विलयन
[SOLUTION]

2 अध्याय

Inside the Chapter................

2.1 भूमिका

2.1.1 विलयनों के प्रकार

2.2 विलयनों की सान्द्रता को व्यक्त करना

2.3 विलेयता

2.3.1 ठोसों की विलेयता को प्रभावित करने वाले कारक

2.3.2 गैसों की द्रवों में विलेयता

2.4 द्रवीय विलयनों के वाष्पदाब

2.5 ठोस द्रव विलयन का वाष्पदाब

2.5.1 द्रव-द्रव विलयनों का वाष्पदाब

2.6 आदर्श विलयन

2.7 अनादर्श विलयन

2.7.1 धनात्मक विचलन

2.7.2 ऋणात्मक विचलन

2.8 अणुसंख्यक गुणधर्म एवं मोलर द्रव्यमान की गणना

2.8.1 वाष्प दाब में आपेक्षिक अवनमन

2.8.2 क्वथनांक का उन्नयन

2.8.3 हिमांक का अवनमन

2.8.4 परासरण

2.9 विसरण

2.10 असामान्य मोलर द्रव्यमान

2.10.1 वान्टहॉफ गुणांक

2.10.2 वान्टहॉफ गुणांक और आयनन की मात्रा में सम्बन्ध

2.11 पाठ्यपुस्तक के प्रश्न-उत्तर

2.12 अन्य प्रमुख प्रश्न-उत्तर

2.1 भूमिका (Introduction)

- दो या दो अधिक पदार्थों के समांगी मिश्रण को **विलयन** कहते हैं।
- समांगी मिश्रण (विलयन) के प्रत्येक भाग का संघटन समान होता है।
- दो पदार्थों से मिलकर बने विलयन को द्विअंगी विलयन, तीन पदार्थों से मिलकर बने विलयन को त्रिअंगी विलयन कहते हैं।
- सामान्यत: समांगी मिश्रण में जो अवयव अधिक मात्रा में होता है, उसे **विलायक** (Solvent) कहते हैं और जो अवयव कम मात्रा में होता है, उसे **विलेय** (Solute) कहते हैं। विलयन = विलेय + विलायक

विलयन के गुण

- विलयन में एक ही प्रावस्था होती है, अत: यह एक एकल प्रावस्था तंत्र है।
- विलयन में विलेय के कणों का आकार 10^{-7} से 10^{-8} सेमी. होता है।
- विलयन के घटकों [विलेय व विलायक] को भौतिक विधियों द्वारा आसानी से पृथक नहीं किया जा सकता।
- विलयन के गुणधर्म इनके घटकों के गुणधर्म होते हैं अर्थात् घटक जब विलयन बनाते हैं तो अपने गुणधर्म को नहीं खोते।

2.1.1 विलयनों के प्रकार (Types of Solution)

(a) विलेय की मात्रा के आधार पर

(i) असंतृप्त विलयन— ऐसा विलयन जिसमें उसी ताप पर विलेय पदार्थ को ओर अधिक मात्रा में घोला जा सके असंतृप्त विलयन कहलाता है।

$$K_{sp} > [A^+][B^-]$$

Ksp = विलेयता गुणनफल

(ii) संतृप्त विलयन (Saturated solution)—किसी विलेय पदार्थ की वह अधिकतम मात्रा, जो कि एक निश्चित ताप पर 100 ग्राम विलायक में घुल सके, विलेय पदार्थ की **विलेयता** कहलाती है। इस प्रकार बने विलयन को **संतृप्त विलयन** कहते हैं।

$$K_{sp} = [A^+][B^-]$$

जब पदार्थ के आयनी सान्द्रता का गुणनफल विलेयता गुणनफल के बराबर हो।

(iii) अतिसंतृप्त विलयन (Supersaturated Solution)— विलयन जिसमें एक निश्चित ताप पर, उस विलयन की संतृप्त अवस्था के लिए आवश्यक मात्रा से अधिक मात्रा में विलेय पदार्थ उपस्थित हो, **अतिसंतृप्त विलयन** कहलाता है।

- अतिसंतृप्तता की स्थिति में विलेय का आयनिक गुणनफल उसके विलेयता गुणनफल से अधिक होता है।

$$[A^+][B^-] > K_{sp}$$

- अतिसंतृप्त विलयन मितस्थायी (metastable) होता है। कुछ ही समय में विलेय की अधिक मात्रा विलयन से पृथक हो जाती है और संतृप्त विलयन बन जाता है।

(b) विलयन की भौतिक अवस्था के आधार पर

विलयन की भौतिक अवस्था के आधार पर तीन प्रकार के विलयन बनते हैं।

(i) गैसीय विलयन (Gaseous Solution)— जब दो या दो से अधिक गैसें मिश्रित की जाती हैं तो गैसीय विलयन बनता है। गैसीय मिश्रण समांग होता है। गैसीय विलयन में विलेय गैस, द्रव अथवा ठोस हो सकता है परन्तु विलायक गैस होती है।

(ii) द्रव विलयन (Liquid solution)— जब किसी गैस, द्रव अथवा ठोस को द्रव में घोला जाता है तो द्रव विलयन बनता है। अर्थात् विलायक द्रव होता है, और विलेय गैस, द्रव अथवा ठोस हो सकता है।

(iii) ठोस विलयन (Solid Solution)— जब कोई गैस-द्रव या ठोस पदार्थ परमाणुवीय अथवा अणुविक आकार में दूसरे ठोस में अनियमित रूप से परिक्षिप्त होता है तो बनने वाला विलयन ठोस विलयन कहलाता है। अर्थात् विलयन में विलायक तो ठोस होता है, जबकि विलेय गैस, द्रव अथवा ठोस हो सकता है।

संक्षेप में विलयनों के प्रकार और उदाहरण निम्न सारणी में नौ भागों में वर्गीकृत किये गये

सारणी विलयनों के प्रकार

विलयनों के के प्रकार	विलायक	विलेय	उदाहरण
गैसीय विलयन	गैस	गैस	O_2 और N_2 का मिश्रण वायु
	गैस	द्रव	क्लोरोफॉर्म की वाष्प और N_2 का मिश्रण, जलवाष्प का वायु में मिश्रण
	गैस	ठोस	ठोस गैस में ऊर्ध्वपातन, धुँआ, कपूर का N_2 में विलयन
द्रव विलयन	द्रव	गैस	जल में घुली O_2 गैस, सोडा वाटर या अमोनियाकृत जल।
	द्रव	द्रव	एल्कोहॉल का जल में विलयन
	द्रव	ठोस	शर्करा, नमक आदि का जल में विलयन
ठोस विलयन	ठोस	गैस	Pd द्वारा H_2 गैस का *अधिशोषण*
	ठोस	द्रव	पारे का Na के साथ अमलगम
	ठोस	ठोस	ताँबे और सोने का मिश्रण, तांबा और जिंक का मिश्रण पीतल

2.2 विलयनों की सान्द्रता को व्यक्त करना Concentration of Solution

एक विलयन में विलेय और विलायक होते हैं।

विलयन के संघटन को उसकी सान्द्रता (Concentration) के रूप में व्यक्त किया जाता है।

किसी विलयन की सान्द्रता का अर्थ विलेय की उस मात्रा से है जो विलयन या विलायक की निश्चित मात्रा या आयतन में घुली हो। विलयन की सान्द्रता को निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है।

1. द्रव्यमान प्रतिशत (Mass Percentage %w/w)

- किसी विलेय पदार्थ के भार भागों की वह संख्या जो विलयन के 100 भार भागों में, उपस्थित हो, **विलयन की द्रव्यमान प्रतिशत** कहलाती है।

अतः
$$\% \text{ w/w} = \frac{W_B}{W_B + W_A} \times 100$$

यहाँ W_B = विलेय का ग्राम में द्रव्यमान

W_A = विलायक का ग्राम में द्रव्यमान

$W_A + W_B$ = विलयन का ग्राम में द्रव्यमान।

उदा. 1 20 ग्राम शर्करा को 80 ग्राम जल में घोला गया तो शर्करा का द्रव्यमान % ज्ञात कीजिये।

या

20 ग्राम शर्करा को जल में घोलकर 100 ग्राम विलयन बनाया गया तो शर्करा का द्रव्यमान % ज्ञात करो।

हल- शर्करा का द्रव्यमान = 20 ग्राम

जल का द्रव्यमान = 80 ग्राम

विलयन का द्रव्यमान = 20 + 80 = 100 ग्राम

$$\textit{शर्करा का द्रव्यमान प्रतिशत} = \frac{20}{100} \times 100 = 20\% \text{ w/w}$$

उदा. 2 15 ग्राम NaCl को 150 ग्राम जल में घोला गया तो NaCl का द्रव्यमान प्रतिशतता ज्ञात कीजिये।

हल- NaCl का द्रव्यमान (विलेय पदार्थ) = 15 ग्राम

जल का द्रव्यमान (विलायक) = 150 ग्राम

विलयन का द्रव्यमान = 165 ग्राम

$$\text{अतः NaCl का द्रव्यमान प्रतिशत} = \frac{15}{165} \times 100$$

$$= \frac{100}{11} = 9.09\% \text{ w/w}$$

उदा. 3 11g ऑक्सेलिक अम्ल से 500ml विलयन बनाया गया। इस विलयन का घनत्व 1.1 gml^{-1} है। ऑक्सेलिक अम्ल की विलयन में द्रव्यमान प्रतिशतता ज्ञात कीजिए।

हल- ऑक्सेलिक अम्ल का द्रव्यमान = 11g

विलयन का द्रव्यमान = 500ml × 1.1 gmL^{-1} = 550g

ऑक्सेलिक अम्ल का द्रव्यमान प्रतिशतता

$$= \frac{11}{550} \times 100 = 2\% \frac{w}{w}$$

> **नोट-** *द्रव्यमान प्रतिशत में व्यक्त सान्द्रता का उपयोग सामान्यतया रासायनिक उद्योगों में काम आने वाले व्यावसायिक रासायनिक पदार्थों के विलयनों की सान्द्रता व्यक्त करने में किया जाता है। उदाहरण के लिये व्यावसायिक ब्लीचिंग विलयन में सोडियम हाइपो क्लोराइड 3.62 %w/w होता है। इसी प्रकार व्यावसायिक H_2SO_4, 95.8% w/w होता है।*

2. आयतन प्रतिशत (Volume Percentage) %v/v

यदि विलेय और विलायक दोनों द्रव हो तो सान्द्रता % v/v में व्यक्त की जाती है।

- किसी विलेय पदार्थ के आयतन भागों की वह संख्या जो किसी विलयन के 100 आयतन भागों में घुली हो, **विलयन की आयतन प्रतिशत** (%v/ v) कहलाती है।

या

- किसी विलयन के 100 mL में उपस्थित विलेय की mL में संख्या, उस विलयन की **आयतन प्रतिशत** (%/v/v) कहलाती है।

विलेय पदार्थ की आयतन प्रतिशतता

$$=\frac{\text{विलेय पदार्थ का आयतन (mL में)}}{\text{विलयन का आयतन (mL में)}}\times 100$$

$$=\frac{\text{विलेय पदार्थ का आयतन (mL में)}}{\text{(विलेय - विलायक) का आयतन (mL में)}}\times 100$$

$$\boxed{\%v/v=\frac{V_B mL}{(V_B+V_A)mL}\times 100}$$

V_B = विलेय का आयतन (mL)

V_A = विलायक का आयतन (mL)

> **नोट**– *मेथेनॉल का जल में 10%v/v विलयन का तात्पर्य है कि 10mL मेथेनॉल को इतने जल में घोलते हैं कि कुल आयतन 100mL हो जाये।*
>
> *द्रव विलयनों की सान्द्रता को सामान्यता इस मात्रक में प्रदर्शित किया जाता है।*

उदाहरण के लिये एथीलीन ग्लाइकॉल $\begin{pmatrix}CH_2OH\\ |\\ CH_2OH\end{pmatrix}$ का 35%v/v विलयन ठंडे प्रदेशों में वाहनों के इंजन को ठंडा करने में कूलेंट (coolant) की तरह काम में लेते हैं। इस विलयन का हिमांक 255.4K होता है। जो कि जल के हिमांक (273K) से 17.6 केल्विन कम है।

उदा. 4 20mL ऐथेनॉल 160mL जल में घुला हुआ है। ऐथेनॉल की आयतन प्रतिशत ज्ञात कीजिये।

हल– C_2H_5OH का आयतन (विलेय) = 20mL

जल का आयतन (विलायक) = 160mL

विलयन का आयतन = 20 + 160 = 180 mL

$$\text{ऐथेनॉल का आयतन\%}=\frac{20}{180}\times 100=\frac{100}{9}=11.11\%\,v/v$$

3. द्रव्यमान–आयतन प्रतिशत (%w/v)

- किसी विलेय पदार्थ के भार भागों में की वह संख्या है जो विलयन के 100 आयतन भागों में घुली हो, विलयन की **द्रव्यमान आयतन प्रतिशतता** कहलाती है।

या

किसी विलयन के 100 mL में उपस्थित विलेय की ग्रामों में मात्रा, उस विलयन की **द्रव्यमान आयतन प्रतिशत** (%w/v) कहलाती है।

द्रव्यमान–आयतन%

$$=\frac{\text{विलेय पदार्थ का द्रव्यमान (gm)}}{\text{विलयन का आयतन (mL)}}\times 100$$

$$\boxed{\%w/v=\frac{W_B}{V_{(Sol)mL}}\times 100}$$

$V_{(Sol)mL}$ विलयन का आयतन है।

विलयन की सान्द्रता की इस इकाई का उपयोग सामान्यतया औषधियों और फार्मेसी में किया जाता है। उदाहरण के लिये आँख धोने के लिये 1%w/v बोरिक अम्ल के विलयन का उपयोग करते हैं।

1%w/v बोरिक अम्ल विलयन का अर्थ है कि 1gm बोरिक अम्ल को जल में घोल कर विलयन का कुल आयतन 100mL बना दिया है।

उदा. 5 10gm यूरिया को जल में घोल कर कुल आयतन 500ml किया गया है। विलयन की %w/v ज्ञात कीजिये।

हल– यूरिया का द्रव्यमान = 10gm

विलयन का आयतन = 500 ml

$$\%w/v=\frac{W_B}{V_{(Sol)mL}}\times 100$$

$$=\frac{10}{500}\times 100=2\%\,w/v$$

उदा. 6 2% w/v NaCl विलयन के 400mL बनाने के लिये कितने ग्राम NaCl की आवश्यकता होगी?

हल– द्रव्यमान–आयतन प्रतिशत = 2%

विलयन का आयतन = 400 mL

$$\%w/v=\frac{W_B}{V_{(Sol)mL}}\times 100$$

$$2=\frac{W_B}{400}\times 100$$

अत: W_B = 8 gm

विलेय (NaCl) का द्रव्यमान = **8g**

उदा.7 2% $\frac{W}{V}$ NaCl के 500 mL^{-1} जलीय बनाने हेतु कितने ग्राम NaCl की आवश्यकता होगी?

हल: $$\text{द्रव्यमान आयतन \%}=\frac{\text{विलेय NaCl की ग्रामों में मात्रा}}{\text{विलयन का आयतन ml. में}}\times 100$$

$$2=\frac{W_B}{500}\times 100$$

W_B = 10g

अत: विलेय (NaCl) का द्रव्यमान = 10g

नोट: विलयनों की सान्द्रता व्यक्त करने की अन्य इकाईयाँ भी है, जो कि बोर्ड की पाठ्यपुस्तक में नहीं दी गई हैं। विद्यार्थियों के हित में कुछ अन्य इकाईयाँ इस प्रकार है।

(A) पार्ट प्रति मिलियन (Part per million, ppm)

- किसी विलेय पदार्थ के भार भागों की वह संख्या, जो किसी विलयन के 10^6 [एक मिलियन अर्थात् 10,00,000 (दस लाख)] भार भागों में उपस्थित हो, **पार्ट पर मिलियन** (ppm) कहते हैं।

- पार्ट पर मिलियन (ppm) = $\frac{\text{विलेय पदार्थ का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 10^6$

$$(\text{ppm}) = \frac{W_B}{W_B + W_A} \times 10^6$$

- इसमें विलेय पदार्थ की अत्यधिक कम मात्रा विलेय होती है।
- इस विधि द्वारा अत्यन्त तनु विलयनों की सान्द्रता जैसे— जल की कठोरता, जल में Cl_2, वायु प्रदूषण आदि को व्यक्त करते हैं।

  उदाहरण— जल की कठोरता $Ca(HCO_3)_2$ के कारण 16.7ppm है तो इसका अभिप्राय यह है कि 16.7gm $Ca(HCO_3)_2$, 10^6 ग्राम कठोर जल में उपस्थित है।

  इसी प्रकार वायु में विषैली गैसों की मात्रा ppm में प्रदर्शित करते हैं। 10ppm NO गैस का अभिप्राय है कि 10g. NO गैस, 10^6g वायु में उपस्थित है।

नोट-सान्द्रता को ppb (Part per billion) में व्यक्त करने के लिए सूत्र में 10^6 के स्थान पर 10^9 लिखते हैं।

उदा. 8 500 gm टूथपेस्ट में फ्लोराइड की मात्रा 0.2gm है। ppm में फ्लोराइड आयनों का सान्द्रण कितना होगा।

हल- $$\text{ppm} = \frac{W_B}{W_A + W_B} \times 10^6$$

$$= \frac{0.2}{500} \times 10^6$$

$$= 400$$

फ्लोराइड का सान्द्रण 400 ppm है।

(B) मोल अंश या मोल भिन्न या मोल प्रभाज (Mole Fraction)

- एक मिश्रण में किसी अवयव का मोल अंश उस अवयव के मोल और मिश्रण में उपस्थित कुल मोलों की संख्या के अनुपात को कहते हैं। इसे सामान्यतया X से प्रदर्शित करते हैं।

- अर्थात् अवयव का मोल अंश = $\frac{\text{अवयव के मोलों की संख्या}}{\text{मिश्रण में कुल मोलों की संख्या}}$

- यदि एक द्विअंगी मिश्रण में दो अवयव A और B है जिनके मोलों की संख्या क्रमशः n_A और n_B है। यदि इनके मोल अंश क्रमशः X_A और X_B हो तो—

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

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

अवयव A के मोलों की संख्या = $\frac{W_A}{M_A} = n_A$

अवयव B के मोलों की संख्या = $\frac{W_B}{M_B} = n_B$

W_A और W_B अवयवों के द्रव्यमान और M_A तथा M_B अवयवों के मोलर द्रव्यमान है।

उदा.9 36gm जल, 46gm एथिल एल्कोहॉल तथा 32gm मेथिल एल्कोहॉल मिला कर एक मिश्रण बनाया गया है। विलयन में प्रत्येक का मोल अंश कितना है—

हल- H_2O के मोल = $\frac{36}{18} = 2$

C_2H_5OH के मोल = $\frac{46}{46} = 1$

CH_3OH के मोल = $\frac{32}{32} = 1$

मिश्रण में कुल मोल = 4

$$X_{H_2O} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$X_{C_2H_5OH} = \frac{1}{4}$$

$$X_{CH_3OH} = \frac{1}{4}$$

(C) मोलरता (Molarity (M))

एक लीटर (1 क्यूबिक डेसीमीटर, $1dm^3$) विलयन में घुले हुये विलेय के मोलों की संख्या उस विलयन की **मोलरता** कहलाती है। मोलरता को (M) द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

$$\text{मोलरता} = \frac{\text{विलेय के मोल}}{\text{विलयन का आयतन (लीटर)}}$$

या $$\text{मोलरता} = \frac{\text{विलेय के मोल}}{\text{विलयन का आयतन (mL)}} \times 1000$$

या $$M = \frac{W_B \times 1000}{M_B \times V_{(Sol)mL}}$$

उदा.10 उस विलयन की मोलरता की गणना कीजिये जिसमें 5gm NaOH, 450 mL विलयन में घुला हुआ है।

हल- विलेय का द्रव्यमान $(W_B) = 5$ gm

विलयन का आयतन $V_{(Sol)mL} = 450$ mL

विलेय का मोलर द्रव्यमान $(M_B) = 40$ gm

$$M = \frac{W_B \times 1000}{M_B \times V_{(Sol)mL}}$$

$$= \frac{5 \times 1000}{40 \times 450}$$

$= 0.278$ M

$= 0.278$ mol L^{-1}

$= 0.278$ mol dm^{-3}

उदा.11 ऑक्सेलिक अम्ल $(H_2C_2O_4.2H_2O)$ के 250ml, सेमीमोलर विलयन प्राप्त करने के लिये आवश्यक अम्ल की मात्रा की गणना कीजिये।

हल- $H_2C_2O_4.2H_2O$ का अणुभार $= 126 = M_B$

विलयन की मोलरता $M = \frac{1}{2}$ [सेमी मोलर]

विलयन का आयतन V(mL) = 250mL

विलेय का द्रव्यमान $(W_B) = ?$

$$M = \frac{W_B \times 1000}{M_B \times V(ml)}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{W_B}{126} \times \frac{1000}{250}$$

$W_B = 15.75$ gm.

(D) मोललता (m) Molality (m)

- विलायक के 1000 gm(1kg) में घुले हुये विलेय के मोलों की संख्या विलयन की **मोललता** कहलाती है।
- इसे m द्वारा प्रदर्शित करते हैं।
- मोललता की इकाई मोल प्रति कि.ग्रा. विलायक है।
- *मोललता का मान ताप द्वारा प्रभावित नहीं होता है।*

$$\text{मोललता} = \frac{\text{विलेय के मोल}}{\text{विलायक का द्रव्यमान (किलोग्राम)}}$$

या $$\text{मोललता} = \frac{\text{विलेय के मोल}}{\text{विलायक का द्रव्यमान (ग्राम)}} \times 1000$$

या $$m = \frac{W_B}{M_B} \times \frac{1000}{W_A(gm)}$$

$W_A =$ विलायक का द्रव्यमान ग्राम में।

1m NaCl विलयन का अर्थ है कि 1 मोल NaCl को 1 kg(1000 gm) जल में घोला गया है। या 58.5 gm NaCl को 1kg जल में घोला गया है।

ताप का प्रभाव–*(i) मोललता (m), द्रव्यमान प्रतिशत (%w/w), पार्ट पर मिलियन (ppm), मोल अंश (X) आदि पर ताप परिवर्तन का प्रभाव नहीं होता।*

(ii) मोलरता (M) नार्मलता (N), आयतन प्रतिशत (%v/v), द्रव्यमान-आयतन प्रतिशत (%w/v) फॉर्मलता (F) आदि ताप द्वारा प्रभावित होती है। इनके मान ताप बढ़ाने पर घटते हैं।

उदा.12 24 103.65 gm HCl विलयन में 3.65 gm HCl विलेय है। विलयन की मोललता ज्ञात कीजिये।

हल- $W_B = 3.65$ gm

$W_A = 103.65 - 3.65$

$= 100$ gm

$M_B = 36.5$

$$m = \frac{3.65}{36.5} \times \frac{1000}{100}$$

$= 1$

विलयन की मोललता 1 है।

अभ्यास-2.1

प्र.1. ठोस विलेय के ठोस, द्रव एवं गैस विलायक में बने विलयन का एक-एक उदाहरण दीजिए?

प्र.2. 10% w/w एथिल एल्कोहॉल विलयन कैसे बनाते हैं?

प्र.3. 15% w/v ऑक्सेलिक अम्ल के 1.5 लीटर विलयन में ऑक्सेलिक अम्ल की मात्रा की गणना कीजिए।

प्र.4. 250g टूथपेस्ट में फ्लोराइड की मात्रा 0.15g है। ppm में फ्लोराइड आयनों का सान्द्रण कितना होगा?

प्र.5. मोललता को परिभाषित कीजिए।

प्र.6. अभिक्रिया $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ की साम्यावस्था में SO_3 तथा O_2 के मोल अंश क्रमशः 0.4 और 0.3 हैं। SO_2 के मोल अंश की गणना कीजिए।

प्र.7. मेथिल एल्कोहॉल के 20%w/w विलयन में मेथिल एल्कोहाल का मोल अंश कितना होगा?

प्र.8. 0.5m NaOH विलयन के 40mL में NaOH की कितनी मात्रा उपस्थित है।

प्र.9. मोलरता की तुलना में मोललता को वरीयता दी जाती है क्यों?

प्र.10. 50°C पर NaCl विलयन की मोलरता 0.5mol L^{-1} है। 30°C पर NaCl विलयन की मोलरता क्या होगी?

उत्तरमाला

उ.1. (i) पीतल (Brass) जिंक का कॉपर में विलयन

(ii) शर्करा का जल में विलयन

(iii) कपूर का वायु में घुलना।

उ.2. 10mL एथिल एल्कोहॉल को जल में घोलकर जल आयतन 100mL बनाया गया है।

उ.3. 15% w/v विलयन का अर्थ है कि–

100 mL विलयन में 15g ऑक्सेलिक अम्ल घुला है।

अत: 1500 mL विलयन में $\frac{15}{100} \times 1500 = 225g$ ऑक्सेलिक अम्ल घुला है।

उ.4. $ppm = \frac{\text{विलेय की मात्रा}}{\text{विलयन की मात्रा}} \times 10^6$

$= \frac{0.15}{250} \times 10^6 = 600\,ppm$

उ.5. 1kg (1000g) विलायक में घुले हुये विलेय के मोलों की संख्या विलयन की मोललता कहलाती है।

उ.6. सभी घटकों के मोल अंश का योग इकाई होता है।

अत: $X_{SO_2} + X_{O_2} + X_{SO_3} = 1$

$X_{SO_2} + 0.3 + 0.4 = 1$

$X_{SO_2} = 0.3$

उ.7. विलयन में $CH_3OH = 20$ g $H_2O = 80$ g

CH_3OH के मोल $= \frac{20}{32} = 0.625$

H_2O के मोल $= \frac{80}{18} = 4.444$

कुल योग $= 5.069$

$X_{CH_3OH} = \frac{0.625}{5.069} = 0.123$

उ.8. मोलरता = $\frac{\text{विलेय का द्रव्यमान}}{\text{विलेय का मोलर द्रव्यमान}} \times \frac{1000}{\text{विलयन का आयतन} (mL)}$

$0.5 = \frac{W_B}{40} \times \frac{1000}{400}$ $W_B = \frac{0.5 \times 40 \times 4000}{1000} = 8g$

उ.9. मोललता को मोलरता पर वरीयता देने का यह कारण है कि मोललता पर ताप का कोई प्रभाव नहीं होता है।

उ.10. 30° पर NaCl की मोलरता, 50°C पर उसकी मोलरता (0.5mol L^{-1}) से अधिक होगी।

2.3 विलेयता [Solubility]

ठोसों की द्रवों में विलेयता (Solubility of Solids in Liquid)

- ठोस की द्रव में विलेयता को दो प्रकार से व्यक्त किया जाता है—

(i) *एक निश्चित ताप पर ठोस पदार्थ की ग्राम में वह अधिकतम मात्रा जो 100 gm विलायक में घुल सके, उस पदार्थ की विलेयता कहलाती है।*

- अत: विलेयता की इकाई = gm प्रति 100 gm विलायक है।
- यह इकाई प्राय: प्रयोगात्मक कार्यों में प्रयुक्त की जाती है।
- सैद्धान्तिक अथवा गणनात्मक कार्यों में विलेयता को मोल प्रति लीटर में व्यक्त करते हैं।

(ii) *अत: एक निश्चित ताप पर ठोस पदार्थ के मोलों की वह अधिकतम संख्या जो एक लीटर विलयन में घुल गई हो उस पदार्थ की विलेयता कहलाती है। अत: विलेयता की इकाई $mol\ L^{-1}$ है।*

- वे विलयन जिसमें पदार्थ की अधिकतम मात्रा घुली हुई हो **संतृप्त विलयन** कहलाते हैं।
- संतृप्त विलयन में उसी ताप पर और अधिक विलेय नहीं घोला जा सकता।

2.3.1 ठोसों की विलेयता को प्रभावित करने वाले कारक—

(i) **विलेय तथा विलायक की प्रकृति**— प्रत्येक ठोस दिये गये द्रव में नहीं घुलता।

- उदाहरण के लिए, NaCl, KCl, ग्लूकोज आदि जल में सरलता से घुल जाते हैं परन्तु नेफ्थलीन, जल में नहीं घुलती। इसी प्रकार NaCl, KCl ग्लूकोज आदि बेंजीन में नहीं घुलते जबकि नेफ्थलीन बेंजीन में घुल जाती है।
- NaCl, KCl आदि ध्रुवीय पदार्थ ध्रुवीय विलायक जल (H_2O) में घुलते हैं जबकि अध्रुवीय नेफ्थैलीन, अध्रुवीय बेंजीन में घुलती है।
- **अर्थात् समान-समान को घोलता है।**
- कुछ ठोस पदार्थ जैसे शर्करा, ग्लूकोज, स्टार्च, एल्कोहॉल आदि जल में विलेय होते हैं। इसका कारण इन पदार्थों के अणुओं का जल के अणुओं के साथ हाइड्रोजन बंध का बनना है।

(ii) **ताप** — संतृप्त विलयन में अविलेय ठोस एवं विलयन के मध्य निम्नांकित साम्य होता है।

अविलेय ठोस + विलायक विलेय युक्त $\rightleftharpoons$ विलयन

$\Delta H_{\text{विलयन}} = \pm x\,k.cal$

लाशातालिए नियमानुसार यदि $\Delta H > 0$ (शून्य) अर्थात् विलेय को विलायक में घोलने पर ऊष्मा अवशोषित होती है तो ताप में वृद्धि पर ठोस विलेय की विलेयता में वृद्धि होगी। अर्थात् साम्य अग्र दिशा में विस्थापित होगा। उदाहरण $NH_4Cl, KCl, AgNO_3, NaNO_3, KI$ आदि।

यदि $\Delta H < 0$ (शून्य) अर्थात् विलेय को विलायक में घोलने पर ऊष्मा मुक्त होती है तो ताप में वृद्धि पर ठोस विलेय की विलेयता में कमी होगी। उदाहरण $NaOH, Li_2SO_4, (CH_3COO)_2Ca$ आदि।

कुछ लवण असामान्य व्यवहार प्रदर्शित करते है। उदाहरण ग्लूबर लवण ($Na_2SO_4.10H_2O$) की विलेयता 23.4^0C तक बढ़ती है परन्तु इससे अधिक ताप पर विलेयता घट जाती है। इसका प्रमुख कारण पर इस लवण का क्रिस्टलन जल पृथक हो जाता है एवं यह निर्जलीय लवण हो जाता है।

2.3.2 गैसों की द्रवों में विलेयता (Solubility of Gases in Liquids)

- प्राय: गैसें जल या अन्य द्रवों में एक निश्चित मात्रा में घुलनशील

होती है। जल में घुली O_2 गैस जलीय जीवों को जीवित रखती है।

- किसी द्रव में गैसों की विलेयता को **अवशोषण गुणांक** (Absorption coefficient) द्वारा व्यक्त करते हैं।
- किसी निश्चित ताप एवं एक वायुमण्डलीय दाब पर विलायक के इकाई आयतन में घुली हुई गैस का सामान्य ताप व दाब पर निकाला गया आयतन, **अवशोषण गुणांक** कहलाता है।

गैसों की विलेयता को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting solubility of gas)

(1) गैसों की प्रकृति (Nature of gases)

- जो गैसें विलायक से क्रिया करके यौगिक बनाती हैं या विलायक में आयनीकृत होती हैं, वे विलायक में अधिक घुलनशील होती हैं।
- जैसे– NH_3, HCl, HBr, SO_2, CO_2 आदि गैसें जल में अधिक घुलनशील होती है।

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

- वे गैसें जो विलायक के साथ अभिक्रिया करके यौगिक नहीं बनाती, द्रव में कम घुलनशील होती है। जैसे– H_2, O_2 व N_2 आदि गैसें द्रवों में कम घुलनशील है।
- जिन गैसों के अवशोषण गुणांक अधिक होते हैं वे गैसें अधिक विलेय होती है।

अवशोषण गुणांक के आधार पर विलेयता का क्रम

$$NH_3 > HCl > SO_2 > H_2S > CO_2 > O_2$$

N_2, O_2, C_2H_2 आदि जल की अपेक्षा एल्कोहॉल में अधिक विलेय होती है।

(2) विलायक की प्रकृति (Nature of solvent)

- ध्रुवीय गैसें, ध्रुवीय विलायकों में अधिक घुलनशील होती हैं व अध्रुवीय विलायकों में कम।
- जैसे– HCl व NH_3 ध्रुवीय गैसें हैं अतः ये H_2O में अधिक घुलनशील है जबकि अध्रुवीय कार्बनिक विलायकों में कम।

(3) ताप का प्रभाव (Effect of temperature)

- जब किसी गैस को द्रव में घोला जाता है तो ऊष्मा मुक्त होती है। अतः गैसों की द्रव में विलेयता ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है।

$$\underset{\text{गैस}}{CO_2} + \underset{\text{द्रव}}{H_2O} \rightarrow H_2CO_3 + \text{ऊष्मा}$$

- अतः स्थिर दाब पर, ताप बढ़ाने पर गैस की विलेयता घटती है।
- अधिकांश गैसों को उनके विलयन को उबालने से लगभग पूर्णतः मुक्त कराया जा सकता है।
- कुछ गैसें जैसे H_2 एवं He ऐसी भी हैं जिन्हें घोलने पर ऊष्मा का अवशोषण होता है। ऐसी गैसों की विलेयता ताप में वृद्धि करने पर बढ़ती है।

(4) विलायक में अन्य पदार्थों की उपस्थिति (Presence of other Substances in Solvent)

- यदि विलायक में कोई विद्युत अपघट्य या कार्बनिक पदार्थ आदि अन्य पदार्थ उपस्थित हो तो गैसों की द्रव में विलेयता घट जाती है।

(5) दाब का प्रभाव (Effect of pressure)

- एक निश्चित ताप पर गैसों की विलेयता पर दाब के प्रभाव के अध्ययन करने पर पाया गया है कि दाब बढ़ाने पर गैसों की विलेयता बढ़ती है।
- गैसों की विलेयता पर दाब के प्रभाव का मात्रात्मक सम्बन्ध हैनरी ने दिया था जिसे **हैनरी नियम** कहते हैं।
- **हैनरी नियम (Henry Law)—**

इस नियम के अनुसार, स्थिर ताप पर किसी गैस की विलेयता, गैस के दाब के समानुपाती होती है।

अतः $m \propto P$

या $m = kP$

यहाँ m = घुली हुई गैस की मात्रा

P = साम्यावस्था में गैस का दाब

k = समानुपाती स्थिरांक है।

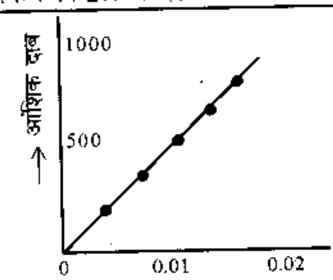
- यदि विलेयता को, विलयन में गैस के मोल अंश के रूप में व्यक्त किया जाये तो हैनरी नियम के अनुसार–"**किसी गैस का वाष्प अवस्था में आंशिक दाब (p), उस विलयन में गैस के मोल अंश (X) के समानुपाती होता है।**

अर्थात् $p \propto X_{\text{गैस}}$

या $p = K_H X_{\text{गैस}}$

यहाँ K_H हैनरी स्थिरांक कहलाता है।

- यदि गैस के आंशिक दाब (p) और मोल भिन्न (X) के मध्य ग्राफ खींचा जाता है तो एक सरल रेखा प्राप्त होती है, जिसका ढाल K_H को व्यक्त करता है। ग्राफ चित्र 2.1 में दर्शाया गया है।



चित्र: 2.1 → मोल अंश

हैनरी के नियम के अनुसार—

$$X_{\text{गैस}} = \frac{p}{K_H}$$

- समीकरण से स्पष्ट है कि समान दाब पर गैसों की विलेयता हैनरी स्थिरांक के व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात् जिन गैसों के हैनरी स्थिरांक अधिक है उनकी विलेयता कम होती है, और जिनके हैनरी स्थिरांक कम हैं, उनकी विलेयता अधिक होती है।

हैनरी नियम की सीमायें—

- दाब बहुत अधिक नहीं होना चाहिये।
- ताप बहुत कम नहीं हों।
- गैस की विलेयता विलायक में कम हो।
- गैस की आण्विक अवस्था द्रव व गैसीय दोनों विलायकों में समान हो।

हैनरी नियम के अनुप्रयोग (Applicatans of Henry's Law)

1. शीतल पेय अथवा सोडा वाटर में CO_2 की विलेयता बढ़ाने के लिये बोतल को उच्च दाब पर बन्द किया जाता है।
2. गहरे समुद्र में गोताखोरों को उच्च दाब की वायु से स्वास लेना पड़ता है अत: उच्च दाब पर वायु में उपस्थित N_2 और O_2 की ब्लड में विलयेता अधिक हो जाती है। जब गोताखोर सतह पर आते हैं तो घुली हुई गैसें बुलबुलों के रूप में ब्लड में से निकलती है। ये बुलबुले कोशिकाओं में अवरोध उत्पन्न करते हैं और ब्लड के प्रवाह को प्रभावित करते हैं। यह नाड़ी तन्त्र में संकेतों के प्रवाह को भी रोकते हैं। ये बुलबले कोशिकाओं को नष्ट कर सकते हैं अथवा उन्हें बन्द भी कर सकते हैं। परिणामस्वरूप गोताखोर को अत्यधिक पीड़ा होती है, जो कभी-कभी घातक सिद्ध होती है। इस अवस्था को बेण्ड (Bend's) कहते हैं। बेण्ड से बचाव के लिये गोताखोरों के गैस सिलिंडर में वायु के साथ He गैस मिलाई जाती है, जिसकी विलेयता अत्यधिक कम होती है। सामान्यत: गैस सिलिंडर में $He = 11.7\%, N_2 = 56.2\%, O_2 = 32.1\%$ होती है।
3. अधिक ऊँचाई वाले स्थानों पर O_2 का आंशिक दाब कम होता है अर्थात् O_2 की सान्द्रता कम होती है। अत: पर्वतारोहियों एवं अधिक ऊँचाई पर रहने वाले व्यक्तियों में O_2 की कमी के कारण शरीर कमजोर होने लगता है और उनकी सोचने की क्षमता कम हो जाती है। इन लक्षणों को **ऐनॉक्सिया** (Anoxia) कहते हैं।

2.4 द्रवीय विलयनों के वाष्प दाब (Vapour Pressure of Liquid Solution)

द्रव पदार्थों में वाष्पन (Vaporisation) की प्रवृति निहित होती है। खुले पात्र में यदि किसी द्रव को रखा जाता है, तो वाष्पीकरण की प्रक्रिया के कारण द्रव का आयतन घटने लगता है। इस प्रक्रिया में द्रव के उच्चतम ऊर्जा के कण सतह से बाहर निकल जाते है। यदि द्रव किसी बन्द पात्र में लिया जाता है, तो भी वाष्पीकरण की प्रक्रिया होती है, परन्तु यह प्रक्रिया अनिश्चित समय तक नहीं चल पाती। क्योंकि वाष्प के अणुओं के गमन के लिए स्थान सीमित होता है, अत: वे पुन: द्रव की सतह में मिल जाते है। वाष्प के कणों का द्रव की सतह में पुन: मिलना संघनन (Condensation) कहलाता है।

जब वाष्पन और संघनन की दर समान हो जाती है। तो साम्यवस्था प्राप्त हो जाती है। यह साम्य गतिक (Dynamic) साम्य होता है।

$$\text{वाष्पन} \rightleftharpoons \text{संघनन}$$

अत: एक निश्चित ताप पर साम्य की अवस्था में वाष्प के अणुओं द्वारा द्रव की सतह पर डाला गया दाब, वाष्प दाब अथवा संतृप्त वाष्प दाब कहलाता है।

2.5 ठोस-द्रव विलयन का वाष्पदाब

किसी विलायक में अवाष्पशील विलेय यौगिक को मिश्रित करने विलयन का वाष्प दाब, विलायक के वाष्प दाब की तुलना में कम पाया जाता है। यह वाष्पदाब अवनमन कहलाता है। यदि शुद्ध विलायक का दाब P^0 और विलयन का वाष्पदाब P_s है तो

वाष्पदाब अवनमन $= P^0 - P_s$

इसे हम निम्न प्रकार से समझ सकते है कि वाष्पीकरण एक पृष्ठीय अभिक्रिया है। इस प्रक्रिया में विलायक के अणु द्रव की सतह से वाष्प में बदलते है। जबकि विलयन में द्रव की सतह के कुछ स्थान को अवाष्पशील विलेय अणु घेरते है अत: विलायक के अणुओं की संख्या सतह पर घट जाती है। इसी कारण विलयन में वाष्पन की दर भी घट जाती है। परिणाम स्वरूप विलयन का वाष्पदाब कम हो जाता है।

2.4.1 द्रव-द्रव विलयनों का वाष्पदाब (Vapour Pressure of Liquid-Liquid Solution)

- जब किसी द्रव (विलेय) का विलयन किसी द्रव (विलायक) में बनाया जाता है तो विलयन में दोनों अवयव वाष्पशील होते हैं।
- अत: विलयन के वाष्प दाब में दोनों अवयवों के वाष्प दाब का योगदान होता है।
- माना कि किसी विलयन में दो वाष्पशील अवयव A और B उपस्थित हैं। इन अवयवों के आंशिक वाष्पदाब क्रमश: p_A और p_B हों और विलयन का वाष्प दाब P हो तो

$$P = p_A + p_B$$

- राऊल्ट (Raoult) नें इन विलयनों के लिये नियम बनाया है, जो कि निम्न प्रकार है।

1. वाष्पशील विलेय युक्त विलयन के लिये राउल्ट का नियम (Raoult's law for solutions containing volatile solutes)

- **एक निश्चित ताप पर विलयन में उपस्थित किसी वाष्पशील अवयव का आंशिक वाष्प दाब, उस अवयव की मोल भिन्न के समानुपाती होता हैं।**
- यदि अवयव A का आंशिक वाष्पदाब $= p_A$
  अवयव B का आंशिक वाष्पदाब $= p_B$

$$\text{अवयव A की मोल भिन्न} = X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

$$\text{अवयव B की मोल भिन्न} = X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

- राऊल्ट नियमानुसार:

$$p_A \propto X_A \qquad \text{या } p_A = p^\circ_A X_A \qquad \ldots(1)$$

$$p_B \propto X_B \qquad \text{या } p_B = p^\circ_B X_B \qquad \ldots(2)$$

- p°_A तथा p°_B क्रमश: A और B की शुद्ध अवस्था में वाष्पदाब हैं जो कि एक निश्चित ताप पर स्थिरांक हैं।
  विलयन का कुल वाष्प दाब यदि P है तो

$$P = p_A + p_B$$

$$P = p^\circ_A X_A + p^\circ_B X_B \qquad \ldots(3)$$

हम जानते हैं कि

$$X_A + X_B = 1$$

$$\therefore \quad X_A = 1 - X_B$$

अत:

$$P = p^\circ_A [1 - X_B] + p^\circ_B X_B$$

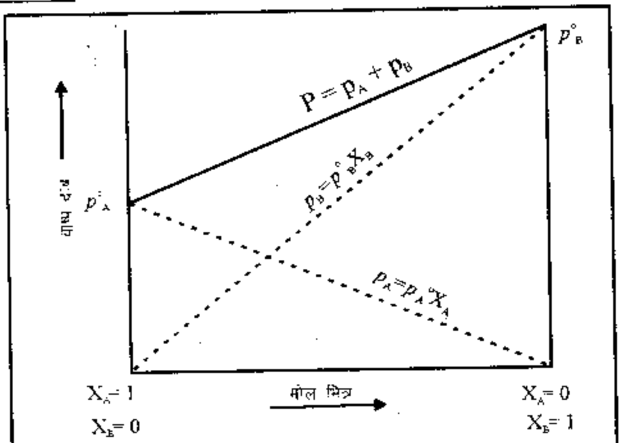
$$= p^\circ_A - p^\circ_A X_B + p^\circ_B X_B$$

$$P = p^\circ_A + X_B [p^\circ_B - p^\circ_A]$$

अथवा

$$P = X_B (p^o_B - p^o_A) + p^o_A \qquad \ldots(4)$$

- अत: समीकरण (1) और (2) $y = mx$ तथा समीकरण (4) $y = mx + c$ प्रकार की सरल रेखाओं को प्रदर्शित करती है।
- अर्थात् p_A, p_B तथा P अवयवों की मोल भिन्न का रेखीय फलन है।
- यदि P को X_A या X_B के विरूद्ध आलेखित करें तो एक सीधी रेखा प्राप्त होती है। चित्र में इसे एक ठोस रेखा से दर्शाया गया है। देखिए चित्र 2.2



चित्र 2.2: कुल दाब व विलयन में उपस्थित अवयवों के मोल भिन्न में आलेख

2. अवाष्पशील विलेय युक्त विलयन के लिए [illegible]

इस नियम के अनुसार – अवाष्पशील विलेय युक्त विलयन का वाष्प दाब केवल वाष्पशील विलायक द्रव A के आंशिक दाब के समान होता है। क्योंकि विलेय B का आंशिक दाब नगण्य होता है।

अत: विलयन का वाष्प दाब $P_s = P_A$

अत: $P_s = P_A^0 X_A$

चूंकि $X_A + X_B = 1$ अत: $X_A = 1 - X_B$

$P_s = P_A^0 - P_A^0 X_B$

$P_A^0 X_B = P_A^0 - P_s$

या $X_B = \frac{P_A^0 - P_s}{P_A^0}$

यहाँ $P_A^0 - P_s$ = वाष्प दाब में अवनमन

$\frac{P_A^0 - P_s}{P_A^0}$ = वाष्पदाब में आपेक्षिक अवनमन

अत: राऊल का नियम इस प्रकार परिभाषित किया जाता है।

एक निश्चित ताप पर अवाष्पशील विलेय युक्त विलयन का वाष्प दाब में आपेक्षिक अवनमन विलेय की मोल भिन्न के बराबर होता है।

2.6 आदर्श विलयन (Ideal Solution)

- वे सभी विलयन, जो सभी ताप एवं सान्द्रता पर राऊल्ट के नियम का पालन करते हो, उन्हें **आदर्श विलयन** कहते है।
- दो अवयवों A व B से बने विलयन को आदर्श विलयन तब ही कहते है, जब वह निम्न शर्ते पूर्ण करता हो–

(a) विलयन, राऊल्ट नियम का पालन करता हों

$$P = p_A + p_B$$

$$P = p_A^o X_A + p_B^o X_B$$

(b) दोनों अवयवों A व B को मिलाने पर विलयन का आयतन दोनों अवयवों के आयतन के योग के बराबर होना चाहिये। अर्थात आयतन परिवर्तन शून्य होना चाहिए।

$$\Delta V_{\text{मिश्रण}} = 0$$

(c) दोनों अवयवों A व B कों मिलाने पर एन्थैल्पी परिवर्तन शून्य होता है अर्थात् न तो ऊर्जा का उत्सर्जन होता है और न ही ऊर्जा का अवशोषण

$$\Delta H_{\text{मिश्रण}} = 0$$

(d) शुद्ध अवयवों में अन्तराणुविक आकर्षण अन्योन्य क्रियाएँ A–A तथा B – B प्रकार की होती है। जबकि विलयन में A–B प्रकार की अन्योन्य क्रियायें भी होती है।

आदर्श विलयन में A----A और B-----B के मध्य अन्योन्य क्रियाऐं (आकर्षण बल) A---B के मध्य अन्योन्य क्रियाओं (आकर्षण बलों) के समान होती है।

- आदर्श विलयन निम्न है–

(i) Benzene C_6H_6 + Toluene $C_6H_5CH_3$
(ii) $C_6H_5Cl + C_6H_5Br$
(iii) $CCl_4 + SiCl_4$
(iv) $n\text{–}C_6H_{14} + n\text{–}C_7H_{16}$
(v) $CH_3OH + C_2H_5OH$
(vi) Ethylene chloride $C_2H_4Cl_2$+ Ethylene bromide $C_2H_4Br_2$
(vii) 1–Chlorobutane C_4H_9Cl + 1–Bromobutane C_4H_9Br

2.7 [illegible]

- वे सभी विलयन जो किसी ताप या सान्द्रता पर राऊल्ट के नियम का पालन नहीं करते हों उन्हें **अनादर्श विलयन** कहते है।
- जब दो अवयवों A व B को मिलाने से प्राप्त विलयन को अनादर्श विलयन तब ही कहेंगे जो निम्न शर्ते पूर्ण करता हो–

(a) विलयन, राऊल्ट नियम का पालन नहीं करता

$$P \neq p_A + p_B$$

$$P \neq p_A^o X_A + p_B^o X_B$$

(b) दोनों अवयवों A व B के मिलाने पर विलयन का आयतन दोनों अवयवों के आयतन के बराबर नहीं होता

$$\Delta V_{\text{मिश्रण}} \neq 0$$

(c) दोनों अवयवों A व B को मिलाने पर एन्थैल्पी परिवर्तन शून्य नहीं होता।

$$\Delta H_{\text{मिश्रण}} \neq 0$$

(d) विलयन में A – B आकर्षण बल का परिणाम अवयवों A – A व B – B के परिणाम के बराबर नहीं होता A – B आकर्षण बल ≠ A – A व B – B के मध्य ससंजक बल

अनादर्श विलयन दो प्रकार के होते है–

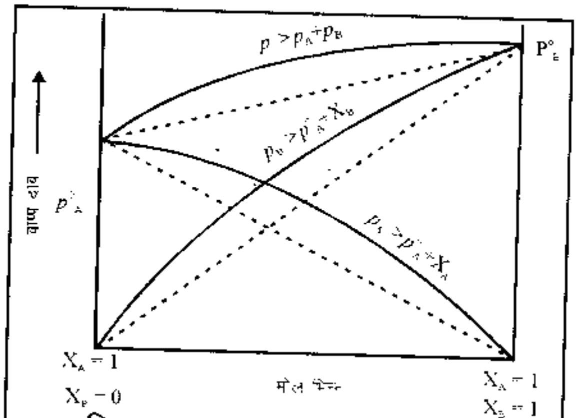
(1) वे विलयन जो धनात्मक विचलन प्रदर्शित करते है।
(2) वे विलयन जो ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करते है।

[illegible]

- इन विलयनों में उपस्थित प्रत्येक अवयव (A या B) के आंशिक वाष्प दाब राऊल्ट के नियम से निर्धारित किये गये वाष्प दाब से अधिक होता है।

$$p_A > p_A^o X_A$$

$$p_B > p_B^o X_B$$



चित्र 2.3 –धनात्मक अनादर्श विलयन

- इस प्रकार का विचलन उन विलयनों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जिसमें A---A और B-----B के मध्य अन्योन्य क्रियाऐं (आकर्षण बल) A----B के मध्य अन्योन्य क्रियाओं (आकर्षण बलों) से प्रबल होती हैं। A – B आकर्षण बल < A – A या B – B आकर्षण बल से
- A व B अवयवों को मिलाने के बाद, विलयन का आयतन अधिक हो जाता है।

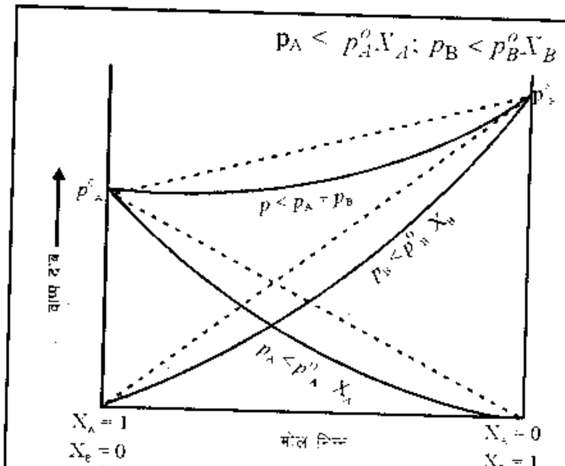
$$V_{\text{मिश्रण}} > \text{A का आयतन} + \text{B का आयतन}$$
$$\Delta V_{\text{मिश्रण}} = + ve$$

- अवयव A व B को मिलाने पर ऊर्जा का अवशोषण होता है अर्थात् एन्थैल्पी परिवर्तन धनात्मक होता है।
- धनात्मक विचलन प्रदर्शित करने वाले कुछ अनादर्श विलयनों के निम्न उदाहरण है–

(i) Ethanol C_2H_5OH + Acetone $(CH_3)_2CO$
(ii) $CH_3OH + H_2O$
(iii) C_2H_5OH + Cyclohexane C_6H_{12}
(iv) Acetone $(CH_3)_2CO$ + Ether $C_2H_5O–C_2H_5$
(v) $CCl_4 + CHCl_3$
(vi) CS_2 + Acetone $(CH_3)_2CO$
(vii) CCl_4 + Toluene (C_7H_8) (viii) $C_2H_5OH + H_2O$

2.7.2 ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करने वाले अनादर्श विलयन (Non-Ideal Solution showing negative deviation)

- इन विलयनों में उपस्थित प्रत्येक अवयव के आंशिक वाष्प दाब, राऊल्ट के नियम से निर्धारित किये गये वाष्प दाब से कम होते है।



चित्र 2.6 ऋणात्मक अनादर्श विलयन

- इस प्रकार का विचलन, उन विलयनों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है, जिसमें A----A और B----B के मध्य अन्योन्य क्रियाऐं (आकर्षण बल) A----B के मध्य अन्योन्य क्रियाओं (आकर्षण बलों) से दुर्बल होती हैं। A – B आकर्षण बल > A – A या B – B आकर्षण बल
- A व B अवयवों को मिलाने के बाद, विलयन का आयतन कम हो जाता है।

$$V_{\text{मिश्रण}} < \text{A का आयतन} + \text{B का आयतन}$$
या $$\Delta V_{\text{मिश्रण}} < 0$$
या $$\Delta V_{\text{मिश्रण}} = -ve$$

- A व B अवयवों को मिलाने पर ऊर्जा का उत्सर्जन होता है अर्थात् एन्थैल्पी परिवर्तन ऋणात्मक होता है।

$$\Delta H_{\text{मिश्रण}} = -ve$$

ऋणात्मक विचलन प्रदर्शित करने वाले अनादर्श विलयनों के उदाहरण निम्न है–

(i) $CHCl_3$ + Acetone (ii) $CHCl_3 + C_6H_6$
(iii) $CH_3OH + CH_3COOH$ (iv) Acetone + Aniline
(v) $H_2O + HNO_3$ (vi) $H_2O + HCl$
(vii) $H_2O + H_2SO_4$

प्र.11 350K पर शुद्ध द्रवों A और B के वाष्पदाब क्रमश: 450 एवं 750 mm Hg है। यदि कुल वाष्पदाब 600mm Hg हो, तो द्रव मिश्रण का संघटन ज्ञात कीजिये। साथ ही वाष्प प्रावस्था का संघटन भी ज्ञात कीजिये।

हल: दिया हुआ है–

$$P_{\text{कुल}} = 600 \text{ mm Hg}$$
$$p^0_A = 450 \text{ mm Hg}$$
$$p^0_B = 750 \text{ mm Hg}$$
$$P_{\text{कुल}} = X_B(p^0_B - p^0_A) + p^0_A$$
$$600 = X_B(750 - 450) + 450$$
या $$300\,X_B = 150$$
$$X_B = \frac{150}{300} = 0.5$$
$$X_A = 1 - 0.5 = 0.5$$
$$p_A = p^0_A \times X_A = 450 \times 0.5 = 225 \text{ mm Hg}$$

2.8 अणुसंख्यक गुणधर्म एवं मोलर द्रव्यमान की गणना (Colligative Properties and Determination of Motor Mass)

विलयनों के कुछ गुणधर्म धुलनशील विलेय की मात्रा (कणों की संख्या) पर निर्भर करते है। इन गुणों का सम्बन्ध विलेय की प्रकृति एवं संघटन से नहीं होता है। विलयनों के ये गुणधर्म अणुसंख्यक गुणधर्म (Colligative Properties) कहलाते है। ये गुणधर्म निम्नलिखित है।

1. वाष्पदाब में आपेक्षिक अवनमन (Relative lowering in Vapour Pressure)
2. क्वथनांक में उन्नयन (Elevation in Boiling Point)
3. हिमांक में अवनमन (Depression in Freezing point)
4. परासरण दाब (Osmotic Pressure)

2.8.1 वाष्प दाब में आपेक्षिक अवनमन Relative Lowering in Vapour Pressure

- विलयनों के कुछ गुण जैसे वाष्पदाब में आपेक्षिक अवनमन, क्वथनांक में उन्नयन, हिमांक में अवनमन, परासरण दाब उनमें उपस्थित विलेय के कणों की संख्या पर निर्भर करते हैं। विलयनों के ये गुण उनके **अणुसंख्य गुण** कहलाते हैं।

नोट-विलयन में अणुसंख्यक गुणधर्म $\propto$ कणों या अणुओं की संख्या

$$\text{अणुसंख्यक गुण} \propto \frac{1}{\text{विलेय का अणुभार}}$$

- इन गुणों का सम्बन्ध विलेय के प्रकृति या उसके संघटन से नहीं होता। अध्याय के इस भाग में हम विलयन के इन अणुसंख्य गुणों का अध्ययन करेंगे।
- हमें यह ज्ञात है कि विलयन में विलायक का वाष्प दाब शुद्ध विलायक के वाष्प दाब से कम होता है। अर्थात् यदि शुद्ध विलायक में कोई अवाष्पशील विलेय घोला जाता है तो उसके वाष्प दाब में कमी आ जाती है। वाष्पदाब में यह कमी (अवनमन) विलेय के कणों की सान्द्रता पर निर्भर करती है न कि उनकी प्रकृति पर।
- **राऊल्ट के नियम के अनुसार, किसी अवाष्पशील विलेय के विलयन का वाष्पदाब विलायक की मोल भिन्न के समानुपाती होता है।**

यदि विलेय B और विलायक A हो, तो

$$p_s \propto X_A$$

या $p_s = p_A^0 X_A$ $\quad$ p_s = विलयन का वाष्पदाब है।

या $p_s = p_A^0 (1 - X_B)$ $\quad$ p_B^0 = शुद्ध विलायक का वाष्पदाब है।

$$p_A^0 - p_s = p_A^0 X_B$$

या $$\frac{p_A^0 - p_s}{p_A^0} = X_B$$

या $$\frac{\Delta P}{p_A^0} = X_B \qquad \Delta P = \text{वाष्पदाब अवनमन}$$

उपरोक्त समीकरण में बाँई ओर का पद वाष्पदाब में आपेक्षिक अवनमन कहलाता है।

राऊल्ट के नियम के अनुसार वाष्पदाब में आपेक्षिक अवनमन विलयन में उपस्थित विलेय की मोल भिन्न (मोल अंश) के बराबर होता है।

चूँकि $$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

अत: $$\frac{p_A^0 - p_s}{p_A^0} = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

यहाँ n_B = विलेय के मोलों की संख्या तथा n_A = विलायक के मोलों की संख्या है।

तनु विलयनों में $n_B << n_A$ अत: n_B को नगण्य माना जा सकता है।

अर्थात् $\quad n_A + n_B \simeq n_A$

अत: $$\frac{p_A^0 - p_s}{p_A^0} = \frac{n_B}{n_A}$$

चूँकि $n_A = \dfrac{W_A}{M_A}$ तथा $n_B = \dfrac{W_B}{M_B}$

अत: $$\frac{p_A^0 - p_s}{p_A^0} = \frac{W_B . M_A}{M_B . W_A}$$

यहाँ W_B तथा W_A विलेय ओर विलायक के द्रव्यमान और M_B तथा M_A विलेय ओर विलायक के मोलर द्रव्यमान है।

उदा.12 जब विलायक में अवाष्पशील विलेय मिलाया जाता है तो वाष्प दाब 10 mm. Hg घट जाता है, जबकि विलयन में विलेय की मोल भिन्न 0.2 है। यदि वाष्प दाब में कमी 20 mm. Hg की हो तो विलायक की मोल भिन्न क्या होगी·

हल- दिया हुआ है- $\Delta p = 10$ mm Hg

$X_B = 0.2$

चूँकि $$\frac{\Delta p}{p_A^0} = X_B$$

अत: $$p_B^0 = \frac{\Delta p}{X_B} = \frac{10\,\text{mmHg}}{0.2}$$

या $\quad p_A^0 = 50$ mm Hg

यदि $\quad \Delta p = 20$ mm Hg है तो

$$X_B = \frac{20}{50} = 0.4$$

चूँकि प्रश्न में विलायक की मोल भिन्न (X_A) ज्ञात करने को कहा गय है।

अत: $$X_A = 1 - X_B = 1 - 0.4$$

$$\mathbf{X_A = 0.6}$$

उदा.13 65° C ताप पर जल का वाष्प दाब 92.0 mm.Hg है 18.2 ग्राम अवाष्पशील विलेय पदार्थ को 100 ग्राम जल में घोलने प विलयन का वाष्प दाब 87.00 mm. Hg हो जाता है, अवाष्पशील विलेय पदार्थ का अणुभार ज्ञात कीजिये।

हल: अवाष्पशील विलेय पदार्थ का भार W_B = 18.2 ग्राम

विलायक का भार W_A = 100 ग्राम

विलायक का अणुभार M_A = 18

विलेय पदार्थ का अणुभार = M_B

विलायक का वाष्प दाब p_A^0 = 92.00 mm Hg

विलयन का वाष्प दाब p_s = 87.00 mm Hg

अत: $$M_B = \frac{W_B M_A}{W_A} \times \frac{p_A^0}{p_A^0 - p_s}$$

$$= \frac{18.2 \times 18 \times 92}{100 \times [92 - 87]}$$

$$= \frac{18.2 \times 18 \times 92}{100 \times 5}$$
$$= 60.27 \text{ g mol}^{-1}$$

उदा.14 किसी ताप पर शुद्ध बैंजीन का वाष्प 0.850 बार हैं 0.5 ग्राम अवाष्पशील विलेय ठोस को 39 ग्राम बैंजीन में घोला गया। प्राप्त विलयन का वाष्प दाब 0.845 बार है। विलेय ठोस का मोलर द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

(बैंजीन का मोलर द्रव्यमान = 78 ग्राम मोल$^{-1}$)

हल- दिया गया है - $P^0_{C_6H_6} = 0.850$ बार, विलयन का वाष्प दाब

$P_S = 0.845$ बार

$W_B = 0.5$ ग्राम $M_{C_6H_6} = 78$ ग्राम $W_{C_6H_6} = 39$ ग्राम

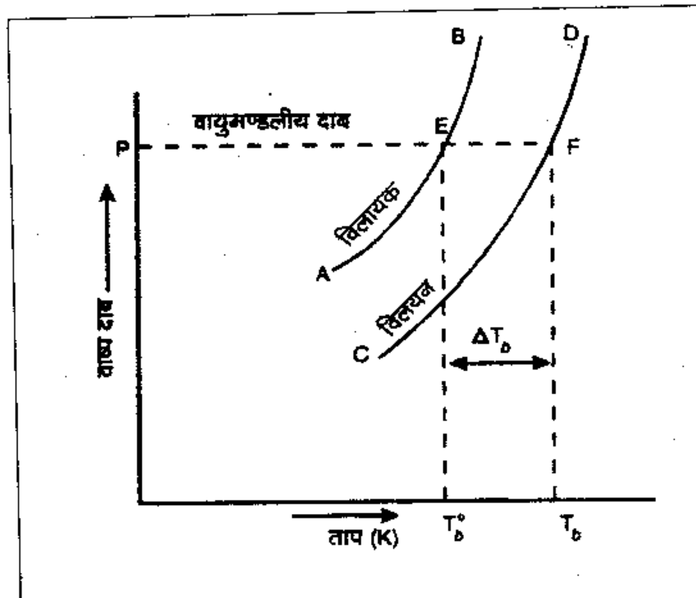
$M_B = ?$

$$M_B = \frac{W_B \times M_{C_6H_6}}{W_{C_6H_6}} \frac{P^0_{C_6H_6}}{P^0_{C_6H_6} - P_S}$$

$$= \frac{0.5 \times 78}{39} \frac{0.850}{0.850 - 0.845} = 170 g$$

2.8

- **किसी द्रव का क्वथांनक वह ताप है, जिस पर द्रव का वाष्प दाब वायुमण्डलीय दाब के बराबर हो जाता है।**
- प्रत्येक द्रव के लिये यह ताप निश्चित वायुमण्डलीय दाब पर निश्चित होता है।
- हम जानते हैं कि जब किसी अवाष्पशील पदार्थ को किसी द्रव में घोलते हैं तो द्रव का वाष्प दाब कम हो जाता है। अतः विलयन का वाष्प दाब वायुमण्डलीय दाब के बराबर लाने के लिये अधिक ताप की आवश्यकता होगी अर्थात् **विलयन का क्वथनांक शुद्ध विलायक के क्वथनांक से अधिक हो जाता है।**
- उदाहरण के लिये जल 373.5 K (100°C) पर उबलता है। इस ताप पर जल का वाष्पदाब 1.013 bar (1 वायुमंडल) होता है। यदि जल में थोड़ा ग्लूकोज मिला दिया जाता है तो विलयन का वाष्पदाब कम हो जाता है। इस विलयन को उबालने के लिये ताप को जल के क्वथनांक से अधिक बढ़ाकर वाष्पदाब 1.031bar करना होगा। अत: किसी अवाष्पशील पदार्थ को किसी विलायक में घोलने में क्वथनांक में जो वृद्धि होती है, उसे **क्वथनांक का उन्नयन** कहते हैं तथा इस वृद्धि को ΔT_b से प्रदर्शित करते हैं।
- शुद्ध विलायक व विलयनों के वाष्प दाब तथा ताप के मध्य ग्राफ खींचने पर जो वक्र प्राप्त होते हैं वे लगभग एक दूसरे के समानान्तर होते है।
- विलायक का वाष्प दाब वक्र, विलयनों के वाष्प दाब वक्रों से ऊपर है जो यह बताता है कि समान ताप पर विलायक का वाष्प दाब विलयन के वाष्प दाब से अधिक होता है।
- चित्र 2.7 में एक अवाष्पशील विलेय से बने विलयन और शुद्ध विलायक के वाष्पदाब और ताप के मध्य ग्राफ दर्शाया गया है।



चित्र : 2.5 विलयन का क्वथनांक T_b विलायक के क्वथनांक T^0_b से अधिक है।
($T_b > T_b^0$)

विलयन का क्वथनांक T_b और विलायक का क्वथनांक T_b^0 है। क्वथनांक मे

उन्नयन $\Delta T_b = T_b - T_b^0$

चित्र से यह स्पष्ट है कि $\Delta T_b \propto \Delta P$

अर्थात् क्वथनांक में उन्नयन वाष्प दाब में परिवर्तन के समानुपाती होता है

राउल के नियम से वाष्प दाब अवनमन विलेय की मोल भिन्न के समानुपात होता है। अत:

$\Delta P \propto X_B$ (X_B = विलेय की मोल भिन्न)

$\Delta T_b \propto X_B$

$\Delta T_b = k X_B$

k = समानुपातिक स्थिरांक

$$X_B = \frac{\frac{W_B}{M_B}}{\frac{W_A}{M_A} + \frac{W_B}{M_B}}$$

$$\Delta T_b = k \frac{\frac{W_B}{M_B}}{\frac{W_A}{M_A} + \frac{W_B}{M_B}}$$

तनु विलयनों के लिए $\frac{W_B}{M_B} <<< \frac{W_A}{M_A}$

$$\text{अत: } \Delta T_b = k \frac{\frac{W_B}{M_B}}{\frac{W_A}{M_A}}$$

$$\Delta T_b = k.M_A.\frac{W_B}{M_B \times W_A}$$

विलायक A का मोलर द्रव्यमान M_A स्थिर होता है अत: KM_A के स्थान पर एक नया स्थिरांक K लिया जाता है।

अत: $\Delta T_b = K\frac{W_B}{M_B \times W_A}$

यदि $\frac{W_B}{M_B} = 1$ मोल तथा $W_A = 1000g = 1kg$ हो तो

$\Delta T_b = K_b$

K_b मोलल उन्नयन स्थिरांक है। जो कि एक मोलल विलयन में विलायक के क्वथनांक में उन्नयन के बराबर होता है।

यदि विलयन की मोललता m हो तो

$\Delta T_b = K_b \times m$

यहाँ m विलयन की मोललता और K_b = मोलल उन्नयन स्थिरांक या क्वथनांक उन्नयन स्थिरांक (Ebullioscopic Constant) कहलाता है।

K_b की इकाई K kg mol^{-1} है।

क्वथनांक उन्नयन एवं अवाष्पशील पदार्थ के मोलर द्रव्यमान में संबंध-

चूँकि $\Delta T_b = K_b.m$

विलयन की मोललता $m = \frac{W_B \times 1000}{M_B \times W_A}$

अत: $\Delta T_b = K_b.\frac{W_B \times 1000}{M_B \times W_A}$

या $M_B = \frac{K_B}{\Delta T_b} \times \frac{W_B}{M_B} \times 1000$

यहाँ W_B = विलेय का द्रव्यमान

M_B = विलेय का मोलर द्रव्यमान

W_A = विलायक का द्रव्यमान

K_b = मोलल क्वथनांक उन्नयन स्थिरांक है।

वांटहॉफ के अनुसार K_b को विलायक के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा से निम्न प्रकार संबंधित किया जा सकता है।

$$K_b = \frac{M_A R T_b^2}{\Delta_{vap} H \times 1000}$$

यहाँ M_A = विलायक का अणुभार

R = गैस स्थिरांक

T_b = विलायक का क्वथनांक

$\Delta_{vap}H$ = वाष्पन की मोलर ऊष्मा या मोलर वाष्पन एन्थैल्पी है।

ΔT_b का मान लैण्ड बर्गर विधि (Land Berger's Method) द्वारा ज्ञात किया जाता है।

उदा.14 100 ग्राम जल में 5 ग्राम पदार्थ को घोलने पर जल का क्वथनांक 0.49°C बढ़ जाता है। पदार्थ के मोलर द्रव्यमान की गणना कीजिए। जल के लिए K_b = 0.52 K kg mol^{-1} है।

हल:
$$M_B = \frac{1000 K_b W_B}{\Delta T_b W_A}$$

दिया हुआ है–

W_B = 5 gm

W_A = 100 gm

ΔT_b = 0.49 K

K_b = 0.52. K kg mol^{-1}

$$M_B = \frac{1000 \times 0.52 \times 5}{0.49 \times 100} = 53.06$$

विलेय का मोलर द्रव्यमान = 53.06 gm mol^{-1}

उदा.15 एक अवाष्पशील विलेय का जलीय विलयन जिसमें 5 ग्राम विलेय 1000 ग्राम जल में घुला है, 373.4 K पर उबलता है। घुले हुए विलेय का मोलर द्रव्यमान ज्ञात कीजिए। ($\Delta_{vap}H$ = 40.66 kJ mol^{-1})

हल:
$$K_b = \frac{M_A R T_b^2}{1000 \Delta_{vap} H}$$

$$= \frac{18 \times 8.314 \times (373)^2}{1000 \times 40.66 \times 10^3}$$

$= 0.512$ K kg mol^{-1}

जल का क्वथनांक = 100°C

∴ $T_b = 100 + 273 = 373$

K_b = 0.512 K kg mol

ΔT_b = 373.4 – 373.c

= 0.4 K

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

$$M_B = \frac{1000 \times 0.512 \times 5}{0.4 \times 100}$$

= 64 ग्राम $मोल^{-1}$

उदा.16 एक सॉस पेन (पात्र) में 18gm ग्लूकोज ($C_6H_{12}O_6$) को 1kg जल में घोला गया है। 1.013bar (1 वायुमंडल) दाब पर यह जल किस ताप पर उबलेगा। जल के लिये K_b का मान 0.52 K kg mol^{-1} है।

हल– दिया हुआ है–

W_B = 18gm M_B = 180 gm mol^{-1}

W_A = 1000gmK_b = 0.52 K kg mol^{-1}

ΔT_b = ?

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

$$= \frac{1000 \times 0.52 \times 18}{180 \times 1000}$$

= .052 K

चूँकि 1.013 bar दाब पर जल 373.15 K पर उबलता है।

अत: विलयन का क्वथनांक = 373.15 + .052K

= 373.202 K है।

उदा.17 बेंजीन का क्वथनांक 353.23 K है। 1.80gm अवाष्पशील विलेय को 90gm बेंजीन में घोलने पर विलयन का क्वथनांक 354.11 K हो जाता है। विलेय के मोलर द्रव्यमान की गणना कीजिये। बेंजीन के लिये K_b = 2.53 K kg mol^{-1} है।

हल– दिया हुआ है-

W_B = 1.80 gm W_A = 90gm

$K_b = 2.53$ K Kg mol^{-1}
$M_B = ?$

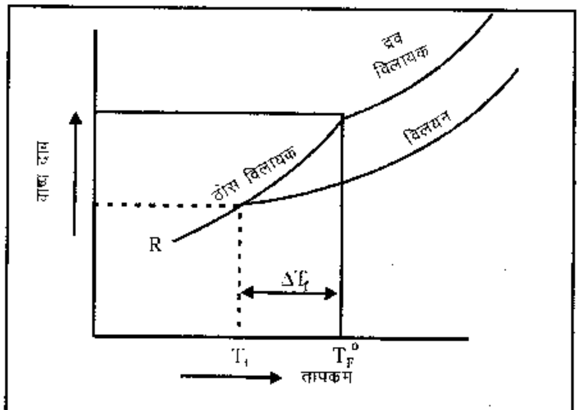
$$M_B = \frac{1000 \times K_b \times W_B}{\Delta T_b \times W_A}$$

$$= \frac{1000 \times 2.53 \times 1.80}{0.88 \times 90}$$

$= 58$ gm mol^{-1}

2.8.3 हिमांक में अवनमन (Depression in Freezing Point)

- किसी द्रव का हिमांक वह ताप है जिस पर द्रव तथा ठोस साम्यावस्था में होते है।
- **अथवा किसी द्रव का वह ताप जिस पर ठोस और द्रव दोनों अवस्थाओं का वाष्प दाब बराबर हो जाता है। द्रव का हिमांक कहलाता है।**
- जब किसी अवाष्पशील व वैद्युत अनअपघट्य पदार्थ को किसी विलायक में घोलते हैं तो, विलयन का वाष्प दाब, विलायक से कम हो जाता है।
- अतः विल्यन, विलायक से कम ताप पर जमता है अर्थात् विलयन का हिमांक, विलायक से कम हो जाता है। हिमांक में इस कमी को **हिमांक का अवनमन** कहते हैं।



चित्र- विलायक व विलयन के वाष्प दाब वक्र

- चित्र में T_f^0 शुद्ध विलायक और T_f विलयन के हिमांक है।

अत: हिमांक के अवनमन $(\Delta T_f) = T_f^0 - T_f$

चित्र से यह स्पष्ट है कि $\Delta T_b \propto \Delta P$ अर्थात् हिमांक में अवनमन वाष्प दाब में परिवर्तन के समानुपाती होता है।

तनु विलयन का हिमांक अवनमन (ΔT_f) एक अणुसंख्या गुण है। क्वथनांक में उन्नयन के समान ही हिमांक में अवनमन (ΔT_f) विलयन की मोललता (m) के समानुपाती होता है।

$$\Delta T_f \propto m$$

या $$\Delta T_f = K_f \times m$$

यहाँ m विलयन की मोललता है और K_f एक स्थिरांक है जो कि **मोलल अवनमन स्थिरांक** या **हिमांक अवनमन स्थिरांक** (Cryoscopic constant) कहलाता है।

K_f की इकाई K kg mol^{-1} है।

यदि W_B = विलेय का द्रव्यमान।
M_B = विलेय का मोलर द्रव्यमान
W_A = विलायक का द्रव्यमान हो तो

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

अत: $$\Delta T_f = \frac{1000 \times K_f \times W_B}{M_B \times W_A}$$

या $$M_B = \frac{1000 \times K_f \times W_B}{\Delta T_f \times W_A}$$

विलेय A के मोलर द्रव्यमान की गणना करने के लिये विलेय A की ज्ञात मात्रा को किसी विलायक की ज्ञात मात्रा में घोल कर उसका हिमांक (T_f) ज्ञात कर लेते हैं। यदि शुद्ध विलायक का हिमांक (T_f^0) ज्ञात हो तो ΔT_f का मान ज्ञात कर सकते हैं—

$$\Delta T_f = T_f^0 - T_f$$

K_f का मान विलायक की प्रकृति पर निर्भर करता है, क्योंकि ये एक स्थिरांक है।

- इस प्रकार विलेय का द्रव्यमान (W_B) विलायक का द्रव्यमान (W_A) हिमांक अवनमन (ΔT_f) मोलल अवनमन स्थिरांक K_f के मान ज्ञात हो तो विलेय के मोलर द्रव्यमान (M_B) की गणना की जा सकती है।
- K_f का मान निम्न ऊष्मागतिक समीकरण द्वारा भी ज्ञात किया जा सकता है—

$$K_f = \frac{M_A T_f^2 R}{1000 \Delta_{fus} H}$$

यहाँ R = गैस स्थिरांक है।
$\Delta_{fus}H$ = मोलर गलन एन्थैल्पी (Molar Enthalpy of fusion)

- ΔT_f ज्ञात करने की प्रायोगिक विधि बैकमान विधि (Beckmann Method) कहलाती है।

उदा.18 34.2 gm शर्करा के 1000 gm जल में घोल कर विलयन बनाया गया है। विलयन का हिमांक क्या होगा यदि शर्करा का मोलर द्रव्यमान 342 तथा जल का K_f =1.86 K kg mol^{-1} है।

हल- दिया हुआ है-
$W_B = 34.2$ gm, $M_B = 342$ gm mol^{-1}
$W_A = 1000$ gm, $K_f = 1.86$ K kg mol^{-1}
$\Delta T_f = ?$

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

$$= \frac{1000 \times 1.86 \times 34.2}{342 \times 1000}$$

$= 0.186$ K

विलयन का हिमांक = 273 − 0.186 = 272.814k

विलयन का हिमांक = 272.814 K

उदा.19 यूरिया का एक विलयन – 0.654°C पर जमता है। इस विलयन का क्वथनांक क्या होगा ? यदि जल का K_f = 1.86 और $K_b = 0.512$ K kg mol^{-1} है।

हल:
$$\Delta T_b = K_b \times m$$
$$\Delta T_f = K_f \times m$$
$$\frac{\Delta T_b}{\Delta T_f} = \frac{K_b}{K_f}$$

दिया हुआ है $\Delta T_f = 0 - (-0.654)$
$= 0.654°C$
$K_b = 0.512, K_f = 1.86$

अतः $\frac{\Delta T_b}{0.654} = \frac{0.512}{1.86}$

$$\Delta T_b = \frac{0.512 \times 0.654}{1.86}$$
$= 0.18$

क्वथनांक $= 100 + 0.18$
$= 100.18°C$

उदा.20 45gm एथीलीन ग्लाईकॉल ($C_2H_6O_2$) को 600gm जल में मिलाया गया। विलयन के (क) हिमांक अवनमन (ख) हिमांक की गणना कीजिये।

हल- दिया हुआ है—

$W_B = 45$ gm $\quad M_B = 62$ gm mol^{-1}
$W_A = 600$ gm $\quad K_f = 1.86$ K kg mol^{-1}
$\Delta T_f = ?$

(क)
$$\Delta T_f = \frac{1000 \times K_f \times W_B}{M_B \times W_A}$$
$$= \frac{1000 \times 1.86 \times 45}{62 \times 600}$$
$= 2.2$ K

अतः जलीय विलयन का हिमांक (T_f)

(ख)
$$T_f = T_f^0 - \Delta T_f$$
$= 273.15 - 2.2$
$= 270.95$ K

उदा.21 विद्युत अपघट्य के 1.0gm को 50gm बेंजीन में घोलने पर इसके हिमांक में 0.40K की कमी हो जाती है। बेंजीन का हिमांक अवनमन स्थिरांक 5.12K kg mol^{-1} है। विलेय का मोलर द्रव्यमान ज्ञात कीजिये।

हल- दिया हुआ है—

$W_B = 1.0$ gm, $W_A = 50$ gm
$\Delta T_f = 0.40$ K, $K_f = 5.12$ K kg mol^{-1}
$M_B = ?$

$$M_B = \frac{1000 \times K_f \times W_B}{\Delta T_f \times W_A}$$
$$= \frac{1000 \times 5.12 \times 1.0}{0.40 \times 50}$$

$= 256$ gm mol^{-1}

अतः विलेय का मोलर द्रव्यमान = 256 gm mol^{-1}

उदा.22 25.6 ग्राम सल्फर को 1000 ग्राम नैफ्थेलीन में घोलने पर हिमांक में अवनमन 0.68 K पाया गया। सल्फर का अणु सूत्र ज्ञात कीजिए। (नैफ्थेलीन हेतु $K_f = 6.8$K kg mol^{-1})

हल:- $M_B = \frac{K_f}{\Delta T_f} \times \frac{W_B}{W_A} \times 1000$

दिया हुआ है।

$K_f = 6.8$K kg mol^{-1}

$\Delta T_f = 0.68$K

$W_B = 25.6$ ग्राम

$W_A = 1000$ ग्राम

$M_B = ?$

$$M_B = \frac{6.8}{0.68} \times \frac{25.6}{1000} \times 1000$$
$= 256$

सल्फर का मोलर द्रव्यमान = 256

माना सल्फर का अणुसूत्र Sx है।

सल्फर का मोलर द्रव्यमान = $x \times 32$

अतः $x \times 32 = 256$

$x = 8$

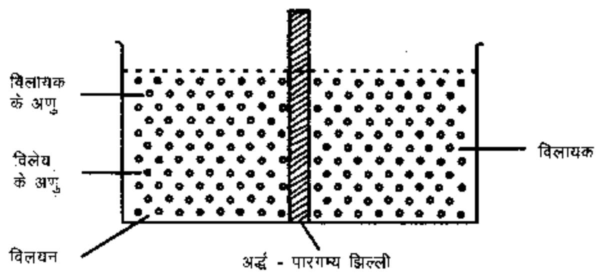
सल्फर का अणुसूत्र S_8 है।

2.8 परासरण (Osmosis)

- प्रकृत्ति अथवा घरों में होने वाली कुछ सामान्य घटनाओं जैसे मरे हुये जन्तु को पानी में पड़ा रखने पर वह फूल जाता है, मटर या चने के दोनों को पानी में पड़ा रखने पर उनका फूलना, वनस्पतियों जैसे प्याज को नमक के पानी में रखने पर उनका चरपरा पन समाप्त होना, करेले के कड़वेपन को दूर करने के लिये उसे नमक के विलयन में रखना आदि को ध्यान में देने पर यह ज्ञात होता है कि कुछ उदाहरणों में जल पदार्थ के अन्दर की ओर और कुछ उदाहरणों में जल पदार्थ से बाहर की ओर निकलता है। यह सब एक प्रकार की झिल्ली जिसे **अर्द्धपारगम्य झिल्ली** कहते हैं, द्वारा संभव है।
- अर्द्ध पारगम्य झिल्ली (Semi Permeable membrane (SPM)) अपने में से होकर केवल विलायक (जल) के अणुओं को ही गुजरने देती है, विलेय के अणुओं को नहीं गुजरने देती है।
- प्रकृति में प्रत्येक वनस्पति एवं जन्तु में SPM अर्द्ध पारगम्य झिल्ली पायी जाती है, अर्द्धपारगम्य झिल्ली रासायनिक पदार्थ, जैसे फीनोल पोटेशियम फैरो सायनाइड आदि की भी होती है। संश्लेषित झिल्ली सेलोफेन की होती है।
- अर्द्धपारगम्य झिल्ली एक सतत शीट के समान होती है, जिसमें अतिसूक्ष्म (Submicro) छिद्र या रंध्रों का एक नेटवर्क होता है। जिनमें होकर विलायक के कण गुजर सकते हैं।

परासरण (Osmosis)

- यदि किसी अर्द्ध–परागम्य झिल्ली के एक ओर शुद्ध विलायक तथा दूसरी ओर विलयन को रखा जाये तो विलायक के अणु झिल्ली में से होकर विलयन में पहुँचते हैं तथा दोनों ओर समान सान्द्रण उत्पन्न करने का प्रयत्न करते है।
- यदि अर्द्ध–परागम्य झिल्ली के एक ओर कम सान्द्रण वाला तथा दूसरी ओर अधिक सान्द्रण वाला विलयन रखा जाये तो विलायक के अणु कम सान्द्रण वाले विलयन की ओर से अधिक सान्द्रण वाले विलयन की ओर जाते है तथा दोनों ओर का सान्द्रण समान करने की कोशिश करते है।

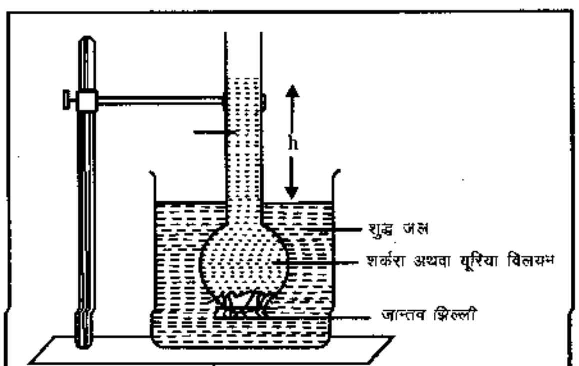


चित्र– अर्द्ध-पारगम्य झिल्ली

अतः वह प्रक्रिया, जिसमें विलायक के अणु कम सान्द्रण वाले विलयन से अधिक सान्द्रण वाले विलयन में अर्द्ध–पारगम्य झिल्ली में से होकर स्वतः प्रवाहित होते है, **परासरण** कहलाती है।

परासरण दाब (Osmotic Pressure)

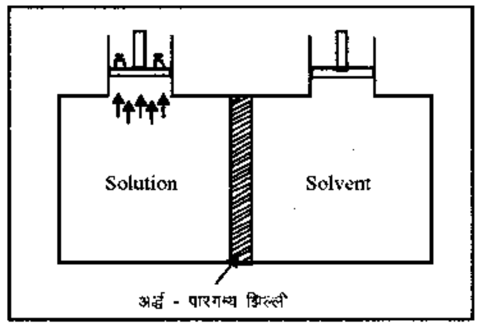
- परासरण में विलायक का प्रवाह SPM द्वारा कम सान्द्र विलयन से अधिक सान्द्र विलयन की ओर साम्यावस्था स्थापित होने तक सतत बना रहता है। इस प्रवाह को विलयन की ओर अतिरिक्त दाब लगा कर रोका जा सकता है।
- यह अतिरिक्त दाब जो SPM द्वारा विलायक के प्रवाह को रोकता है, **परासरण दाब** कहलाता है।
- किसी विलयन के परासरण दाब को निम्नलिखित प्रयोग के आधार पर परिभाषित किया जा सकता है–
- एक थिसेल फनेल के ऊपरी सिरे पर एक अर्द्ध–पारगम्य झिल्ली बाँध देते है। थिसेल फनेल को उल्टा करके उसमें शर्करा अथवा यूरिया का विलयन भर देते है तथा शुद्ध जल से भरे एक बीकर में डुबो देते है।



- परासरण की क्रिया के फलस्वरूप विलायक के अणु अर्द्ध–पारगम्य झिल्ली में से होकर बीकर से फनेल में जाने लगते है। अतः फनेल की नली में विलयन की सतह ऊपर उठने लगती है। कुछ समय पश्चात् फनेल में विलयन के तल का ऊपर उठना बन्द हो जाता है।
- यह एक साम्यावस्था है, जिसमें नली में द्रव–स्थैतिक दाब (Hydrostatic Pressure) विलयन के उस दाब के बराबर हो जाता है, जिसके कारण परासरण होता है। इस दाब को **परासरण दाब** कहते है।

प्रथम परिभाषाः- परासरण दाब, उस द्रव स्थैतिक दाब के बराबर होता है जो कि विलायक के और अधिक अणुओं को अर्द्ध-पारगम्य झिल्ली द्वारा विलयन की ओर जाने से रोकता है।

परासरण दाब की द्वितीय परिभाषा निम्नलिखित प्रयोग के आधार पर दी गई है।



- एक पात्र को एक अर्द्ध–पारगम्य झिल्ली द्वारा दो भागों में विभाजित कर देते है। इन दोनों भागों में चित्रानुसार पिस्टन लगे रहते है।
- इनमें से एक भाग में विलयन तथा एक भाग में विलायक भर देते है।
- परासरण की क्रिया प्रारम्भ होते ही विलयन वाला पिस्टन ऊपर उठने लगता है। इस क्रिया को रोकने के लिए इतना बाहरी दाब पिस्टन पर उत्पन्न किया जाता है कि परासरण न हो। जो बाहरी दाब परासरण की क्रिया रोकने के लिए लगाया जाता है, उसे **परासरण दाब** कहते है। अतः

द्वितीय परिभाषाः- विलयन पर लगाया गया वह आधिक्य यांत्रिक दाब जो कि अर्द्ध-पारगम्य झिल्ली द्वारा परासरण को रोकने के लिये आवश्यक हो, विलयन का परासरण दाब कहलाता है। परासरण दाब को π द्वारा व्यक्त करते है।

परासरण दाब के नियम

- तनु विलयनों में विलेय के अणुओं का व्यवहार ठीक उसी प्रकार का होता है। जैसा कि एक गैस में गैस के अणुओं का व्यवहार होता है।
- वैज्ञानिक वान्ट हॉफ ने गैस नियमों को विलयनों पर भी लागू किया है, और नियमों के आधार पर एक **विलयन समीकरण (Solution Equation)** व्युत्पन्न की है।

विलयन नियम इस प्रकार है–

(i) वान्ट-हॉफ बॉयल नियमः- एक निश्चित ताप पर किसी दिये गये

विलयन

विलयन का परासरण दाब, उसके आयतन के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

अर्थात् $\pi \propto \frac{1}{V}$ T = स्थिर है

या πV = स्थिरांक

V = विलयन का आयतन है।

(2) वान्ट-हॉफ चार्ल्स नियमः- एक स्थिर परासरण दाब के विलयन का आयतन उसके परमताप के समानुपाती होता है।

$V \propto T$ π = स्थिर है।

या $\frac{V}{T}$ = स्थिरांक

T = विलयन का ताप केल्विन में है।

(3) वान्टहाफ दाब-ताप नियम : एक स्थिर आयतन के तनु विलयन का परासरण दाब उसके परमताप के समानुपाती होता है।

$\pi \propto T$ V = स्थिर है।

या $\frac{\pi}{T}$ = स्थिरांक

उपरोक्त नियमों को मिलाने पर अर्थात् $\pi \propto \frac{1}{V}, V \propto T$ तथा

$\pi \propto P$

$\pi \propto \frac{T}{V}$

$\pi = \frac{ST}{V}$

या $\pi V = ST$ (1 मोल के लिए)

या $\pi V = nST$ (n मोल के लिए)

S = विलयन स्थिरांक कहलाता है, जिसका आंकिक मान गैस स्थिरांक (R) के समान होता है, अत: S के स्थान पर (R) भी लिखा जाता है।

अत: $\pi V = nRT$

यह समीकरण विलयन समीकरण कहलाती है

विलयन समीकरण को अन्य रूप में भी लिखा जाता है

$$\pi = \frac{n}{V}RT$$

$\pi = CRT = CST$

C = विलयन की सान्द्रता मोल प्रति लीटर में है।

परासरण दाब तथा विलेय का मोलर द्रव्यमान

$\pi V = nRT$

$$\pi = \frac{n}{V}RT$$

विलेय के मोल $n = \frac{W_B}{M_B}$

यहाँ W_B = विलेय का द्रव्यमान तथा M_B = विलेय का मोलर द्रव्यमान है।

अत: $\pi = \frac{W_B}{M_B V}.RT$

या $M_B = \frac{W_B RT}{\pi V}$

उदा.22 0°C पर 5% यूरिया विलयन के परासरण दाब की गणना कीजिये।

हल: $$\pi = \frac{W_B}{M_B V} \times RT$$

दिया हुआ है–

$W_B = 5$ gm, V = 100 ml = .1 litre

$M_B = 60$, R = 0.0821, T = 273 K

$$\pi = \frac{5 \times 0.0821 \times 273}{60 \times 0.1}$$

= 18.67 वायुमण्डल

उदा.23 150°C पर एक अवाष्पशील विलेय के 5% विलयन का परासरण दाब 5.07 वायुमण्डल है। विलेय का अणुभार ज्ञात कीजिये।

हल: $$M_B = \frac{W_B RT}{\pi V}$$

दिया हुआ है– $W_B = 5$ gm, V = 100 ml

या V = 0.1 लीटर R = 0.0821

T = 273 + 150 = 423 K

$$M_B = \frac{5 \times .0821 \times 423}{5.07 \times 0.1}$$

M_A = 342.5 ग्राम मोल$^{-1}$

उदा.24 27°C ताप पर यूरिया के M/10 विलयन का परासरण दाब ज्ञात कीजिये। (R = 0.082 लीटर वायुमण्डल प्रति डिग्री प्रति मोल)

हल: $\pi V = nRT$

$\pi = \frac{n}{V}RT$, [T = 273 + 27 = 300]

या $\pi = CRT$

$$\pi = \frac{1}{10} \times .082 \times 300$$

= 2.46 वायुमण्डल

[illegible]

- **वे विलयन जिनके परासरण दाब समान होते हैं, समपरासरी विलयन कहलाते हैं। समपरासरी विलयनों में विलयनों की मोलर सान्द्रतायें समान होती हैं।**

$$C_1 = C_2$$

या $$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$$

या $$\frac{W_1}{M_1 V_1} = \frac{W_2}{M_2 V_2}$$

- C_1 तथा C_2 दो विलयनों की मोलर सान्द्रतायें है। W_1 तथा W_2 विलेय के भार, M_1 तथा M_2 दोनों विलेयों के अणुभार हैं। V_1 तथा V_2 दोनों विलयनों के आयतन हैं।

अतिपरासरी विलयन (Hypertonics Solutions)

दो भिन्न-भिन्न परासरण दाब वाले विलयनों में वह विलयन जिसका परासरण दाब दूसरे विलयन के सापेक्ष अधिक होता है, अति परासरी विलयन कहलाता है।

अल्प परासरी विलयन (Hypotonic Solution)

दो भिन्न-भिन्न परासरण दाब वाले विलयनों में वह विलयन जिसका परासरण दाब दूसरे विलयन के सापेक्ष कम होता है, अल्प परासरी विलयन कहलाता है।

उदा.25 यूरिया का 10% w/v विलयन एक अज्ञात विलेय के 5% w/v विलयन के समपरासरी है। अज्ञात विलेय का अणुभार (मोलर द्रव्यमान) ज्ञात कीजिये।

हल: समपरासरी विलयन के लिये–

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

दिया हुआ है–

$W_1 = 10$ gm, $W_2 = 5$gm

$V_1 = 100$ ml $= 0.1$ लीटर

$V_2 = 100$ ml $= 0.1$ लीटर

$M_1 = 60$ (यूरिया का मोलर द्रव्यमान)

$M_2 = ?$

$$M_2 = \frac{W_2M_1V_1}{W_1V_2}$$

$$= \frac{5\times60\times0.1}{10\times0.1}$$

$M_2 = $ **30**

उदा.26 एक प्रोटीन के 200 cm^3 विलयन में 1.26 gm प्रोटीन है। 300K ताप पर इस विलयन का परासरण दाब 2.57×10^{-3} bar पाया गया है। प्रोटीन के मोलर द्रव्यमान का परिकलन कीजिये।

$R = 0.08 L\,bar\,mol^{-1}k^{-1}$

हल– दिया हुआ है–

$\pi = 2.57\times10^{-3}$ bar, $V = 200\ cm^3 = 0.2$ L

$T = 300$ K $\qquad R = 0.080L\ bar\ mol^{-1}\ K^{-1}$

इन मानों को समीकरण

$$M_B = \frac{W_BRT}{\pi V}$$ रखने पर

$$M_B = \frac{1.26gm\times0.080\times300K}{2.57\times10^{-3}\times0.2}$$

$= 58832.7\ g\ mol^{-1}$

उदा.27 4% यूरिया विलयन एक अन्य कार्बनिक यौगिक A के 12% विलयन का समपरासरी है। यौगिक A का अणुभार ज्ञात कीजिए।

हल– समपरासरी विलयन के लिए

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

$W_1 = 4g\ \ M_1 = 60$ (यूरिया), $\qquad V_1 = 100mL$

$W_2 = 12g\ \ M_2 = ?$ $\qquad V_2 = 100mL$

$$\frac{4}{60\times100} = \frac{12}{M_2\times100}$$

$$M_2 = \frac{12\times60}{4}$$

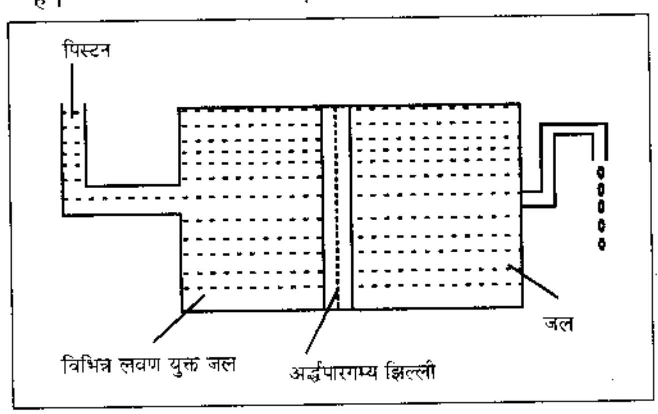
$M_2 = 180g$

कार्बनिक यौगिक A का अणुभार (मोलर द्रव्यमान) $= 180g\ mol^{-1}$

प्रतिलोम परासरण (Reverse Osmosis)

यदि विलयन पर परासरण दाब से अधिक दाब लगा दिया जाता है तो परासरण की दिशा बदली जा सकती है। अर्थात् शुद्ध विलायक अब अर्द्धपारगम्य झिल्ली द्वारा विलयन में पारगमन करता है। यह प्रक्रिया **प्रतिलोम परासरण** कहलाती है।

- प्रतिलोम परासरण व्यावहारिक रूप में बहुत उपयोगी है।
- प्रतिलोम परासरण का उपयोग समुद्री जल के विलवणीकरण में किया जाता है। अर्थात् विभिन्न लवणयुक्त जल को पीने के योग्य बना लिया जाता है। इस प्रक्रिया को चित्र में आरेखित किया गया है।



चित्र: प्रतिलोम परासरण (सैद्धांतिक चित्र)

प्रतिलोम परासरण के उपकरण में SPM सेलूलोस ऐसीटेट की फिल्म होती है जिसे उपयुक्त आधार पर रखा जाता है। यह SPM अधिक दाब को सहन कर सकती है।

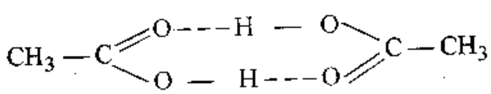
2.9 विसरण (Diffusion)

जल से भरे हुये एक काँच के बीकर में यदि पोटेशियम परमेंगनेट के एक-दो क्रिस्टल डाल दिये जाते है तो कुछ ही देर में बैंगनी रंग पूरे बीकर में फैल जाता है। क्रिस्टल जल में डाले जाने पर वे जल में विलेय होने लगते है, और क्रिस्टल के चारों ओर $KMnO_4$ का सान्द्र विलयन बनता है, यह सान्द्र विलयन जल में मिलता जाता है और सम्पूर्ण विलयन का रंग बैंगनी हो जाता है।

अतः वह प्रक्रम जिसमें उच्च सान्द्रता वाले क्षेत्र से विलेय के अणुओं का निम्न सान्द्रता क्षेत्र की ओर गमन हो, विसरण (Diffusion) कहलाता है।

2.10 असामान्य मोलर द्रव्यमान (Abnormal Molar Mass)

- यदि विलेय को विलायक में घोलने पर उसका आयनन या संगुणन (संयोजन) होता है तो विलयन में कणों की संख्या (मोलों की संख्या) में क्रमशः वृद्धि और कमी हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप अणुसंख्य गुणों में परिवर्तन हो जाता है।
- उदाहरण के लिये यदि NaCl के 1 मोल (58.5 gm) को जल में घोला जाये तो हम विलयन में एक मोल अणु मिलने की अपेक्षा करते हैं। परन्तु NaCl विद्युत अपघट्य होने के कारण Na^+ और Cl^- में विभक्त हो जाता है। यदि NaCl का पूर्ण आयनन माने तो विलयन में दो मोल कण (1 मोल Na^+ तथा 1 मोल Cl^-) प्राप्त होते हैं। परिणामस्वरूप अणुसंख्यक गुण 2 मोल कणों के अनुरूप प्राप्त होगा।
- चूँकि अणुसंख्य गुण मोलर द्रव्यमान का व्युत्क्रमानुपाती होता है अतः NaCl का मोलर द्रव्यमान ½ (अर्थात् 58.5×½ = 29.25 gm mol^{-1}) प्राप्त होगा।
- इसी प्रकार यदि विलेय का विलयन में संगुणन (Association) हो जाता है, तो विलयन में कणों की संख्या में कमी हो जाती है और विलेय का अणुभार सामान्य अणुभार से अधिक प्राप्त होता है। उदाहरण के लिये CH_3COOH का C_6H_6 में विलयन बनाया जाये तो उसका द्विलक (Dimer) बन जाता है, जो कि CH_3COOH अणुओं के मध्य हाइड्रोजन बंध बनने के कारण संभव है।



- यदि अम्ल का पूर्ण संगुणन हो जाये तो प्राप्त मोलर द्रव्यमान सामान्य से दुगुना प्राप्त होगा।
- **ऐसे मोलर द्रव्यमान जो सामान्य मान की तुलना में कम या अधिक प्राप्त होते हैं, विलेय का असामान्य मोलर द्रव्यमान कहलाता है।**

2.11.1 वान्टहॉफ गुणांक (Van't Hoff's Factor)

- असामान्य मोलर द्रव्यमानों को स्पष्ट करने के लिये 1880 में वान्टहॉफ ने एक वान्टहॉफ गुणांक (*i*) प्रतिपादित किया है जिसके द्वारा विलेय के आयनन की मात्रा या संगुणन की मात्रा ज्ञात की जा सकती है। वान्टहॉफ गुणांक (*i*) को निम्न प्रकार परिभाषित किया जाता है।

$$i = \frac{\text{प्रेक्षित अणु संख्य गुण}}{\text{सैद्धान्तिक अथवा परिकलित अणु संख्य गुण}}$$

$$i = \frac{\text{संगुणन/वियोजन के पश्चात प्राप्त कणों की संख्या}}{\text{संगुणन/वियोजन से पूर्व लिये गये कणों की संख्या}}$$

$$i = \frac{\pi\ \text{प्रेक्षित}}{\pi\ \text{परिकलित}} = \frac{\Delta T_b\ \text{प्रेक्षित}}{\Delta T_b\ \text{परिकलित}} = \frac{\Delta T_f\ \text{प्रेक्षित}}{\Delta T_f\ \text{परिकलित}}$$

$$i = \frac{\Delta p / p_A^0\ \text{प्रेक्षित}}{\Delta p / p_A^0\ \text{परिकलित}} = \frac{M_B\ \text{परिकलित}}{M_B\ \text{प्रेक्षित}}$$

यदि $i = 1$ विलेय का विलयन में संगुणन/वियोजन नहीं होता

$i > 1$ विलेय का आयनन (वियोजन) होता है।

$i < 1$ विलेय का संगुणन होता है।

वान्ट-हॉफ गुणांक को सम्मिलित करने पर अणु संख्य गुणों के सामान्य समीकरण निम्नानुसार परिवर्तित हो जाते हैं।

$$\frac{p_A^0 - p_s}{p_A^0} = i.\frac{W_B M_A}{M_B . W_A}$$

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

$$\Delta T_f = i\,K_f m = i\,\frac{1000 K_f W_B}{M_B W_A}$$

$$\pi = i\,\frac{n_B}{V} RT = i\,\frac{W_B}{M_B V}.RT$$

2.11.2 वान्टहॉफ गुणांक (*i*) और आयनन की मात्रा (α) में सम्बन्ध

[illegible]

- यदि विलयन में विलेय के अणुओं का आयनों में वियोजन होता है। जैसे– जलीय विलयन में विद्युत अपघट्य आदि आयनित होते हैं, तो विलयन में विलेय के कणों की संख्या बढ़ जाती है।
- अतः अणुसंख्य गुणों के प्रेक्षित मान, सैद्धान्तिक मानों से अधिक होते हैं (क्योंकि अणुओं की संख्या में वृद्धि होती है।)
- विलेय का प्रेक्षित मोलर द्रव्यमान, सैद्धान्तिक मोलर द्रव्यमान से कम होता है।
- माना विलयन में विलेय का 1 मोल घुला है और इसका एक अणु वियोजित होकर n कण देता है। विलेय के आयनन की मात्रा α है।

	A	⇌ nB
प्रारम्भ में मोलों की संख्या	1	0
साम्य अवस्था में मोलों की संख्या	1- α	nα

विलेय के प्रेक्षित मोलों की संख्या= 1 − α + nα

= 1 + α (n − 1)

विलेय के सैद्धान्तिक मोलों की संख्या = 1

$$i = \frac{\text{विलेय के प्रेक्षित मोलों की संख्या}}{\text{विलेय के सैद्धान्तिक मोलों की संख्या}}$$

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

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

उदा.28 LiCl का 0.413% जलीय विलयन −0.343°C पर जमता है। लवण की वियोजन की मात्रा की गणना कीजिए। जल के लिए $K_f = 1.86\ K\ kg\ mol^{-1}$ तथा LiCl का मोलर द्रव्यमान 42.5 है।

हल: LiCl का सैद्धान्तिक मोलर द्रव्यमान = 42.5

$$M_{B\text{प्रेक्षित}} = \frac{1000\,K_f W_B}{\Delta T_f \times W_A}$$

$$M_{B\text{प्रेक्षित}} = \frac{1000 \times 1.86 \times 0.413}{0.343 \times 100}$$
$$= \mathbf{22.4}$$

$$i = \frac{\text{LiCl सैद्धान्तिक अणुभार}}{\text{LiCl प्रेक्षित अणुभार}}$$

या $$i = \frac{42.5}{22.4} = 1.89$$

$$\mathbf{LiCl \rightarrow Li^+ + Cl^-}$$

$$\mathbf{n = 2}$$

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

या $$\alpha = \frac{1.89-1}{2-1}$$
$$= \mathbf{0.89 = 89\%}$$

- *यदि किसी विद्युत अपघट्य का आयनन पूर्ण हो जाता है अर्थात् $\alpha = 1$ हो तो वान्ट हॉफ गुणांक का मान उसके एक अणु द्वारा दिये गये आयनों की संख्या के समान होता है।*

  उदाहरण के लिए पूर्ण वियोजन होने पर NaCl का $i = 2$, Na_2SO_4 का $i = 3$, $BaCl_2$ का $i = 3$ आदि

उदा.29 $K_4[Fe(CN)_6]$ का 0.1M विलयन 27°C ताप पर 46% आयनित होता है। विलयन का परासरण दाब ज्ञात कीजिए।
(R = 0.082 = वायुमण्डल × लीटर × K^{-1} मोल$^{-1}$)

हल- वान्टहॉफ गुणांक (i) की गणना

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

दिया हुआ है, $\alpha = \frac{46}{100} = 0.46$

$K_4Fe(CN)_6$ के लिए n = 5

अत: $i = 1 + 0.46(5-1)$
$= 2.84$

परासरण दाब $\pi = iCRT$

$R = 0.082,\ T = 273 + 27 = 300k,\ C = 0.1$

$\pi = 2.84 \times 0.1 \times 0.082 \times 300$
$= 6.98$ वायुमंडल

[illegible]

- माना विलयन में विलेय का 1 मोल घुला है और विलेय के अणु संगुणित होकर बड़ा अणु A_n बनाते है, विलेय के संगुणन की मात्रा α है।

$$nA \rightleftharpoons A_n$$

	nA	A_n
प्रारम्भिक मोलों की संख्या	1	0
साम्यावस्था में मोलों की संख्या	$1-\alpha$	$\frac{\alpha}{n}$

विलेय के सैद्धान्तिक मोलों की संख्या = 1

विलेय के प्रेक्षित मोलों की संख्या = $1 - \alpha + \frac{\alpha}{n}$

$$i = \frac{\text{विलेय के प्रेक्षित मोलों की संख्या}}{\text{विलेय का सैद्धान्तिक मोलों की संख्या}}$$

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

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

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

$$\alpha\left[1 - \frac{1}{n}\right] = 1 - i$$

$$\alpha\left[\frac{n-1}{n}\right] = 1 - i$$

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

उदा.30 2gm बेंजोइक अम्ल को 25gm बेंजीन में घोलने पर हिमांक में 1.62 K का अवनमन होता है। बेंजीन के लिये मोलर अवनमन स्थिरांक 4.9 K kg mol^{-1} है। यदि यह विलयन में द्वितीय (Dimer) बनाता है तो अम्ल का संगुणन कितने प्रतिशत होता है।

हल- बेंजोइक अम्ल का सैद्धान्तिक मोलर द्रव्यमान

$M_{B\text{ सैद्धान्तिक}} = 122$ gm mol^{-1}

दिया हुआ है- n = 2, $W_B = 2$ gm

$\Delta T_{f\text{ प्रेक्षित}} = 1.62$ K, $K_f = 4.9$ K kg mol^{-1}

$W_A = 25$ gm

$$M_{B\text{प्रेक्षित}} = \frac{1000 K_f W_B}{\Delta T_{f\text{ प्रेक्षित}} \times W_A}$$

$$= \frac{1000 \times 4.9 \times 2}{1.62 \times 25}$$

$$= 241.98 \text{ gm mol}^{-1}$$

$$i = \frac{M_{B\text{सैद्धान्तिक}}}{M_{B\text{प्रेक्षित}}}$$

$$= \frac{122}{241.98}$$

$$i = 0.504$$

संगुणन की मात्रा $(\alpha) = \frac{(1-i)n}{n-1}$

$$= \frac{(1-0504) \times 2}{2-1} = 0.992$$

या $\alpha = 99.2\%$

उदा.31 0.3 ग्राम बैन्जोइक अम्ल 20 ग्राम बैंजीन में घुला हुआ है। इस विलयन का हिमांक अवनमन 0.317° C है। बैन्जोइक अम्ल की संगुणन की मात्रा ज्ञात कीजिए। बैन्जीन के लिए $K_f = 5.1$ K kg mol^{-1}।

हल: बैन्जोइक अम्ल का सैद्धान्तिक मोलर द्रव्यमान $M_B = 122$ ग्राम $मोल^{-1}$

$$M_{A\text{प्रेक्षित}} = \frac{1000 K_f W_B}{\Delta T_{f\,\text{प्रेक्षित}} \times W_A}$$

$$= \frac{1000 \times 5.1 \times 0.3}{0.317 \times 20}$$

$$M_{B\text{प्रेक्षित}} = 241$$

$M_{B\text{प्रेक्षित}}$ का मान M_B सैद्धान्तिक मान से लगभग दोगुना है। अतः बैन्जोइक अम्ल, बैंजीन में द्वित्याणु बनाता है।

$\therefore \quad n = 2$

$$i = \frac{\text{सैद्धान्तिक मोलर द्रव्यमान}}{\text{प्रेक्षित मोलर द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{122}{241} = 0.506$$

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

$$= \frac{2}{(2-1)}(1-0.506)$$

$$= 2 \times 0.494$$
$$= 0.988 = 98.8\%$$

अभ्यास-2.2

प्र.1. गैसों की द्रवों में विलेयता पर ताप और दाब बढ़ाने का क्या प्रभाव होता है?

प्र.2. आदर्श विलयन के लिए अति आवश्यक शर्तें क्या है?

प्र.3. राऊल्ट के नियम से धनात्मक विचलन दर्शाने वाले दो विलयनों के उदाहरण दीजिए।

प्र.4. अवाष्पशील विलेय युक्त विलयन के लिए राऊल्ट नियम का गणितीय रूप क्या है? लिखिए।

प्र.5. हिमांक में अवनमन ज्ञात करके किसी अवाष्पशील विलेय के मोलर द्रव्यमान की गणना के लिए सूत्र लिखिए।

प्र.6. यदि बैंजीन का मोलल उन्नयन स्थिरांक 2.53 K kg mol^{-1} हो तो एक अवाष्पशील विलेय के बेंजीन में 0.1m विलयन का क्वथनांक कितना होगा?
(बेंजीन का क्वथनांक = 353 K है)

प्र.7. एक सामान्य विलयन समीकरण लिखिए, प्रयुक्त पदों को लिखिए।

प्र.8. सुक्रोज का एक विलयन 68.5g सुक्रोज को 1000g जल में घोल कर बनाया गया है, विलयन का हिमांक कितना होगा।
($K_f = 1.86$ K kg mol^{-1})

प्र.9. ग्लूकोज का कितने प्रतिशत विलयन, यूरिया के 5% विलयन के समपरासरी होगा?

प्र.10. 1 ग्राम अवाष्पशील विलेय को 10 ग्राम जल में घोलने पर प्राप्त विलयन का क्वथनांक 373.52 K है। पदार्थ का मोलर द्रव्यमान ज्ञात कीजिए। जल को मोलल उन्नयन स्थिरांक 0.52 K kg mol^{-1} है।

प्र.11. जल के वाष्प दाब का क्या होगा यदि उसमें एक चम्मच यूरिया घोल दिया जाए।

प्र.12. एक निश्चित ताप पर किसी द्रव का वाष्प स्थिर रहता है, क्यों?

उत्तरमाला

उ.1. ताप बढ़ाने पर गैसों की द्रव में विलेयता घटती है
दाब बढ़ाने पर गैसों की द्रव में विलेयता बढ़ती है।

उ.2. (i) आदर्श विलयन राऊल्ट के नियम का पालन करते हैं।
(ii) आदर्श विलयन में $\Delta V_{\text{मिश्रण}} = 0$
(iii) आदर्श विलयन में $\Delta H_{\text{मिश्रण}} = 0$

उ.3. (i) एथेनॉल–एसीटोन (ii) मेथिल एल्कोहॉल–जल

उ.4. $\frac{p_A^0 - p_s}{p_A^0} = X_A$ $\quad p_A^0$ = शुद्धविलायक का वाष्पदाब
p_s = विलयन का वाष्पदाब
X_B विलेय की मोल भिन्न (मोल अंश) है।

उ.5. $$M_B = \frac{1000 K_f W_B}{\Delta T_b W_A}$$

M_B विलेय का मोलर द्रव्यमान,
K_f = विलायक का मोलल अवनमन स्थिरांक
ΔT_f = हिमांक में अवनमन $\quad W_B$ = विलेय का द्रव्यमान
W_A = विलायक का द्रव्यमान

उ.6. $\Delta T_b = K_b \times m$
$= 2.53 \times 0.1 = 0.253$ K बेंजीन के क्वथनांक में उन्नयन
विलयन का क्वथनांक = 353 + 0.253 = 353.253K

उ.7. एक सामान्य विलयन समीकरण
$\pi V = nRT$
π= विलयन का परासरण दाब, V = विलयन का आयतन
n = विलय के मोल, R = गैस स्थिरांक, T = ताप केल्विन में

उ.8. सुक्रोज की मोललता (m) $= \frac{W_B}{M_B} \times \frac{1000}{W_A}$

$$= \frac{68.5}{342} \times \frac{1000}{1000} = 0.2$$

$\Delta T_f = 1.86 \times .2 = .372$

हिमांक = $0.0 - .372 = -0.372°C$

उ.9. समपरासरी विलयनों में-

$$\frac{W_1}{M_1 V_1} = \frac{W_2}{M_2 V_2}$$

दोनों विलयनों का आयतन 100mL = 0.1L

ग्लूकोस का M_1 = यूरिया का $m_2 = 60g\ mol^{-1}$

$= 180g\ mol^{-1}$

$W_1 = ?$ $W_2 = 5g$

$$\frac{W_1}{180 \times 0.1} = \frac{5}{60 \times 0.1}$$

या $W_1 = 15$

अतः ग्लूकोस का 15% विलयन यूरिया के 5% विलयन का समपरासरणी है।

उ.10. $\Delta T_b = 373.52 - 373 = 0.52\ K$

चूँकि $$M_B = \frac{1000 \times K_b \times W_B}{\Delta T_b \times W_A}$$

$$= \frac{1000 \times 0.52 K\ kgmol^{-1} \times 1g}{0.52 \times 10g}$$

$= 100\ g\ mol^{-1}$

उ.11. जल में एक चम्मच यूरिया (अवाष्पशील विलेय) घोलने पर उसके वाष्पदाब में कमी (अवनमन) हो जाती है।

उ.12. एक निश्चित ताप पर द्रव के वाष्पन और संघनन का वेग समान हो जाता है, अर्थात् द्रव और वाष्प साम्यवस्था में रहते हैं। स्थिर ताप पर साम्यवस्था स्थिरांक भी निश्चित रहता है। इसीलिए वाष्पदाब भी स्थिर रहता है।

2.11 पाठ्यपुस्तक के प्रश्न और उत्तर

1. 500g जल में 4gNaOH घुला है। विलयन की सान्द्रता होगी-

(अ) 8 ग्राम/लीटर (ब) 0.2N

(स) 0.2m (द) 0.2M

उत्तर (स)

2. कौनसा द्रव युग्म राउल के नियम के धनात्मक विलचन प्रदर्शित करता है-

(अ) जल + HCl (ब) जल + HNO_3

(स) एसीटोन + क्लोरोफार्म (द) बैंजीन + मेथेनॉल

उत्तर (स)

3. शुद्ध जल की मोलरता है-

(अ) 55.5M (ब) 100M

(स) 18 M (द) 1 M

उत्तर (अ)

4. निम्नलिखित 0.1M विलयनों को उनके क्वथनांक के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिए-

(i) NaCl **(ii) यूरिया**

(iii) $MgCl_2$ **(iv) $AlCl_3$**

(अ) (i) < (ii) < (iii) < (iv) (ब) (ii) < (i) < (iii) < (iv)

(स) (iii) < (i) < (ii) < (iv) (द) (iv) < (iii) < (ii) < (i)

उत्तर (ब)

5. यह एक आदर्श विलयन का गुण है-

(अ) यह राउले नियम को मानता है

(ब) $\Delta H_{मिश्रण} = 0$

(स) $\Delta V_{मिश्रण} = 0$

(द) उपरोक्त सभी

उत्तर (द)

6. ताप बढ़ाने से किसी द्रव का वाष्प दाब

(अ) सदैव बढ़ता है

(ब) घटता है

(स) ताप पर निर्भर नहीं करता है

(द) ताप पर आंशिक निर्भर करता है।

उत्तर (अ)

7. शर्करा 5% विलयन का परासरण दाब होगा-

(अ) 3.47 sy, (ब) 5.07 atm

(स) 4.03 atm (द) 2.09 atm

उत्तर (अ)

8. ताप बढ़ाने पर H_2 गैस की जल में विलेयता-

(अ) बढ़ती है (ब) घटती है

(स) अपरिवर्तित रहती है (द) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ब)

[illegible]

1. $10\%\left(\frac{w}{w}\right)$ जलीय H_2SO_4 की मोललता की गणना कीजिए।

हल: $$\text{मोललता} = \frac{\text{विलेय का द्रव्यमान} \times 1000}{\text{विलेय का मोलर द्रव्यमान} \times \text{विलायक का द्रव्यमान (g)}}$$

$$= \frac{10}{98} \times \frac{1000}{100} = 1.02m$$

2. मोलरता किसे कहते है? इस पर ताप का प्रभाव लिखिए

उत्तर एक लीटर विलयन में उपस्थित विलेय के मोलों की संख्या विलयन की मोलरता कहलाती है।

$$\text{मोलरता} = \frac{\text{विलेय का द्रव्यमान} \times 1000}{\text{विलेय का मोलर द्रव्यमान} \times \text{विलयन का आयतन (mL)}}$$

$$M = \frac{W_B}{M_B} \times \frac{1000}{V_{(sol)} mL}$$

ताप बढ़ाने से मोलरता घटती है।

3. विलयन में किसी पदार्थ के मोल अंश को परिभाषित कीजिए।

उत्तर मोल अंशः- विलयन में किसी पदार्थ के मोलों की संख्या और विलयन में उपस्थित कुल मोलों की संख्या के अनुपात को उस पदार्थ की मोल अंश कहा जाता है।

माना कि पदार्थ के मोल n_B तथा विलायक के मोल n_A है तो पदार्थ की

मोल अंश $$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

4. **क्या गर्मियों में कार के रेडिएटरों में एथीलीन ग्लाइकॉल के प्रयोग की सलाह दी जाती है?**

उत्तर कार रेडिएटरों में एथीलीन ग्लाईकॉल का उपयोग सर्दियों में उपयोग होता है, जिसका उद्देश्य कूलेंट (शीतकारक) के हिमांक को कम करना होता है यह कूलेंट को जमने नहीं देता है। गर्मियों में उपयोग नहीं होता है।

5. **प्रतिलोम परासरण को परिभाषित कीजिए।**

उत्तर कृपया पाठ्य पृष्ठ संख्या 2.8 देखिए।

लघुउत्तरात्मक प्रश्न :

1. **ठोस की द्रव में विलेयता पर ताप के प्रभाव को स्पष्ट कीजिए। असामान्य अणुभार को सामान्य अणुभार से संबंधित करने वाले वांट हॉफ गुणांक का सूत्र लिखिए। यह संगुणन व वियोजन क्रिया से किस प्रकार प्रभावित होता है।**

उत्तर संतृप्त विलयन में अविलेय ठोस और विलयन में निम्नलिखित साम्य होता है।

अविलेय ठोस + विलेय युक्त विलायक $\rightleftharpoons$ विलयन

$\Delta H_{विलयन} = \pm x\,k\,cal$ लाशाते लिए के नियम के अनुसार यदि $\Delta H > O$ अर्थात् विलेय को घोलने पर उष्मा अवशोषित होती है तो ताप में वृद्धि पर ठोस की विलेयता में वृद्धि होगी।

यदि $\Delta H < O$ अर्थात् विलेय को घोलने पर ऊष्मा मुक्त होती है, तो ताप में वृद्धि पर ठोस की विलेयता घटती है।

$$\text{वान्टहॉफ गुणांक } (i) = \frac{\text{सामान्य मोलर द्रव्यमान}}{\text{असामान्य मोलर द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{M_B \text{ सामान्य}}{M_B \text{ असामान्य}}$$

संगुणन में i का मान घटता है अर्थात् $i < 1$

वियोजन में i का मान बढ़ता है अर्थात् $i > 1$

2. **आयनिक यौगिक AB का सैद्धान्तिक अणुभार एवं प्रेक्षित अणुभार क्रमशः 58.2 एवं 30 है। इसका वान्ट हॉफ गुणांक एवं वियोजन की मात्रा की गणना कीजिए।**

उत्तर $i = \frac{\text{सैद्धांतिक अणुभार}}{\text{प्रेक्षित अणुभार}} = \frac{58.2}{30}$

$i = 1.94$

वियोजन की मात्रा $\alpha = \frac{i-1}{n-1}$

$i = 1.94 \quad n = 2$

$\alpha = \frac{1.94-1}{2-1} = .94$

या $\alpha = 94\%$

3. **विसरण और परासरण में क्या अंतर है? प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए। विरण और परासरण क्रियाओं को नामांकित चित्र द्वारा दर्शाइए।**

उत्तर खण्ड 2.9 एवं 2.8.4 देखिये

4. **एक प्रोटीन के 0.2L जलीय विलयन में 1.26g प्रोटीन है। 300K पर इस विलयन का परासरण दाब 2.57×10^{-3} bar पाया गया। प्रोटीन के मोलर द्रव्यमान का परिकलन कीजिए।**

($R = 0.08L$ bar $mol^{-1} K^{-1}$)

उत्तर **उदाहरण 26 का उत्तर देखिए-** पेज 2.18 देखें।

5. **अवाष्पशील विलेय युक्त विलयन हेतु सिद्ध कीजिए।**

$\Delta T_b = K_b.m$

उत्तर पृष्ठ संख्या 2.12 व 2.13 देखें।

6. **वाष्प दाब के अवनमन से विलेयशील पदार्थ का अणुभार कैसे ज्ञात किया जाता है? इसे समझाइए।**

उत्तर राउल के नियम द्वारा-

वाष्प दाब में आपेक्षिक अवनमन विलयन में उपस्थित विलेय की मोल भिन्न के समान होता है।

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

p_A^0 = शुद्ध विलायक का वाष्प दाब, p_S = विलयन का वाष्प दाब

X_B विलेय की मोल भिन्न।

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

तनु विलयनों में $n_B << n_A$

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

W_B = विलेय का द्रव्यमान,

M_B = विलेय का मोलर द्रव्यमान (अणुभार)

W_A = विलायन का द्रव्यमान

M_B = विलायक का मोलर द्रव्यमान (अणुभार)

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

$$\text{अत: } \frac{p_A^0 - p_S}{p_A^0} = \frac{W_B M_A}{M_B W_A}$$

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

वाष्प दाब में अवनमन ज्ञात करके M_B = पदार्थ का अणुभार ज्ञात कर सकते हैं।

7. **गैसों की विलेयता से आप क्या समझते है? एक द्रव में गैसों की विलेयता को प्रभावित करने वाले कारक की व्याख्या कीजिए।**

उत्तर कृपया पाठ्य सामग्री देखिए

8. **उस ताप की गणना कीजिए जिस पर 250g जल में उपस्थित 54g ग्लूकोज का विलयन जम जाएगा।**

($K_f = 1.86$ K Kg mol^{-1})

हल- $\Delta T_f = \frac{1000 \times K_f \times W_B}{M_B \times W_A}$

$W_B = 54g,\ W_A = 250g,\ M_B = 180 g\,mol^{-1}$,

$K_f = 1.86 g\,mol^{-1}$

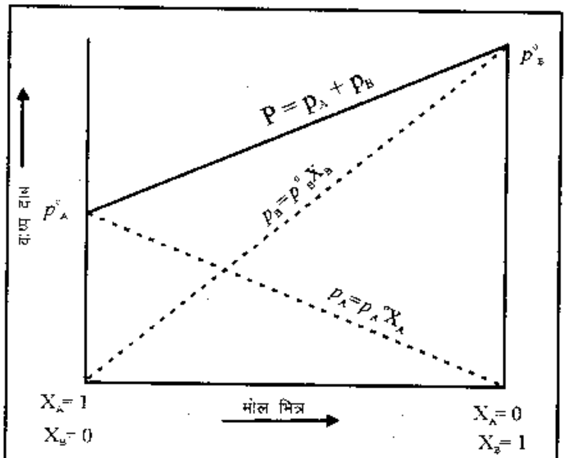
$$\text{हिमांक में अवनमन} = \Delta T_f = \frac{1000 \times 1.86 \times 54}{180 \times 250} = 2.232$$

$$\text{हिमांक} = 273 - \Delta T_f$$

$$= 273 - 2.232 = 270.768$$

9. **विलेय एवं विलयन से निर्मित एक आदर्श विलयन हेतु आरेख का निर्माण कीजिए।**

उत्तर



चित्रः विलेय और विलायक की मोल भिन्न और वाष्पदाब में आरेख (आदर्श विलयन)

2.12 अन्य प्रमुख प्रश्न और उत्तर

अतिलघुत्तरीय प्रश्न

प्र.1. विलयन की मोललता ताप के साथ परिवर्तित क्यों नहीं होती है?

हल– इसमें विलेय एवं विलायक के मान द्रव्यमानों पर निर्भर है। दोनों के ही द्रव्यमान ताप के साथ परिवर्तित नहीं होते हैं।

प्र.2. 500 cm^3 विलयन में 0.5g NaOH वाले जलीय विलयन की मोलरता कितनी है?

हल–

$$\text{मोललता (M)} \ \frac{0.5g/(40g\,mol^{-1})}{(0.5dm^3)} = 0.025 mol\, dm^{-3} (0.025M)$$

प्र.3. आइसोप्रोपिल एल्कोहल को शरीर पर लगाने से प्रायः शीतलन (cooling sensation) उत्पन्न होता है। क्यों?

हल– आइसोप्रोपिल एल्कोहल ($CH_3CHOHCH_3$) वाष्पशील द्रव होने के कारण त्वचा (Skin) से आवश्यक वाष्पन की गुप्त ऊष्मा को अवशोषित कर लेती है, जिससे शीतलन उत्पन्न होता है।

प्र.4. द्रव अमोनिया की बोतल का ढक्कन (Seal) खोलने के पहले सामान्यतः उसे शीतल किया जाता है। कारण बताइए।

हल– शीतल करने से गैस द्रवीकृत होने लगेगी और इसका वाष्प दाब घट जाएगा। इस प्रकार ढक्कन खोलने पर गैस तेजी से बाहर नहीं आएगी।

प्र.5. क्या परासरण अतिपरासरी विलयन से अल्पपरासरी विलयन की ओर होता है?

हल– नहीं, यह सदैव अल्पपरासरी विलयन से अतिपरासरी विलयन की ओर होता है।

प्र.6. प्रयोगशाला में सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाली अर्धपारगम्य झिल्ली का नाम बताइए। यह कैसे बनाई जाती है।

हल– यह कॉपर फेरोसाइनाइड $Cu_2[Fe(CN)_6]$ है। इसे $CuSO_4$ एवं $K_4[Fe(CN)_6]$ के सममोलर (equimolar) जलीय विलयनों को मिलाकर बनाया जाता है।

प्र.7. जल में एथिलीन ग्लाइकाल मिलाने का क्या उद्देश्य होता है?

हल– जल के हिमांक को घटाने के लिये जल में एथिलीन ग्लाइकॉल (CH_2OHCH_2OH) मिलाते हैं। इसे प्रतिहिम विलयन कहते हैं।

प्र.8. 1M यूरिया विलयन एवं 1M KCl विलयन में से किसका क्वथनांक अधिक होता है और क्यों?

हल– 1M KCl विलयन का क्वथनांक अधिक होता है।

क्योंकि KCl विलयन में आयनित होकर 2 मोल आयन देता है। अतः इसमें क्वथनांक उन्नयन अधिक होगा।

प्र.9. क्या होता है जब लाल रक्त कणिकाएँ (RBC) 0.1% NaCl विलयन के सम्पर्क में आती हैं?

हल– RBC का आकार बढ़ जाता है क्योंकि उनमें परासरण द्वारा लवणीय जल से जल चला जाता है। अन्ततः (ultimately) वे (RBC) फट जाती है।

प्र.10. विलेय में मोलर द्रव्यमान के निर्धारण में सामान्यतः किस अणुसंख्य गुणधर्म का उपयोग किया जाता है?

हल– सामान्यतः इस उद्देश्य के लिए परासरण दाब का उपयोग करते हैं।

प्र.11. क्या ताप बढ़ाने पर जल में CO_2 की विलेयता बढ़ जाती है?

हल– नहीं, यह घटती है क्योंकि ताप बढ़ाने पर गैस के अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ने से उनकी विलयन से पलायन की प्रकृति बढ़ती है।

प्र.12. जब 0.1M जलीय यूरिया एवं ग्लूकोज विलयनों को अर्ध पारगम्य झिल्ली से पृथक करते हैं तो क्या परासरण होता है?

हल– नहीं, परासरण नहीं होता है क्योंकि इनकी प्रकृति समपरासरी होती है।

प्र.13. जल का हिमांक स्थिरांक (Cryoscopic constant) (K_f) 1.86 K kg^{-1} mol^{-1} है। इसका क्या अर्थ है?

हल- इसका अर्थ है कि जब एक किग्रा जल में विद्युत अनअपघट्य विलेय का एक मोल घोला जाता है तो जल का हिमांक 1.86K कम हो जाएगा।

प्र.14. जब वान्ट हॉफ गुणक 2 एवं 1/2 हो तो प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए।

हल- जलीय KCl विलयन के लिए i = 2 है तथा बेंजीन विलायक में घुलित बेंजोइक अम्ल के लिए $i = \frac{1}{2}$ है। क्योंकि यह बेंजीन में द्विलक बनाता है।

प्र.15. जल में तनु K_2SO_4 के वाण्टहॉफ गुणक का मान कितना है?

हल- वाण्टहॉफ गुणक (i) का मान 3 है क्योंकि यह जल में पूर्णतया वियोजित होकर तीन आयन देता है

$$K_2SO_4 \xrightarrow{(\text{जलीय})} 2K^+ (\text{जलीय}) + SO_4^{2-} (\text{जलीय})$$

प्र.16. किसी विलयन की मोललता, उसकी मोललता से किस प्रकार भिन्न होती है?

हल- मोललता (m) विलायक के प्रति किग्रा में घुलित विलेय के मोलों की संख्या होती है जबकि मोलरता (M) विलयन के प्रति लिटर में घुलित विलेय के मोलों की संख्या होती है।

प्र.17. जब जल में एक चम्मच शक्कर डाल दें है तो उसके वाष्प दाब पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

हल- जल का वाष्प दाब घट जाएगा क्योंकि शक्कर अवाष्पशील विलेय है।

प्र.18. A और B दो द्रव क्रमश: 145°C एवं 190°C पर क्वथन (boil) करते हैं। 80°C पर इनमें से किसका वाष्प दाब उच्च होगा?

हल- द्रव B की तुलना में कम क्वथनांक वाला द्रव A अधिक वाष्पशील है और इसका वाष्पीकरण 80°C पर अधिक रहेगा।

प्र.19. 0.1M सोडियम क्लोराइड विलयन के हिमांक का अवनमन, 0.1M ग्लूकोज विलयन में हिमांक अवनमन का लगभग दो गुना क्यों होता है?

हल- हिमांक अवनमन (ΔT_f) एक अणुसंख्य गुणधर्म होता है। यह विलयन में विलेय के कणों की संख्या पर निर्भर करता है। प्रबल वैद्युत अपघट्य होने के कारण सोडियम क्लोराइड जलीय विलयन में पूर्णतया आयनों में वियोजित हो जाता है। दूसरी तरफ आण्विक ठोस होने के कारण ग्लूकोज ($C_6H_{12}O_6$) वैसे ही बना रहता है। अत: सोडियम क्लोराइड के हिमांक में अवनमन ग्लूकोज की तुलना में दो गुना होता है।

प्र.20. NH_2CONH_2, NaCl, K_2SO_4 एवं $K_3[Fe(CN)_6]$ के सममोलर विलयनों के क्वथनांक एवं हिमांक का क्रम (प्रवृत्ति) क्या होती है?

हल- क्वथनांक का उन्नयन (ΔT_b) विलेय के कणों की संख्या के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात्, कणों की संख्या जितनी ही अधिक होती है, विलयन का क्वथनांक उतना ही उच्च होता है।

∴ सममोलर विलयनों के क्वथनांक का क्रम:

$$NH_2CONH_2 < NaCl < K_2SO_4 < K_3[Fe(CN)_6]$$

हिमांक में अवनमन भी विलेय के कणों की संख्या के अनुक्रमानुपाती होता है, अर्थात् कणों की संख्या जितनी ही अधिक होती है, विलयन के हिमांक में अवनमन भी उतना ही अधिक होता है।

∴ सममोलर विलयनों को हिमांक में क्रम :

$$NH_2CONH_2 > NaCl > K_2SO_4 > K_3[Fe(CN)_6]$$

प्र.21. परासरण दाब को परिभाषित कीजिए।

हल- पेज सं. 2.16 पर देखें।

प्र.22. समुचित चित्र और उपयुक्त उदाहरण से व्याख्या करें कि क्यों कुछ अनादर्श घोल राउल्ट नियम से धनात्मक विलयन प्रदर्शित करते हैं?

हल- पेज सं. 2.9 पर बिन्दु 2.7.1 देखें।

प्र.23. निम्नलिखित पदों को परिभाषित कीजिए:

(i) मोल अंश (ii) वाण्ट हॉफ गुणांक

हल- कृपया उत्तर के लिए पाठ्य भाग का अवलोकन कीजिए।

प्र.24. ताप का विलयन की मोललता और मोलरता के परिवर्तन पर क्या प्रभाव होता है?

हल- ताप का विलयन की मोललता पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता परन्तु मोलरता में परिवर्तन होता है। ताप बढ़ाने से मोलरता का मान घटता है।

प्र.25. विहिमीकारक (de-icing agent) क्या है?

हल- वह पदार्थ जो जल में हिमांक को कम करता है। इसे बर्फ पर डालने से बर्फ पिघलने लगती है, विहिमीकारक कहलाता है। उदाहरण के लिए NaCl, $CaCl_2$, आदि।

सड़कों पर जमी हुई बर्फ को हटाने के लिए विहिमीकारक का उपयोग किया जाता है।

प्र.26. कौनसा अणुसंख्य गुण बहुलकों के मोलर द्रव्यमान ज्ञात करने में सबसे अधिक उपयोगी है? कारण बताइये।

उत्तर- सबसे उपयोगी अणु संख्य गुण परासरण दाब का मापन है क्योंकि तनु विलयन का भी परासरण दाब अधिक होता है जिसे अधिक सरलता और यथार्थता (accuracy) के साथ मापा जा सकता है।