}{55.8} = 1.33$$

माना x KCl के वियोजन की मात्राा है,

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

1 0 0

1 – x x x

वियोजन के पश्चात् कणों की संख्या

= 1 – x + x + x = 1 + x

इस प्रकार $\frac{\text{िफपस रुवा।यम ज्ञ्म}}{\text{ध्क्रिच रुवा।यम ज्ञ्म}} = \frac{74.5}{55.8} = \frac{1+x}{1}$

या x = 0.297 या **29.7%**

द्रव अवस्था

द्रव अवस्था के पाठ्यक्रम में द्रवों के गुणधर्म, वाष्पदाब, पृष्ठ तनाव तथा श्यानता आते है जिन्हे भौतिक विज्ञान में विस्तारपूर्वक पढ़ाया गया है।

हल सहित उदाहरण

उदा.1 0.672 N विलयन के 85.5 cm^3 बनाने के लिए सोडियम ब्रोमेट विलयन की कितनी संहति आवश्यक है। जब अर्द्धअभिक्रिया निम्न हो-

$$BrO_3^- + 6H^+ + 6e \rightarrow Br^- + 3H_2O$$

(A) 1.146 g (B) 1.246g
(C) 1.346 g (D) 1.446 g **(उत्तर. D)**

हल. चूंकि अभिक्रिया में 6 इलेक्ट्रॉन सम्मिलित होते हैं, दिया हुआ है-

मोलरता = $\frac{\text{गपमश्च चप}}{6} = \frac{0.672}{6} = 0.112M$

$NaBrO_3$ की मोलर सहंति = 151 ग्राम $मोल^{-1}$

आवश्यक विलयन बनाने के लिए $NaBrO_3$ की सहंति

$= \frac{0.112}{1000} \times 85.5 \times 151 = 1.446$ ग्राम

उदा.2 सल्फ्यूरिक अम्ल की 13% सहंति युक्त एक विलयन का घनत्व 1.09 ग्राम/मिली है। विलयन की मोलरता तथा नार्मलता की गणना करो-

(A) 1.445 M (B) 14.45 M
(C) 144.5 M (D) 0.1445 M **(उत्तर. A)**

हल. विलयन के 100 ग्राम का आयतन = $\frac{100}{d}$

$= \frac{100}{1.09}$ mL $= \frac{100}{1.09 \times 1000}$ लीटर

$= \frac{1}{1.09 \times 10}$ लीटर

विलयन के 100 ग्राम में H_2SO_4 के मोलों की संख्या

$= \frac{13}{98}$

मोलरता = $\frac{H_2SO_4 \text{ म कमपक्षपाम जाृबिसप}}{\text{थज्ब्व भकायथसग म प रवमसचग}}$

$= \frac{13}{98} \times \frac{1.09 \times 10}{1} = 1.445$ M

उदा.3 शुद्ध जल की मोलरता की गणना करो (d = 1 g/L)

(A) 555 M
(B) 5.55 M
(C) 55.5 M
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं **(उत्तर. C)**

हल. जल के 1000 mL की विवेचना करो

जल के 1000 mL का द्रव्यमान

= 1000 × 1 = 1000 ग्राम

जल के मोलों की संख्या = $\frac{1000}{18}$ = 55.5

मोलरता = $\frac{\text{तथ म कमपक्षपाम जाृबिसप}}{\text{थज्ब्व भकरवमसचग}}$

$= \frac{55.5}{1} = 55.5$ M

उदा.4 250 मिली विलयन बनाने के लिए सोडियम कार्बोनेट (निर्जलीय) की आवश्यक मात्राा की गणना करो-

(A) 2.65 ग्राम
(B) 4.95 ग्राम
(C) 6.25 ग्राम
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं **(उत्तर. A)**

हल. हम जानते हैं कि

मोलरता = $\frac{W}{M \times V}$

यहाँ पर;

W = ग्राम में Na_2CO_3 का द्रव्यमान

M = ग्राम में Na_2CO_3 का आण्विक द्रव्यमान = 106

V = लीटर में विलयन का आयतन = $\frac{250}{1000}$ = 0.25

मोलरता = $\frac{1}{10}$

अत :, $\frac{1}{10} = \frac{W}{106 \times 0.25}$

या $W = \frac{106 \times 0.25}{10}$ = 2.65 ग्राम

उदा.5 ऑक्सेलिक अम्ल विलयन के 10ml को पूर्णतः ऑक्सीकृत करने के लिए 0.02 M $KMnO_4$ के 20ml आवश्यक है। ऑक्सेलिक अम्ल विलयन की मोलरता क्या है-

(A) 0.1 M (B) 0.4 M
(C) 1.0 M (D) 4.0 M **(उत्तर. A)**

हल. सम्बन्धित अभिक्रिया है

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5(COOH)_2 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

[For $KMnO_4$] [ऑक्जेलिक अम्ल के लिए]

V_1 = 20 ml V_2 = 10ml

M_1 = 0.02 M M_2 = ?

n_1 = 2 n_2 = 10

$$\frac{M_1 V_1}{n_1} = \frac{M_2 V_2}{n_2}$$

$$\frac{0.02 \times 20}{2} = \frac{M_2 \times 10}{10}$$

$$M_2 = \frac{0.02 \times 20 \times 10}{10 \times 2} = \mathbf{0.1\ M}$$

उदा.6 H_2SO_4 विलयन की मोललता ज्ञात कीजिए जिसका विशिष्ट गुरूत्व 1.98 g ml^{-1} हो तथा 95% H_2SO_4 आयतन हो-

(A) 7.412 (B) 8.412
(C) 9.412 (D) 10.412 **(उत्तर. C)**

हल. H_2SO_4 का आयतन 95% है
H_2SO_4 का भार = 95g
विलयन का आयतन = 100ml

$\therefore$ H_2SO_4 के मोल = $\frac{95}{98}$, तथा विलयन का भार = 100 x 1.98 = 198 g

जल का भार = 198 – 95 = 103 g

मोललता = $\frac{95 \times 1000}{98 \times 103}$ = 9.412

अतः H_2SO_4 विलयन की मोललता 9.412 है।

उदा.7 93% H_2SO_4 आयतन के 1 लीटर विलयन की मोललता की गणना करो। विलयन का घनत्व 1.84 ग्राम/मिली. है-

(A) 9.42 (B) 10.42
(C) 11.42 (D) 12.42 **(उत्तर. B)**

हल. दिया है 93% H_2SO_4 आयतन
H_2SO_4 का भार = 93 ग्राम
विलयन का आयतन = 100ml
$\therefore$ विलयन का भार = 100 × 1.84 gm = 184 gm
जल का भार = 184 - 93 = 91 gm

मोललता = $\frac{\text{भपकथ्}}{\text{ामहशर्(भकला मप ज्ञा}}$

$= \frac{93 \times 1000}{98 \times 91} = 10.42$

उदा.8 माना कि 5 ग्राम CH_3COOH एक लीटर एथेनॉल में घोले जाते हैं। यह मानते हुए कि इनमें कोई अभिक्रिया नहीं होती, परिणामी विलयन की मोललता की गणना करो, यदि एथेनॉल का घनत्व 0.789 ग्राम/मिली. हो-

(A) 0.0856 (B) 0.0956
(C) 0.1056 (D) 0.1156 **(उत्तर. C)**

हल. CH_3COOH का घुलित भार = 5g

CH_3COOH का तुल्यांक = $\frac{5}{60}$

एथेनॉल का आयतन = 1 लीटर = 1000 मिली.
$\therefore$ एथेनॉल का भार = 1000 × 0.789 = 789 ग्राम

$\therefore$ विलयन की मोललता = $\frac{\text{ायथकस भ्मसकथ}}{\text{ामहशर्(भकसथपसा मप ज्प}}$

$= \frac{5}{\frac{60 \times 789}{1000}} = 0.1056$

उदा.9 500 ml में घुलित 0.5 ग्राम NaOH युक्त विलयन की मोलरता तथा नार्मलता की गणना करो-

(A) 0.0025 M, 0.025 N
(B) 0.025 M, 0.025 N
(C) 0.25 M, 0.25 N
(D) 0.025 M, 0.0025 N **(उत्तर. B)**

हल. घुलित NaOH का भार = 0.5 gm
NaOH विलयन का आयतन = 500 ml

मोलरता की गणना :

NaOH के 0.5 g = $\frac{0.5}{40}$ मोल NaOH

[$\because$ NaOH का आ. भार = 40]

= 0.0125 मोल

इस प्रकार विलयन 500 ml में NaOH = 0.0125 मोल
$\therefore$ 1000 ml विलयन में होंगे

$= \frac{0.0125}{500} \times 1000 = 0.025$ M

अतः विलयन की मोलरता = 0.025 M

नार्मलता की गणना

चूंकि NaOH एक अम्लीय है;
NaOH का तुल्यांकी भार = NaOH का आण्विक भार = 40

$\therefore$ 0.5 ग्राम NaOH = $\frac{0.5}{40}$ ग्राम तुल्यांक = 0.0125 ग्राम तुल्यांक

इस प्रकार 500 ml विलयन में NaOH = 0.0125 ग्राम तुल्यांक

$\therefore$ 1000 ml विलयन में होंगे = $\frac{0.0125}{500} \times 1000$
= 0.025

अतः विलयन की नार्मलता = 0.025 N

उदा.10 प्रति 250 ग्राम जल 3.0 ग्राम यूरिया युक्त जलीय विलयन में विलेय की मोललता तथा मोल भिन्न की गणना करो (यूरिया का आण्विक भार = 60)-

(A) 0.2 m, 0.00357 (B) 0.4 m, 0.00357
(C) 0.5 m, 0.00357 (D) 0.7m, 0.00357
(उत्तर. A)

हल. घुलित विलेय (यूरिया) का भार = 3.0 gm
विलायक (जल) का भार = 250 gm
विलेय का आण्विक भार = 60

3.0 ग्राम विलेय = $\frac{3.0}{60}$ मोल = 0.05 मोल

इस प्रकार 250 ग्राम विलायक रखता है = विलेय के 0.05 मोल

$\therefore$ विलायक के 1000 ग्राम में है = $\frac{0.05 \times 1000}{250}$

= 0.2 मोल

अतः विलयन की मोललता = 0.2 m

संक्षिप्त में,

मोललता = विलेय के मोलों की संख्या / विलायक 1000 gm

$\therefore$ मोललता = $\frac{3/60}{250}$ × 1000 = 0.2 m

मोल भिन्न की गणना

विलेय के 3.0 ग्राम = 3 / 60 मोल = 0.05 मोल

जल के 250 ग्राम = $\frac{250}{18}$ मोल = 13.94 मोल

$\therefore$ विलेय के मोल भिन्न = $\frac{0.05}{0.05 + 13.94}$

= $\frac{0.05}{13.99}$ = 0.00357

उदा.11 एक विलयन में भार का 25% जल, 25% एथेनॉल तथा 50% एसीटीक अम्ल है। प्रत्येक घटक के मोल भिन्न की गणना करो-

(A) 0.50, 0.3, 0.19

(B) 0.19, 0.3, 0.50

(C) 0.3, 0.19, 0.50

(D) 0.50, 0.19, 0.3 **(उत्तर. D)**

हल. चूंकि जल 18 ग्राम = 1 मोल

$\therefore$ 25 ग्राम जल = $\frac{25}{18}$ = 1.38 मोल

इसी प्रकार, 46 ग्राम एथेनॉल = 1 मोल

$\therefore$ 25 ग्राम एथेनॉल = $\frac{25}{46}$ = 0.55 मोल्स

दोबारा, 60 ग्राम एसीटीक अम्ल = 1 मोल

$\therefore$ 50 ग्राम एसीटीक अम्ल = $\frac{50}{60}$ = 0.83 मोल

$\therefore$ जल के मोल भिन्न = $\frac{1.38}{1.38 + 0.55 + 0.83}$

= 0.50

इसी प्रकार, एथेनॉल के मोल भिन्न

= $\frac{0.55}{1.38 + 0.55 + 0.83}$

= 0.19

एसीटीक अम्ल के मोल भिन्न = $\frac{0.83}{1.38 + 0.55 + 0.83}$

= 0.3

उदा.12 15 ग्राम मेथिल एल्कोहॉल को 35 ग्राम जल में घोला जाता है। विलयन में मेथिल एल्कोहॉल की द्रव्यमान प्रतिशतता क्या है-

(A) 30% (B) 50%

(C) 70% (D) 75% **(उत्तर. A)**

हल. विलयन का कुल द्रव्यमान = (15 + 35) ग्राम = 50 ग्राम

मेथिल एल्कोहॉल की द्रव्यमान प्रतिशतता

= (भकाँपथ श्मपकनपध्ध्या स्लशझ्ज्ञा / ायथसग मप लशझ्ज्ञा) × 100

= $\frac{15}{50}$ × 100 = 30 %

उदा.13 25% गन्ने का 250 ग्राम विलयन बनाने के लिए आवश्यक गन्ने तथा जल के द्रव्यमानों की गणना करो-

(A) 187.5 ग्राम, 62.5 ग्राम

(B) 62.5 ग्राम, 187.5 ग्राम

(C) 162.5 ग्राम, 87.5 ग्राम

(D) उपरोक्त में से कोई नहीं **(उत्तर. B)**

हल. शर्करा की द्रव्यमान प्रतिशतता = 25

हम जानते हैं कि

द्रव्यमान प्रतिशतता = (ायथकस मपशझ्ज्ञाग / ायथसग मप लशझ्ज्ञा) × 100

अतः, 25 = (पमश्वप मपशझ्ज्ञाग / 2.50) × 100

या शर्करा का द्रव्यमान = $\frac{25 \times 250}{100}$ = 62.5 ग्राम

जल का द्रव्यमान = (250 - 62.5) = 187.5 ग्राम

उदा.14 0.1 NHCl के 100 ml विलयन तथा 0.25N NaOH के 50ml विलयन को मिश्रित करने पर प्राप्त मिश्रण की नार्मलता की गणना करो-

(A) 0.0467 N (B) 0.0367 N

(C) 0.0267 N (D) 0.0167 N **(उत्तर. D)**

हल. HCl का तुल्यांक भार =100 × 0.1 = 10

NaOH का तुल्यांक भार = 50 × 0.25 = 12.5

$\because$ HCl तथा NaOH एक दूसरे को समान तुल्यांक से उदासीन करते हैं।

NaOH का शेष मिली. तुल्यांक भार = 12.5 – 10 = 2.5

नये विलयन का आयतन = 100 + 50 = 150 ml.

शेष $N_{NaOH} = \frac{2.5}{150} = 0.0167$ N

अतः प्राप्त मिश्रण की नॉर्मलता 0.0167 N है।

उदा.15 300 ml 0.1 M HCl तथा 200 ml 0.3M H_2SO_4 मिलाये जाते हैं। परिणामी मिश्रण की नॉर्मलता की गणना करो-

(A) 0.084 N (B) 0.84 N

(C) 2.04 N (D) 2.84 N **(उत्तर. A)**

हल. HCl के लिए | H_2SO_4 के लिए

V_1 = 300 ml | V_2 = 200 ml

N_1 = M x क्षारकता | N_2 = M x क्षारकता

= 0.1 x 1 = 0.1 | = 0.3 x 2 = 0.6

मिश्रण की नॉर्मलता, $N = \frac{V_1N_1 + V_2N_2}{V_1 + V_2}$

$= \frac{300 \times 0.1 + 200 \times 0.6}{500}$

$= \frac{30 + 12}{500} = 0.084$ N

उदा.16 6.5N HNO_3 को जल के साथ तनु करते है तो 3.5 N HNO_3 प्राप्त करने के लिए ये किस अनुपात में मिलाया जाना चाहिये-

(A) 6 : 7 (B) 7 : 6

(C) 5 : 6 (D) 6 : 5 **(उत्तर. B)**

हल. क्रॉस वाइज नियम का उपयोग करने पर

x = 3.5 -0 = 3.5

y = 6.5 -3.5 = 3.0

तनुकरण अनुपात 3.5 : 3 या 7:6 होता है। अतः जल के 6 आयतन को 6.5 N विलयन के 7 आयतन में मिलाने पर 3.5N HNO_3 विलयन प्राप्त होगा-

उदा.17 निम्न विलयनों में प्रत्येक की मात्राा की गणना करो-

(i) $\frac{N}{7}$ H_2SO_4 के 150 ml

(ii) 0.2M $NaHCO_3$ के 250 ml

(iii) $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 के 400ml

(iv) 1m KOH के 1052 g

(A) 52g, 2.12g, 4.2g, 1.05g

(B) 1.05g, 4.2g, 2.12g, 52g

(C) 1.05g, 2.12g, 52g, 4.2g

(D) 4.2g, 2.12g, 1.05g, 52g **(उत्तर. B)**

हल. (i) H_2SO_4 का तुल्यांकी भार = $\frac{\text{खपा।यम क्प}}{\text{'पपवमचप}}$

$= \frac{98}{2} = 49$

∴ प्रति लीटर H_2SO_4 की मात्राा (साम्यर्थ्य)

= नॉर्मलता × तुल्यांकी भार

$= \frac{1}{7} \times 49 = 7$ ग्राम / लीटर

150 ml में मात्राा $= \frac{7 \times 150}{1000} = 1.05$ g

(ii) $NaHCO_3$ का आण्विक भार

= 23 + 1 + 12 + 48 = 84

एक मोलर विलयन के 1000 c.c. उत्पन्न करने के लिए $NaHCO_3$ की आवश्यक मात्राा = 84 g

0.2 M विलयन में प्रति लीटर उपस्थित मात्राा

= 84 × 0.2 = 16.8 g

∴ 250 c.c. में उपस्थित मात्राा $= \frac{16.8 \times 250}{1000} = 4.2$g

(iii) Na_2CO_3 का तुल्यांकी भार

$= \frac{\text{खपा।यम क्पप}}{\text{रपगपच्भम रविकतमचपरवपकक्िृसम}}$

$= \frac{106}{2} = 53$

Na_2CO_3 की मात्राा = नॉर्मलता × तुल्यांकी भार

$= \frac{1}{10} \times 53 = 5.3$ ग्राम / लीटर

∴ 400 c.c. में उपस्थित मात्राा $= \frac{5.3 \times 400}{1000}$

= 2.12 ग्राम

(iv) हम जानते हें कि किसी पदार्थ के 1 मोलल विलयन में विलायक के 1000 ग्राम होते है।

∴ 1m KOH विलयन के 1052 ग्राम के KOH का भार = 1052 – 1000 = 52 ग्राम

उदा.18 0.50N विलयन के 60 लीटर बनाने के लिए 12% जल युक्त गीले NaOH के कितने किलोग्राम की आवश्यकता होगा-

(A) 1.36 किग्रा. (B) 1.50 किग्रा.

(C) 2.40 ग्राम (D) 3.16 किग्रा.

(उत्तर. A)

हल. 0.50 N NaOH के एक लीटर में है = 0.50 × 40g = 20 g = 0.020 किग्रा.

∴ 0.50 N NaOH के 60 लीटर में है = 0.020 × 60

किग्रा. = 1.20 किग्रा. NaOH

चूंकि दिये गये NaOH में 12% जल होता है, अतः दिये गये NaOH के 100 किग्रा. में शुद्ध NaOH की मात्राा = 100 – 12 = 88 किग्रा.

इस प्रकार 100 किग्रा गीले NaOH में 88 किग्रा. शुद्ध NaOH उपस्थिति है।

$\therefore$ 1.20 kg शुद्ध NaOH उपस्थित है = $\frac{100}{88} \times 1.20$

= 1.36 किग्रा. गीले NaOH

उदा.19 दो द्रव A तथा B एक आदर्श विलयन बनाते हैं। 300 K पर, A के 1 मोल तथा B के 3 मोल युक्त विलयन का वाष्प दाब 550mmHg है। इसी ताप पर यदि इस विलयन में B के एक मोल मिलाये जाते हैं तो विलयन का वाष्प दाब 10mmHg बढ़ जाता है। शुद्ध अवस्थाओं में A तथा B के वाष्प दाबों का निर्धारण कीजिए–

(A) 400 mm, 600 mm (B) 600 mm, 400mm
(C) 300 mm, 200 mm (D) 200mm, 300mm

(उत्तर. A)

हल. माना शुद्ध A का वाष्पदाब = p^0_A; तथा शुद्ध B का वाष्प दाब = p^0_B.

विलयन का कुल वाष्पदाब (1 मोल A + 3 मोल B)

= $X_A.p^0_A + X_B.p^0_B$ [X_A A की मोल भिन्न है X_B B की मोल भिन्न है]

$$550 = \frac{1}{4}\ p^0_A + \frac{3}{4}\ p^0_B$$

या $2200 = p^0_A + 3p^0_B$ ..... (i)

विलयन (1 मोल A + 4 मोल B) का कुल वाष्प दाब

$$= \frac{1}{5} p^0_A + \frac{4}{5}\ p^0_B$$

$$560 = \frac{1}{5}\ p^0_A + \frac{4}{5}\ p^0_B$$

या $2800 = p^0_A + 4p^0_B$ ..... (ii)

समी. (i) व (ii) को हल करने पर, p^0_B = 600 mm Hg = शुद्ध B का वाष्प दाब

p^0_A = 400 mm Hg = शुद्ध A का वाष्प दाब

उदा. 20 100ºC पर 33 ग्राम जल में 3 ग्राम गन्ने के एक विलयन के वाष्प दाब की गणना करो- (C का प. भार = 12 , H = 1 , O = 16)

(A) 760 mm
(B) 756.90 mm
(C) 758.30 mm
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं।

(उत्तर. B)

हल. 100ºC पर शुद्ध जल (विलायक) का वाष्पदाब, p^0 = 760 mm.

विलयन का वाष्पदाब p = ?

विलायक का भार W = 33g

विलेय का भार w = 3g

जल (H_2O) का आण्विक भार M = 18

शर्करा ($C_{12}H_{22}O_{11}$) का आण्विक भार,

m = 12 x 12 + 22 x 1 + 11 x 16 = 342

राउल्ट्स नियम के अनुसार,

$$\frac{p^0 - p}{p^0} = \frac{wM}{Wm}$$

$$\therefore\ p = p^0 - \frac{w \times M}{m \times W} \times p^0$$

$$p = 760 - \frac{3 \times 18}{342 \times 33} \times 760$$

($\therefore$ H_2O के लिए p^0 = 760 mm)

= 760 - 3.19 = 756.90mm

उदा.21 28% संहति का द्रव A (आण्विक द्रव्यमान = 140) युक्त एक जलीय विलयन का वाष्पदाब 37ºC पर 160 mm है। शुद्ध द्रव A का वाष्प दाब ज्ञात करो। (37ºC पर जल का वाष्पदाब 150 mm है)-

(A) 360 mm (B) 150 mm
(C) 160 mm (D) उपर्युक्त में से कोई नहीं।

(उत्तर. A)

हल. दो मिश्रित द्रवों के लिए

$P_{कुल}$ = मोल भिन्न A x p^0_A मोल भिन्न B x p^0_B

A के मोलों की संख्या = $\frac{28}{140}$ = 0.2

द्रव B जल है। इसका द्रव्यमान (100 – 28) = 72

B के मोलों की संख्या = $\frac{72}{18}$ = 4.0

कुल मोलों की संख्या = 0.2 + 4.0 = 4.2

दिया गया $P_{कुल}$ = 160 mm ; p^0_B = 150 mm

अतः, $160 = \frac{0.2}{4.2} \times p^0_A + \frac{4.0}{4.2} \times 150$

$$p^0_A = \frac{17.15 \times 4.2}{0.2} = 360.15 \text{ mm} \approx 360 \text{ mm}$$

उदा.22 24ºC पर शर्करा विलयन का परासरण दाब 2.5 वायुमण्डल है। ग्राम मोल प्रति लीटर में विलयन की सान्द्रता का निर्धारण करो।

(A) 0.0821 मोल / लीटर (B) 1.082 मोल / लीटर
(C) 0.1025 मोल / लीटर (D) 0.0827 मोल / लीटर
(उत्तर. C)

हल. यहाँ पर दिया गया है कि
π = 2.5 atm , T = 24 + 273 = 297K^0 , S = 0.0821 lit. atm. deg^{-1} mol^{-1} , C = ?
हम जानते हैं कि π = CST

$$\text{या} \quad C = \frac{\pi}{ST} = \frac{2.5}{0.0821 \times 297} = 0.1025$$

मोल / लीटर

उदा.23 किसी पदार्थ के 20 ग्राम 500 मिली. जल में घोले गये तथा इस विलयन का परासरण दाब 15ºC पर मरकरी के 600mm पाया गया। पदार्थ के आण्विक भार का निर्धारण करो–
(A) 1120 (B) 1198
(C) 1200 (D) उपर्युक्त में से कोई नहीं
(उत्तर. B)

हल. यहाँ पर दिया गया है कि

$$w = 20 \text{ gm} \ ; V = 500 \text{ ml} . = \frac{500}{1000} = 0.5 \text{ litre}$$

$$\pi = 600 \text{ mm} = \frac{600}{760} \text{ atm} ;$$

T = 15 + 273 = 288^{0}A
m = ?
वान्ट हॉफ समीकरण के अनुसार
$\pi V = nST$

$$\pi V = \frac{w}{m} ST ;$$

$$\therefore m = \frac{wST}{\pi V} = \frac{20 \times 0.0821 \times 288 \times 760}{600 \times 0.5} = 1198$$

उदा.24 रक्त प्लाज्मा का निम्न संगठन है (मिली-तुल्यांक प्रति लीटर)। 37ºC पर इसके परासरण दाब की गणना करो- Na^+ = 138, Ca^{2+} = 5.2, K^+ = 4.5, Mg^{2+} = 2.0, Cl^- = 105, HCO_3^- = 25, PO_4^{3-} = 2.2, SO_4^{2-} = 0.5, प्रोटीन = 16, अन्य = 1.0
(A) 7.47 atm (B) 7.30 atm
(C) 7.29 atm (D) 7.40 atm **(उत्तर. A)**

हल. चूंकि परासरण दाब की गणना करने के लिए हमें मिली मोल्स / लीटर आवश्यकता है इसलिए

$$Na^+ = 138 \ Ca^{2+} = \frac{5.2}{2} = 2.6, \ K^+ = 4.5,$$

$$Mg^{2+} = \frac{2.0}{2} = 1.0, \ Cl^- = 105,$$

$$HCO_3^- = 24, PO_4^{3-} = \frac{2.2}{3} = 0.73,$$

$$SO_4^{2-} = \frac{0.5}{2} = 0.25, \text{ प्रोटीन} = 16, \text{ अन्य} = 1.0$$

कुल = 294.18 millimoles / litre

$$= \frac{294.18}{1000} = 0.294 \text{ moles/litre}$$

अब चूंकि π = CST = 0.294 x 0.0821 x .310 = 7.47 atm

उदा.25 किसी पदार्थ के 0.15 ग्राम एक विलायक के 15 ग्राम में घोला गया तथा यह विलयन शुद्ध विलायक की अपेक्षा 0.216ºC अधिक ताप पर उबलता है। पदार्थ के आण्विक भार की गणना करो। विलायक का मोल उन्नयन स्थिरांक 2.16ºC है।
(A) 216 (B) 100
(C) 178 (D) उपर्युक्त में से कोई नहीं।
(उत्तर. B)

हल. यहाँ पर यह दिया गया है कि
w = 0.15 g, ΔT_b = = 0.216^{0}C
W = 15g K_b = 2.16^{0}C
m = ?

$$\text{व्यंजक में मान रखने पर, } m = \frac{1000 \times K_b \times w}{\Delta T_b \times W}$$

$$m = \frac{1000 \times 2.16 \times 0.15}{0.216 \times 15} = 100$$

उदा.26 22.5 ग्राम जल में यूरिया के 0.450 ग्राम (आ. भार 60) युक्त विलयन क्वथनांक में 0.170ºC उन्नयन (elevation) दर्शाता है। जल के मोलल उन्नयन नियतांक की गणना करें।
(A) 0.17ºC (B) 0.45ºC
(C) 0.51ºC (D) 0.30ºC **(उत्तर. C)**

हल.

विलेय का भार	w = 0.450 gल
विलायक का भार	W = 22.5 g
विलेय का आ. भार	m = 60
मोलल उन्नयन नियतांक	K_b = ?
क्वथनांक उन्नयन	ΔT_b = 0.170^{0}C

समी. में ये मान रखने पर

$$K_b = \frac{m \times W \times \Delta T_b}{1000 \times w}$$

$$= \frac{60 \times 22.5 \times 0.170}{1000 \times 0.450}$$

$$= 0.51^0 C$$

उदा.27 एसीटोन (क्वथनांक 56.3ºC) के 35.4 ग्राम में घुलित 0.45 ग्राम केम्फर (आ. भार = 152) युक्त विलयन के क्वथनांक की गणना करो। एसीटोन का K_b प्रति 100 ग्राम 17.2ºC है-

(A) 56.446ºC (B) 52.401ºC

(C) 56.146ºC (D) 50.464ºC **(उत्तर. A)**

हल. यहाँ पर दिया गया है कि

w = 0.45 g , W = 35.4 , m = 152,

Kb = 17.2 प्रति 100gm

अब हम जानते हैं कि $\Delta T_b = \frac{100 \times K_b \times w}{m \times W}$

(यहाँ यह ध्यान रखा जाता है कि यह व्यंजक तब होता है जब K_b विलायक के प्रति 100g ग्राम के लिये दिया गया है)

उपरोक्त व्यंजक में मान रखने पर-

$$\Delta T_b = \frac{100 \times 17.2 \times 0.45}{152 \times 35.4} = 0.146^0C$$

अब हम जातने हैं कि

विलयन का क्वथनांक (T) – विलायक का क्वथनांक (T_0) = ΔT

$\therefore$ विलयन का क्वथनांक (T) = विलायक का क्वथनांक (T_0) + ΔT

अतः विलयन का क्वथनांक = 56.3 + 0.146 = 56.446^0C

उदा.28 0.2 मोलल K_2SO_4 का जमाव बिन्दु –1.1ºC है। K_2SO_4 के वियोजन की मात्राा की प्रतिशतता तथा वान्ट हॉफ गुणांक की गणना करो। जल के लिए K_f = 1.86º है।

(A) 97.5 (B) 90.75

(C) 105.5 (D) 85.75 **(उत्तर. A)**

हल. ΔT_f = जल का जमाव बिन्दु – विलयन का जमाव बिन्दु = 0º C – (–1.1º C) = 1.1º

हम जानते है कि

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

$1.1 = i \times 1.86 \times 0.2$

$$\therefore \quad i = \frac{1.1}{1.86 \times 0.2} = 2.95$$

लेकिन हम जानते हैं

$i = 1 + (n - 1)\alpha$

$2.95 = 1 + (3 - 1)\ \alpha = 1 + 2\alpha$

$\alpha = 0.975$

वान्ट हॉफ गुणांक (i) = 2.95

वियोजन की मात्राा = 0.975

प्रतिशत वियोजन की मात्राा = 97.5