

یونٹ 2 محلول (Solutions)



5262CH02

مقاصد

- اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ
- مختلف قسم کے محلولوں کی تشکیل کو بیان کر سکیں؛
- محلول کے ارتکاز کو مختلف اکائیوں میں ظاہر کر سکیں؛
- ہیزی اور راؤلٹ کے کلیہ کو بیان کر سکیں؛
- مثالی اور غیر مثالی محلولوں کے درمیان فرق کر سکیں؛
- حقیقی محلولوں کے راؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کو بیان کر سکیں؛
- محلولوں کی مربوط خصوصیات کی تشریح کر سکیں اور ان خصوصیات کو مخل کی مولر کمیتوں سے ہم آہنگ کر سکیں؛
- محلولوں میں کچھ مخلوں کی غیر مربوط خصوصیات کی تشریح کر سکیں۔

جسم میں تقریباً سبھی اعمال کسی نہ کسی رقیق محلول میں ہی انجام پذیر ہوتے ہیں۔

عام زندگی میں ہمارا واسطہ خالص اشیاء سے کبھی کبھار ہی پڑتا ہے۔ ان میں سے زیادہ تر اشیاء ایسے آمیزہ کی شکل میں ہوتی ہیں جو دو یا دو سے زیادہ خالص اشیاء پر مشتمل ہوتا ہے۔ زندگی میں ان کی افادیت اور اہمیت ان کی ترکیب پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً پیتل (تانبہ اور جستہ کا آمیزہ) کی خصوصیات جرمن سلور (کاپر، زنک اور نکل کا آمیزہ) یا کانسہ (تانبہ اور ٹن کا آمیزہ) کی خصوصیات سے بالکل مختلف ہوتی ہیں، پانی میں فلورائیڈ آئنوں کا ppm (ppm: part per million) دانٹوں کو خراب ہونے سے روکتا ہے جب کہ 1.5 ppm کی وجہ سے دانٹوں پر داغ دھبے پڑ جاتے ہیں۔ فلورائیڈ آئنوں کا بہت زیادہ ارتکاز زہریلا ہو سکتا ہے (مثلاً سوڈیم فلورائیڈ کا استعمال چوہے مار زہر کے طور پر کیا جاتا ہے) وریڈوں کے اندر لگائے جانے والے انجکشن کو ایسے پانی میں حل کیا جاتا ہے جس میں نمک ایک مخصوص آئنی ارتکاز پر گھلے ہوتے ہیں تاکہ وہ خون کے پلازمہ سے میل کھا سکیں وغیرہ وغیرہ۔

اس اکائی میں، ہم زیادہ تر رقیق محلول اور ان کی تشکیل پر ہی غور و خوض کریں گے۔ اس کے بعد محلولوں کی مربوط خصوصیات اور بخاراتی دباؤ جیسی خصوصیات کا مطالعہ کیا جائے گا۔ ابتداء میں ہم محلولوں کی اقسام پر غور کریں گے اور پھر ان مختلف متبادل پر غور کریں گے جن میں، رقیق محلول میں مخل کے ارتکاز کو ظاہر کیا جاتا ہے۔

2.1 محلولوں کی اقسام (Types of Solutions)

محلول دو یا دو سے زیادہ اجزاء کا متجانس (homogeneous) آمیزہ ہے۔ متجانس آمیزہ سے ہماری مراد ہے کہ اس کی ترکیب اور خصوصیات پورے آمیزہ میں یکساں ہوتی ہیں۔ عموماً، وہ جزو جو زیادہ مقدار میں موجود ہے محل (Solvent) کہلاتا ہے۔ محل اس طبعی حالت کا تعین کرتا ہے جس میں وہ محلول موجود ہے۔ محلول میں محل کے علاوہ موجود ایک یا زیادہ اجزاء منحل (Solutes) کہلاتے ہیں۔ اس اکائی میں ہم صرف بانسری محلول (یعنی دو اجزاء پر مشتمل محلول) پر ہی غور کریں گے۔ یہاں ہر ایک جزو ٹھوس، رقیق یا گیس کی حالت میں ہو سکتا ہے۔ جدول 2.1 میں ان کا خلاصہ کیا گیا ہے۔

جدول 2.1 محلولوں کی اقسام

محلول کی قسم	منحل	محل	عام مثالیں
گیس محلول	گیس	گیس	آکسیجن اور نائٹروجن گیس کا آمیزہ
	رقیق	گیس	نائٹروجن گیس میں کلوروفارم کی آمیزش
	ٹھوس	گیس	نائٹروجن گیس میں نوسادر
رقیق محلول	گیس	رقیق	پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن
	رقیق	رقیق	پانی میں گھلا ہوا انتھنال
	ٹھوس	رقیق	پانی میں گھلا ہوا گلوکوز
ٹھوس محلول	گیس	ٹھوس	پیلیدیم میں ہائڈروجن کا محلول
	رقیق	ٹھوس	سوڈیم اور مرکری کا ملغمہ
	ٹھوس	ٹھوس	سونے میں گھلا ہوا تانبہ

محلول کی ترکیب کو اس کے ارتکاز کا اظہار کر کے بیان کیا جاسکتا ہے۔ موخر الذکر کو یا تو کیفیتی (Qualitatively) یا مقداری (Quantitatively) اعتبار سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر، کیفیتی اعتبار سے ہم کہہ سکتے ہیں کہ محلول ہلکا (ڈائی لیٹ) (یعنی منحل کی نسبتاً بہت کم مقدار) ہے یا مرکنز (یعنی منحل کی نسبتاً بہت زیادہ مقدار) ہے۔ لیکن حقیقی زندگی میں اس قسم کے بیانات سے بہت زیادہ ابہام پیدا ہوتا ہے اور اس لیے محلول کا مقداری بیان درکار ہے۔ ایسے کئی طریقے ہیں جن کے ذریعے ہم محلول کے ارتکاز کو مقداری اعتبار سے بیان کر سکتے ہیں۔

(i) کمیت فیصدی (w/w): محلول کے کسی جزو کی کمیت فیصدی کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ:

جزو کی کمیت %

$$(2.1) \quad = \frac{\text{محلول میں جزو کی کمیت}}{\text{محلول کی کل کمیت}} \times 100$$

مثال کے طور پر اگر کسی محلول کو اس طرح بیان کیا جاتا ہے کہ کمیت کے اعتبار سے پانی میں 10% گلوکوز ہے تو اس کا مطلب یہ ہے کہ 90 گرام پانی میں 10 گرام گلوکوز گھولا گیا ہے نتیجتاً 100 گرام محلول حاصل ہوتا

2.2 محلولوں کے ارتکاز کا

اظہار
Expressing
Concentration of
Solutions

ہے۔ عام طور سے انڈسٹریل کیمیکل آپیلیکیشن میں ارتکاز کو بیان کرنے کے لیے کمیت فیصدی کا استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر صنعتی پلچنگ محلول پانی میں سوڈیم ہائپوکلورائٹ (Sodium Hypochlorite) کی 3.62 کمیت فیصدی پر مشتمل ہوتا ہے۔

(ii) حجم فیصدی (v/v): حجم فیصدی کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ

$$(2.2) \quad \text{جزو کا حجم} \times 100 = \frac{\text{جزو کی حجم فیصدی}}{\text{محلول کا کل حجم}}$$

مثال کے طور پر پانی میں 10% اتھنل محلول کا مطلب یہ ہے کہ پانی میں 10 ml اتھنل اس طرح گھولا گیا ہے کہ محلول کا کل حجم 100 ml ہے۔ رقیق اشیاء پر مشتمل محلول عام طور سے اس اکائی میں ظاہر کیے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک 35% اتھانلین گلائن کول (جو کہ ایک مانع منجمد ہے) کا (v/v) محلول کار کے انجن کو ٹھنڈا کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس ارتکاز پر مانع منجمد (Antifreeze) پانی کے نقطہ انجماد (Freezing Point) کو -17.6°C (255.4K) تک کم کر دیتا ہے۔

(iii) کمیت بنا حجم فیصدی (w/v): ایک اور اکائی جس کا استعمال عام طور سے میڈیسن اور فارمیسی میں کیا جاتا ہے کمیت بنا حجم فیصدی ہے۔ یہ 100 ml محلول میں گھلے ہوئے مٹل کی کمیت ہے۔

(iv) پارٹ پر ملین (Parts per Million): جب کوئی مٹل بہت قلیل مقدار میں موجود ہو تو اسے پارٹ پر ملین (ppm) میں ظاہر کرنا آسان رہتا ہے۔ اس کی تعریف اس طرح بیان کی جاتی ہے کہ:

$$(2.3) \quad \text{پارٹ پر ملین} = \frac{\text{جزو کے حصوں کی تعداد}}{\text{محلول کے تمام اجزاء کے حصوں کی کل تعداد}} \times 10^6$$

فیصدی کے معاملے کی طرح ہی پارٹ پر ملین میں ارتکاز کو کمیت ضرب کمیت، حجم ضرب حجم اور کمیت ضرب حجم کے طور پر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ایک لیٹر سمندر کے پانی میں (جس کا وزن 1030 g گرام ہوتا ہے) 6×10^{-3} گرام گھلی ہوئی آکسیجن (O_2) ہوتی ہے۔ اس قلیل ارتکاز 5.8g فی 10^6g (5.8ppm) سمندر کے پانی کے طور پر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ کرہ باد یا پانی میں آلودگی کے ارتکاز کو عموماً $\mu\text{g ml}^{-1}$ یا ppm میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

(v) مول کسر (Mole Fraction): مول کسر کے لیے عام طور سے استعمال ہونے والی علامت ہے اور کے دائیں طرف استعمال کی جانے والی زیرنوشت (Subscript) جزو کو ظاہر کرتی ہے۔ اس کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ

$$\text{جزو کے مولوں کی تعداد} =$$

$$(2.4) \quad \text{تمام اجزاء کے مولوں کی کل تعداد} = \frac{\text{جزو کی مول کسر}}{\text{تمام اجزاء کے مولوں کی کل تعداد}}$$

مثال کے طور پر ایک بانسری آمیزے میں، اگر A اور B کے مولوں کی تعداد بالترتیب nA اور nB ہے تو A کی

مول کسر مندرجہ ذیل ہوگی:

$$(2.5) \quad x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

وہ محلول جس میں اجزا کی تعداد i ہے، ہمارے پاس ہے

$$(2.6) \quad x_i \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

یہ دکھایا جاسکتا ہے کہ کسی دیے ہوئے محلول میں تمام مول کسروں کا حاصل جمع ایک اکائی (Unity) ہوتا ہے۔

$$(2.6) \quad x_1 + x_2 + \dots + x_i = 1 \quad \text{یعنی}$$

مول کسر اکائی محلول کی کچھ طبیعی خصوصیات کے مابین تعلق قائم کرنے میں بہت مفید ہے، مثلاً محلول کے ارتکاز اور بخاراتی دباؤ کے مابین تعلق قائم کرنے کے لیے اور کسی آمیزوں سے متعلق تحسیبات کو بیان کرنے میں خاص طور سے مفید ہے۔

مثال 2.1 کثیت کے اعتبار سے $C_2H_6O_2$ کے 20% پر مشتمل محلول میں استھانلین گلائکول ($C_2H_6O_2$) مول کسر کا حساب لگائیے۔

حل: مان لیجیے ہمارے پاس 100 گرام محلول ہے (محلول کی کسی بھی مقدار کو لے کر شروع کر سکتے ہیں کیونکہ یکساں نتائج حاصل ہوں گے) محلول میں 20 g استھانلین گلائکول اور 80 g پانی ہوگا۔
 $C_2H_6O_2 = 12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 \times 2 = 62 \text{ g mol}^{-1}$ کی مولر کثیت

$$C_2H_6O_2 \text{ کے مولوں کی تعداد} = \frac{20 \text{ g}}{62 \text{ g mol}^{-1}} = 0.322 \text{ mol}$$

$$\text{پانی کے مولوں کی تعداد} = \frac{80 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 4.444 \text{ mol}$$

$$X_{\text{glycol}} = \frac{C_2H_6O_2 \text{ کے مول}}{C_2H_6O_2 \text{ کے مول} + H_2O \text{ کے مول}} = \frac{0.322 \text{ mol}}{0.322 \text{ mol} + 4.444 \text{ mol}}$$

$$X_{\text{water}} = \frac{4.444 \text{ mol}}{0.322 \text{ mol} + 4.444 \text{ mol}} = 0.932$$

پانی کی مول کسر اس طرح بھی معلوم کی جاسکتی ہے:

$$1 - 0.068 = 0.932$$

(vi) مولاریت (Molarity): مولاریت (M) کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ ایک لیٹر یا ایک معکب ڈیسی میٹر (محلول میں حل شدہ مٹل کے مولوں کی تعداد ہوتی ہے۔

$$(2.8) \quad \text{مولاریت} = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{لیٹر میں محلول کا حجم}}$$

مثال کے طور پر NaOH کے 0.25 mol L⁻¹ (یا 0.25M) محلول کا مطلب ہے کہ ایک لیٹر (یا ایک مکعب ڈیسی میٹر) میں NaOH کے 0.25 مول گھلے ہوئے ہیں۔

مثال 2.2

حل

450 ml محلول میں 5 گرام NaOH پر مشتمل محلول کی مولاریت معلوم کیجیے:

$$\text{NaOH کے مولوں کی تعداد} = \frac{5 \text{ g}}{40 \text{ g mol}^{-1}} = 0.125 \text{ mol}$$

$$= 450 \text{ mL} / 1000 \text{ mL L}^{-1} = 0.5 \text{ L}$$

مساوات (2.8) کا استعمال کر کے۔

$$\text{مولاریت} = \frac{0.125 \text{ mol} \times 1000 \text{ mL L}^{-1}}{450 \text{ mL}} = 0.278 \text{ M}$$

$$= 0.278 \text{ mol L}^{-1}$$

$$= 0.278 \text{ mol dm}^{-3}$$

(vii) مولالیٹ: مولالیٹ (m) کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ محلول کے ایک کلوگرام (kg) میں منحل کے مولوں کی تعداد ہے۔

منحل کے مولوں کی تعداد

$$(2.9) \quad \text{مولالیٹ (m)} = \frac{\text{محلول کی کیت کلوگرام میں}}{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}$$

مثال کے طور پر، KCL کے 1.00 mol kg⁻¹ (یا 1.00m) محلول کا مطلب ہے کہ KCL کا ایک مول (74.5 g) ایک کلوگرام پانی میں گھولا گیا ہے۔ محلول کے ارتکاز کو ظاہر کرنے کے ہر ایک طریقہ میں کچھ اچھائیاں اور کچھ خامیاں ہیں۔ کیت فیصدی، ppm، مول کسر اور مولالیٹ درجہ حرارت سے مبرا ہیں جب کہ مولاریت درجہ حرارت کا تفاعل ہے۔ کیونکہ حجم، درجہ حرارت پر منحصر ہوتا ہے جب کہ کیت نہیں۔

مثال 2.3

حل

75 گرام بنزین میں 2.5g استھنائک ایسڈ (CH₃COOH) کی مولاریت معلوم کیجیے۔

$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ کی مولر کیت} = 12 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 2 = 60 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ کے مولوں کی تعداد} = \frac{2.5 \text{ g}}{60 \text{ g mol}^{-1}} = 0.0417 \text{ mol}$$

$$= 75 \text{ g} / 1000 \text{ g kg}^{-1} = 75 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ کی مولالیٹ} = \frac{0.0417 \text{ mol} \times 1000 \text{ g kg}^{-1}}{75 \text{ g}} = \frac{\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ کے مولوں کی تعداد}}{\text{بنزین کی کیت کلوگرام میں}}$$

$$= 0.556 \text{ mol kg}^{-1}$$

- 2.1 بنیزین (C_6H_6) اور کاربن ٹیٹراکلورائیڈ (CCl_4) کی کمیت فیصدی معلوم کیجئے اگر 22 گرام بنیزین کو 122 گرام کاربن ٹیٹراکلورائیڈ میں گھولا گیا ہے۔
- 2.2 کمیت کے اعتبار سے کاربن ٹیٹراکلورائیڈ کے 30% محلول میں بنیزین کی مول کسر معلوم کیجئے۔
- 2.3 مندرجہ ذیل محلولوں میں ہر ایک کی مولاریت معلوم کیجئے۔ (a) 4.3 لیٹر محلول میں 30 گرام $(CO(NO_3)_2 \cdot 6H_2O)$ (b) 0.5 M H_2HO_4 کے 30 mL کو 500 mL تک ڈائی لیوٹ کیا گیا ہے۔
- 2.4 0.25 molal آبی محلول کے 2.5 کلوگرام حاصل کرنے کے لیے درکار یوریا (NH_2CONH_2) کی کمیت معلوم کیجئے۔
- 2.5 KI کی (a) مولالیت (b) مولاریت (c) مول کسر معلوم کیجئے اگر آبی KI کے 20% (Mass by Mass) کی کثافت 1.202 g mL^{-1} ہے۔

کسی شے کی حل پذیری اس شے کی وہ زیادہ سے زیادہ مقدار ہے جو کہ محلول کی کسی مخصوص مقدار میں حل ہو سکتی ہے۔ یہ منحل اور محلول کی فطرت نیز درجہ حرارت اور دباؤ پر منحصر ہوتی ہے آئیے کسی ٹھوس یا گیس کے رقیق میں محلول پر ان عوامل کے اثرات پر غور کرتے ہیں۔

2.3 حل پذیری

(Solubility)

ایک دیے ہوئے رقیق میں ہر ایک شے حل نہیں ہو پاتی ہے۔ سوڈیم کلورائیڈ اور چینی پانی میں تیزی سے گھل جاتے ہیں جبکہ نپتھلین (Naphthalene) اور انتراسین (Anthracene) پانی میں حل نہیں ہو پاتے۔ اس کے برعکس نپتھلین اور انتراسین بنیزین میں تیزی سے حل ہو جاتے ہیں جبکہ سوڈیم کلورائیڈ اور چینی حل نہیں ہو پاتی۔ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ قطبی منحل قطبی محلول میں حل پذیر ہیں جبکہ غیر قطبی منحل غیر قطبی محلول میں حل پذیر ہیں۔ اگر عمومی طور پر کہا جائے تو، ایک منحل کسی محلول میں حل پذیر ہے اگر دونوں میں سالمات کے درمیان بین سالماتی باہمی تعامل یکساں ہے یا ہم کہہ سکتے ہیں کہ (Like Dissolves Likes)۔

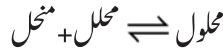
2.3.1 رقیق میں ٹھوس کی

حل پذیری

(Solubility of a Solid in Liquid)

جب ایک ٹھوس منحل کو محلول میں شامل کیا جاتا ہے تو کچھ منحل حل ہو جاتا اور محلول میں اس کا ارتکاز بڑھ جاتا ہے۔ اس عمل کو تحلیل (Dissolution) کہتے ہیں۔ منحل کے کچھ ذرات محلول میں ٹھوس منحل کے ٹھوس ذرات سے نکلاتے ہیں اور محلول سے علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ یہ عمل قلماء یا کرسٹلائزیشن (Crystallisation) کہلاتا ہے۔ ایک ایسی حالت پیدا ہو جاتی ہے جہاں دونوں عمل یکساں شرح سے واقع ہونے لگتے ہیں۔ ان حالات کے تحت محلول میں جانے والے منحل کے ذرات کی تعداد محلول سے علیحدہ ہونے والے منحل کے ذرات کی تعداد مساوی ہو جاتی ہے اور ایک حرکی توازن کی حالت پیدا ہو جاتی ہے۔

(2.10)



اس سٹیج پر دی ہوئی شرائط کے تحت یعنی درجہ حرارت اور دباؤ پر محلول میں منحل کا ارتکاز مستقل رہتا ہے۔ جب گیسیں رقیق محلول میں حل ہوتی ہیں تو بھی یہ عمل واقع ہوتا ہے۔ ایسے محلول جن میں اسی درجہ حرارت اور دباؤ پر منحل کی

مزید مقدار نہیں گھولی جاسکتی ہے سیر شدہ محلول (Saturated Solution) کہلاتے ہیں۔ ایک غیر سیر شدہ محلول (Unsaturated Solution) وہ محلول ہے جس میں اسی درجہ حرارت اور دباؤ پر مغل کی مزید مقدار حل ہو سکتی ہے۔ وہ محلول جو کہ حرکی توازن کی حالت میں ہے اور جس میں غیر حل شدہ مغل موجود ہے سیر شدہ محلول ہے اور محلول کی دی ہوئی مقدار میں گھلے ہوئے محلول کی زیادہ سے زیادہ مقدار پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس طرح اس قسم کے محلول میں مغل کا ارتکاز ہی اس کی حل پذیری ہے۔

اس سے پہلے ہم مشاہدہ کر چکے ہیں کہ ایک شے کی دوسری شے میں حل پذیری اشیا کی نوعیت پر منحصر ہوتی ہے۔ ان تغیرات کے علاوہ دو اور پیرامیٹر یعنی درجہ حرارت اور دباؤ بھی اس واقعہ پر اثر انداز ہوتے ہیں۔

درجہ حرارت کا اثر (Effect of Temperature)

رفیق میں ٹھوس کی حل پذیری درجہ حرارت میں تبدیلی کی وجہ سے خاطر خواہ متاثر ہوتی ہے۔ اس توازن پر غور کیجیے جسے مساوات 2.10 سے ظاہر کیا گیا ہے۔ حرکی توازن کی وجہ سے اسے لے شیتلیئر اصول (Le Chateliers Principle) کا اتباع کرنا چاہیے۔ عمومی شکل میں اگر ایک لگ بھگ سیر شدہ محلول میں تحلیل کا عمل حرارت خوار (Endothermic) ($\Delta_{\text{sol}} H > 0$) ہے تو حل پذیری میں درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ اضافہ ہونا چاہیے اور اگر یہ عمل حرارت زا (Exothermic) ($\Delta_{\text{sol}} H < 0$) ہے تو حل پذیر کم ہو جانی چاہیے۔ ان رجحانات کا مشاہدہ تجرباتی طور پر بھی کیا جاتا ہے۔

دباؤ کا اثر (Effect of Pressure)

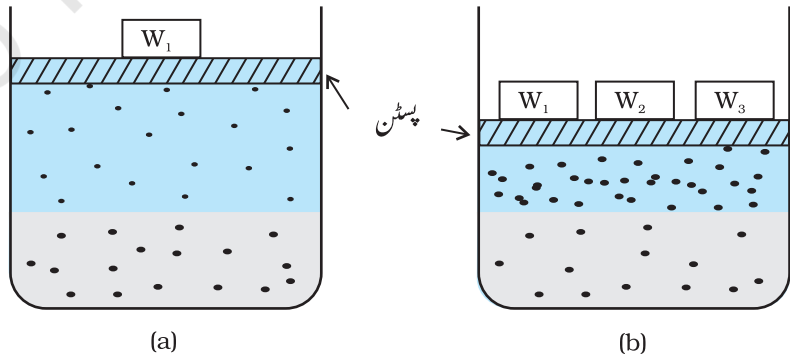
رفیق میں ٹھوس کی حل پذیری پر دباؤ کا خاطر خواہ اثر نہیں ہوتا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ٹھوس اور رفیق اشیا کو زیادہ دبایا نہیں جاسکتا اور عملی طور پر دباؤ میں تبدیلی آنے پر غیر متاثر رہتے ہیں۔

متعدد گیسوں پانی میں گھل جاتی ہیں۔ آکسیجن کی بہت کم مقدار ہی پانی میں گھل پاتی ہے۔ پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن کی وجہ سے ہی آبی زندگی برقرار رہتی ہے۔ اس کے برعکس ہائڈروجن کلورائیڈ گیس (HCl) پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے۔ رفیق میں گیسوں کی حل پذیری درجہ حرارت اور دباؤ سے بہت زیادہ متاثر ہوتی ہے۔ دباؤ میں اضافہ ہونے پر گیسوں کی حل پذیری میں اضافہ ہوتا ہے۔ کسی محلول میں گیس کے محلول کے لیے ایک نظام پر غور کیجیے جیسا کہ شکل 2.1(a) میں دکھایا گیا ہے۔ نچلا حصہ محلول ہے اور بالائی حصہ دباؤ p درجہ حرارت T پر گیسوں کے نظام ہے۔ فرض کیجیے کہ یہ نظام حرکی توازن کی حالت میں ہے یعنی ان حالات میں محلول فیز میں داخل ہونے والے اور باہر نکلنے والے گیسوں کی شرح یکساں ہے۔ اب گیس کو ایک چھوٹے حجم میں دباتے ہوئے محلول فیز کے دباؤ میں اضافہ کیجیے۔ [شکل 2.1(b)] ایسا کرنے سے محلول کے اوپر فی اکائی حجم میں گیسوں کی ذرات کی تعداد میں اضافہ ہوگا اور ساتھ ہی ساتھ

2.3.2 رفیق میں گیس کی

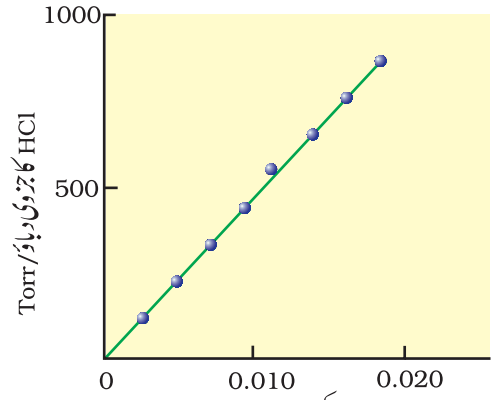
حل پذیری

Solubility of a Gas in a Liquid



شکل 2.1: گیس کی حل پذیری پر دباؤ کا اثر۔ حل شدہ گیس کا ارتکاز محلول کے اوپر پڑنے والے دباؤ کے متناسب ہے۔

محلول میں داخل ہونے کے لیے گیس ذرات کے محلول کی سطح سے ٹکرانے کی شرح میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ گیس کی حل پذیری میں نئے توازن کی حالت کو پہنچنے تک اضافہ ہوتا رہے گا۔ نتیجتاً محلول کے اوپر گیس کے دباؤ میں اضافہ ہوگا اور اس طرح حل پذیری میں اضافہ ہو جائے گا۔ ہینری (Henry) وہ پہلا شخص تھا جس نے دباؤ اور محلول میں گیس کی حل پذیری کے درمیان مقداری تعلق کو پیش کیا جسے ہینری کا کلیہ (Henry's Law) کہا جاتا ہے۔ اس کلیہ کے مطابق مستقل درجہ حرارت پر رقیق میں گیس کی حل پذیری رقیق یا محلول کی سطح پر موجود گیس کے جزوی دباؤ کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ ہینری کے زمانے میں ہی ڈالٹن نے بھی آزادانہ طور پر یہ نتیجہ اخذ کیا کہ رقیق محلول میں گیس کی حل پذیری گیس کے جزوی دباؤ (Partial Pressure) کا تفاعل ہوتی ہے۔ اگر ہم حل پذیری کی پیمائش کے طور پر محلول میں گیس کی مول کسر کا استعمال کرتے ہیں تو یہ کہا جاسکتا ہے کہ محلول میں گیس کی مول کسر محلول کے اوپر گیس کے جزوی دباؤ کے متناسب ہوتی ہے۔ ہینری کے کلیہ کی سب سے زیادہ استعمال میں آنے والے شکل کے مطابق بخاراتی فیئر (p) میں گیس کا جزوی دباؤ محلول میں گیس کی مول کسر (x) کے متناسب ہوتا ہے۔ اور اسے مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاتا ہے۔



شکل 2.2: 2936 K پر سائیکلو، ہیکسین میں HCl گیس کی حل پذیری کے تجرباتی نتائج خط کا اسلوب ہیزی کلیہ کا مستقل یعنی KH ہے۔

(2.11)

$$p = K_H x$$

یہاں K_H ہینری کے کلیہ کا مستقل ہے۔ اگر ہم گیس کے جزوی دباؤ اور محلول میں گیس کی مول کسر کے مابین گراف کھینچیں تو ہمیں شکل 2.2 میں دکھایا گیا گراف حاصل ہوگا۔

یکساں درجہ حرارت پر مختلف گیسوں کے لیے K_H کی قدر مختلف ہوتی ہے۔ (جدول 2.2) اس سے معلوم ہوتا ہے کہ K_H گیس کی نوعیت کا تفاعل ہے۔ مساوات (2.11) سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ دیے ہوئے دباؤ پر K_H کی قدر جتنی زیادہ ہوگی رقیق میں گیس کی حل پذیری اتنی ہی کم ہوگی۔ جدول 2.2 سے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ N_2 اور O_2 دونوں کی K_H میں اضافہ ہوتا ہے جس سے ظاہر ہے کہ درجہ حرارت میں کمی واقع ہونے پر گیس کی حل پذیری میں اضافہ ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے آبی انواع گرم پانی کے مقابلے ٹھنڈے پانی میں زیادہ آسانی محسوس کرتی ہیں۔

جدول 2.2 پانی میں کچھ چندہ گیسوں کے لیے ہینری کے کلیہ مستقبلہ کی قدریں

گیس	درجہ حرارت / K	K_H / kbar	گیس	درجہ حرارت / K	K_H / kbar
He	293	144.97	آرگن	298	40.3
H ₂	293	69.16	CO ₂	298	1.67
N ₂	293	76.48	فارملڈیہائیڈ	298	1.83×10^{-5}
N ₂	303	88.84	میٹھین	298	0.413
O ₂	293	34.86	وینائل کلورائیڈ	298	0.611
O ₂	303	46.82			

اگر 293k پر پانی سے N_2 گیس گزاری جائے تو 1 لیٹر پانی میں N_2 گیس کے کتنے ملی مول گھلے ہوئے ہوں گے۔ فرض کیجئے کہ N_2 کے ذریعہ ڈالا گیا جزوی دباؤ 0.987bar ہے۔ 293k پر N_2 کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ 76.48 kbar ہے۔

گیس کی حل پذیری آبی محلول میں مول کسر سے تعلق رکھتی ہے۔ محلول میں گیس کی مول کسر ہینری کے کلیہ کا استعمال کر کے معلوم کی جاتی ہے۔ اس طرح

$$x(\text{نائٹروجن}) = \frac{p}{K_H} = \frac{0.987 \text{ bar}}{76.480 \text{ bar}} = 1.29 \times 10^{-5}$$

کیونکہ 1 لیٹر پانی میں اس کے 55.5 مول ہوتے ہیں اس لیے اگر n محلول میں N_2 کے مولوں کی تعداد کو ظاہر کرنا ہے تو

$$x(\text{نائٹروجن}) = \frac{n \text{ mol}}{n \text{ mol} + 55.5 \text{ mol}} = \frac{n}{55.5} 1.29 \times 10^{-5}$$

(نسب نما میں n کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے کیونکہ یہ $\gg 55.5$ ہوتا ہے۔)

اس طرح

$$n = 1.29 \times 10^{-5} \times 55.5 \text{ mol} = 7.16 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\frac{7.16 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} = 0.716 \text{ mmol}$$

انڈسٹری میں ہینری کے کلیہ کے کئی استعمال ہیں اور یہ کچھ حیاتیاتی اعمال کی تشریح بھی کرتا ہے۔ ان میں سے کچھ ذیل میں مذکور ہیں۔

- سافٹ ڈرنک اور سوڈا واٹر میں CO_2 کی حل پذیری میں اضافہ کرنے کے لیے بوتل کو اونچے دباؤ پر سیل کیا جاتا ہے۔
- اسکیوباغوطہ خوروں کو پانی کے اندر اونچے دباؤ پر سانس لینے کے دوران پانی میں گھلی ہوئی گیسوں کے بہت زیادہ ارتکاز کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ بڑھا ہوا دباؤ خون میں کرہ بادی گیسوں کی حل پذیری میں اضافہ کر دیتا ہے۔ جب غوطہ خور سطح کی طرف آتے ہیں تو دباؤ کم ہوتا جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے گھلی ہوئی گیس خارج ہونے لگتی ہے اور خون میں نائٹروجن کے بلبلے بننے لگتے ہیں۔ اس صورت میں کپھلری بلاک ہو جاتی ہیں اور ایک طبی حالت پیدا ہو جاتی ہے جسے بینڈس (Bends) کہتے ہیں جو کہ تکلیف دہ اور زندگی کے لیے خطرناک ہوتی ہے۔ خون میں نائٹروجن کے بہت زیادہ ارتکاز کی وجہ سے پیدا ہونے والے زہریلے اثرات اور بینڈس سے بچنے کے لیے اسکیوباغوطہ خوروں کے ذریعہ استعمال کیے جانے والے ٹینکوں میں ہوا اور ہیلیم کا آمیزہ بھرا ہوتا ہے۔ (11.7% ہیلیم، 56.2% نائٹروجن اور 32.1% آکسیجن)
- بہت زیادہ اونچائی پر آکسیجن کا جزوی دباؤ سطح زمین کے مقابلے میں کم ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے پہاڑوں پر چڑھنے والے افراد (Climbers) اور زیادہ اونچائی پر رہنے والے لوگوں کے خون ہانٹوں میں آکسیجن کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے۔ خون میں آکسیجن کی کمی کی وجہ سے پہاڑوں پر چڑھنے والے افراد کمزور ہو جاتے ہیں اور واضح طور پر سوچنے کے قابل نہیں رہ پاتے یہ ایک ایسی حالت کی علامات ہیں جسے Anoxia کہا جاتا ہے۔

درجہ حرارت کا اثر (Effect of Temperature)

ریتق میں گیسوں کی حل پذیری درجہ حرارت بڑھنے پر گھٹتی ہے۔ جب گیس حل ہوتی ہے تو اس کے سائلے ریتق فیز میں موجود ہوتے ہیں اور حل پذیری کے عمل کو تکثیف کے عمل کے مساوی سمجھا جاسکتا ہے اور اس عمل میں حرارت خارج ہوتی ہے۔ پچھلے حصہ میں ہم پڑھ چکے ہیں کہ حل پذیری کے عمل میں حرکی توازن شامل ہوتا ہے لہذا ہمیں لی چائلٹر اصول کو ماننا چاہیے۔ حل پذیری ایک حرارت زائل ہے، حل پذیری درجہ حرارت بڑھنے پر گھٹتی چاہیے۔

متن پر مبنی سوالات

2.6 H_2S ایک زہریلی گیس ہے اور اس میں سڑے ہوئے انڈے جیسی بو آتی ہے۔ اس گیس کا استعمال کیفیتی تجزیہ (Qualitative Analysis) میں کیا جاتا ہے۔ اگر STP پر پانی میں H_2S کی حل پذیری $0.195m$ ہے تو ہینری کے کلیہ کا مستقلہ معلوم کیجیے۔

2.7 $298K$ پر پانی میں CO_2 کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ $1.67 \times 10^8 Pa$ ہے۔ $500mL$ سوڈا واٹر میں CO_2 کی مقدار معلوم کیجیے جبکہ اسے $298K$ پر $2.5 atm$ CO_2 دباؤ پر سیل کیا جاتا ہے۔

ریتق محلول اس وقت تشکیل پاتے ہیں جب محلول ریتق ہوتا ہے۔ نخل ٹھوس ریتق یا گیس ہو سکتا ہے۔ ریتق میں گیسوں کے محلولوں پر سیکشن 2.3.2 میں پہلے ہی بحث ہو چکی ہے۔ اس سیکشن میں ہم ریتق میں ٹھوس یا ریتق کے محلولوں پر بحث کریں گے۔ اس قسم کے محلولوں میں ایک یا زیادہ طیران پذیر اجزاء ہوتے ہیں۔ عام طور سے ریتق محلول (Solvent) طیران پذیر (Volatile) ہوتا ہے۔ نخل (Solute) طیران پذیر ہو بھی سکتا ہے اور نہیں بھی۔ ہم صرف بانسری محلولوں کی خصوصیات سے بحث کریں گے یعنی وہ محلول جو دو اجزاء پر مشتمل ہوتے ہیں جیسے (i) ریتق میں ریتق اور (ii) ریتق میں ٹھوس کا محلول۔

آئیے دو طیران پذیر ریتق اشیا کے بانسری محلول پر غور کرتے ہیں اور دونوں اجزاء کو 1 اور 2 سے ظاہر کرتے ہیں۔ جب انھیں ایک بند برتن میں لیا جاتا ہے تو دونوں اجزاء کی تبخیر (Evaporation) ہونے لگتی ہے اور ریتق فیز و بخاراتی فیز کے درمیان ایک توازن قائم ہو جائے گا۔ مان لیجیے اس حالت میں کل بخاراتی دباؤ p_{total} ہے نیز p_1 اور p_2 بالترتیب اجزاء 1 اور 2 کے جزوی بخاراتی دباؤ ہیں۔ یہ جزوی بخاراتی دباؤ بالترتیب اجزاء 1 اور 2 کی مول کسروں x_1 اور x_2 سے متعلق ہیں۔

فرانسیسی کیمیا داں فرانکوئس مارٹے راؤلٹ (1886) نے ان کے درمیان مقداری تعلق کو بتایا۔ اس تعلق کو راؤلٹ کا کلیہ (Raoult's Law) کہا جاتا ہے۔ اس کلیہ کے مطابق طیران پذیر ریتق اشیا کے محلول کے لیے محلول میں ہر ایک جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔ اس طرح، جزو 1 کے لیے

$$p_1 \propto x_1$$

$$p_1 = p_1^0 x_1 \quad \text{اور}$$

(2.12)

2.4 ریتق محلولوں کا

بخاراتی دباؤ

(Vapour Pressure of Liquid Solution)

2.4.1 ریتق میں ریتق کے

محلول کا بخاراتی دباؤ

Vapour Pressure of Liquid-Liquid Solutions

جہاں p_1^0 یکساں درجہ حرارت پر خالص جزو 1 کا بخاراتی دباؤ ہے۔ اسی طرح جزو 2 کے لیے

$$p_2 = p_2^0 x_2 \quad (2.13)$$

جہاں p_2^0 خالص جزو 2 کے بخاراتی دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔

ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کے مطابق برتن میں محلول فیو پر کل دباؤ (p_{total}) محلول کے اجزا کے جزوی دباؤ کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔ اسے مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاتا ہے:

$$p_{total} = p_1 + p_2 \quad (2.14)$$

p_1 اور p_2 کی قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$p_{total} = x_1 p_1^0 + x_2 p_2^0$$

$$= (1 - x_2) p_1^0 + x_2 p_2^0 \quad (2.15)$$

$$= p_1^0 + (p_2^0 - p_1^0) x_2 \quad (2.16)$$

مساوات (2.16) سے مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے جاسکتے ہیں۔

(i) محلول کے اوپر کل بخاراتی دباؤ کسی بھی ایک جزو کی مول کسر سے متعلق ہوتا ہے۔

(ii) محلول کے اوپر کل بخاراتی دباؤ جزو 2 کی مول کسر کے ساتھ خطی اعتبار سے تبدیل ہوتا ہے۔

(iii) خالص اجزا 1 اور 2 کے بخاراتی دباؤ پر انحصار کرتے ہوئے محلول کا کل بخاراتی

دباؤ جزو 1 کی مول کسر میں کمی کے ساتھ ساتھ گھٹتا ہے یا بڑھتا ہے۔

محلول کے لیے p_1 اور p_2 کا مول کسور x_1 اور x_2 کے ساتھ خطی گراف حاصل

ہوتا ہے جیسا کہ شکل 2.3 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ خطوط (I اور II) بالترتیب ان نقاط سے

ہو کر گزرتے ہیں جو کہ x_1 اور x_2 اکائی کے برابر ہیں۔ اسی طرح p_{total} اور x_2 کے

درمیان بننے والے گراف (خط III) بھی خطی ہے (شکل 2.3) p_{total} کی کم سے کم

قدر p_1^0 ہے اور زیادہ سے زیادہ قدر p_2^0 ہے، یہ مانتے ہوئے کہ جزو 1 جزو 2 کے

مقابلے کم طیران پذیر ہے یعنی $p_1^0 < p_2^0$ ۔

محلول کے ساتھ توازن کی حالت میں بخاراتی فیز کی ترکیب کا تعین اجزا کے

جزوی دباؤ کے ذریعے کیا جاتا ہے۔ اگر بخاراتی فیز میں اجزا 1 اور 2 کی مول کسریں

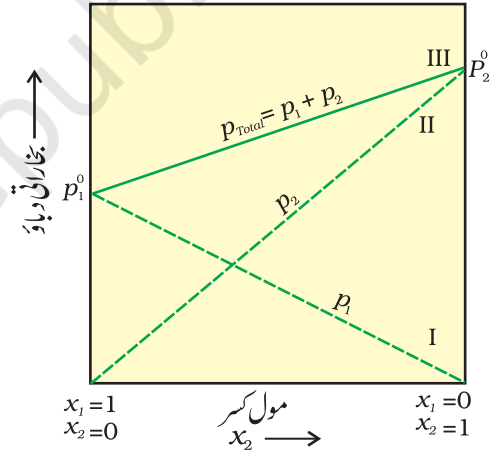
بالترتیب y_1 اور y_2 ہیں تو ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کا استعمال کرتے ہوئے۔

$$p_1 = y_1 p_{total} \quad (2.17)$$

$$p_2 = y_2 p_{total} \quad (2.18)$$

عمومی شکل میں

$$p_1 = y_1 p_{total} \quad (2.19)$$



شکل 2.3: درجہ حرارت پر ایک مثالی محلول کے

مول کسر اور بخاراتی دباؤ کا گراف

ڈیش لائینس I اور II اجزا کے جزوی دباؤ

کو ظاہر کرتی ہیں (گراف سے یہ دیکھا

جاسکتا ہے کہ p_1 اور p_2) بالترتیب r1

اور r2 کے سیدھے تناسب میں ہیں۔ کل

بخاراتی دباؤ شکل میں خط III کے ذریعہ

دکھایا گیا ہے۔

مثال 2.5

298K پر کلورو فارم (CHCl_3) اور ڈائی کلورو میتھین (CH_2Cl_2) کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 20 mm Hg اور 415 mm Hg ہیں۔ (i) 25.5 گرام CHCl_3 اور 40 گرام CH_2Cl_2 کی 298K پر آمیزش کر کے بنائے گئے محلول کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجئے۔ (ii) بخاراتی فیئر میں ہر ایک جزو کی مول کسریں۔

حل

$$\text{CH}_2\text{Cl}_2 \text{ کی مولر کمیت} = 12 \times 1 + 1 \times 2 + 35.5 \times 2 = 85 \text{ g mol}^{-1} \quad (\text{i})$$

$$\text{CHCl}_3 \text{ کی مولر کمیت} = 12 \times 1 + 1 \times 1 + 35.5 \times 3 = 119.5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{CH}_2\text{Cl}_2 \text{ کے مولوں کی تعداد} = \frac{40 \text{ g}}{85 \text{ g mol}^{-1}} = 0.47 \text{ mol}$$

$$\text{CHCl}_3 \text{ کے مولوں کی تعداد} = \frac{25.5 \text{ g}}{119.5 \text{ g mol}^{-1}} = 0.213 \text{ mol}$$

$$\text{مولوں کی کل تعداد} = 0.47 + 0.213 = 0.683 \text{ mol}$$

$$x_{\text{CH}_2\text{Cl}_2} = \frac{0.47 \text{ mol}}{0.683 \text{ mol}} = 0.688$$

$$x_{\text{CHCl}_3} = 1.00 - 0.688 = 0.312$$

مساوات (2.16) کا استعمال کرتے ہوئے۔

$$p_{\text{total}} = p_1^0 + (p_2^0 - p_1^0)x_2 = 200 + (415 - 200) \times 0.688$$

$$= 200 + 147.9 = 347.9 \text{ mm Hg}$$

(ii) تعلق (2.19) $y_i = p_i / p_{\text{total}}$ کا استعمال کر کے ہم گیس فیئر (y_i) میں اجزا کی مول کسر معلوم کر سکتے ہیں۔

$$p_{\text{CH}_2\text{Cl}_2} = 0.688 \times 415 \text{ mm Hg} = 285.5 \text{ mm Hg}$$

$$p_{\text{CHCl}_3} = 0.312 \times 200 \text{ mm Hg} = 62.4 \text{ mm Hg}$$

$$y_{\text{CH}_2\text{Cl}_2} = 285.5 \text{ mm Hg} / 347.9 \text{ mm Hg} = 0.82$$

$$y_{\text{CHCl}_3} = 62.4 \text{ mm Hg} / 347.9 \text{ mm Hg} = 0.18$$

نوٹ: کیونکہ CHCl_3 کے مقابلے میں CH_2Cl_3 زیادہ طیران پذیر ہے [$p_{\text{CHCl}_3}^0 = 200 \text{ mm Hg}$ اور $p_{\text{CH}_2\text{Cl}_2}^0 = 415 \text{ mm Hg}$]

اور CH_2Cl_2 میں تجارتی فیئر بھی زیادہ وافر (Richer) ہے

[$y_{\text{CHCl}_3} = 0.18$ اور $y_{\text{CH}_2\text{Cl}_2} = 0.82$] اس طرح یہ نتیجہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ توازن کی حالت میں،

اس جزو کی بخاراتی فیئر ہمیشہ وافر ہوگی جو کہ زیادہ طیران پذیر ہے۔

2.4.2 راولٹ کا کلیہ ہینری

کے کلیہ کے ایک
مخصوص کیس کے

طور پر

Raoult's Law
as a special
case of
Henry's Law

راولٹ کے کلیہ کے مطابق کسی دیے ہوئے محلول میں طیران پذیر جزو کا بخاراتی دباؤ $p_i = x_i p_i^0$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ رقیق میں گیس کے محلول میں ایک جزو اتنا طیران پذیر ہوتا ہے کہ یہ گیس حالت میں ہوتا ہے اور ہم پہلے ہی دیکھ چکے ہیں کہ اس کی حل پذیری کو ہینری کے کلیہ کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جس کے مطابق

$$p = K_H x$$

اگر ہم راولٹ کے کلیہ اور ہینری کے کلیہ کی مساوات کا موازنہ کریں تو یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ گیس یا طیران پذیر جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ محلول میں اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔ صرف تناسب کا مستقلہ p_i^0, K_H سے مختلف ہوتا ہے۔ اس طرح راولٹ کا کلیہ، ہینری کے کلیہ کا ایک مخصوص کیس بن جاتا ہے جس میں p_i^0, K_H کے مساوی ہو جاتا ہے۔

2.4.3 رقیق میں ٹھوس کے

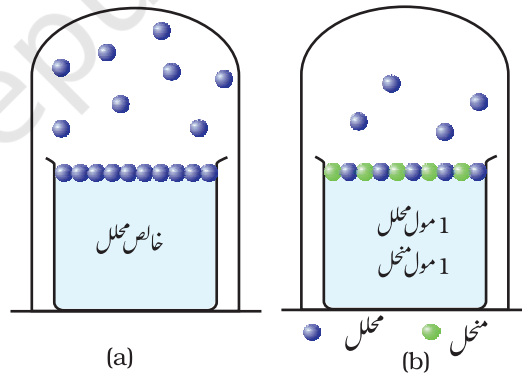
محلول کا بخاراتی دباؤ

Vapour
Pressure of
Solutions
of Solids in
Liquids

محلولوں کی ایک اور اہم جماعت ہے جس میں محلول، رقیق میں ٹھوس کے گھلنے سے بنتا ہے۔ مثال کے طور پر آئیوڈین اور پانی میں سوڈیم کلورائیڈ، گلوکوز، یوریا اور چینی نیز کاربن ڈائی سلفائیڈ میں حل کیا گیا سفران محلولوں کی چند طبیعی خصوصیات خالص محلول سے بالکل مختلف ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر بخاراتی دباؤ ہم گیارہویں جماعت میں اکائی 5 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ رقیق اشیا ایک دیے ہوئے درجہ حرارت پر تبخیر ہو جاتی ہیں اور توازن کے حالات میں رقیق فیئر پر رقیق کے بخارات کے ذریعہ ڈالا گیا دباؤ بخاراتی دباؤ کہلاتا ہے۔ (شکل 2.4(b)) خالص رقیق میں مکمل سطح رقیق کے سالمات سے گھر جاتی ہے۔ اگر دیے ہوئے محلول کے محلول میں غیر طیران پذیر مغل ملایا جاتا ہے (شکل 2.4(b)) تو محلول کا بخاراتی دباؤ تنہا محلول کی وجہ سے ہوگا۔ ایک دیے ہوئے درجہ حرارت پر محلول کا یہ بخاراتی دباؤ اسی درجہ حرارت پر خالص ایک محلول کے بخاراتی دباؤ سے کم ہوتا ہے۔ محلول میں، سطح مغل اور محلول دونوں کے سالمات پر مشتمل ہوتی ہے اس کی وجہ سے محلول کے سالمات کے ذریعہ گھیری گئی سطح کی کسر کم ہو جاتی ہے۔ نتیجتاً سطح سے باہر آنے والے محلول کے سالمات نظیری طور پر کم ہو جاتے ہیں۔ اس طرح بخاراتی دباؤ بھی کم ہو جاتا ہے۔

محلول کے بخاراتی دباؤ میں کمی محلول میں موجود غیر طیران پذیر مغل کی مقدار پر منحصر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک کلوگرام پانی میں 1.0 mol سکروز ملانے پر پانی کے بخاراتی دباؤ میں ہونے والی کمی اسی درجہ حرارت پر پانی کی اتنی ہی مقدار میں 1.0 mol یوریا ملانے پر پیدا ہونے والے بخاراتی دباؤ کے تقریباً برابر ہوتی ہے۔ عمومی طور پر اگر کہا جائے تو راولٹ کے کلیہ کے مطابق، کسی بھی محلول کے لیے محلول میں ہر ایک جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔

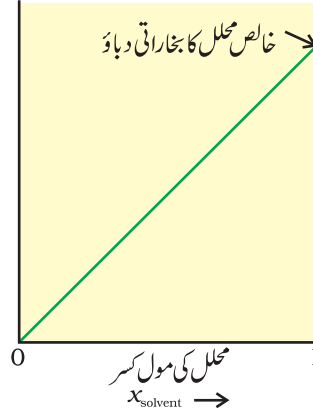
آئیے ایک بانسری محلول میں، محلول کو 1 سے اور مغل کو 2 سے ظاہر کرتے ہیں۔ جب مغل غیر طیران پذیر ہے۔ تو صرف محلول کے سالمات ہی بخاراتی فیئر میں



شکل 2.4 : محلول میں منحل کی موجودگی کی وجہ سے محلول کے بخاراتی دباؤ میں کمی (a) محلول کی سطح سے اس کے سالمات کی تبخیر کو (b) محلول میں منحل کے ذرات کو سے ظاہر کیا گیا ہے اور یہ سطحی رقبہ کے حصہ کو گھیرتے ہیں۔

شکل 2.5

اگر تمام ارتکاز کے لیے محلول رائولٹ کے کلیہ کا اتباع کرتا ہے تو اس کا بخاراتی دبائو صفر سے خالص محلول کے بخاراتی دبائو تک خطی اعتبار سے تبدیل ہوگا



موجود ہوں گے اور بخاراتی دبائو میں تعاون کریں گے۔ مان لیجیے p_1^0 محلول کا بخاراتی دبائو ہے، x_1^0 مول کسر ہے، p_1^0 خالص حالت میں اس کا بخاراتی دبائو ہے تو رائولٹ کے کلیہ کے مطابق

$$p_1 \propto x_1$$

$$(2.20) \quad p_1 = x_1 p_1^0 \quad \text{اور}$$

تناسبت کا مستقلہ خالص محلول کے بخاراتی دبائو p_1^0 کے مساوی ہے محلول کے بخاراتی دبائو اور مول کسر کے درمیان کھینچا گیا گراف خطی ہے (شکل 2.5)۔

رائولٹ کے کلیہ کی بنیاد پر رقیق۔ رقیق محلولوں کی درجہ بندی مثالی اور غیر مثالی محلولوں کے تحت کی جاسکتی ہے۔

ایسے محلول جو ارتکاز کی مکمل رینج میں رائولٹ کے کلیہ کا اتباع کرتے ہیں مثالی محلول (Ideal Solution) کہلاتے ہیں۔ مثالی محلولوں کی دو اہم خصوصیات ہوتی ہیں محلول بنانے کے لیے خالص اجزاء کی آمیزش کی اینتھالپی صفر ہوتی ہے اور آمیزش کا حجم بھی صفر ہوتا ہے۔ یعنی

$$(2.21) \quad \Delta_{\text{mix}} H = 0 \quad \Delta_{\text{mix}} V = 0$$

اس کا مطلب ہے کہ جب اجزاء کی آمیزش کی جاتی ہے تو حرارت نہ تو خارج ہوتی ہے اور نہ ہی جذب ہوتی ہے۔ مزید یہ کہ محلول کا حجم دونوں اجزاء کے حجموں کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔ سالماتی سطح پر محلولوں کا مثالی طرز عمل کی وضاحت دو اجزاء A اور B پر غور کر کے کی جاسکتی ہے۔ خالص اجزاء میں سالمات کے درمیان کشش باہمی عمل A-A اور B-B قسم کے ہوں گے جبکہ بائری محلول میں ان دونوں باہمی عملوں کے ساتھ ساتھ A-B قسم کے باہمی عمل بھی موجود ہوں گے۔ A-A اور B-B کے درمیان اگر سالمات کے مابین قوت کشش A-B کے درمیان کی قوت کشش کے تقریباً مساوی ہے تو اس کے نتیجے میں مثالی محلول حاصل ہوگا۔ مکمل مثالی محلول شاذ و نادر ہی ہوتے ہیں لیکن کچھ محلول کا طرز عمل تقریباً مثالی ہوتا ہے۔ n-hexane اور n-heptane کا محلول، bromoethane اور chloroethane کا محلول، بینزین اور ٹولین (Toluene) کا محلول اسی قسم کے محلولوں کی مثالیں ہیں۔

2.5 مثالی اور غیر مثالی محلول (Ideal and Non-ideal Solution)

2.5.1 مثالی محلول (Ideal Solution)

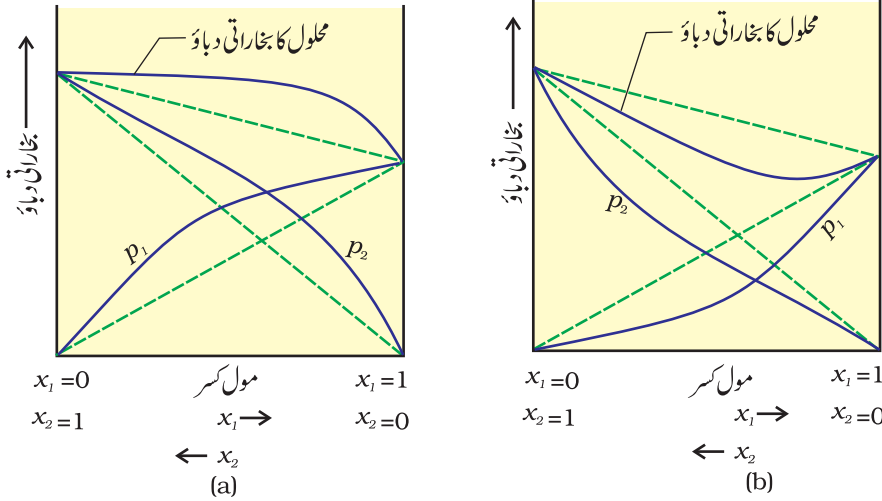
جب کوئی محلول ارتکاز کی مکمل رینج میں رائولٹ کے کلیہ کا اتباع نہیں کرتا تو وہ غیر مثالی محلول کہلاتا ہے۔ اس قسم کے محلول کا بخاراتی دبائو اس بخاراتی دبائو سے یا تو کم ہوگا یا زیادہ ہوگا جس کی پیشین گوئی رائولٹ کے کلیہ (مساوات 2.16) کے ذریعہ کی گئی ہے۔ اگر یہ زیادہ ہے تو محلول رائولٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف (Positive Deviation) کا اظہار کرتا ہے۔ اگر یہ کم ہے تو منفی انحراف کا اظہار کرے گا۔ اس قسم کے محلولوں کے لیے مول کسر کے طور پر بخاراتی دبائو کا گراف شکل 2.6 میں دکھایا گیا ہے۔

2.5.2 غیر مثالی محلول

(Non-ideal Solution)

ان انحراف کی وجہ سالماتی سطح پر باہمی عمل کی نوعیت ہے رائولٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کے معاملہ میں A-B باہمی عمل A-A یا B-B باہمی عمل کے مقابلے کمزور ہوتے ہیں یعنی اس معاملے میں منحل محلول کے سالمات کے درمیان کشش کی قوتیں منحل اور محلول محلول سالمات کے درمیان کی قوتوں کے مقابلے میں کمزور ہوتی ہیں۔ اس کا

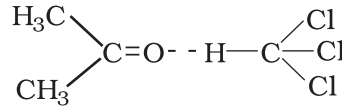
شکل 2.6



دواجزائی نظام کے بخاراتی دباؤ تفاعل کے طور پر (a) محلول جو کہ رائولٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کو ظاہر کرتا ہے (b) محلول جو کہ رائولٹ کے کلیہ سے منفی انحراف ظاہر کرتا ہے۔

مطلب ہے کہ اس قسم کے محلولوں میں A (یا B) کے سالمات خالص حالت کے مقابلے آسانی سے بھاگ نکلتے ہیں۔ اس کی وجہ سے بخاراتی دباؤ میں اضافہ ہوگا جو کہ مثبت انحراف کا سبب بنے گا۔ استھنال اور ایسیٹیون کا آمیزہ اسی قسم کے طرز عمل کا اظہار کرتا ہے۔ خالص استھنال میں سالمات کے درمیان ہائڈروجن بانڈ (Hydrogen Bond) ہوتے ہیں۔ ایسیٹیون ملانے پر اس کے سالمات میزبان سالمات کے درمیان آجاتے ہیں اور ان کے درمیان کے کچھ ہائڈروجن بند توڑ دیتے ہیں۔ باہمی عمل کے کمزور ہونے کی وجہ سے محلول رائولٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کو ظاہر کرے گا۔ [شکل 2.6(a)] ایسیٹیون میں کاربن ڈائی سلفائیڈ ملانے پر بننے والے محلول میں مغل محلول سالمات کے درمیان دو قطبی (Dipolar) باہمی عمل متعلقہ مغل۔ مغل سالمات اور محلول۔ محلول سالمات کے مقابلے میں کمزور ہوتے ہیں۔ یہ محلول ہمیشہ مثبت انحراف کو ظاہر کرتا ہے۔

رائولٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کے معاملے میں A-A اور B-B کے درمیان بین سالماتی قوت کشش A-B کے مقابلے کمزور ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے جو کہ منفی انحراف کا سبب بنتا ہے۔ اس قسم کی مثال فینال اور اینیلین کا آمیزہ ہے۔ اس کیس میں فینا لک پروٹان اور اور اینیلین کے نائٹروجن ایٹم پر لون پیئر (Lone pair) کے درمیان متعلقہ بین سالماتی ہائڈروجن بندش اسی قسم کے سالمات کے درمیان متعلقہ بین سالماتی ہائڈروجن بندش کے مقابلے میں مضبوط ہوتی ہے۔ اسی طرح، کلوروفارم اور ایسیٹیون کا آمیزہ اسی قسم کا محلول ہے جو کہ رائولٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ کلوروفارم کا سالمہ ایسیٹیون کے سالمہ کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بنانے کے اہل ہوتا ہے جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔



اس کی وجہ سے ہر ایک جزو کے سالمات کے فرار ہونے کا رجحان کم ہو جاتا ہے۔ نتیجہ کے طور پر بخاراتی دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے جو کہ رائولٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کا سبب بنتا ہے۔ [شکل 2.6(b)]

کچھ رقیق اشیا کی آمیزش کے نتیجے میں ایزیوٹراپس (Azeotropes) حاصل ہوتے ہیں جو کہ بائری آمیزے ہیں۔ رقیق اور بخاراتی فیئر میں ان کی ترکیب یکساں رہتی ہے اور یہ ایک مستقل درجہ حرارت پر ابلتے ہیں۔

اس قسم کے معاملوں میں اجزا کو کسری کشید (Fractional Distillation) کے ذریعہ علیحدہ کر پانا ممکن نہیں ہے۔ ایزوٹراپس دو قسم کے ہیں جو کہ کمترین جوش ایزوٹراپ (Minimum Boiling Azeotrope) اور از حد جوش ایزوٹراپ (Maximum Boiling Azeotrope) کہلاتے ہیں۔ وہ محلول جو راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ مثبت انحراف کو ظاہر کرتے ہیں وہ ایک مخصوص ترکیب پر کمترین جوش ایزوٹراپ تشکیل دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر استھنال اور پانی کے آمیزہ (چینی کی تخمیر سے حاصل ہوتا ہے) کی کسری کشید کے نتیجے میں ایک محلول حاصل ہوتا ہے جو کہ حجم کے اعتبار سے 95% استھنال پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایک مرتبہ جب یہ ترکیب جسے ایزوٹراپ ترکیب کہتے ہیں، حاصل ہو جاتی ہے تو رقیق اور بخارات کی ترکیب یکساں ہو جاتی ہے اور مزید علیحدگی نہیں ہو پاتی۔

ایسے محلول جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ منفی انحراف کا اظہار کرتے ہیں وہ ایک مخصوص ترکیب پر از حد جوش ایزوٹراپ تشکیل دیتے ہیں۔ نائٹرک ایسڈ اور پانی کا آمیزہ اسی قسم کے ایزوٹراپ کی مثال ہے۔ اس ایزوٹراپ کی تقریباً ترکیب ہے: کمیت کے اعتبار سے 68% نائٹرک ایسڈ اور 32% پانی نیز نقطہ جوش 393 K۔

متن پر مبنی سوالات

2.8 350K پر خالص رقیق A اور B کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 450 mmHg اور 700 mmHg ہیں رقیق آمیزہ کی ترکیب معلوم کیجئے اگر کل بخاراتی دباؤ 600 mm Hg ہے۔ بخاراتی فیئر کی ترکیب معلوم کیجئے

ہم سیکشن 2.4.3 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ جب طیران پذیر محلول میں غیر طیران پذیر مخل شامل کر دیا جاتا ہے تو محلول کا بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ محلولوں کی ایسی کئی خصوصیات ہیں جو کہ بخاراتی دباؤ کے کم ہونے سے وابستہ ہیں۔ یہ خصوصیات ہیں: (1) محلول کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی کمی۔ (2) محلول کے نقطہ انجماد میں انخفاض (Depression) (3) محلول کے نقطہ جوش میں اضافہ (4) محلول کا ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) یہ سبھی خصوصیات منحل کے ذرات پر منحصر ہوتی ہیں ان کی نوعیت کے بلا لحاظ جو کہ محلول میں موجود کل ذرات سے متعلق ہیں۔ اس قسم کی خصوصیات مربوط خصوصیات (Colligative Properties) کہلاتی ہیں۔ (Colligative لاٹینی زبان سے اخذ ہے CO کے معنی ہیں ساتھ ساتھ Ligare (Together) کے معنی ہیں جڑنا (To bind) مندرجہ ذیل سیکشن میں ہم ان خصوصیات پر ایک ایک کر کے بحث کریں گے۔

2.6 مربوط خصوصیات اور مولر کمیت کا تعین

Colligative Properties and Determination of Molar Mass

ہم سیکشن 2.4.3 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ محلول میں محلول کا بخاراتی دباؤ خالص محلول سے کم ہوتا ہے۔ راؤلٹ نے یہ متعین کیا کہ بخاراتی دباؤ میں کمی صرف منحل کے ذرات کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے اور یہ ان کی شناخت سے مبرا ہے۔ سیکشن 2.4.3 میں دی گئی مساوات (2.20) محلول کے بخاراتی دباؤ، مول کسر اور منحل کے بخاراتی دباؤ کے درمیان تعلق قائم کرتی ہے۔ یعنی

(2.22)

$$P_1 = x_1 P_1^0$$

منحل کے بخاراتی دباؤ میں کمی (ΔP_1) ذیل میں دی گئی ہے۔

2.6.1 بخاراتی دباؤ میں

نسبتی تخفیف

(Relative Lowering of Vapour Pressure)

$$(2.23) \quad \Delta p_1 = p_1^0 - p_1 = p_1^0 - p_1^0 - p_1^0 x_1 \\ = p_1^0 (1 - x_1)$$

یہ جانتے ہوئے کہ $x_2 = 1 - x_1$ مساوات (2.23) مندرجہ ذیل ہو جاتی ہے۔

$$(2.24) \quad \Delta p_1 = x_2 p_1^0$$

متعدد غیر طیران پذیر محلولوں پر مشتمل محلول میں بخاراتی دباؤ میں کمی کا انحصار مختلف محلولوں کی مول کسر کے حاصل جمع پر ہوتا ہے۔

مساوات (2.24) کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے۔

$$(2.25) \quad \frac{\Delta p_1}{p_1^0} = \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = x_2$$

مساوات کے بائیں جانب کی عبارت جیسا کہ پہلے مذکور ہوا بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف کہلاتی ہے اور یہ مخل کی مول کسر کے مساوی ہوتی ہے۔ مذکورہ بالا مساوات کو یوں لکھا جاسکتا ہے:

$$(2.26) \quad \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad (x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \text{ کیونکہ})$$

یہاں n_1 اور n_2 محلول میں موجود بالترتیب محلول اور محلول کے مولوں کی تعداد کو ظاہر کرتے ہیں۔ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے $n_2 \ll n_1$ ، اس طرح نسب نما میں n_2 کو نظر انداز کرنے پر ہمارے پاس ہے۔

$$(2.27) \quad \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$(2.28) \quad \text{یا} \quad \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{w_2 \times M_1}{M_2 \times w_1}$$

یہاں w_1 اور w_2 بالترتیب محلول اور محلول کی کمیتیں ہیں نیز M_1 اور M_2 مولر کمیتیں ہیں۔ اگر دیگر مقادیر معلوم ہیں تو اس مساوات (2.28) کا استعمال کر کے مخل کی مولر کمیت M_2 معلوم کی جاسکتی ہے۔

مثال 2.6

ایک مخصوص درجہ حرارت پر بینزین کا بخاراتی دباؤ 0.850 bar ہے۔ ایک غیر طیران پذیر، غیر الیکٹرولائٹ ٹھوس جس کا وزن 0.5g ہے جب 39.0g بینزین (مولر کمیت 78 گرام فی مول) میں ملا یا جاتا ہے تو محلول کا بخاراتی دباؤ 0.845 bar ہو جاتا ہے۔ ٹھوس شے کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

معلوم مقادیر مندرجہ ذیل ہے۔

$$p_1^0 = 0.850 \text{ bar}; p = 0.845 \text{ bar}; M_2 = 78 \text{ g mol}^{-1}; w_2 = 0.5 \text{ g}; w_1 = 39.0 \text{ g};$$

ان مقادروں کو مساوات 2.28 میں رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{0.850 \text{ bar} - 0.845 \text{ bar}}{0.850 \text{ bar}} = \frac{0.5 \text{ g} \times 78 \text{ g mol}^{-1}}{M_2 \times 39 \text{ g}}$$

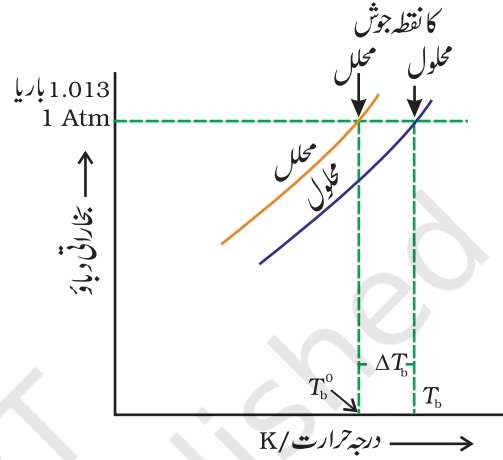
$$\text{Therefore, } M_2 = 170 \text{ g mol}^{-1}$$

حل

2.6.2 نقطہ جوش میں اضافہ

(Elevation of Boiling Point)

ہم جماعت XI میں اکائی 5 میں پڑھ چکے ہیں کہ رقیق شے کا بخاراتی دباؤ درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ بڑھتا ہے۔ یہ رقیق اس وقت ابلنے لگتا ہے جب اس کا بخاراتی دباؤ کرہ باد کے دباؤ (Atmospheric Pressure) کے مساوی ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی $373.15\text{K}(100^\circ\text{C})$ پر ابلتا ہے کیونکہ اس درجہ حرارت پر پانی کا بخاراتی دباؤ $1.013 \text{ bar}(1 \text{ atm})$ ہوتا ہے۔ گذشتہ سیکشن میں ہم یہ بھی سیکھ چکے ہیں کہ محلول کا بخاراتی دباؤ غیر طیران پذیر مخل کی موجودگی میں کم ہو جاتا ہے۔ درجہ حرارت کے تفاعل کے طور پر خالص محلول اور محلول کے بخاراتی دباؤ میں تغیر کو شکل 2.7 میں ظاہر کیا گیا ہے۔ مثال کے طور پر سکروز کے آبی محلول کا بخاراتی دباؤ 373.15K پر 1.013bar سے کم ہے۔ اس محلول کو ابالنے کے لیے اس کے بخاراتی دباؤ کو 1.013 bar تک بڑھانا ہوگا۔ اس کے لیے محلول کے درجہ حرارت کو خالص محلول (پانی) کے نقطہ جوش سے زیادہ کرنا ہوگا۔ اس طرح محلول کا نقطہ جوش اس خالص محلول کے نقطہ جوش سے زیادہ ہوتا ہے جس میں محلول بنایا گیا ہے جیسا کہ شکل 2.7 میں دکھایا گیا ہے۔ بخاراتی دباؤ میں تخفیف کی طرح ہی نقطہ جوش میں اضافہ کا انحصار بھی مخل کے سالمات کی فطرت کے مقابلے ان کی تعداد پر ہوتا ہے۔ 1000g پانی میں 1 mol کا سکروز کا محلول 1 atm دباؤ پر 373.52K پر ملتا ہے۔



مان لیجئے T_b^0 خالص محلول کا نقطہ جوش ہے اور T_b محلول کا نقطہ جوش ہے۔ نقطہ جوش میں بڑھوتری $\Delta T_b = T_b^0 - T_b$ ہے جسے نقطہ جوش میں اضافہ کہا جاتا ہے۔ تجربات یہ دکھاتے ہیں کہ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے نقطہ جوش میں اضافہ (ΔT_b) محلول میں مخل کے مولل ارتکاز (Molal Concentration) کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ اس طرح

شکل 2.7: محلول کے لیے بخاراتی دباؤ کا خط انحنا خالص پانی کے انحنا سے نیچے آتا ہے۔ ڈائیگرام سے ظاہر ہوتا ہے کہ ΔT_b محلول میں محلول کے نقطہ جوش میں اضافہ کو ظاہر کرتا ہے۔

$$(2.29) \quad \Delta T_b \propto m$$

$$(2.30) \quad \Delta T_b = K_b m$$

یہاں 1 (Molality) کلوگرام محلول میں گھلے ہوئے مخل کے مولوں کی تعداد ہے اور تناسبیت کا مستقل K_b نقطہ جوش میں اضافہ کا مستقل یا مولل اضافہ کا مستقل (Ebullioscopic Constant) کہلاتا ہے۔ K_b کی اکائی K kg mol^{-1} ہے۔ کچھ عام محلولوں کے لیے K_b کی قدریں جدول 2.3 میں دی گئی ہیں۔ اگر M_2 مولر کمیت والے w_2 گرام مخل کو w_1 گرام محلول میں گھولا گیا ہے تو محلول کی Molality یعنی m کو مندرجہ ذیل عبارت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$(2.31) \quad m = \frac{w_2 / M_2}{w_1 / 1000} = \frac{1000 \times w_2}{M_2 \times w_1}$$

Molality کی قدر کو مساوات (2.30) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$(2.32) \quad \Delta T_b = \frac{K_b \times 1000 \times w_2}{M_2 \times w_1}$$

$$(2.33) \quad M_2 = \frac{1000 \times w_2 \times K_b}{\Delta T_b \times w_1}$$

اس طرح M_2 مغل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے مغل کی معلوم کمیت میں مغل کی معلوم کمیت لی جاتی ہے اور اس معلوم مغل کے لیے ΔT_b کا تعین تجرباتی طور پر کیا جاتا ہے جس کی T_b کی قدر معلوم ہے۔

مثال 2.7

ایک کڑھائی میں 1kg پانی میں، 18g گلوکوز، $C_6H_{12}O_6$ گھولا گیا ہے۔ 1.013 bar دباؤ پر کس درجہ حرارت پر پانی ابلنے لگے گا؟ پانی کے لیے K_b کی قدر $0.52 \text{ K kg mol}^{-1}$ ہے۔

حل

$$\text{گلوکوز کے مولوں کی تعداد} = 18\text{g} / 180\text{g mol}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\text{مغل کے کلوگرام} = 1\text{kg}$$

$$\text{گلوکوز مغل کی مولر کمیت} = 0.1 \text{ mol kg}^{-1}$$

پانی کے لیے، نقطہ جوش میں تبدیلی

$$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52 \text{ K kg mol}^{-1} \times 0.1 \text{ mol kg}^{-1} = 0.052 \text{ K}$$

کیونکہ پانی 1.013 bar دباؤ پر 373.15 K پر ابلتا ہے۔ لہذا مغل کا نقطہ جوش ہوگا

$$373.15 + 0.052 = 373.202 \text{ K}$$

بنیزین کا نقطہ جوش 353.23 K ہے۔ جب 90 گرام بنیزین میں 1.80 گرام غیر طیران پذیر مغل گھولا جاتا ہے تو نقطہ جوش 354.11 K تک بڑھ جاتا ہے۔ مغل کی مولر کمیت معلوم کیجئے۔ بنیزین کے لیے K_b کی قدر $2.53 \text{ K kg mol}^{-1}$ ہے۔

مثال 2.8

حل

نقطہ جوش میں اضافہ (ΔT_b) مندرجہ ذیل ہے۔

$$354.11 \text{ K} - 353.23 \text{ K} = 0.88 \text{ K}$$

ان قدروں کو عبارت (2.33) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$M_2 = \frac{2.53 \text{ K kg mol}^{-1} \times 1.8 \text{ g} \times 1000 \text{ g kg}^{-1}}{0.88 \text{ K} \times 90 \text{ g}} = 58 \text{ g mol}^{-1}$$

اس طرح مغل کی مولر کمیت

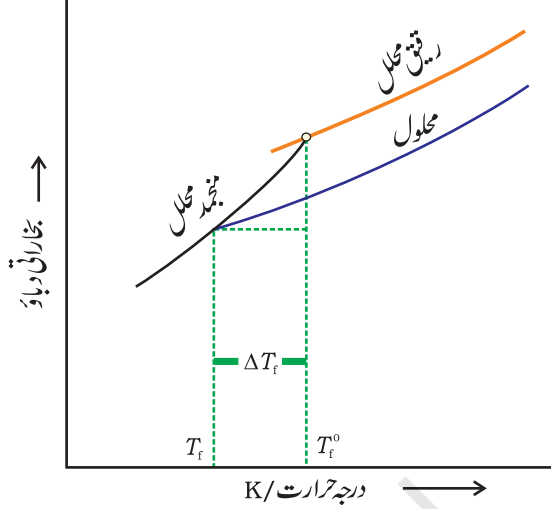
$$M_2 = 58 \text{ g mol}^{-1}$$

محلول کے بخاراتی دباؤ میں ہونے والی تخفیف خالص محلول شکل 2.8 کے مقابلہ نقطہ انجماد میں تخفیف کا باعث ہوتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ کسی شے کے نقطہ انجماد پر ٹھوس فیز، رقیق فیز کے ساتھ توازن کی حالت میں ہوتی ہے۔ اس طرح کسی شے کے نقطہ انجماد کی تعریف اس طرح کی جاسکتی ہے کہ یہ درجہ حرارت ہے جس پر رقیق فیز میں شے کا بخاراتی دباؤ ٹھوس فیز میں اس کے بخاراتی دباؤ کے مساوی ہوتا ہے۔ ایک محلول اس وقت منجمد ہو جاتا ہے جب اس کا بخاراتی

2.6.3 نقطہ انجماد میں تخفیف
(Depression
of Freezing
Point)

دباؤ خالص ٹھوس محلول کے بخاراتی دباؤ کے برابر ہو جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل 2.8 سے واضح ہے۔ راولٹ کے کلیہ کے مطابق جب کسی غیر طیران پذیر ٹھوس کو محلول میں ملایا جاتا ہے تو اس کا بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ اور اب یہ کم درجہ حرارت پر ٹھوس محلول کے بخاراتی دباؤ کے مساوی ہو جاتا ہے۔ اس طرح محلول کا نقطہ انجماد کم ہو جاتا ہے۔

مان لیجیے T_f^0 خالص محلول کا نقطہ انجماد ہے اور جب اس میں ایک غیر طیران پذیر محلول ملا دیا جاتا ہے تو اس کا نقطہ انجماد T_f ہے۔ نقطہ انجماد میں کمی حسب ذیل ہوگی۔



جسے $\Delta T_f = T_f^0 - T_f$ نقطہ انجماد میں تخفیف کہتے ہیں۔

نقطہ جوش میں اضافہ کی طرح ہی، ڈائی لیوٹ محلول (مثالی محلول) کے لیے نقطہ انجماد میں تخفیف (ΔT_f) بھی محلول molality یعنی m کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ اس طرح

$$\Delta T_f \propto m$$

(2.34)

$$\Delta T_f = K_f m$$

تناسبیت کا مستقلہ K_f جو کہ محلول کی فطرت پر منحصر ہوتا ہے۔ نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ یا مولل تخفیف کا مستقلہ (Cryoscopic Constant) کہلاتا ہے K_f کی اکائی K kg mol^{-1} ہے۔ کچھ عام محلولوں کے لیے K_f کی قدریں جدول 2.3 میں دی گئی ہیں۔

اگر M_2 مولر کمیت والا w_2 گرام مخل جو کہ w_1 گرام محلول میں موجود ہے اور محلول کے نقطہ انجماد میں تخفیف ΔT_f ہے تو مخل کی Molality مساوات (2.31) کے ذریعہ ظاہر کی جاتی ہے۔

$$(2.31) \quad m = \frac{w_2 / M_2}{w_1 / 1000}$$

Molality کی اس قدر کو مساوات (2.34) میں رکھنے پر

$$(2.35) \quad \Delta T_f = \frac{K_f \times w_2 / M_2}{w_1 / 1000}$$

$$(2.36) \quad M_2 = \frac{K_f \times w_2 \times 1000}{\Delta T_f \times w_1}$$

اس طرح مخل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے ہمیں $\Delta T_f, w_2, w_1$ جیسی مقداریں معلوم ہونی چاہئیں

اسی کے ساتھ ساتھ مولل نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ بھی معلوم ہونا چاہیے۔

K_f اور K_b جن کا انحصار محلول کی نوعیت پر ہوتا ہے، کی قدریں مندرجہ ذیل تعلق کی مدد سے معلوم کی جاسکتی

ہے۔

$$(2.37) \quad K_f = \frac{R \times M_1 \times T_f^2}{1000 \times \Delta_{\text{fus}} H}$$

$$(2.38) \quad K_b = \frac{R \times M_1 \times T_b^2}{1000 \times \Delta_{\text{vap}} H}$$

یہاں علامات R اور M_1 بالترتیب گیس مستقل اور محلول کی مولر کمیت کو ظاہر کرتی ہیں اور T_f اور T_b بالترتیب خالص محلول کے نقطہ انجماد اور نقطہ جوش (کیلون میں) میں مزید یہ کہ $\Delta_{\text{fus}} H$ اور $\Delta_{\text{vap}} H$ بالترتیب محلول کی گداخت (Fusion) اور بنجیر کی اینتھالپی ہیں۔

جدول 2.3 کچھ محلولوں کے لیے مول نقطہ جوش میں اضافہ کا مستقلہ اور نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ

محلول	b.p./K	Kb/K kg mol ⁻¹	f.p./K	Kf/K Kg mol ⁻¹
پانی	373.15	0.52	273.0	1.86
استھنال	351.5	1.20	155.7	1.99
سائیکلو ہیکسین	353.74	2.79	279.55	20.00
بنیزین	353.3	2.53	278.6	5.12
کلوروفارم	334.4	3.63	209.6	4.79
کاربن ڈائی کلورائیڈ	350.0	5.03	250.5	31.8
کاربن ڈائی سلفائیڈ	319.4	2.34	164.2	3.83
ڈائی استھائل ایٹر	307.8	2.02	156.9	1.79
ایسٹک ایسڈ	391.1	2.93	290.0	3.90

مثال 2.9 45 گرام استھنائیلین گلائول ($C_2H_6O_2$) کی 600 گرام پانی میں آمیزش کی گئی ہے۔ (a) نقطہ انجماد میں تخفیف اور (b) محلول کا نقطہ انجماد معلوم کیجیے۔

حل نقطہ انجماد میں تخفیف کا تعلق molality سے ہوتا ہے۔ لہذا استھنائیلین گلائول کی نسبت سے محلول کی

$$\text{molality مندرجہ ذیل ہے} = \frac{\text{استھنائیلین گلائول کے مول}}{\text{پانی کی کمیت کلوگرام میں}}$$

$$= \frac{45g}{62g \text{ mol}^{-1}} = 0.73 \text{ mol}$$

$$\text{پانی کی کمیت کلوگرام میں} = \frac{600g}{1000g \text{ kg}^{-1}} = 0.6 \text{ kg}$$

$$\text{molality کی استھنائیلین گلائول} = \frac{0.73 \text{ mol}}{0.60 \text{ kg}} = 1.2 \text{ mol kg}^{-1}$$

لہذا نقطہ انجماد میں تخفیف

$$\Delta T_f = 1.86 K \text{ kg mol}^{-1} \times 1.2 \text{ mol kg}^{-1} = 2.21 K$$

$$\text{آبی محلول کا نقطہ انجماد} = 273.15 K - 2.2 K = 270.95 K$$

50g بینزین میں 1.00 گرام غیر الیکٹولائٹ مائل گھولنے پر بینزین کے نقطہ انجماد میں 0.40K کی کمی ہو جاتی ہے۔ بینزین کا نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ $5.12 K \text{ kg mol}^{-1}$ ہے۔ مائل کی مولر کمیت معلوم کیجئے۔

مساوات (2.36) میں ملوث مختلف ارکان کی قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$M_2 = \frac{5.12 K \text{ kg mol}^{-1} \times 1.00 \text{ g} \times 1000 \text{ g kg}^{-1}}{0.40 \times 50 \text{ g}} = 256 \text{ g mol}^{-1}$$

اس طرح، مائل کی مولر کمیت = 256 g mol^{-1}

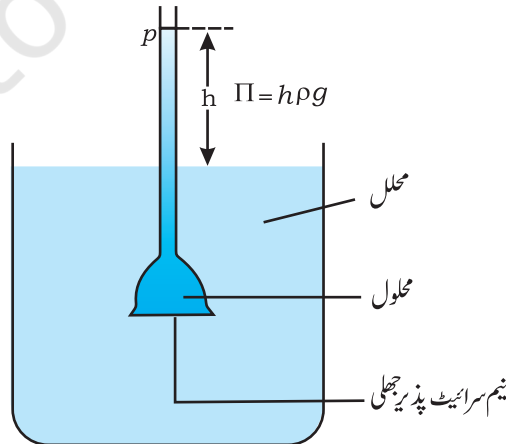
مثال 2.10

حل

ایسے کئی مظاہر ہیں جن کا ہم نے اپنے گھریا قدرتی ماحول میں مشاہدہ کیا ہے۔ مثال کے طور پر کچے آم جب برائے نمکین پانی) میں رکھے جاتے ہیں تو یہ سکڑ جاتے ہیں، مرجھائے ہوئے پھول جب تازہ پانی میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں تازگی آ جاتی ہے۔ دموں خلیے (Blood Cells) جب نمکین پانی میں ڈبائے جاتے ہیں تو یہ پچک جاتے ہیں وغیرہ وغیرہ۔ اگر ہم ان عملوں پر غور کریں تو ہم دیکھیں گے کہ ان میں ایک چیز مشترک ہے اور وہ یہ کہ یہ سبھی اشیاء جھلیوں سے گھری ہوئی ہیں۔ ان جھلیوں کا مآخذ حیوانی یا نباتاتی ہو سکتا ہے اور یہ قدرتی طور پر پائی جاتی ہیں جیسے سور کا مثانہ یا پرچمنٹ (Parchment) یا تالیفی ہو سکتی ہیں جیسے سیلوفین (Cellophane) یہ جھلیاں ایک مسلسل شیٹ یا فلم کی طرح معلوم ہوتی ہیں۔ حالانکہ یہ ذیلی خورد بینی سوراخ یا مساوات کے جال پر مشتمل ہوتی ہیں۔ پانی جیسے محلول کے چھوٹے سالمات ان سوراخوں سے ہو کر گزر جاتے ہیں لیکن مائل جیسے بڑے سالمات ان سے ہو کر نہیں گزر پاتے۔ ایسی خصوصیات والی جھلیاں نیم سرائیت پذیر (Semipermeable Membranes) کہلاتی ہیں۔

2.6.4 ولوج اور ولوجی دباؤ
(Osmosis and Osmotic Pressure)

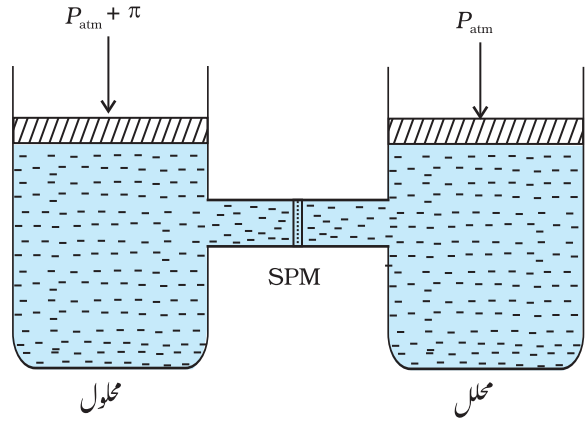
یہ مانتے ہوئے کہ صرف محلول کے سالمات ہی ان نیم سرائیت پذیر جھلیوں سے ہو کر گزرتے ہیں۔ اگر اس جھلی کو محلول اور محلول کے درمیان میں رکھ دیا جائے جیسا کہ شکل 2.9 میں دکھایا گیا ہے تو محلول کے سالمات جھلی سے ہو کر خالص محلول سے محلول کی طرف بہنے لگیں گے۔ محلول کے بہاؤ کا یہ عمل ولوج (Osmosis) کہلاتا ہے توازن کی حالت کو پہنچنے تک یہ بہاؤ جاری رہتا ہے۔



شکل 2.9 :

محلول کے ولوج کی وجہ سے تھل فنل میں محلول سطح میں اضافہ ہوتا ہے۔

محل کی طرف سے نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوتے ہوئے محلول کی طرف محلل کے بہاؤ کو روکا جاسکتا ہے اگر محلول پر کچھ اضافی دباؤ ڈال دیا جائے۔ یہ دباؤ جو کہ محلل کے بہاؤ کو صرف روک دیتا ہے محلول کا ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) کہلاتا ہے۔ ڈائی لیوٹ محلول سے مرتکز محلول کی طرف نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہو کر محلل کا بہاؤ آسموس کی وجہ سے ہی ہوتا ہے۔ یہ بات ذہن نشین کر لینی چاہیے کہ محلل کے سالمات ہمیشہ ہی محلول کے کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز کی طرف بہتے ہیں۔ ولوجی دباؤ کا انحصار محلول کے ارتکاز پر ہوتا ہے۔



شکل 2.10 : ولوجی دباؤ کے مساوی اضافی دباؤ کو محلول کی جانب لگانا چاہیے تاکہ ولوج کے عمل کو روکا جاسکے

محلول کا ولوجی دباؤ وہ اضافی دباؤ ہے جسے محلول پر آسموس کو روکنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے یعنی نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہو کر محلول میں جانے والے محلل کے سالمات کو روکنے کے لیے۔ اسے شکل 2.10 میں دکھایا گیا ہے۔ ولوجی دباؤ ایک مربوط خصوصیت ہے کیونکہ یہ محلل کے سالمات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے ان کی شناخت پر نہیں۔ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے، تجرباتی طور پر یہ دیکھا گیا ہے کہ کسی دیے ہوئے درجہ حرارت T پر ولوجی دباؤ مولالیت C کے متناسب ہوتا ہے۔ لہذا

(2.39)

$$\pi = C R T$$

یہاں π ولوجی دباؤ اور R گیس مستقلہ ہے۔

(2.40)

$$\pi = (n_2/V)RT$$

یہاں V محلول کا حجم (لیٹر میں) ہے جس میں محلل کے n_2 سالمات ہیں۔ اگر محلول میں M_2 مولر کمیت والا w_2 گرام محلل موجود ہے۔ تب $n_2 = w_2 / M_2$ اور ہم لکھ سکتے ہیں کہ

(2.41)

$$\pi V = \frac{w_2 R T}{M_2}$$

(2.42)

$$M_2 = \frac{w_2 R T}{\pi V}$$

اس طرح T ، w_2 ، π اور V جیسی مقداروں کے معلوم ہونے پر ہم محلل کی مولر کمیت معلوم کر سکتے ہیں۔ ولوجی دباؤ کی پیمائش، محلل کی مولر کمیت معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ فراہم کرتی ہے۔ یہ طریقہ پروٹین، پالیمر اور دیگر کلاں سالمات (Macromolecules) کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے وسیع پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔ ولوجی دباؤ کا طریقہ دیگر طریقوں کے مقابلے میں زیادہ مؤثر ہے کیونکہ دباؤ کی پیمائش کمرہ کے درجہ حرارت پر ہوتی ہے اور مولالیت (molality) کے بجائے محلول کی مولر کمیت کا استعمال کیا جاتا ہے۔ دیگر مربوط خصوصیات کے مقابلے میں اس کی قدرت بہت زیادہ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے بھی بہت زیادہ ہوتی ہے۔ محلل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے ولوجی دباؤ کی تکنیک خاص طور سے حیاتیاتی سالمات کے لیے زیادہ مفید ہے کیونکہ یہ سالمات عام طور سے اونچے درجہ حرارت پر مستحکم نہیں ہوتے اور پالیمر کی حل پذیری بہت کم ہوتی ہے۔

ایسے محلول جن کا ولوجی دباؤ کسی دیے ہوئے درجہ حرارت پر یکساں ہوتا ہے آئسوٹونک محلول (Isotonic Solutions) کہلاتے ہیں۔ جب اس قسم کے محلول ایک دوسرے سے نیم سرائیت پذیر جھلی کے ذریعے علیحدہ

ہوتے ہیں تو ان کے درمیان آسموس کا عمل نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر دموی خلیہ کے اندر موجود سیال سے وابستہ ولوجی دباؤ 0.9% (جسم رکیت) سوڈیم کلورائیڈ محلول کے برابر ہوتا ہے جسے نارمل نمکین محلول کہتے ہیں اور اسے وریدوں میں انجیکٹ کرنا محفوظ رہتا ہے۔ اس کے برعکس اگر ہم خلیوں کو ایسے محلول میں رکھ دیں جس میں 0.9% (جسم رکیت) سے زیادہ کا سوڈیم کلورائیڈ موجود ہے تو پانی خلیوں سے باہر آنے لگے گا اور خلیے سکڑ جائیں گے۔ اس قسم کا محلول ہائپر ٹونک (Hypertonic) کہلاتا ہے۔ اگر تک کا ارتکاز 0.9% (جسم رکیت) سے کم ہے تو محلول ہائپو ٹونک (Hypotonic) کہلاتا ہے۔ اس صورت میں پانی خلیہ کے اندر پہنچنے لگے گا اگر انہیں اس محلول میں رکھ دیا جائے۔ اور یہ خلیے پھول جائیں گے۔

مثال 2.11

پروٹین کے ایک آبی محلول کے 200 cm^3 میں 1.26 g پروٹین ہے۔ اس محلول کا ولوجی دباؤ 300 K پر $2.57 \times 10^{-3} \text{ bar}$ ہے۔ پروٹین کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

حل

معلوم مقدار میں مندرجہ ذیل ہیں

$$\pi = 2.57 \times 10^{-3} \text{ bar}$$

$$V = 200 \text{ cm}^3 = 0.200 \text{ litre}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$R = 0.083 \text{ L bar mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

ان قدروں کو مساوات (2.42) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$M_2 = \frac{1.26 \text{ g} \times 0.083 \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}}{2.57 \times 10^{-3} \text{ bar} \times 0.200 \text{ L}} = 61,022 \text{ g mol}^{-1}$$

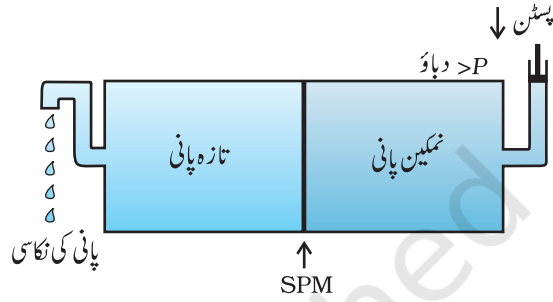
اس سیکشن کی ابتداء میں جن مظاہر کا ذکر کیا گیا ان کی تشریح آسموس کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ کچے آم کو نمک کے مرتکز محلول میں رکھنے پر یہ آسموس کی وجہ سے پانی کو ضائع کر دیتا ہے اور سکڑ جاتا ہے۔ مرجھائے ہوئے پھول جب تازے پانی میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں تازگی آجاتی ہے۔ گاجر کرہ باد میں پانی ضائع کر کے جب مرجھا جاتی ہے تو اسے دوبارہ توانا کرنے کے لیے پانی میں رکھتے ہیں۔ پانی آسموس کے نتیجے میں گاجر کے اندر پہنچنے لگے گا۔ دموی خلیوں کو اگر 0.9% (جسم رکیت) سے کم نمک والے پانی میں رکھا جاتا ہے تو آسموس کی وجہ سے پانی ضائع ہونے کے نتیجے میں خلیے تباہ ہو جاتے ہیں جو لوگ زیادہ نمک یا نمکین غذا کا استعمال کرتے ہیں تو آسموس کی وجہ سے بافتوں اور خلیوں کے درمیان کی جگہوں میں پانی جمع ہو جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے سوجن آجاتی ہے جسے ایڈیما (Edema) کہتے ہیں۔ مٹی سے پودوں کی جڑوں میں پانی کی حرکت اور پھر پودے کے بالائی حصے میں پانی کی حرکت جزوی طور پر آسموس کے نتیجے میں ہوتی ہے۔ نمک لگا کر گوشت کو محفوظ کرنا یا چینی کے محلول میں پھلوں کو محفوظ رکھنے کے طریقے میں نمک یا چینی بیکٹریا کے عمل کو روک دیتے ہیں۔ آسموس کے عمل کے نتیجے میں نمک لگے ہوئے گوشت یا چینی کے محلول میں رکھے ہوئے پھلوں میں بیکٹریا کے خلیے سے پانی باہر آ جاتا ہے اور یہ مرجھاتا ہے۔

2.6.5 رجعتی ولوج اور

پانی کی تخلیص

(Reverse Osmosis and Water Purification)

آسموس کی سمت کو تبدیل کیا جاسکتا ہے اگر محلول پر لگایا گیا دباؤ ولوجی دباؤ سے زیادہ ہے۔ اس صورت میں خالص محلول نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوتے ہوئے محلول سے باہر آجاتا ہے۔ یہ عمل رجعتی ولوج (Reverse Osmosis) کہلاتا ہے اور اس کی عملی طور پر بڑی افادیت ہے۔ رجعتی ولوج کا استعمال سمندری پانی کے کھاری پن کو دور کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ اس عمل کا سیٹ اپ شکل 2.11 میں دکھایا گیا ہے۔ جب ولوجی دباؤ سے زیادہ کا دباؤ لگایا جاتا ہے تو خالص پانی نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہو کر سمندر کے پانی سے باہر آجاتا ہے۔ اس مقصد کے لیے مختلف قسم کی پالمر جھلیاں دستیاب ہیں۔



رجعتی ولوج کے لیے بہت زیادہ دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک کارگر مساماتی جھلی سیلولوز ایسیٹ کی بنی ہوئی ہے جسے ایک مناسب سہارے کی مدد سے رکھا جاتا ہے۔ سیلولوز ایسیٹ سے پانی سرائیت کر جاتا ہے لیکن سمندر کے پانی میں موجود ملاوٹیں اور آئن اس سے ہو کر نہیں گزر پاتے۔ آج کل کئی ممالک پینے کے پانی کی اپنی ضروریات کو پورا کرنے کے لیے سمندر کے پانی کے کھاری پن کو دور کرنے والے پلانٹ کا استعمال کرتے ہیں۔

شکل 2.11: رجعتی ولوج اس وقت ہوتا ہے جب محلول پر لگنے والا دباؤ ولوجی دباؤ سے زیادہ ہوتا ہے۔

متن پر مبنی سوالات

2.9 298K پر خالص پانی کا بخاراتی دباؤ 23.8 mm Hg ہے۔ 850g پانی میں 50g یوریا (NH_2CONH_2) ملا گیا ہے۔ اس محلول کے لیے پانی کا بخاراتی دباؤ اور اس کی نسبتی تخفیف معلوم کیجیے۔

2.10 750mm Hg پر پانی کا نقطہ جوش 99.63°C ہے۔ 500g پانی میں کتنا سکروز ملا جائے تاکہ یہ 100°C پر ابلنے لگے۔

2.11 75g ایسیٹک ایسڈ میں کتنا ایسکاربک ایسڈ ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ، وٹامن C) گھولا جائے تاکہ اس کا نقطہ گداخت 1.5°C کم ہو جائے۔ $-K_f = 3.9\text{K k}_f \text{ mol}^{-1}$

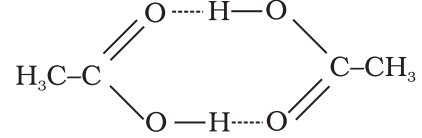
2.12 اس محلول کا ولوجی دباؤ پاسکل میں معلوم کیجیے جسے 37°C پر 450 ml پانی میں 185.000 مولر کمیت کے 1.0g پالمر کو گھول کر بنایا گیا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ جب آئنی مرکبات کو پانی میں گھولا جاتا ہے تو یہ کیٹ آئن (مثبتہ) (Cations) اور این آئن (منفیہ) (Anion) میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر ہم ایک مول KCl (74.5g) کو پانی میں گھولتے ہیں تو ہم یہ امید کرتے ہیں کہ محلول میں K^+ اور Cl^- کا ایک ایک مول خارج ہوگا۔ اگر ایسا ہوتا ہے تو محلول میں ذرات کے دو مول ہوں گے۔ اگر ہم آئینوں کے درمیان کی قوت کشش کو نظر انداز کر دیں تو غالباً ایک کلوگرام پانی میں ایک

2.7 بے قاعدہ مولر کمیت (Abnormal molar mass)

مول KCl نقطہ جوش میں 20.52K یعنی 1.04K کا اضافہ کر دے گا۔ اب اگر ہمیں تحلیل کی ڈگری کا علم نہیں ہے تو ہم یہ نتیجہ اخذ کریں گے کہ 2 مول ذرات کی کمیت 74.5g اور ایک مول KCl کی کمیت 37.25g ہوگی۔ اس سے اس قاعدے کی طرف رہنمائی ہوتی ہے کہ جب مغل آئینوں میں تحلیل ہوتا ہے تو تجربہ طور پر متعین کی گئی مولر کمیت کی قدر ہمیشہ حقیقی قدر سے کم ہوتی ہے۔

ایٹھنائٹک ایسڈ ایسک ایئر کے سالمات ہائڈروجن بندش کی وجہ سے بینزین میں ڈائی میرائز (Dimerise) ہو جاتے ہیں۔ یہ ان محلولوں میں عام طور سے ہوتا ہے جن کا ڈائی الیکٹرک مستقلہ (Dielectric Constant) کم ہوتا ہے۔ اس صورت میں ذرات کی تعداد ڈائی میرائزیشن کی وجہ سے کم ہو جاتی ہے۔ سالمات کا اتحاد ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔



یہاں بلا شک و شبہ یہ بیان کیا جاسکتا ہے کہ اگر ایٹھنائٹک ایسڈ کے بھی سالمات بینزین کے ساتھ متحد ہوتے ہیں تو ایٹھنائٹک ایسڈ کے لیے ΔT_f یا ΔT_b کی قدر عام قدر سے آدھی ہوگی۔ اس ΔT_f یا ΔT_b کی بنیاد پر تحسیب کی گئی مولر کمیت توقع سے دوگنی ہوگی۔ اس قسم کی مولر کمیت جو کہ عام قدر سے یا تو کم ہے یا پھر زیادہ، بے قاعدہ مولر کمیت (Abnormal Molar Mass) کہلاتی ہے۔

1880 میں وانٹ ہاف (Van't Hoff) نے ایک فیکٹر i کو متعارف کرایا جسے وانٹ ہاف فیکٹر کے نام سے جانا جاتا ہے۔ اس فیکٹر کی تعریف یوں بیان کی جاسکتی ہے کہ:

$$i = \frac{\text{نارمل مولر کمیت}}{\text{بے قاعدہ مولر کمیت}}$$

$$= \frac{\text{مشاہدہ کی گئی مربوط خصوصیت}}{\text{تحسیب شدہ مربوط خصوصیت}}$$

$$i = \frac{\text{اتحاد/تحلیل کے بعد ذرات کے مولوں کی کل تعداد}}{\text{اتحاد/تحلیل سے پہلے ذرات کے مولوں کی تعداد}}$$

یہاں Abnormal مولر کمیت تجرباتی طور پر متعین کی گئی مولر کمیت ہے اور تحسیب شدہ مربوط خصوصیات کا تعین یہ مان کر کیا جاتا ہے کہ غیر طیران پذیر مغل نہ تو اتحاد کرتا ہے اور نہ ہی تحلیل ہوتا ہے۔ اتحاد کے معاملے میں i کی قدر اکائی سے کم ہوتی ہے جب کہ تحلیل کے معاملے میں یہ اکائی سے زیادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر KCl کے آبی محلول کے لیے i کی قدر 2 کے آس پاس ہوتی ہے جب کہ بینزین میں ایٹھنائٹک ایسڈ کے لیے یہ تقریباً 0.5 ہوتی ہے۔

وانٹ ہاف فیکٹر کی شمولیت سے مربوط خصوصیات کے لیے ترمیم شدہ مساواتیں مندرجہ ذیل ہیں۔
محلول کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = i \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

$$i K_b m = \Delta T_b \text{ میں اضافہ}$$

$$i K_f m = \Delta T_f \text{ نقطہ انجماد میں تخفیف}$$

$$i n_2 R T / V = \pi \text{ محلول کا ولوجی دباؤ}$$

جدول 2.4 میں کئی طاقتور الیکٹرولائٹ کے لیے فیکٹر i کی قدریں دی ہوئی ہیں۔ NaCl, KCl اور $MgSO_4$ کے لیے i کی قدر 2 تک پہنچتی ہے کیونکہ محلول زیادہ ڈائی لیوٹ ہے۔ جیسا کہ امید کی جاتی ہے کہ K_2SO_4 کے لیے i کی قدر 3 کے آس پاس ہے۔

جدول 2.4: NaCl, KCl, $MgSO_4$ اور K_2SO_4 کے لیے مختلف ارتکاز پر وائٹ ہاف فیکٹر i کی قدریں

منحل کی مکمل تحلیل کے لیے وائٹ ہاف فیکٹر i	i کی قدریں *			نمک
	0.001 m	0.01 m	0.1 m	
2.00	1.97	1.94	1.87	NaCl
2.00	1.98	1.94	1.85	KCl
2.00	1.82	1.53	1.21	$MgSO_4$
3.00	2.84	2.70	2.32	K_2SO_4

* نامکمل تحلیل کے لیے i کی قدروں کو ظاہر کرتا ہے۔

مثال 2.12 25g بینزین میں گھلا ہوا 2g بیروٹک ایسڈ (C_6H_5COOH) نقطہ انجماد میں تخفیف کو ظاہر کرتا ہے جو کہ 1.62K کے مساوی ہے۔ بینزین کے لیے molal تخفیفی مستقلہ $4.9K \text{ kg mol}^{-1}$ ہے۔ ایسڈ کی تحلیل کی فیصد معلوم کیجیے اگر یہ محلول میں Dimer کی تشکیل کرتا ہے۔

حل دی ہوئی مقداریں ہیں: $w_2 = 2 \text{ g}$; $K_f = 4.9 \text{ K kg mol}^{-1}$; $w_1 = 25 \text{ g}$; $\Delta T_f = 1.62 \text{ K}$

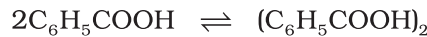
مساوات (2.36) میں ان قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$M_2 \frac{4.9 \text{ K kg mol}^{-1} \times 2 \text{ g} \times 1000 \text{ g kg}^{-1}}{25 \text{ g} \times 1.62 \text{ K}} = 241.98 \text{ g mol}^{-1}$$

اس طرح بینزین میں بیروٹک ایسڈ کی تجرباتی مولر کمیت

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

اب ایسڈ کے لیے مندرجہ ذیل توازن پر غور کیجیے



اگر x منحل کی تحلیل کے درجہ کو ظاہر کرتا ہے تو ہمارے پاس بغیر تحلیل ہوئے بیروٹک ایسڈ کے $(1-x)$ مول ہوں گے اور توازن کی حالت میں بیروٹک ایسڈ کے اتحادی مول $\frac{x}{2}$ ہوں گے۔

لہذا توازن کی حالت میں ذرات کے مولوں کی کل تعداد ہے

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

اس طرح توازن کی حالت میں ذرات کے مولوں کی کل تعداد وائٹ ہاف فیکٹر i کے مساوی ہوتا ہے۔ لیکن

$$i = \frac{\text{Normal molar mass}}{\text{Abnormal molar mass}} = \frac{122 \text{ g mol}^{-1}}{241.98 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$\frac{x}{2} = 1 - \frac{122}{241.98} = 1 - 0.504 = 0.496 \quad \text{یا}$$

$$x = 2 \times 0.496 = 0.992 \quad \text{یا}$$

اس طرح بینزین میں بینز وٹک ایسڈ کے اتحاد کا درجہ 99.2% ہے۔

0.6ml ایسیٹک ایسڈ (CH₃COOH) کی کثافت 1.06 g ml⁻¹ ہے۔ اسے 1 لیٹر پانی میں گھولا گیا ہے۔ اس کثافت پر نقطہ انجماد میں تخفیف 0.0205°C نوٹ کی گئی۔ وانٹ ہاف فیکٹر اور ایسڈ کا تخیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔

مثال 2.13

حل

$$= \frac{0.6 \text{ ml} \times 1.06 \text{ g ml}^{-1}}{60 \text{ g mol}^{-1}}$$

ایسیٹک ایسڈ کے مولوں کی تعداد

$$= 0.106 \text{ mol} = n$$

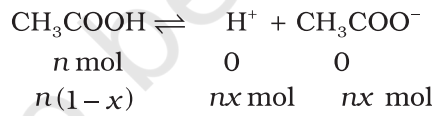
$$\text{Molality} = \frac{0.106 \text{ mol}}{1000 \text{ ml} \times 1 \text{ g mL}^{-1}} = 0.106 \text{ mol kg}^{-1}$$

مساوات (2.35) کا استعمال کر کے

$$\Delta T_f = 1.86 \text{ K Kg mol}^{-1} \times 0.106 \text{ mol kg}^{-1} = 0.197 \text{ K}$$

$$1.041 = \frac{0.0205 \text{ K}}{0.197 \text{ K}} = \frac{\text{مشاہدہ کیا گیا نقطہ انجماد}}{\text{تحتسب شدہ نقطہ انجماد}} = \text{وانٹ ہاف فیکٹر (i)}$$

ایسیٹک ایسڈ ایک کمزور الیکٹرو لائٹ ہے اور یہ دو آئنوں میں تحلیل ہو جائے گا: ایسٹیٹ اور ہائڈروجن آئن ایسیٹک ایسڈ کافی سالمہ اگر ایسیٹک ایسڈ کی تحلیل کا درجہ x ہے تب ہمارے پاس ایسیٹک ایسڈ کے غیر اتحادی مولوں کی تعداد $n(1-x)$ ، CH_3COO^- کے nx مول اور H^+ آئنوں کے مولوں کی تعداد nx ہوگی۔



اس طرح ذرات کے مولوں کی کل تعداد $n(1-x+x+x) = n(1+x)$

$$i = \frac{n(1+x)}{n} = 1+x = 1.041$$

اس طرح ایسیٹک ایسڈ کی تحلیل کا درجہ $x = 1.041 - 1.000 = 0.041$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = n(1-x) = 0.106(1-0.041) \text{ تب}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = nx = 0.106 \times 0.041 \quad [\text{H}^+] = nx = 0.106 \times 0.041$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{0.106 \times 0.041 \times 0.106 \times 0.041}{0.106(1.00 - 0.041)}$$

$$= 1.86 \times 10^{-5}$$

محلول دو یا دو سے زیادہ اشیاء کا متجانس آمیزہ ہے۔ محلولوں کی درجہ بندی ٹھوس، رقیق اور گیس محلول کے تحت کی جاتی ہے۔ محلول کے ارتکاز کو مول کسر (Mole Fraction)، مولاریت (Molarity)، Molality اور فیصدی میں ظاہر کیا جاتا ہے رقیق میں گیس کی تحلیل بہیزی کے کلیہ (Henry's Law) کے مطابق ہوتی ہے۔ اس کلیہ کے مطابق کسی دیے ہوئے درجہ حرارت پر رقیق میں گیس کی حل پذیری گیس کے جزوی دباؤ (Partial Pressure) کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ محلول میں غیر طیران پذیر (Non-Volatile) منحل کی موجودگی کی وجہ سے محلول (Solvent) کا بخاراتی دباؤ (Vapour Pressure) کم ہو جاتا ہے اور بخاراتی دباؤ میں یہ تخفیف راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق ہوتی ہے۔ اس کلیہ کا بیان ہے کہ محلول کے اوپر محلول کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف محلول میں موجود غیر طیران پذیر منحل کی مول کسر کے مساوی ہوتی ہے۔ تاہم بانسری رقیق محلول میں، اگر محلول کے دونوں اجزا طیران پذیر ہیں تو راؤلٹ کے کلیہ کی دوسری شکل کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ریاضیاتی طور پر راؤلٹ کے کلیہ کی اس شکل کو اس طرح بیان کیا جاتا ہے کہ $p_{\text{total}} = p_1^0 x_1 + p_2^0 x_2$ وہ محلول جو ارتکاز کی مکمل رینج میں راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع کرتے ہیں مثالی محلول (Ideal Solution) کہلاتے ہیں۔ راؤلٹ کے کلیہ سے دو طرح کے انحراف کا مشاہدہ کیا گیا ہے جنہیں مثبت اور منفی انحراف کہتے ہیں۔ راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ انحراف کے نتیجے میں ایزیو ٹراپس (azeotropes) حاصل ہوتے ہیں۔

محلولوں کی وہ خصوصیات جو کہ منحل کے ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہیں اور ان کی کیمیائی شناخت سے مبرا ہوتی ہیں مربوط خصوصیات (Colligative Properties) کہلاتی ہیں۔ یہ خصوصیات ہیں: بخاراتی دباؤ میں تخفیف، نقطہ جوش میں اضافہ، نقطہ انجماد اور ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) میں تخفیف۔ آسوس کے عمل کو رجعتی بنایا جاسکتا ہے اگر محلول پر اس کے ولوجی دباؤ سے زیادہ کا دباؤ لگا دیا جائے۔ مربوط خصوصیات کا استعمال محلول کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ وہ منحل جو کہ محلول میں تحلیل ہو جاتے ہیں ان کی مولر کمیت حقیقی مولر کمیت سے کم ہوتی ہے اور وہ منحل جو محلول میں متحد ہوتے ہیں وہ حقیقی مولر کمیت سے زیادہ مولر کمیت کا اظہار کرتے ہیں۔

مقداری اعتبار سے، جس حد تک منحل متحد یا تحلیل ہوتا ہے اسے وانٹ ہاف فیکٹر i سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی تعریف نارل مولر کمیت کی تجرباتی طور پر متعین کی گئی مولر کمیت سے نسبت یا مشاہدہ کی گئی مربوط خصوصیت کی تحسین شدہ مربوط خصوصیت سے نسبت کے طور پر بیان کی جاتی ہے۔

مشقیں

- 2.1 اصطلاح محلول کی تعریف بیان کیجیے۔ محلول کی کتنی قسمیں ہیں۔ ہر ایک قسم کے بارے میں مختصراً بیان کیجیے۔ مثال بھی دیجیے۔
- 2.2 فرض کیجیے کہ ایک ٹھوس محلول کو دو اشیاء سے بنایا گیا ہے جس میں سے ایک شے کے ذرات بہت بڑے ہیں اور دوسرے شے کے ذرات بہت چھوٹے ہیں۔ یہ کس قسم کا محلول ہو سکتا ہے؟
- 2.3 مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تعریف بیان کیجیے۔
 - (i) مول کسر
 - (ii) مولالیت
 - (iii) مولاریت
 - (iv) کمیت فیصدی
- 2.4 تجربہ گاہ میں استعمال کے لیے مرکب نائٹرک ایسڈ آبی محلول میں کمیت کے اعتبار سے 68% نائٹرک ایسڈ ہے۔ ایسڈ کے اس قسم کے نمونے کی مولاریت کیا ہوگی اگر محلول کی کثافت 1.504 g mL^{-1} ہے۔

- 2.5** پانی میں گلوکوز کا محلول 10%w/w ہے۔ محلول میں ہر ایک جزو کی Molality اور مول کسر معلوم کیجیے۔ اگر محلول کی کثافت 1.2 g mL^{-1} ہے تو محلول کی مولاریت معلوم کیجیے۔
- 2.6** Na_2CO_3 اور NaHCO_3 کے 1 گرام آمیزہ سے مکمل طور پر تعامل کرنے کے لیے 0.1 M HCl کے کتنے mL درکار ہوں گے۔ آمیزہ کے دونوں اجزاء کی مولاریت مساوی ہے۔
- 2.7** ایک محلول کیت کے اعتبار سے 25% محلول کے 300g اور 40% محلول کے 400 گرام کی آمیزش کر کے بنایا گیا ہے۔ بننے والے محلول کی کیت فیصدی معلوم کیجیے۔
- 2.8** ایک مانع نمجند محلول 222.6 گرام استھائیلین گلائیکول ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) اور 200 گرام پانی سے بنایا گیا ہے۔ محلول کی Molality معلوم کیجیے۔ اگر محلول کی کثافت 1.072 g mL^{-1} ہے تو محلول کی مولاریت معلوم کیجیے۔
- 2.9** پانی کے ایک سمپل میں یہ دیکھا گیا ہے کہ اس میں کلوروفارم (CH_3Cl_3) کی ملاوٹ ہے جو کہ سرطان کا باعث (Carcinogen) ہے۔ ملاوٹ کی سطح 15ppm (کیت کے اعتبار سے) ہے۔
- (i) اسے کیت کے اعتبار سے فیصدی میں ظاہر کیجیے۔
- (ii) پانی کے سمپل میں کلوروفارم کی Molality معلوم کیجیے۔
- 2.10** پانی اور الکحل کے محلول میں سالماتی باہمی عمل (Molecular Inter action) کا کیا رول ہے؟
- 2.11** جب درجہ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے تو گیسوں کے رقیق میں گھلنے کا رجحان ہمیشہ کم کیوں ہو جاتا ہے؟
- 2.12** ہنیری کا کلیہ بیان کیجیے اور اس کے کچھ اہم استعمال بھی لکھیے۔
- 2.13** $6.56 \times 10^{-3} \text{ g}$ اتھین پر مشتمل محلول پر اتھین کا جزوی دباؤ Ibar ہے۔ اگر محلول میں 5.00×10^{-2} اتھین ہے تو گیس کا جزوی دباؤ کیا ہوگا؟
- 2.14** راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف اور منفی انحراف سے کیا مراد ہے اور علامت $\Delta_{\text{mix}} H$ راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت اور منفی انحراف سے کس طرح متعلق ہے؟
- 2.15** 2% غیر طیران پذیر مخل کا آبی محلول محلل کے نارمل نقطہ جوش پر 1.004 bar دباؤ ڈالتا ہے۔ مخل کی مولر کیت معلوم کیجیے۔
- 2.16** Heptane اور Octane ایک مثالی محلول کی تشکیل کرتے ہیں 373K پر دونوں رقیق اجزاء کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 105.2 kpa اور 46.8 kpa ہے۔ 26.0g ہپٹین اور 35g آکٹین کے آمیزہ کا بخاراتی دباؤ کیا ہوگا؟
- 2.17** 300K پر پانی کا بخاراتی دباؤ 12.3 kpa ہے۔ غیر طیران پذیر مخل والے 1 مول محلول کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے۔
- 2.18** اس غیر طیران پذیر مخل (مولر کیت 40 g mol^{-1}) کی کیت معلوم کیجیے جسے 114 g آکٹین میں گھولنے پر اس کا بخاراتی دباؤ 80% تک کم ہو جائے۔
- 2.19** ایک محلول قطعی طور پر 90g پانی میں 30g غیر طیران پذیر مخل پر مشتمل ہے اس کا بخاراتی دباؤ 298K پر 2.8 kpa ہے۔ مزید یہ کہ اس میں 18g پانی ملائے پر اس کا بخاراتی دباؤ 298K پر 2.9 kpa ہو جاتا ہے۔ معلوم کیجیے
- (i) مخل کی مولر کیت (ii) 298k پر پانی کا بخاراتی دباؤ
- 2.20** پانی میں چینی 5% محلول (کیت کے اعتبار سے) کا نقطہ انجماد 271K ہے۔ پانی 5% گلوکوز کا نقطہ انجماد معلوم کیجیے اگر خالص پانی کا نقطہ انجماد 273.15K ہے۔
- 2.21** دو عناصر A اور B مرکبات تشکیل دیتے ہیں جن کے فارمولے AB_2 اور AB_4 ہیں۔ جب 20g بینزین (C_6H_6) میں گھولا جاتا ہے تو AB_2 کا 1g نقطہ انجماد 2.3K کم کر دیتا ہے۔ جبکہ AB_4 کا 1.0g نقطہ انجماد کو 1.3K کم کر دیتا ہے۔ بینزین کے لیے مولر تخفیفی مستقلہ $5.1 \text{ k Kg mol}^{-1}$ ہے۔ A اور B کی ایٹمی کمیتیں معلوم کیجیے۔
- 2.22** 300K پر، 1 لیٹر محلول میں 36g گلوکوز موجود ہے۔ محلول کا ولوجی دباؤ اس درجہ حرارت پر 1.52 bar ہے۔ اس کا ارتکاز کیا ہوگا؟

2.23 مندرجہ ذیل جوڑوں میں اہم ترین بین سالماتی کشش باہمی عمل تجویز کیجیے

(i) n ہیکسین اور n-آکٹین

(ii) CCl_4 اور I_2

(iii) NaClO_4 اور پانی

(iv) میتھنل اور ایسیٹون

(v) ایسیٹو نائٹرائل (CH_3CN) اور ایسیٹون ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)

2.24 مخل محلول باہمی عمل کی بنیاد پر مندرجہ ذیل کو n آکٹین میں حل پذیری کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے اور تشریح کیجیے۔ سائیکلو ہیکسین

CH_3CN , CH_3OH , KCl

2.25 مندرجہ ذیل میں سے ان مرکبات کی شناخت کیجیے جو پانی میں غیر حل پذیر ہیں، جزوی طور پر حل پذیر ہیں اور بہت زیادہ حل پذیر ہیں۔

(i) فیئیل (ii) ٹولونین (iii) فارمک ایسڈ

(iv) استھائیلین گلائکول (v) کلوروفارم (vi) پینٹانول (Pentanol)

2.26 ایک جھیل کے پانی کی کثافت 1.25g mL^{-1} ہے اور اس میں فی کلوگرام پانی 92 گرام Na^+ آئنوں پر مشتمل ہے۔ جھیل میں Na^+ آئنوں کی molality معلوم کیجیے۔

2.27 اگر CuS کا حل پذیر خاص ضرب (Solubility Product) 6×10^{-16} ہے تو آبی محلول میں CuS کی زیادہ سے زیادہ مولاریت معلوم کیجیے۔

2.28 ایسیٹو نائٹرائل (CH_3CN) میں ایسپرن ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) کی کیت فیصدی معلوم کیجیے۔ جب 450 گرام CH_3CN میں 6.5 گرام $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ کھولا گیا ہے۔

2.29 نیلورفین ($\text{C}_{19}\text{H}_{21}\text{NO}_3$) جو کہ مارفین کی طرح ہی ہے اس کا استعمال نشیات کا استعمال کرنے والے افراد میں نشیات کا استعمال نہ کرنے کی صورت میں پیدا ہونے والی علامات سے لڑنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ عام طور سے نیلورفین کی 1.5mg خوراک ہی دی جاتی ہے۔ مذکورہ بالا خوراک کے لیے درکار $1.5 \times 10^{-3}\text{m}$ آبی محلول کی کیت معلوم کیجیے۔

2.30 میتھنل میں 0.15M کا 250ML محلول بنانے کے لیے درکار مینٹروئک ایسڈ ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) کی مقدار معلوم کیجیے۔

2.31 پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف کا مشاہدہ اسی مقدار کے ایسیٹک ایسڈ، ٹرائی کلورائیڈک ایسڈ کے لیے کیا گیا جس کی بڑھتی ہوئی ترتیب وہی ہے جیسا کہ اوپر دیا گیا ہے۔ وضاحت کیجیے۔

2.32 پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف معلوم کیجیے جب $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCOOH}$ کے 10 گرام کو 250 گرام پانی میں ملایا جاتا ہے۔ Kf $\text{K}_a = 1.4 \times 10^{-3} = 1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$

2.33 19.5 گرام CH_2FCOOH کو 500 گرام پانی میں گھولا گیا ہے۔ پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف 1.0°C نوٹ کی گئی۔ فلورواسیٹک ایسڈ کے لیے وائٹ ہاف فیکٹر اور تھیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔

2.34 293K پر پانی کا بخاراتی دباؤ 17.535 mm Hg ہے۔ جب 450g پانی میں 25g گلوکوز گھولا جاتا ہے تو 293K پر پانی کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے۔

2.35 298K پر بیئزین میں میتھین کی molality کے لیے بیئزین کے کلیہ کا مستقلہ $4.27 \times 10^5 \text{ mmHg}$ ہے۔ 760 mmHg کے تحت 298K پر بیئزین میں میتھین کی حل پذیر کا حساب لگائیے۔

2.36 100 گرام رقیق A (مولر کیت 140 g mol^{-1}) کو 1000 گرام رقیق B (مولر کیت 80 g mol^{-1}) میں گھولا گیا ہے۔ خالص رقیق B کا بخاراتی دباؤ 500 Torr ہے۔ خالص رقیق A کا بخاراتی دباؤ اور محلول میں اس کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے اگر محلول کا کل بخاراتی دباؤ 475 Torr ہے۔

328K پر حاصل ایسیٹون اور کلورو فارم کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 74.8 mm Hg اور 632.8 mm Hg ہیں۔ فرض کیجیے کہ یہ

ترکیب کی مکمل رینج میں مثالی محلول بناتے ہیں ایسی ٹون کے تعامل کے طور پر pchloroform, ploto اور acetone کا گراف بنائیے۔ مختلف ترکیبوں کے لیے مشاہدہ کیے گئے تجرباتی اعداد و شمار درج ذیل ہیں۔

72.1	64.5	58.2	50.8	36.0	23.4	11.8	0	100 x acetone
521.1	454.1	405.9	322.7	202.4	110.1	54.9	0	acetone /mm Hg
120.7	161.2	193.6	257.7	359.7	469.4	548.1	632.8	pchloroform /mm Hg

اس اعداد و شمار کو بھی اسی گراف پیپر سپر پلاٹ کیجیے۔ ظاہر کیجیے کہ یہ مثالی محلول سے مثبت انحراف ہے یا منفی انحراف۔
2.38 بینزین اور ٹولوین ترکیب کی مکمل رینج میں ایک مثالی محلول بناتی ہیں۔ 300 K پر خالص بینزین اور ٹولوین کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 50.71 mm Hg اور 32.06 mm Hg ہیں۔ بخاراتی فیئر میں بینزین کی مول کسر معلوم کیجیے اگر 80g بینزین کو 100g ٹولوین میں ملایا جاتا ہے۔

2.39 ہوا متعدد گیسوں کا آمیزہ ہے۔ ہوا کے اہم اجزاء آکسیجن اور نائٹروجن ہیں جو 98 K پر حجم کے اعتبار سے تقریباً 20% سے 79% تک ہیں۔ 10 atm دباؤ پر پانی ہوا کے ساتھ توازن حالت میں ہے۔ 298 K پر آکسیجن اور نائٹروجن کے لیے ہینری کے کلیہ کے مستقلے بالترتیب 3.30×10^7 mm اور 6.5×10^7 mm ہوں تو پانی میں ان گیسوں کی ترکیب کا حساب لگائیے۔

2.40 2.5 لیٹر پانی میں حل شدہ CaCl_2 ($i = 2.47$) کی مقدار کا تعین کیجیے 27°C پر دباؤ 0.75 atm ہے۔
2.41 25°C پر 2 لیٹر پانی میں 25 ملی گرام K_2SO_4 کو گھول کر محلول بنایا گیا ہے۔ اس محلول کا ولوجی دباؤ معلوم کیجیے۔ فرض کیجیے کہ یہ مکمل طور پر تحلیل ہو جاتا ہے۔

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

2.1 $\text{C}_6\text{H}_6 = 15.28\%$, $\text{CCl}_4 = 84.72\%$

2.2 0.459, 0.541

2.3 0.024 M, 0.03 M

2.4 36.946 g

2.5 1.5 mol kg⁻¹, 1.45 mol L⁻¹ 0.0263

2.9 23.4 mm Hg

2.10 121.67 g

2.11 5.077 g

2.12 30.96 Pa