Name of the Teacher: DR. SUBHANKAR SARDAR
Class: Semester-4
Paper: GE-4T (**Section A: Physical Chemistry-III**)
Topic: Solutions

Ideal solutions and Raoult's law, deviations from Raoult's law – non-ideal solutions; Vapour pressurecomposition and temperature-composition curves of ideal and non-ideal solutions; Distillation of solutions; Lever rule; Azeotropes Critical solution temperature; effect of impurity on partial miscibility of liquids; Immiscibility of liquids- Principle of steam distillation; Nernst distribution law and its applications, solvent extraction

Comments: Read thoroughly the all parts. The questions and answers are to be followed.

Reference:
Intermediate Chemistry 1st Paper by Hazari and Nag

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

৮ তরল–তরল দ্রবণ
LIQUID- LIQUID SOLUTION

বিষয়বস্তু ঃ

- সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় তরল যুগলের দ্রবণ;
- রাউল্টের সূত্র;
- রাউল্টের সূত্রের সীমাবদ্ধতা ও তার কারণ;
- বাষ্পচাপ–সংযুক্তির লেখচিত্রসমূহ;
- স্ফুটনাঙ্ক-সংযুক্তির লেখচিত্রসমূহ;
- আংশিক পাতন।

৮.১। ভূমিকা
Introduction

তরল-তরল মিশ্রণ ঃ তরল–তরল মিশ্রণগুলো প্রধানত দু শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়; যেমন **সমসত্ত্ব মিশ্রণ** ও **অসমসত্ত্ব মিশ্রণ**। যখন দুটি তরল সকল অনুপাতে নিজেদের মধ্যে মিশ্রিত হয়ে থাকে এবং উভয় তরলের মিশ্রণের সীমানা পৃথক করা যায় না, তাদের মিশ্রণকে তরল–তরল **সমসত্ত্ব মিশ্রণ** বলে। সমসত্ত্ব মিশ্রণের অপর নাম **দ্রবণ** (solution)। যেমন পানিতে অ্যালকোহলের মিশ্রণ হল একটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ, তাই পানিতে অ্যালকোহলের মিশ্রণকে **অ্যালকোহলের জলীয় দ্রবণ** বলা হয়। সমসত্ত্ব তরল–তরল মিশ্রণগুলো **সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় তরল যুগলের** উদাহরণ।

অপরদিকে যখন দুটি তরল সকল অনুপাতে নিজেদের মধ্যে মিশ্রিত হয় না এবং উভয় তরলের মিশ্রণের মধ্যে সীমানা তৈরি করে একটি তরল অপর তরলের উপর ভাসতে থাকে তাদের মিশ্রণকে **অসমসত্ত্ব মিশ্রণ** বলে। যেমন পানিতে কেরোসিন বা হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ হল অসমসত্ত্ব মিশ্রণ।

পোলার তরল ও অপোলার তরল ঃ ভৌত ধর্মের উপর ভিত্তি করে তরল পদার্থসমূহকে মোটামুটিভাবে দুভাগে ভাগ করা যায়— (১) পোলার ও (২) অপোলার। পোলার তরল পদার্থগুলোর অণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ ও ঋণাত্মক চার্জযুক্ত প্রান্ত থাকে। ফলে এদের অণুসমূহ পরস্পরের সাথে বিপরীত চার্জ মুখোমুখি সংবদ্ধ অবস্থায় থাকার প্রবণতা দেখায়। এ ধরনের পোলার যৌগসমূহের মধ্যে পানি বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। সমধর্মী পদার্থ সমধর্মী পদার্থে সহজেই দ্রবীভূত হয় (এ যেন like dissolves like)। **এ কারণে এ সব পোলার তরলকে পানির সদৃশ বা পানি জাতীয় তরল বলা হয়।** তাই পোলার তরল পানিতে অপর আংশিক পোলার তরল অ্যালকোহল সহজেই দ্রবীভূত হয়। অর্থাৎ পানি ও অ্যালকোহল মিশ্রণ একটি **সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় তরল–তরল যুগল।**

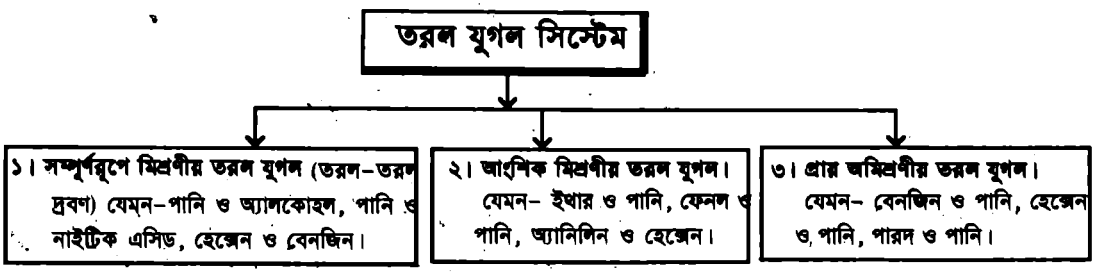
অপরদিকে অপোলার তরল যৌগসমূহে কোন পোলারিটি না থাকায় এদের অণুসমূহ মুক্ত অবস্থায় থাকে, অণুসমূহের মধ্যে অতি দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বল বিদ্যমান। এরা সম্পূর্ণ সমযোজী তরল পদার্থ। যেমন, পেন্টেন, হেক্সেন, বেনজিন, টলুইন ইত্যাদি হাইড্রোকার্বনসমূহ। অবশ্য এ বিভাগ সুনির্দিষ্ট (sharp) নয়; অনেক তরল পদার্থ দুটি প্রান্তিক উদাহরণের মাঝখানে অবস্থান করে। এরা পরস্পরের সাথে **সকল অনুপাতে মিশ্রণীয়।**

অপরদিকে **বিপরীতধর্মী পোলার ও অপোলার তরল পদার্থসমূহ পরস্পরের সাথে অমিশ্রণীয়।** যেমন পানি পোলার এবং বেনজিন অপোলার হওয়ায় এরা পরস্পরের সাথে অমিশ্রণীয়। অবশ্য "অমিশ্রণীয়" পদটি সম্পূর্ণ সঠিক নয়, কেননা অমিশ্রণীয় তরল পদার্থসমূহ পরস্পরের ভেতর অতি অল্প পরিমাণে দ্রবীভূত বা মিশ্রিত হয়।

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় এবং **প্রায় অমিশ্রণীয় তরল যুগলের** মধ্যবর্তী আরেকটি সিস্টেম বিদ্যমান থাকে বলা যায়। **আংশিকভাবে মিশ্রণীয়,** যেমন সাধারণ তাপমাত্রায় পানি ও ফেনল পরস্পরের সাথে সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় নয়, কিন্তু পানিতে কিছুটা ফেনল দ্রবীভূত হয় এবং ফেনলে কিছুটা পানি।

সুতরাং পারস্পরিক দ্রাব্যতার ভিত্তিতে তরল–তরল মিশ্রণ বা তরল যুগল সিস্টেমকে নিম্নোক্ত তিন ভাগে ভাগ করা যায় ঃ



৮.২। বাষ্পচাপের অবনমনের রাউল্টের সূত্র

Raoult's Law of Lowering of Vapour Pressure

কোন অনুদ্বায়ী দ্রব কোন তরল দ্রাবকে দ্রবীভূত হলে তরলের বাষ্পচাপের হ্রাস বা অবনমন ঘটে, অর্থাৎ বিশুদ্ধ তরলের বাষ্পচাপ অপেক্ষা দ্রবণের বাষ্পচাপ কম হয়। বিজ্ঞানী এফ. এম. রাউল্ট এ বিষয়ে বিশদ গবেষণা করে দ্রবের পরিমাণের সাথে বাষ্পচাপের অবনমনের পরিমাণের মাত্রিক সম্পর্ক আবিষ্কার করেন এবং ১৮৮৭ সালে তা নিম্নরূপে বিবৃত করেন, যা রাউল্টের সূত্র নামে পরিচিত। **বাষ্পচাপ অবনমনের রাউল্টের সূত্রটি নিম্নরূপ ঃ**

কোন অনুদ্বায়ী ও তড়িৎ–অবিশ্লেষ্য দ্রব দ্বারা কোন তরল দ্রাবকের বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমনের পরিমাণ দ্রবণে ঐ দ্রবের মোল ভগ্নাংশের সমান।

ব্যাখ্যা ঃ অবনমন বলতে হ্রাসের পরিমাণ বোঝায়। অপরদিকে আপেক্ষিক অবনমন বলতে হ্রাসের পরিমাণ এবং মূল পরিমাণের ভাগফল বা অনুপাতকে বোঝায়। সুতরাং তরল দ্রাবকের বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমন হচ্ছে দ্রব দ্রবীভূত হওয়ায় তরল দ্রাবকের বাষ্পচাপের যে পরিমাণ হ্রাস হয়, তাকে তরল দ্রাবকের প্রাথমিক বাষ্পচাপ দ্বারা ভাগ করলে যে ভাগফল হয় তা। একই ধরনের দুটি মানের অনুপাত হওয়ায় এর কোন একক নেই।

যদি কোন তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপ $p_\circ$ হয় এবং একই তাপমাত্রায় দ্রবণের বাষ্পচাপ p হয়, তবে বাষ্পচাপের অবনমন হচ্ছে $(p_\circ - p)$। সুতরাং বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমন $= \frac{p_\circ - p}{p_\circ}$ ।

যদি দ্রবণে দ্রাবক ও দ্রবের মোল সংখ্যা যথাক্রমে n_1 ও n_2 হয়, তবে মোল ভগ্নাংশের সংজ্ঞানুসারে দ্রবের মোল ভগ্নাংশ $x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$। সুতরাং রাউল্টের সূত্রানুসারে $\frac{p_\circ - p}{p_\circ} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = x_2$

রাউল্ট সূত্রের প্রযোজ্যতা ঃ (১) দ্রব যদি অনুদ্বায়ী ও তড়িৎ–অবিশ্লেষ্য হয় এবং দ্রবণ যদি লঘু হয়, তবে তা রাউল্টের সূত্র মেনে চলে। (২) দ্রবণ যত লঘু হয়, তা তত সঠিকভাবে সূত্র মেনে চলে।

সীমাবদ্ধতা ঃ (১) দ্রবণের ঘনমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে এ সূত্র থেকে বিচ্যুতি বেশি দেখা যায়। (২) রাউল্টের সূত্রে তাপমাত্রার কোন উল্লেখ নেই। কেননা কোন নির্দিষ্ট দ্রবণের ক্ষেত্রে বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমনের মান সকল তাপমাত্রায় সমান হয়ে যাবে। যদিও তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বাষ্পচাপ $p_\circ$ বৃদ্ধি পায়, একই সাথে p সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায় বলে $(p_\circ - p)/p_\circ$ একই থেকে যায়।

www.boi.com/tanbir.cox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

৮.৩। রাউল্টের সূত্রের বিকল্প বিবৃতি
Alternate Statement of Roult's Law

বাষ্প চাপের অবনমনের রাউল্টের সূত্রের সাধারণ বিবৃতির গাণিতিক রূপ হচ্ছে নিম্নরূপ ঃ

$$\frac{p_\circ - p}{p_\circ} = x_2$$

এখানে $p_\circ$ হল নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপ, এবং p হল ঐ তাপমাত্রায় দ্রবণের বাষ্পচাপ, x_2 হল দ্রবের মোল ভগ্নাংশ।

$$\text{বা,} \quad 1 - \frac{p}{p_\circ} = x_2$$

$$\text{বা,} \quad \frac{p}{p_\circ} = 1 - x_2$$

যদি দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ x_1 এবং দ্রবের মোল ভগ্নাংশ x_2 হয়, তাহলে দ্বিবস্তুবিশিষ্ট (binary) দ্রবণের ক্ষেত্রে $(x_1 + x_2) = 1$ হয়। অর্থাৎ $(1 - x_2) = x_1$। এ মান উপরোক্ত সমীকরণে বসায়ে পাওয়া যায়–

$$\frac{p}{p_\circ} = (1 - x_2) = x_1$$

$$\text{বা,} \quad \boxed{p = p_\circ x_1}$$

সমীকরণ মতে, "নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপকে দ্রবণে দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ দ্বারা গুণ করলে যে গুণফল পাওয়া যায়, তা ঐ তাপমাত্রায় দ্রবণস্থ দ্রাবকের বাষ্পচাপের সমান।"

আবার নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপ $(P_\circ)$ স্থির থাকে, তাই **রাউল্টের সূত্রের বিকল্প বিবৃতি হলঃ** "নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন দ্রবণস্থ দ্রাবকের বাষ্পচাপ দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশের সমানুপাতিক।" অর্থাৎ $p \propto x_1$।

৮.৪। রাউল্টের সূত্র এবং তরল-তরল দ্রবণ
Raoult's Law and Liquid-Liquid Solution

যদিও রাউল্টের সূত্রটি অনুদ্বায়ী দ্রবের এবং লঘু দ্রবণের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য; তবুও সম্পূর্ণরূপে মিশ্রণীয় তরল–তরল দ্রবণের ক্ষেত্রেও এটি প্রয়োগ করা যায়।

সম্পূর্ণরূপে মিশ্রণীয় দুটি তরল A ও B এর মিশ্রিত দ্রবণের উপর A ও B উভয়ের বাষ্প উপস্থিত থাকে। উভয় তরলের মিশ্রিত বাষ্পে A ও B এর পৃথক বাষ্পচাপের পরিমাণ রাউল্টের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

(ক) তরল-তরল আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে রাউল্টের সূত্রটি নিম্নরূপ ঃ "কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন তরল– তরল দ্রবণের প্রতিটি উপাদানের আংশিক বাষ্পচাপের পরিমাণ ঐ তরল উপাদানের মোল ভগ্নাংশ এবং বিশুদ্ধ অবস্থায় ঐ তাপমাত্রায় এর বাষ্পচাপের গুণফলের সমান হয়।"

ব্যাখ্যা ঃ মনে করি, তরল-তরল আদর্শ দ্রবণের দুটি উপাদান A ও B এর মোল সংখ্যা হল যথাক্রমে n_A এবং n_B। তখন ঐ দ্রবণে উপাদান A এর মোল ভগ্নাংশ $x_{A(l)}$ এবং উপাদান B এর মোল ভগ্নাংশ $x_{B(l)}$ নিম্নরূপ হবে ঃ

মোল ভগ্নাংশ, $x_{A(l)} = \frac{n_A}{n_A + n_B}$; মোল ভগ্নাংশ, $x_{B(l)} = \frac{n_B}{n_A + n_B}$ ।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ A এর সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ P_A° এবং তরল–তরল মিশ্রণের উপরে ঐ উপাদানের আংশিক বাষ্পচাপ P_A হলে রাউল্টের সূত্র মতে গাণিতিকভাবে পাই; $P_A = P_A^\circ x_{A(l)}$

অনুরূপভাবে ঐ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ B এর সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ P_B° এবং তরল–তরল মিশ্রণের উপরে ঐ উপাদানের আংশিক বাষ্পচাপ P_B হলে রাউল্টের সূত্র মতে গাণিতিকভাবে পাই; $P_B = P_B^\circ x_{B(l)}$

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

আদর্শ দ্রবণের প্রতিটি উপাদানের বাষ্পকে গ্যাসরূপে গণ্য করা যায়। তাই দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ P হলে ডালটনের আংশিক চাপের সূত্রমতে, $P = (P_A + P_B)$; বা, $P = P_A^o x_{A(l)} + P_B^o x_{B(l)}$

(খ) রাউল্টের সূত্র ও তরল–তরল দ্রবণের শ্রেণীবিভাগ ঃ

বাস্তবক্ষেত্রে রাউল্টের সূত্রের আলোকে তিন শ্রেণীর সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় তরল-যুগল দেখা যায়।

(১) প্রথম শ্রেণী বা আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ।

(২) দ্বিতীয় শ্রেণী বা রাউল্ট সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতি বিশিষ্ট অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণ।

(৩) তৃতীয় শ্রেণী বা রাউল্ট সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতি বিশিষ্ট অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণ।

বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্রসহ নিম্নে এ তিন শ্রেণীর দ্রবণের আলোচনা করা হল।

৮.৫। আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ

Ideal Liquid-Liquid Solution

(ক) আদর্শ তরল-তরল দ্রবণ ঃ যে তরল-তরল দ্রবণের প্রত্যেক উপাদান সকল তাপমাত্রায় ও মোল ভগ্নাংশ ঘনমাত্রায় রাউল্টের সূত্র মেনে চলে, তাকে আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ বলা হয়। যেমন, (১) n-হেক্সেন ও n-হেপ্টেন এর মিশ্রণ, (২) ইথিলিন ক্লোরাইড ও ইথিলিন ব্রোমাইড এর মিশ্রণ।

(খ) আদর্শ তরল-তরল দ্রবণ গঠন ঃ দুটি তরল A ও B যদি অনুরূপ প্রকৃতির অর্থাৎ অপোলার–অপোলার অথবা পোলার–পোলার হয়, তবে আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ সৃষ্টি হয়।

(i) তখন A ও B এর অণুসমূহ তাদের পরস্পরের অণুসমূহের মধ্যকার আন্তঃআণবিক আকর্ষণসমূহের উপর কোন প্রভাব ঘটায় না। অর্থাৎ বিশুদ্ধ তরল A এর অণুসমূহের মধ্যে তরল B এর অণুসমূহ প্রবেশ করতে পারে। তখন বিদ্যমান আন্তঃআণবিক আকর্ষণ–এর উপর কোন প্রভাব খাটায় না।

(ii) ফলে দুটি তরলের মিশ্রণ কালে কোন তাপীয় বা আয়তনিক পরিবর্তন ঘটে না এবং এ তরলদ্বয়ের মিশ্রণ আদর্শ বা মোটামুটি আদর্শ আচরণ করে।

আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের উদাহরণ ঃ (১) n হেক্সেন ও n-হেপ্টেন; (২) n-বিউটাইল ক্লোরাইড ও n-বিউটাইল ব্রোমাইড; (৩) ইথিলিন ক্লোরাইড ও ইথিলিন ব্রোমাইড ইত্যাদি।

(গ) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের বৈশিষ্ট্যসমূহ ঃ

(১) উভয় তরলের সকল আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল (A.....A), (B.....B) এবং (A.....B) সমান মানের হবে।

(২) দ্রবণের উপাদানসমূহের মিশ্রণের ফলে আয়তনের কোন পরিবর্তন হবে না। অর্থাৎ $V_{দ্রবণ} = (V_A + V_B)$। অথবা $\Delta V = 0$ হয়।

(৩) উপাদানসমূহ মিশ্রিত করার সময় তাপের কোন শোষণ বা উদগিরণ হবে না। অর্থাৎ $\Delta H = 0$

(৪) দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ রাউল্টের সূত্র ও ডাল্টনের সূত্র মেনে চলে। অর্থাৎ

$$P = (P_A + P_B) = (P_A^o x_{A(l)} + p_B^o x_{B(l)})$$

৮.৫.১ আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তি মোল ভগ্নাংশ লেখচিত্র

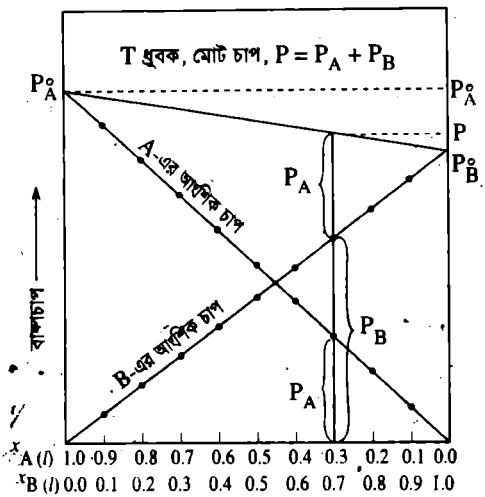
মনে করি, দুটি তরল A ও B দ্বারা একটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ বা দ্রবণ তৈরি করা হয়েছে (A হল অধিক উদ্বায়ী)। ঐ দ্রবণের সংযুক্তিতে A এর মোল ভগ্নাংশ $x_{A(l)}$ এবং B এর মোল ভগ্নাংশ হল $x_{B(l)}$। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এ তরল পদার্থদ্বয়ের বিশুদ্ধ অবস্থায় বাষ্পচাপ হল যথাক্রমে p_A° ও p_B° এবং $p_A^\circ > p_B^\circ$। তখন দ্রবণে একই তাপমাত্রায় মিশ্রণের উপরিস্থিত বাষ্পে A ও B এর আংশিক চাপ হয় যথাক্রমে p_A ও p_B।

www.boi.com/tanbir.cox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

আবার মোট বাষ্পচাপ P এর মান অবশ্যই তাপমাত্রা ও মিশ্রণের সংযুক্তি উভয়ের উপর নির্ভরশীল। সুতরাং তাপমাত্রা স্থির রেখে বিভিন্ন সংযুক্তির দ্রবণ নিয়ে **সংযুক্তি** (মোল ভগ্নাংশ হিসেবে) x-অক্ষ বরাবর এর বিপরীতে **তরল দুটির আংশিক বাষ্পচাপ ও মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ** y-অক্ষ বরাবর লেখচিত্রে বসালে চিত্র ৮·১ এর ন্যায় লেখচিত্র পাওয়া যায়। চিত্রে A ও B এর নয়টি দ্রবণ দেখানো হয়েছে। যেমন মোল ভগ্নাংশ $X_{A(l)} = 0.9$ ও $X_{B(l)} = 0.1$ ইত্যাদি]

লেখচিত্র হতে জানা যায় ঃ (i) মিশ্রণের প্রতিটি উপাদানের আংশিক চাপকে তার নিজ মোল ভগ্নাংশের বিপরীতে বসালে একটি সরলরেখা পাওয়া যায়, যা মূলবিন্দু (0, 0) এর ভেতর দিয়ে যায়। বাস্তবে উভয় তরল A ও Bএর ক্ষেত্রে তা ঘটেছে । এক্ষেত্রে $P = p^0x_1$ আংশিক চাপের সাধারণ সমীকরণ প্রতিষ্ঠিত হয়।



চিত্র ৮·১ ঃ আদর্শ তরল-তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি মোল ভগ্নাংশ লেখচিত্র ।

(ii) আবার দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ P তরল যুগলের আংশিক বাষ্পচাপের যোগফলের সমান অর্থাৎ $P = (P_A + P_B)$ হওয়ায় তাও একটি সরলরেখা উৎপন্ন করে এবং এ সরলরেখাটি p°_A ও p°_B বিন্দু দুটির সংযোগ রেখা হয়েছে।

(iii) যে কোন মোল ভগ্নাংশের একটি আদর্শ দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ P বিশুদ্ধ উপাদানসমূহের বাষ্পচাপ p°_A ও p°_B এর মধ্যে থাকে। তা লেখচিত্র থেকে জ্যামিতিকভাবে সুস্পষ্ট। এতে প্রমাণিত হয়, **আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ, সংযুক্তি পরিবর্তনের সাথে সরল রৈখিকভাবে পরিবর্তিত হয়।**

৮.৬। আদর্শ মিশ্রণের বাষ্পে উপাদান তরলদ্বয়ের সংযুক্তি
Composition of the two Liquids in the Vapour of the Ideal Liquid Mixture

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অবস্থায় A ও B তরলের বাষ্পচাপ যথাক্রমে p°_A ও p°_B এবং তাদের দ্রবণে মোল ভগ্নাংশ যথাক্রমে $X_{A(l)}$ ও $X_{B(l)}$ ধরা হল। যদি তাদের আদর্শ তরল–তরল মিশ্রণের বাষ্পে A ও B এর বাস্তব মোল ভগ্নাংশ যথাক্রমে $x_{A(V)}$ ও $x_{B(V)}$ এবং তাদের আংশিক চাপ p_A ও p_B হয়, সর্বমোট চাপ = P হয়, তবে রাউল্টের সূত্র ও ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র থেকে পাই–

(i) রাউল্টের সূত্র মতে, $p_A = p^\circ_A x_{A(l)}$ এবং $p_B = p^\circ_B x_{B(l)}$

(ii) ডাল্টনের সূত্র মতে, $p_A = P\,x_{A(V)}$ এবং $p_B = P\,x_{B(V)}$

ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র ও রাউল্টের সূত্রের সমন্বয় করে পাই–

$$\therefore \quad x_{A(V)} = \frac{p_A}{P} = \frac{p^\circ_A x_{A(l)}}{p^\circ_A x_{A(l)} + p^\circ_B x_{B(l)}} \quad \text{এবং} \quad x_{B(V)} = \frac{p_B}{P} = \frac{p^\circ_B x_{B(l)}}{(p^\circ_A x_{A(l)} + p^\circ_B x_{B(l)})}$$

$$\therefore \quad \frac{X_{A(V)}}{X_{B(V)}} = \frac{p_A}{p_B} = \frac{P^\circ_A X_{A(l)}}{P^\circ_B X_{B(l)}}$$

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

যদি তরল B অপেক্ষা তরল A অধিক উদ্বায়ী হয়, তবে $P_A^o > P_B^o$ এবং $\frac{X_{A(V)}}{X_{B(V)}} > \frac{X_{A(l)}}{X_{B(l)}}$ হয়।

তখন অধিক উদ্বায়ী তরল A এর বেলায় ঐ তরল অপেক্ষা এর বাষ্পে A এর আনুপাতিক পরিমাণ বেশি হয়।

উদাহরণ ১। 25°C তাপমাত্রায় ক্লোরোফর্ম ($CHCl_3$) ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) এর বাষ্পচাপ যথাক্রমে 199.1 mm(Hg) ও 114.5 mm(Hg)। যদি এ উপাদান দুটি মিশ্রণের পর আদর্শ দ্রবণ গঠন করে, তবে এ মিশ্রণের প্রতিটি উপাদানের পরিমাণ 1 mole হলে তার (১) দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ কত ? এবং (২) বাষ্পীয় উপাদানের (যা দ্রবণের সাথে সাম্যাবস্থায় আছে) মোল ভগ্নাংশ সংযুক্তি কত?

সমাধান ঃ (১) যেহেতু তরল মিশ্রণে উভয় উপাদান 1 mole করে আছে, সেহেতু তাদের মোল ভগ্নাংশ

$$x_{A(l)} = \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ এবং } x_{B(l)} = \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ ।}$$

$\therefore$ বাষ্পে ক্লোরোফর্মের আংশিক চাপ, $p_A = p_A^\circ x_{A(l)} = 199.1 \times \frac{1}{2} = 99.55$ mm.(Hg)

$\therefore$ বাষ্পে CCl_4 এর আংশিক চাপ, $p_B = p_B^\circ x_{B(l)} = 114.5 \times \frac{1}{2} = 57.25$ mm.(Hg)

অতএব দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ, $P = (p_A + p_B) = (99.55 + 57.25) = 156.80$ mm.(Hg). **(উত্তর)**

(২) মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ P এবং বাষ্পে A এর মোল ভগ্নাংশ $x_{A(V)}$ ও B এর মোল ভগ্নাংশ $x_{B(V)}$ হলে–

$$p_A = P\, x_{A(V)} \quad \text{এবং } p_B = P\, x_{B(V)}$$

$$\therefore \quad x_{A(V)} = \frac{p_A}{P} = \frac{99.55 \text{ mm (Hg)}}{156.80 \text{ mm (Hg)}} = 0.635$$

$$\text{এবং} \quad x_{B(V)} = \frac{p_B}{P} = \frac{57.25 \text{ mm (Hg)}}{156.80 \text{ mm (Hg)}} = 0.365$$

উত্তর ঃ বাষ্পীয় উপাদানের মোল ভগ্নাংশ, $x_{A(V)} = 0.635$ এবং $x_{B(V)} = 0.365$

উদাহরণ ২। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় A তরলের বাষ্পচাপ 0.016 kPa। একই তাপমাত্রায় A ও B তরলের সমমোলার আদর্শ দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ 101.325 Pa হলে বিশুদ্ধ অবস্থায় B তরলের বাষ্পচাপ উক্ত তাপমাত্রায় নির্ণয় কর। [ব. বো. ২০০৪; রা. বো. ২০১০]

সমাধান ঃ প্রশ্নমতে, দ্রবণটি A ও B এর সমমোলার; তাই $x_{A(l)} = 0.5$ হবে এবং $x_{B(l)} = 0.5$ হবে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ A এর বাষ্পচাপ $P_A^o = 0.016$ kPa $= 0.016 \times 1000$ Pa $= 16$ Pa

A ও B এর দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ, $P = (P_A + P_B) = 101.325$ Pa। ঐ তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ B এর বাষ্পচাপ, $P_B^\circ = ?$

$\therefore P_A = P_A^\circ \times x_{A(l)} = 16 \text{ Pa} \times 0.5 = 8 \text{ Pa}$

$P_B = P - P_A = (101.325 - 8) \text{ Pa} = 93.325 \text{ Pa}$

আবার, $P_B = P_B^\circ \times x_{B(l)}$ বা, $P_B^\circ = \frac{p_B}{x_{B(l)}} = \frac{93.325}{0.5} \text{ Pa} = 186.65 \text{ Pa}$

উত্তর ঃ ঐ তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ B তরলের বাষ্পচাপ = 186.65 Pa

উদাহরণ ৩। 80°C তাপমাত্রায় বেনজিনের বাষ্পচাপ হল 10.0×10^4 Nm^{-2} এবং মিথাইল বেনজিনের বাষ্পচাপ 4.0×10^4 Nm^{-2} হয়। বেনজিন ও মিথাইল বেনজিনের কোন মিশ্রণে মিথাইল বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ 0.60 হলে 80°C তাপমাত্রায় তরল মিশ্রণের সাথে সাম্যাবস্থায় থাকা মিশ্রণের উপরিস্থিত বাষ্পে মিথাইল বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ বেনজিনকে A দ্বারা এবং মিথাইল বেনজিনকে B দ্বারা প্রকাশ করি। তখন তরল মিশ্রণে মিথাইল বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ, $x_{B(l)} = 0.6$। $\therefore$ তরল মিশ্রণে বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ, $x_{A(l)} = (1 - 0.6) = 0.4$

www.fb.com/tanbir.cox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

আমরা জানি, $\frac{x_{A(V)}}{x_{B(V)}} = \frac{p_A^\circ \times x_{A(l)}}{p_B^\circ \times x_{B(l)}} = \frac{0.4 \times 10.0 \times 10^4}{0.6 \times 4.0 \times 10^4} = \frac{1}{0.60}$

প্রশ্নমতে, $p_A^\circ = 10.0 \times 10^4\ Nm^{-2}$, $p_B^\circ = 4.0 \times 10^4\ Nm^{-2}$

$\therefore 1 + \frac{x_{A(V)}}{x_{B(V)}} = 1 + \frac{1}{0.60}$; বা, $\frac{(x_{A(V)} + x_{B(V)})}{x_{B(V)}} = \frac{1.60}{0.60}$

বা, $\frac{1}{x_{B(V)}} = \frac{1.60}{0.60}$; যেহেতু A ও B এর মোল ভগ্নাংশের যোগফল $(x_{A(V)} + x_{B(V)}) = 1$

বা, $x_{B(V)} = \frac{0.60}{1.60} = 0.375$

উত্তর ঃ মিশ্রণের বাষ্পে মিথাইল বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ = 0.375

উদাহরণ ৪। 0°C তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বেনজিন (C_6H_6) ও টলুইন ($C_6H_5CH_3$) এর বাষ্পচাপ যথাক্রমে 50.53 kPa_a এবং 17.5 kPa_a হয়। টলুইনের 1.20 মোল ও বেনজিনের 3.60 মোল একত্রে মিশিয়ে একটি মিশ্রণ তৈরি করা হল। ঐ মিশ্রণটির উপরিস্থিত বাষ্প ও তরল মিশ্রণের সাম্যাবস্থায় মিশ্রণের বাষ্পে টলুইনের বাষ্পচাপ, বেনজিনের বাষ্পচাপ, মোট বাষ্পচাপ ও বাষ্পে উপাদানদ্বয়ের সংযুক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ টলুইনকে A দ্বারা ও বেনজিনকে B দ্বারা প্রকাশ করি। টলুইনের মোল ভগ্নাংশ = $x_{A(l)}$ এবং বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ $x_{B(l)}$ ধরা হল। আবার বিশুদ্ধ টলুইনের বাষ্পচাপ = P_A^0 এবং বিশুদ্ধ বেনজিনের বাষ্পচাপ P_B^0। বাষ্পে টলুইনের মোল ভগ্নাংশ = $x_{A(V)}$ এবং বাষ্পে বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ, $x_{B(V)}$ ধরা হল।

$\therefore$ টলুইনের মোল ভগ্নাংশ, $x_{A(l)} = \frac{\text{টলুইনের মোল সংখ্যা}}{\text{টলুইনের মোল সংখ্যা + বেনজিনের মোল সংখ্যা}}$

$\therefore x_{A(l)} = \frac{1.20}{(1.20 + 3.60)} = 0.25$

$\therefore$ বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ, $x_{B(l)} = (1 - 0.25) = 0.75$

টলুইনের বাষ্পচাপ, $P_{A(V)} = P_A^\circ \times x_{A(l)} = 17.5 \times 0.25 = 4.4\ kP_a$

বেনজিনের বাষ্পচাপ, $P_{B(V)} = P_B^\circ \times x_{B(l)} = 50.53 \times 0.75 = 37.9\ kPa$

$\therefore$ মোট বাষ্পচাপ, $P = (P_{A(V)} + P_{B(V)}) = (4.4 + 37.9) = 42.3\ kPa$

বাষ্পে টলুইনের সংযুক্তি, $x_{A(V)} = \frac{P_{A(V)}}{P} = \frac{4.4}{42.3} = 0.104$ মোল ভগ্নাংশ

বাষ্পে বেনজিনের সংযুক্তি, $x_{B(V)} = \frac{P_{B(V)}}{P} = \frac{37.9}{42.3} = 0.896$ মোল ভগ্নাংশ

উত্তর ঃ টলুইনের বাষ্পচাপ = 4.4 kPa, বেনজিনের বাষ্পচাপ = 37.9 kPa,
মোট বাষ্পচাপ = 42.3 kPa, বাষ্পে বেনজিনের মোল ভগ্নাংশ = 0.896; টলুইনের মোল ভগ্নাংশ = 0.104।

৮.৭। অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণ
Non-ideal Liquid-Liquid Solution

(ক) অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণ ঃ যে তরল–তরল দ্রবণের প্রত্যেক উপাদান সকল তাপমাত্রায় ও মোল ভগ্নাংশ ঘনমাত্রায় রাউল্টের সূত্র মেনে চলে না অর্থাৎ দ্রবণের প্রত্যেক উপাদানের আংশিক বাষ্পচাপ রাউল্টের সূত্র মতে নির্ণীত মানের চেয়ে বেশি বা কম হয়, তাকে অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণ বলা হয়। যেমন,

(১) ইথানল (C_2H_5OH) ও পানির দ্রবণ, (৩) পানি ও H_2SO_4 এর দ্রবণ

(২) ইথানল ও অ্যাসিটোন (CH_3COCH_3) দ্রবণ, (৪) ক্লোরোফরম ($CHCl_3$) ও বেনজিন দ্রবণ।

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

অনাদর্শ দ্রবণের দ্রাবক অণুর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের চেয়ে দ্রব অণুর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল কম বা বেশি হয়। তখন দ্রাবক ও দ্রব অণুর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল পরস্পর পরস্পরকে প্রভাবিত করে। ফলে অনাদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে, (i) $\Delta V = 0$ হয় না এবং (ii) $\Delta H = 0$ হয় না।

(খ) অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণের শ্রেণীবিভাগ ঃ রাউল্টের সূত্র মতে অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণ দু প্রকার। তাদের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ যেমন,

১। ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণ। এক্ষেত্রে, (i) দ্রবণে A ও B এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল (A....B) উপাদানদ্বয়ের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল (A....A) ও (B....B) অপেক্ষা কম হয়।

(ii) ΔV = ধনাত্মক, (+ ve) (iii) ΔH = ধনাত্মক, (+ ve) (iv) $P_A > P_A^\circ . x_{A(l)}$ এবং $P_B > P_B^\circ . x_{B(l)}$

উদাহরণ ঃ (১) ইথানল ও পানির দ্রবণ, (২) ইথানল ও অ্যাসিটোনের দ্রবণ।

২। ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণ। এক্ষেত্রে, (i) দ্রবণে A ও B এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল (A....B) উপাদানদ্বয়ের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল (A....A) ও (B....B) অপেক্ষা বেশি হয়।

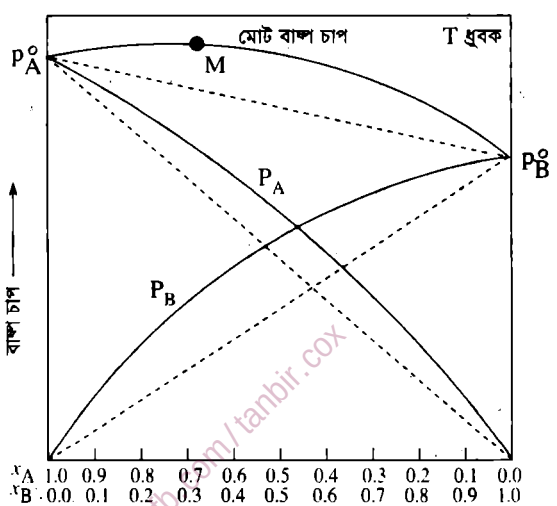
(ii) ΔV = ঋণাত্মক, (– ve) (iii) ΔH = ঋণাত্মক, (– ve) (iv) $P_A < P_A^\circ . x_{A(l)}$ এবং $P_B < P_B^\circ . x_{B(l)}$

উদাহরণ ঃ (১) পানি ও H_2SO_4 এসিডের দ্রবণ, (২) ক্লোরোফরম ও বেনজিন দ্রবণ।

৮.৮। ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণ
Non-ideal Solution with Positive Deviation

ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্র ঃ (১) কোন তরল–তরল দ্রবণের উপাদান A ও B যদি **ভিন্ন প্রকৃতির** হয়, তবে **অনাদর্শ দ্রবণ তৈরি** হয়। (২) আবার যদি A এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ এবং B এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ অপেক্ষা এদের মিশ্রণে A ও B এর অণুসমূহের মধ্যকার আন্তঃআণবিক আকর্ষণ কম হয়, তখন উভয়ের মিশ্রণের ফলে A ও B এর অণুসমূহ অধিকতর সহজে বাষ্পীভূত হয়। **তখন A ও B এর বাস্তব আংশিক চাপ রাউল্টের সূত্রের সমীকরণ মতে আদর্শ আংশিক চাপ অপেক্ষা বেশি হয়। ফলে** রাউল্টের সূত্র মতে আদর্শ বাষ্পচাপ থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখা যায়।

স্থির তাপমাত্রায় এরূপ মিশ্রণের উপাদান সমূহের নিজস্ব বাষ্পচাপ এবং দ্রবণের মোট বাষ্প চাপকে Y–অক্ষ বরাবর এবং তরল মিশ্রণের সংযুক্তি পরিবর্তন X–অক্ষ বরাবর অনুসারে লেখচিত্রে বসালে চিত্র ৮·২ এর ন্যায় লেখচিত্র পাওয়া যায়। রাউল্টের সূত্র মতে আদর্শ দ্রবণ থেকে যে চাপ প্রত্যাশিত, তা ভগ্নরেখা দ্বারা এ চিত্রে দেখানো হয়েছে। **ধনাত্মক বিচ্যুতি বিশিষ্ট অনাদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে মোট বাষ্প চাপ নির্দেশক লেখচিত্রে একটি সর্বোচ্চ বাষ্পচাপ বিন্দু (M) দেখা যায়। এ বিন্দুতে মোট বাষ্পচাপ বিশুদ্ধ অবস্থায় উভয় তরল উপাদানের যে বাষ্পচাপ হয়, তা থেকে সবচেয়ে বেশি। এ বিন্দুতে তরল মিশ্রণের সংযুক্তি ও তাদের বাষ্পের সংযুক্তি অপরিবর্তিত বা সমান থাকে। এটি অনাদর্শ দ্রবণের একটি বৈশিষ্ট্য।**



চিত্র ৮·২ ঃ ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন তরল-যুগল মিশ্রণের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি লেখচিত্র।

উদাহরণ ঃ ইথানল-পানি মিশ্রণ ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন একটি তরল–তরল দ্রবণ তৈরি করে। এ ধরনের দ্রবণের সংখ্যা সবচেয়ে বেশি। দুটি তরলের মধ্যে একটি পোলার সংবন্ধ-অণুবিশিষ্ট এবং অন্যটি অপোলার তরল হলে ধনাত্মক বিচ্যুতির পরিমাণ বেশি হয়। 50°C তাপমাত্রায় n–হেক্টেন ও ইথানলের মিশ্রণ আদর্শ অবস্থা থেকে খুব বেশি ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখায়। তখন H-বন্ধনযুক্ত ইথানলের অণুগুলো H–বন্ধনমুক্ত হতে থাকে। ফলে তাপ শোষিত হয় এবং মিশ্রণের আয়তন বৃদ্ধি পায়। এরূপে মিশ্রণটি রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতি ঘটায়।

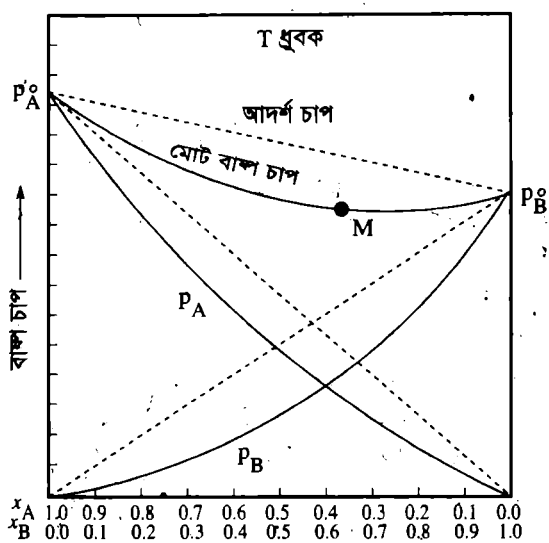
www.ibook.com/tanbir.cox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

৮.৯। ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণ
Non-ideal Solution with Negative Deviation

ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি লেখচিত্র ঃ (১) যদি তরল যুগল A ও B উভয়ের প্রত্যেকের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ অপেক্ষা A ও B মিশ্রণের অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বেশি হয়, তবে এ ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণ তৈরি হয়। (২) তখন A ও B দুটি তরলের মিশ্রণের ফলে A ও B উভয় উপাদানের অণুগুলো অধিকতরভাবে আকৃষ্ট হয় এবং তাদের পক্ষে বাষ্পীভূত হওয়া দুরূহ হয়ে পড়ে। ফলে **A ও B তরলদ্বয়ের বাস্তব আংশিক বাষ্পচাপ রাউল্টের সূত্রের সমীকরণ মতে, আদর্শ আংশিক বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম হয়।** ফলে রাউল্টের সূত্র মতে আদর্শ বাষ্পচাপ থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখা যায়।

স্থির তাপমাত্রায় এরূপ মিশ্রণের উপাদানসমূহের নিজস্ব বাষ্পচাপ এবং দ্রবণের মোট বাষ্পচাপকে Y–অক্ষ বরাবর এবং তরল মিশ্রণের সংযুক্তির পরিবর্তনকে X–অক্ষ বরাবর অনুসারে লেখচিত্রে বসালে চিত্র ৮৩ এর ন্যায় লেখচিত্র পাওয়া যায়। রাউল্ট সূত্র মতে আদর্শ দ্রবণ থেকে যে বাষ্পচাপ প্রত্যাশিত তা ভগ্নরেখা দ্বারা দেখানো হয়েছে। **ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে মোট বাষ্পচাপ নির্দেশক লেখচিত্রে একটি সর্বনিম্ন বাষ্পচাপ বিন্দু (M) দেখা যায়। এ বিন্দুতে যে বাষ্পচাপ তা উভয় বিশুদ্ধ তরলের নিজস্ব বাষ্পচাপ অপেক্ষা সবচেয়ে কম। এ বিন্দুতে তরল মিশ্রণের সংযুক্তি ও তাদের বাষ্পের সংযুক্তি অপরিবর্তিত অর্থাৎ সমান থাকে। এটি অনাদর্শ দ্রবণের একটি বৈশিষ্ট্য।**



চিত্র ৮৩ ঃ ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন তরল-যুগল মিশ্রণের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি লেখচিত্র।

উদাহরণ ঃ সাধারণত দুটি পোলার তরলের মিশ্রণের ক্ষেত্রে ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখা যায়। যেমন, (১) পানি $-H_2SO_4$, (২) হ্যালোজেন হাইড্রাসিড (HCl, HBr ও HI)–পানি; (৩) HNO_3–পানি, (৪) পিরিডিন (C_5H_5N)–অ্যাসিটিক এসিড ইত্যাদির মিশ্রণে হাইড্রেশন বা পানি যোজন ঘটে অথবা H-বন্ধন ঘটে। আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বেশি হয়। তখন তাপ নির্গত হয়। মিশ্রণের আয়তন হ্রাস পায়। এরূপে মিশ্রণটি ঋণাত্মক বিচ্যুতি প্রদর্শন করে।

৮.৯.১। আদর্শ দ্রবণ ও অনাদর্শ দ্রবণের পার্থক্য
Difference between Ideal & Non-ideal Solutions

আদর্শ দ্রবণ	অনাদর্শ দ্রবণ
১। **সংজ্ঞা ঃ** তরল–তরল দ্রবণের প্রত্যেক উপাদান সকল তাপমাত্রা ও মোল ভগ্নাংশ ঘনমাত্রায় রাউল্টের সূত্র মেনে চললে তাকে আদর্শ দ্রবণ বলা হয়। যেমন হেক্সেন ও হেপ্টেনের মিশ্রণ হল একটি আদর্শ দ্রবণ।	১। **সংজ্ঞা ঃ** তরল-তরল দ্রবণের প্রত্যেক উপাদান সকল তাপমাত্রা ও মোল ভগ্নাংশ ঘনমাত্রায় রাউল্টের সূত্র মেনে না চললে তাকে অনাদর্শ দ্রবণ বলা হয়। যেমন, হেপ্টেন ও ইথানলের মিশ্রণ অনাদর্শ দ্রবণ।
২। **দ্রবণ তৈরি ঃ** সব অপোলার তরল পরস্পরের সাথে আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ তৈরি করে। যেমন, হেক্সেন (C_6H_{14}) এবং হেপ্টেন (C_7H_{16}) তরল দুটি হাইড্রোকার্বন ও অপোলার তরল। তাই তরল দুটি আদর্শ দ্রবণ তৈরি করে।	২। **দ্রবণ তৈরি ঃ** অপোলার তরল ও পোলার তরল বা কম পোলার তরল ধনাত্মক বিচ্যুতির এবং অধিক পোলার তরল ঋণাত্মক বিচ্যুতির অনাদর্শ দ্রবণ তৈরি করে। যেমন, n–হেপ্টেন–ইথানল ধনাত্মক বিচ্যুতির ও পানি–H_2SO_4 দ্রবণ ঋণাত্মক বিচ্যুতির অনাদর্শ দ্রবণ।

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

আদর্শ দ্রবণ	অনাদর্শ দ্রবণ
৩। **আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের প্রভাব ঃ** আদর্শ তরল দ্রবণে উপাদান অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃ–আণবিক আকর্ষণ বলের উপর কোন প্রভাব ঘটায় না।	৩। **আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের প্রভাব ঃ** অনাদর্শ তরল দ্রবণে উপাদান অণুসমূহের মধ্যে যথাক্রমে অধিক আকর্ষণ ও কম আকর্ষণের ফলে আন্তঃ–আণবিক আকর্ষণ বলের উপর ঋণাত্মক বা ধনাত্মক প্রভাব সৃষ্টি হয়।
৪। **বৈশিষ্ট্য ঃ** আদর্শ তরল দ্রবণে উপাদানসমূহের মোট আয়তন ও মিশ্রণের আয়তন সমান হয় এবং দ্রবণ এনথালপির মান শূন্য হয়। অর্থাৎ $\Delta V = 0$, $\Delta H = 0$।	৪। **বৈশিষ্ট্য ঃ** ধনাত্মক বিচ্যুতির অনাদর্শ দ্রবণের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল কমে। ফলে $\Delta V > 0$, $\Delta H = +ve$ হয়। ঋণাত্মক বিচ্যুতির অনাদর্শ দ্রবণের বেলায় $\Delta V < 0$ এবং $\Delta H = -ve$ হয়।
৫। **লেখচিত্র ঃ** আদর্শ তরল-তরল দ্রবণের বেলায় বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখ সরলরেখা হয়।	৫। **লেখচিত্র ঃ** ধনাত্মক ও ঋণাত্মক বিচ্যুতির বেলায় বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখ যথাক্রমে উত্তল ও অবতল বক্ররেখা হয়।

৮.৯.২। আদর্শ দ্রবণের অনাদর্শ আচরণ
Non-ideal behaviour of Ideal Solutions

একটি আদর্শ দ্রবণ নিম্নোক্ত কারণে অনাদর্শ আচরণ করে অর্থাৎ রাউল্টের সূত্র থেকে বিচ্যুতি ঘটে।

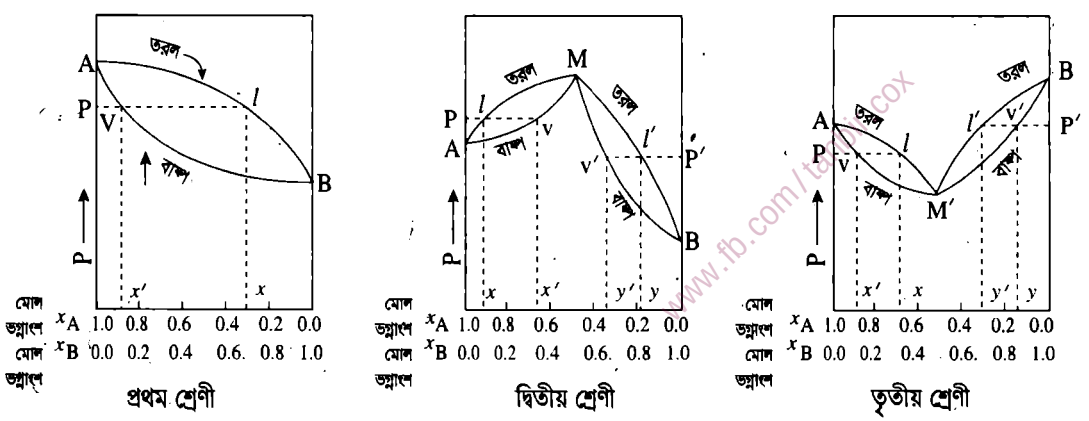
(১) একটি অপোলার আদর্শ তরল-তরল দ্রবণে যেমন n-হেক্সেনে ও n-হেপ্টেনের মিশ্রণে একটি পোলার তরল যেমন পানি, ইথানল যোগ করলে সমগ্র মিশ্রণটি অনাদর্শ হয়।

(২) একটি আদর্শ তরল–তরল দ্রবণে অপর একটি অনাদর্শ তরল-তরল দ্রবণ মিশ্রিত করলে সমগ্র মিশ্রণটি অনাদর্শ হয়। যেমন হেক্সেন ও হেপ্টেনের আদর্শ তরল–তরল মিশ্রণে অপর দ্রবণ যেমন হেপ্টেন ও ইথানলের অনাদর্শ তরলযুগল মিশ্রণ যোগ করলে সমগ্র মিশ্রণটি অনাদর্শ হয়।

৮.১০। তরল-তরল মিশ্রণের তরল ও বাষ্পের সংযুক্তি
Composition of Liquid & Vapour in Liquid - Liquid Mixture

আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, **তরল মিশ্রণ অপেক্ষা তার বাষ্পে অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানটির আনুপাতিক পরিমাণ বেশি থাকে** (৮.৬ অনুচ্ছেদের সমাধানকৃত উদাহরণ–১। দ্রষ্টব্য)। এটি শুধু আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে নয়, সব তরল–তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। [৮·১, ৮·২ ও ৮·৩ লেখচিত্রসমূহে বাষ্পচাপ ও মিশ্রণের তরল অবস্থার সংযুক্তির সম্পর্ক দেখানো হয়েছে (লেখচিত্র বাষ্পচাপ P বনাম মোল ভগ্নাংশ সহযুক্তি x)।]

যদি তরল–তরল মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ বনাম তরল অবস্থার সংযুক্তি এবং বাষ্পীয় অবস্থার সংযুক্তির লেখচিত্র আঁকা হয়, তবে **তিন প্রকারের দ্রবণের জন্য তিনটি ভিন্ন ধরনের লেখচিত্র** পাওয়া যায় (চিত্র ৮·৪)।



চিত্র ৮·৪ ঃ বাষ্পচাপ বনাম তরল মিশ্রণ ও বাষ্পের সংযুক্তি লেখচিত্র।

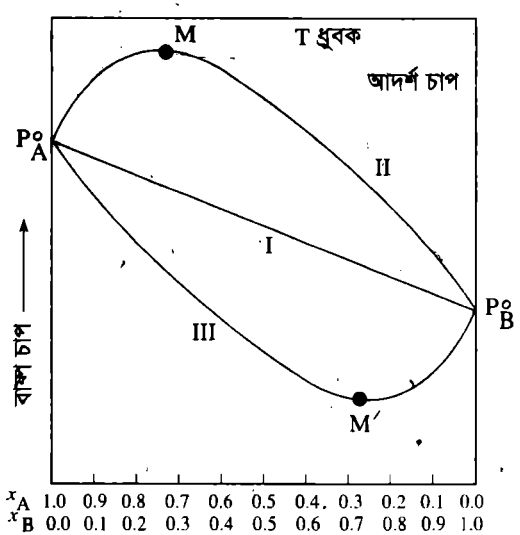
www.fb.com/tanbircox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

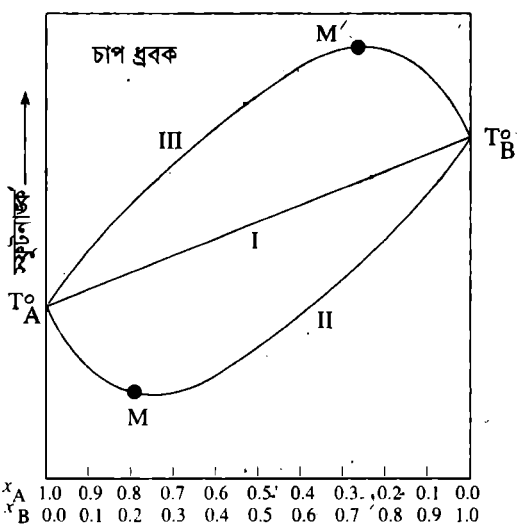
প্রতিটি ক্ষেত্রে উপরের "তরল" চিহ্নিত রেখাটি তরল অবস্থার বাষ্পচাপ বনাম সংযুক্তি এবং নিচের "বাষ্প" চিহ্নিত রেখাটি বাষ্পীয় অবস্থার বাষ্পচাপ বনাম সংযুক্তি নির্দেশ করে। যে কোন মোট চাপ P তে x সংযুক্তির তরলের যে বাষ্প সাম্যাবস্থায় থাকবে তার সংযুক্তি হবে x´। এ দুটি সংযুক্তিকে "তরল" ও "বাষ্প" লেখচিত্রে যথাক্রমে l ও v দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। vl সরলরেখাকে সংযুক্তকারী রেখা (tie line) বলা হয়। কেননা তা সাম্যাবস্থায় বিদ্যমান দুটি দশাকে সংযুক্ত করে। **আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে লেখচিত্রটি** (১ম শ্রেণী) মোটামুটি সরল হলেও অন্য দুটি ক্ষেত্রে তা সরল নয়। এ দুটি ক্ষেত্রে যথাক্রমে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন বিন্দু M ও M´ আছে; যে বিন্দুতে l ও v বক্ররেখা দুটি একত্রিত হয়। এর অর্থ হচ্ছে, সে-বিন্দু **(M ও M´) নির্দেশিত অনুপাতের একটি মিশ্রণে তরল অবস্থা ও তার বাষ্পের সংযুক্তি একই হবে।** এ বিন্দুর পরে আবার পূর্বের অনুরূপ লেখচিত্র পাওয়া যায়। দ্বিতীয় অংশেও y সংযুক্তির তরলের যে বাষ্প সাম্যাবস্থায় থাকবে তার সংযুক্তি হবে y´। এ দুটি সংযুক্তিকে "তরল" ও "বাষ্প" লেখচিত্রে যথাক্রমে l´ ও v´ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। এ অংশে v´l´ রেখাকে সংযুক্তকারী রেখা বলা হয়। দু ধরনের অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণের লেখচিত্র থেকেও এটি স্পষ্ট যে, M ও M´ বিন্দু ব্যতীত সব সংযুক্তির ক্ষেত্রে তরলের সাথে সাম্যাবস্থায় বিদ্যমান বাষ্পে অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানের আনুপাতিক পরিমাণ বেশি থাকে।

৮.১১। তরল-তরল মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক-সংযুক্তি লেখচিত্র
Boiling Point-composition Curve of Liquid-Liquid Mixture

আমরা জানি, কোন তরল পদার্থের (বিশুদ্ধ বা দ্রবণ) বাষ্পচাপ 1 atm চাপ অর্থাৎ বাহ্যিক চাপের সমান হলে তরল পদার্থটি বুদবুদসহ ফুটে। প্রতিটি মিশ্রণের একটি স্ফুটনাঙ্ক বিদ্যমান, যা মিশ্রণের উপাদানসমূহ এবং তাদের আনুপাতিক পরিমাণের উপর নির্ভর করে। একটি নির্দিষ্ট বাহ্যিক চাপে কোন তরল যুগলের বিভিন্ন অনুপাতে মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ককে মিশ্রণের সংযুক্তির পরিপ্রেক্ষিতে লেখচিত্রে বসালে যে লেখচিত্র পাওয়া যায়, তাকে T– x লেখচিত্র বলা হয়। এ লেখচিত্র P–x লেখচিত্রের অনুরূপ; তবে উল্টানো ধরনের হবে। কেননা **যে সংযুক্তির ক্ষেত্রে বাষ্পচাপ সর্বোচ্চ তার স্ফুটনাঙ্ক সর্বনিম্ন হবে এবং যে সংযুক্তির ক্ষেত্রে বাষ্পচাপ সর্বনিম্ন তার স্ফুটনাঙ্ক সর্বোচ্চ হবে।**



চিত্র ৮·৫ ঃ তিন প্রকার দ্রবণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তির লেখ (P – x)



চিত্র ৮·৬ ঃ তিন প্রকার দ্রবণের স্ফুটনাঙ্ক–সংযুক্তি লেখ (T– x)।

তিন ধরনের দ্রবণের P – x এবং T – x লেখচিত্র যথাক্রমে চিত্র ৮.৫ ও ৮.৬ এ প্রদর্শিত হয়েছে। I দ্বারা আদর্শ দ্রবণ, II দ্বারা ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণ এবং III দ্বারা ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ দ্রবণ চিহ্নিত করা হয়েছে। দেখা যায় যে, প্রথম শ্রেণীর তরল যুগলের মিশ্রণের ক্ষেত্রে বিশেষ কোন বৈশিষ্ট্য নেই।

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

বাষ্পচাপ ও স্ফুটনাঙ্ক ধারাবাহিকভাবে পরিবর্তিত হয়। দ্বিতীয় শ্রেণীর তরল যুগলের দ্রবণের ক্ষেত্রে যেহেতু একটি সর্বোচ্চ বাষ্পচাপ বিন্দু পাওয়া যায়, সেহেতু তাতে একটি সর্বনিম্ন স্ফুটনাঙ্ক পাওয়া যায়। এ দুটি বিন্দুকে দুটি চিত্রে M দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে।

তৃতীয় শ্রেণীর তরল যুগলের মিশ্রণের ক্ষেত্রে একটি সর্বনিম্ন বাষ্পচাপ বিন্দু এবং সেহেতু একটি সর্বোচ্চ স্ফুটনাঙ্ক পাওয়া যায়। এ দুটি বিন্দুকে দুটি চিত্রে M´ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। সুতরাং দ্বিতীয় শ্রেণীর মিশ্রণকে সর্বনিম্ন স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ এবং তৃতীয় শ্রেণীর মিশ্রণকে সর্বোচ্চ স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণও বলা হয়।

৮.১২। আংশিক পাতনের তত্ত্ব
Theory of Fractional Distillation

তিন শ্রেণীর মিশ্রণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তির লেখচিত্র বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় যে, একমাত্র প্রথম শ্রেণীর অর্থাৎ আদর্শ তরল–তরল মিশ্রণের ক্ষেত্রেই আংশিক পাতনের সাহায্যে তরল উপাদানসমূহকে পরস্পর থেকে পৃথক করা সম্ভব।

আংশিক পাতনের সংজ্ঞা ঃ দুই বা ততোধিক তরল পদার্থের মিশ্রণ থেকে তার উপাদানসমূহকে তাদের স্ফুটনাঙ্ক অনুসারে বিশেষ প্রক্রিয়ায় পাতিত করে অংশ অংশ করে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে আংশিক পাতন বলা হয়। এ বিশেষ প্রক্রিয়ায় অংশীকরণ স্তম্ভ ব্যবহার করে পাতন করা হয়।

উদাহরণ ঃ পেন্টেন (C_5H_{12}) ও হেপ্টেন (C_7H_{16}) এর আদর্শ তরল–তরল মিশ্রণ থেকে উভয় তরলকে পাতন ফ্লাস্কে অংশ কলাম ব্যবহার করে আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় নিজ নিজ স্ফুটনাঙ্কে অংশ অংশ করে পৃথক করা যায়।

আংশিক পাতনের তত্ত্ব নিম্নলিখিত তথ্যের (facts) উপর প্রতিষ্ঠিত ঃ

আংশিক পাতনের তত্ত্ব ঃ

(১) সাধারণত কোন তরল–তরল মিশ্রণের উপরিস্থিত বাষ্পের সংযুক্তি তরল–তরল মিশ্রণের সংযুক্তির সমান নয়।

(২) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের সব ক্ষেত্রে তরল অবস্থা অপেক্ষা তার বাষ্পে অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানের আনুপাতিক পরিমাণ বেশি থাকে।

(৩) **কোন আদর্শ তরল মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে উৎপন্ন বাষ্পে অধিক উদ্বায়ী উপাদান অধিকতর অনুপাতে থাকে,** এ বাষ্পকে ঘনীভূত করলে প্রাপ্ত তরল মিশ্রণে মূল তরল মিশ্রণ অপেক্ষা অধিক উদ্বায়ী উপাদান বেশি থাকবে।

(৪) উপরোক্ত পাতন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত তরল মিশ্রণকে আবার ২য় বার পাতিত করলে যে তরল মিশ্রণ পাওয়া যাবে, তাতে উদ্বায়ী উপাদানের আনুপাতিক পরিমাণ আরো বাড়ে।

(৫) এভাবে প্রতি বার বাষ্পের ঘনীভূত তরল অংশ নিয়ে বার বার পাতন প্রক্রিয়া চালাতে থাকলে প্রতিক্ষেত্রে পাতিত মিশ্রণে অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানের আনুপাতিক পরিমাণ ক্রমাগতভাবে বাড়ে। অবশেষে অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানটি প্রায় বিশুদ্ধ অবস্থায় পাতিত হয়।

(৬) অপরদিকে তরল মিশ্রণ থেকে অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানটি অধিক আনুপাতিক হারে বাষ্পে চলে যাওয়ায় শেষে পাতনপাত্রে কম উদ্বায়ী উপাদানটি প্রায় বিশুদ্ধ অবস্থায় থেকে যায়।

(৭) বার বার পাতন প্রক্রিয়া করা সময়সাপেক্ষ এবং অসুবিধাজনক। তাই **অংশীকরণ স্তম্ভ** ব্যবহার করে পাতন করলে একই পাতন কাজ সরাসরি একবারে এবং খুব কম সময়ে করা যায়।

আংশিক পাতনের সীমাবদ্ধতা ঃ

যে সব তরল-তরল মিশ্রণের বাষ্পচাপ সংযুক্তি লেখচিত্রে সর্বোচ্চ বা সর্বনিম্ন বিন্দু থাকে, কেবলমাত্র তাদের ক্ষেত্রে উক্ত দুটি বিন্দুতে তরল মিশ্রণ ও এর বাষ্পের সংযুক্তি একই হয়। ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ তরল–তরল মিশ্রণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্রে একটি সর্বোচ্চ বিন্দু এবং ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন অনাদর্শ তরল–তরল মিশ্রণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্রে একটি সর্বনিম্ন বিন্দু থাকে। এ উভয় বিন্দুর তরল–তরল মিশ্রণ দ্বারা **সমস্ফুটন মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। আংশিক পাতন দ্বারা সমস্ফুটন মিশ্রণের উপাদানসমূহকে পৃথক করা সম্ভব হয় না। কারণ সমস্ফুটন মিশ্রণের নির্দিষ্ট সংযুক্তির মোট বাষ্পচাপ বায়ুমণ্ডলের চাপের সমান হয়, তাই সমস্ফুটন মিশ্রণটি একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক তরলরূপে ফুটতে থাকে।**

www.ri.com/tanbir.cox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

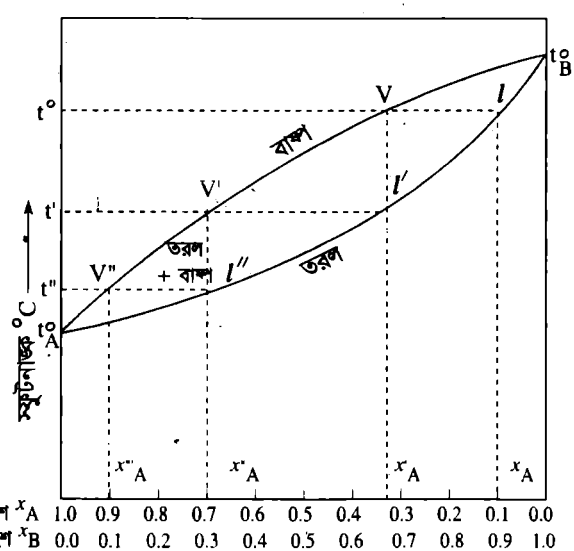
৮.১৩। তরল-তরল দ্রবণের পাতন

Distillation of Liquid-Liquid Solution

এ পর্যায়ে তিন শ্রেণীর তরল–তরল দ্রবণের পাতন পৃথকভাবে আলোচনা করা হবে।

(১) আদর্শ তরল–যুগল দ্রবণের পাতন এবং আংশিক পাতনের মূলনীতি ঃ স্ফুটনাঙ্ক বনাম সংযুক্তি লেখচিত্র থেকে আদর্শ তরল– তরল দ্রবণের পাতনের নীতি সহজে ব্যাখ্যা করা যায়। নির্দিষ্ট বাহ্যিক চাপে সাধারণত 1 atm চাপে উপাদান দুটি A ও B-এর বিভিন্ন নয়টি আনুপাতিক মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক বনাম সংযুক্তি লেখ আঁকলে 'তরল' চিহ্নিত অবতল লেখটি পাওয়া যায় (চিত্র ৮·৭)। পুরোপুরি আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে এটি সরলরেখা হওয়ার কথা, কিন্তু বাস্তবক্ষেত্রে তা সামান্য বাঁকা হয়ে থাকে।

অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানকে A দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে, এ কারণে বিশুদ্ধ A এর স্ফুটনাঙ্ক $\left(t^{\circ}_{A}\right)$ বিশুদ্ধ B এর স্ফুটনাঙ্ক $\left(t^{\circ}_{B}\right)$ অপেক্ষা কম। বিভিন্ন অনুপাতের মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্কে যে বাষ্প সৃষ্টি হয় তার সংযুক্তি "বাষ্প" চিহ্নিত উত্তল রেখা বরাবর পরিবর্তিত হয়। যেমন t°C তাপমাত্রা যে তরল মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক, তার সংযুক্তি l বিন্দু দ্বারা নির্দেশিত অর্থাৎ তাতে A এর মোল ভগ্নাংশ হচ্ছে x_A, এখানে $x_A = 0.1$ । এ মিশ্রণ যখন t°C তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে তখন উৎপন্ন বাষ্পের সংযুক্তি v বিন্দু দ্বারা নির্দেশিত হয়। সুতরাং এ বাষ্পে A এর মোল ভগ্নাংশ x'_A অর্থাৎ $x'_A = 0.33$ (প্রায়)। সুতরাং t°C তাপমাত্রায় তরল মিশ্রণে A এর মোল ভগ্নাংশ x_A, কিন্তু বাষ্পে A এর মোল ভগ্নাংশ x'_A। লেখচিত্র থেকে এটি স্পষ্ট যে, $x'_A > x_A$। অর্থাৎ বাষ্পে তরল অবস্থা অপেক্ষা অধিকতর অনুপাতে উপাদান A বিদ্যমান।

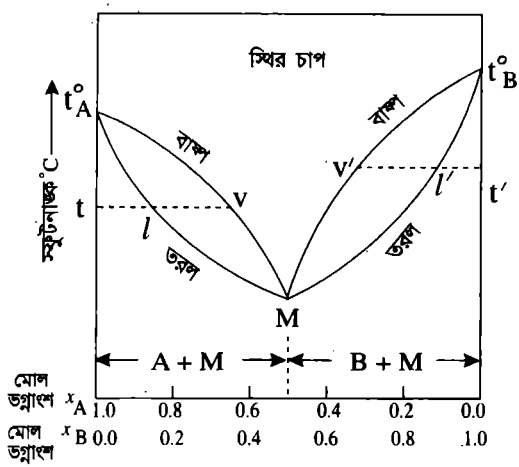


চিত্র ৮·৭ ঃ আদর্শ তরল–তরল মিশ্রণের পাতন (স্থির চাপে) লেখচিত্র।

সুতরাং A ও B এর একটি তরল মিশ্রণ, যাতে A এর মোল ভগ্নাংশ হচ্ছে x_A, তা নিয়ে পাতন আরম্ভ করলে পাতিত অংশে A এর মোল ভগ্নাংশ হচ্ছে x'_A। পাতনের সময় বাষ্পকে v বিন্দু দ্বারা চিহ্নিত করা হলেও, ঘনীভূত হওয়ার পর প্রাপ্ত তরল l' বিন্দু দ্বারা নির্দেশিত হবে। এ পাতিত তরলের স্ফুটনাঙ্ক t' । সুতরাং এ পাতিত অংশকে পুনরায় পাতিত করলে প্রথমে যে বাষ্প ও ঘনীভবনের পরে যে তরল পাওয়া যাবে, তাতে A এর মোল ভগ্নাংশ হচ্ছে x_{A}''। এ সংযুক্তির বাষ্প ও তরল অবস্থা যথাক্রমে v' ও l'' দ্বারা চিহ্নিত। $x''_A > x'_A$ অর্থাৎ প্রতিটি পাতন পদক্ষেপে পাতিত তরলে A-এর উপাদান ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। পাতন প্রক্রিয়া যথেষ্টবার পুনরাবৃত্তি করা হলে বিশুদ্ধ A উপাদান অর্থাৎ নিম্নতর স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট উপাদান পাতিত অংশ হিসেবে পাওয়া যাবে। অপরদিকে পাতন পাত্রে অবশেষ থেকে A উপাদান বাষ্পাকারে অধিকতর হারে নির্গত হওয়ায় শেষে ঐ পাতন পাত্রে B উপাদানের পরিমাণ বাড়তে থাকে। এক সময় ঐ পাত্রে প্রায় বিশুদ্ধ B পড়ে থাকে।

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

(২) সর্বনিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল যুগলের পাতন ঃ রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতিবিশিষ্ট তরল–তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে বিভিন্ন অনুপাতের দ্রবণের স্ফুটনাঙ্কের বিপরীতে সংযুক্তি বসালে চিত্র ৮·৮– এর ন্যায় লেখচিত্র পাওয়া যায়। "তরল" লেখা বক্র রেখাটি তরল অবস্থার সংযুক্তি এবং "বাষ্প" লেখা বক্ররেখাটি উৎপন্ন বাষ্পের সংযুক্তি নির্দেশ করে। লেখচিত্রে একটি সর্বনিম্ন বিন্দু M বিদ্যমান; যেখানে বাষ্পলেখটি ও তরল লেখটি মিলিত হয়েছে। এ M বিন্দুটি বিশুদ্ধ A ও B উপাদানদ্বয়ের স্ফুটনাঙ্কের নিচে।



চিত্র ৮·৮ ঃ সর্বনিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট তরল -যুগলের স্ফুটনাঙ্ক বনাম সংযুক্তি লেখচিত্র।

যেহেতু M বিন্দুতে তরল ও বাষ্পের সংযুক্তি একই, সেহেতু M সংযুক্তির তরল মিশ্রণকে ফুটালে তা বিশুদ্ধ তরলের ন্যায় নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ফুটতে থাকবে এবং উৎপন্ন বাষ্পের সংযুক্তিও হুবহু তরলের সংযুক্তির সমান হবে। অর্থাৎ তরল মিশ্রণটি একটি বিশুদ্ধ তরল উপাদানের মত অপরিবর্তিত অবস্থায় বাষ্পীভূত হতে থাকবে। এ জাতীয় মিশ্রণকে **সর্বনিম্ন স্থির–স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ** (minimum constant boiling mixture) বলা হয়। যেহেতু বাষ্পের সংযুক্তি তরলের অনুরূপ, সেহেতু এ মিশ্রণকে পাতন করলে পাতিত তরল মূল মিশ্রণের অনুরূপ সংযুক্তি বিশিষ্ট হয়। সুতরাং এ মিশ্রণকে বার বার পাতন করলেও একই মিশ্রণ পাওয়া যাবে।

M মিশ্রণকে একটি উপাদান হিসেবে বিবেচনা করে A ও B এর মিশ্রণকে সংযুক্তি অনুযায়ী A ও M অথবা M ও B এর দুটি আদর্শ মিশ্রণ হিসেবে গণ্য করা যেতে পারে। সুতরাং এ ধরনের সিস্টেমের স্ফুটনাঙ্ক বনাম সংযুক্তি লেখচিত্রের বাম অংশকে বিশুদ্ধ A ও M-এর আদর্শ স্ফুটনাঙ্ক বনাম সংযুক্তি লেখচিত্র এবং ডান অংশকে বিশুদ্ধ M ও B এর আদর্শ স্ফুটনাঙ্ক বনাম সংযুক্তি লেখচিত্র হিসেবে বিবেচনা করা যায়।

সুতরাং এ ধরনের তরল–তরল দ্রবণকে আংশিক পাতন করলে সর্বাপেক্ষা উদ্বায়ী মিশ্রণ M পাতিত তরল হিসেবে পাওয়া যাবে এবং পাতন পাত্রে অবশেষ হিসেবে A অথবা B পড়ে থাকবে। প্রাথমিক তরলের মিশ্রণের সংযুক্তি A ও M এর মধ্যবর্তী হলে পাত্রে বিশুদ্ধ A পড়ে থাকবে। অপরদিকে প্রাথমিক তরল মিশ্রণের সংযুক্তি M ও B এর মধ্যবর্তী হলে পাত্রে বিশুদ্ধ B পড়ে থাকবে।

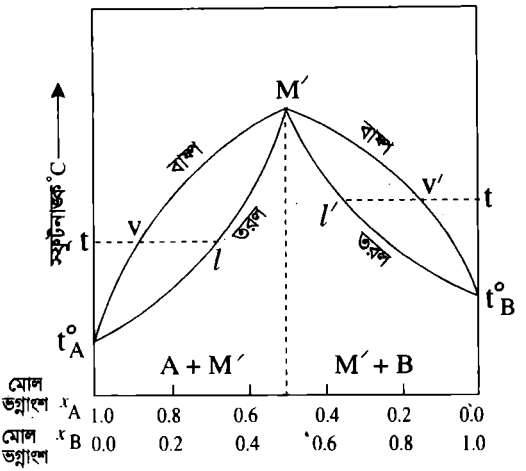
সুতরাং এ জাতীয় তরল–তরল দ্রবণের উপাদানদ্বয়কে আংশিক পাতনের মাধ্যমে পুরোপুরি পৃথক করা সম্ভব নয়। খুব বেশি হলে একটি নিম্নতম স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ ও একটি বিশুদ্ধ উপাদানে পৃথক করা যায় মাত্র।

ইথানল–পানি সিস্টেম এ ধরনের তরল–তরল মিশ্রণের ভাল উদাহরণ। এ সিস্টেমের নিম্নতম স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক হচ্ছে 78.15°C এবং তাতে ইথানলের পরিমাণ মোল হিসেবে 89.4% ও ভর হিসেবে 95.6%। সুতরাং ইথানল– পানির মিশ্রণকে পাতন করলে বিশুদ্ধ ইথানল পাওয়া যায় না; ভর হিসেবে 95.6% ইথানল ও 4.4% পানিবিশিষ্ট মিশ্রণ পাতিত হয়। এ মিশ্রণকে **রেক্‌টিফাইড স্পিরিট** বলা হয়।

www.fb.com/tanbir.cse

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

(৩) সর্বোচ্চ স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল–যুগলের পাতন ঃ রাউল্টের সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতিবিশিষ্ট তরল–তরল দ্রবণের থেকে বিভিন্ন অনুপাতের দ্রবণের স্ফুটনাঙ্কের বিপরীতে সংযুক্তি বসালে চিত্র ৮·৯ এর ন্যায় লেখচিত্র পাওয়া যায়, যাতে "তরল" ও "বাষ্প" লেখা বক্ররেখাদ্বয় যথাক্রমে তরল ও বাষ্পদশার সংযুক্তি নির্দেশ করে। যেহেতু এ ধরনের তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্রে একটি সর্বনিম্ন বিন্দু আছে, সেহেতু এ সিস্টেমের স্ফুটনাঙ্ক সংযুক্তি লেখচিত্রে একটি সর্বোচ্চ বিন্দু M´ বিদ্যমান। M´ বিন্দুতে বাষ্প লেখটি ও তরল লেখটি মিলিত হয়েছে। M´ বিন্দুটি বিশুদ্ধ A ও B এর স্ফুটনাঙ্কের উপরে। যেহেতু A বিন্দুতে তরল ও বাষ্পের সংযুক্তি একই, সেহেতু M´ সংযুক্তির তরল



চিত্র ৮·৯ ঃ সর্বোচ্চ স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল-তরল মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক বনাম সংযুক্তি লেখ।

মিশ্রণকে ফুটালে তা বিশুদ্ধ তরলের ন্যায় স্থির তাপমাত্রায় ফুটতে থাকবে। উৎপন্ন বাষ্পের সংযুক্তি হুবহু তরল মিশ্রণের সংযুক্তির অনুরূপ হবে। অর্থাৎ তরল মিশ্রণটি একটি বিশুদ্ধ তরল উপাদানের মত অপরিবর্তিত অবস্থায় বাষ্পীভূত হতে থাকবে। এ জাতীয় মিশ্রণকে **সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট মিশ্রণ** (Maximum constant boiling mixture) বলা হয়।

M´ মিশ্রণকে একটি উপাদান হিসেবে বিবেচনা করলে এই ধরনের সিস্টেমের লেখচিত্রকে বিশুদ্ধ A ও M´ এর লেখ এবং M´ ও B এর লেখ–এর সম্মিলিত রূপ হিসেবে গণ্য করা যায়। A ও M´ এর মধ্যবর্তী যে কোন সংযুক্তি সম্পন্ন তরলকে আংশিক পাতন করলে বাষ্পে A-এর পরিমাণ অধিকতর এবং ফলে পাতিত তরলেও ক্রমশ A এর পরিমাণ বাড়তে থাকবে এবং শেষ পর্যন্ত প্রায় বিশুদ্ধ A তে পরিণত হবে। পক্ষান্তরে M´ও B এর মধ্যবর্তী কোন সংযুক্তির তরলকে পাতন করলে বাষ্পে এবং ফলে পাতিত তরলে ক্রমশ B এর পরিমাণ বাড়তে থাকবে এবং শেষ পর্যন্ত প্রায় বিশুদ্ধ B তে পরিণত হবে। উভয় ক্ষেত্রে পাতন ফ্লাস্কে অবশেষের সংযুক্তি ক্রমশ M´ এর নিকটবর্তী হবে। সুতরাং সর্বোচ্চ স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল সিস্টেমের উপাদান দুটিকে আংশিক পাতন দ্বারা বিশুদ্ধ অবস্থায় সম্পূর্ণভাবে পৃথক করা অসম্ভব, তবে তরল মিশ্রণকে কেবলমাত্র সর্বোচ্চ স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ ও কোন একটি বিশুদ্ধ উপাদানে পৃথক করা যায় মাত্র।

৮.১৪। সম বা স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ বা অ্যাজিওট্রোপিক মিশ্রণ

Constant Boiling Mixture or Azeotropic Mixture

সংজ্ঞা ঃ যে নির্দিষ্ট সংযুক্তিতে একটি তরল–তরল মিশ্রণ একটি বিশুদ্ধ তরল পদার্থের ন্যায় তার সংযুক্তি অপরিবর্তিত রেখে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে, তাকে সমস্ফুটন মিশ্রণ বা স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ বা অ্যাজিওট্রোপিক মিশ্রণ বলে। এ অবস্থায় তরল-তরল দ্রবণের এবং এদের বাষ্পের সংযুক্তি একই থাকে। এ মিশ্রণ কোন নতুন যৌগ নয়, কারণ তার সংযুক্তি বাহ্যিক চাপ পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়। স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ দুধরনের হতে পারে। যেমন,

(১) সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ ঃ এ ক্ষেত্রে মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক তার উপাদানদ্বয়ের প্রত্যেকটির স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা কম; যেমন, (১) রেক্‌টিফাইড স্পিরিট বা 95.6% ইথানল ও 4.4% পানির দ্রবণ একটি সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ; এর স্ফুটনাঙ্ক 78.15° C । কিন্তু বিশুদ্ধ ইথানল ও পানির স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 78.3°C ও 100°C।

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

(২) সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ ঃ সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক তার উপাদানদ্বয়ের প্রত্যেকটির স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা বেশি হয়। যেমন, 68.2% HNO_3 ও 31.8% পানির দ্রবণ একটি সর্বোচ্চ স্থির সমস্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ; এর স্ফুটনাঙ্ক 120.5°C। কিন্তু বিশুদ্ধ HNO_3 ও পানির স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 86°C ও 100°C।

নিম্নে ৮·১ নং সারণিতে কয়েকটি সমস্ফুটন মিশ্রণের উদাহরণ দেয়া হল ঃ

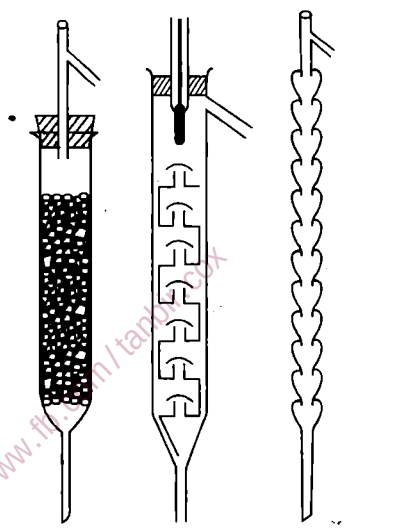
সারণি ৮·১ ঃ কয়েকটি সমস্ফুটন মিশ্রণের সংযুক্তি এদের স্ফুটনাঙ্ক।

সমস্ফুটনের শ্রেণী	সমস্ফুটন মিশ্রণ	সমস্ফুটন মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক ° C	১ম উপাদান ও এর স্ফুটনাঙ্ক°C	২য় উপাদান ও এর স্ফুটনাঙ্ক °C
(ক) সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ ঃ	১। রেক্‌টিফাইড স্পিরিট বা 95.6% ইথানলের জলীয় দ্রবণ।	78.15° C	পানি; স্ফুটনাঙ্ক = 100° C	ইথানল, স্ফুটনাঙ্ক = 78.3° C
	২। ইথানল (15.9%) ও CCl_4 (84.1%) মিশ্রণ	65.10° C	ইথানল; স্ফুটনাঙ্ক = 78.3° C	CCl_4, স্ফুটনাঙ্ক = 76.7° C
	৩। মিথানল (12.6%) ও ক্লোরোফরম (87.4%) মিশ্রণ	53.4° C	মিথানল; স্ফুটনাঙ্ক = 64.7° C	$CHCl_3$, স্ফুটনাঙ্ক = 61.2° C
(খ) সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ ঃ	১। 68.2% নাইট্রিক এসিড	120.5° C	পানি; স্ফুটনাঙ্ক = 100° C	HNO_3, স্ফুটনাঙ্ক = 86° C
	২। 20.2% হাইড্রোক্লোরিক এসিড	108.6° C	পানি, স্ফুটনাঙ্ক = 100° C	তরল HCl; স্ফুটনাঙ্ক = – 85° C
	৩। অ্যাসিটোন (56.1%) ও ক্লোরোফরম (43.9%) মিশ্রণ	64.4° C	অ্যাসিটোন; স্ফুটনাঙ্ক = 56.1° C	$CHCl_3$; স্ফুটনাঙ্ক = 61.2° C

৮.১৫। অংশীকরণ স্তম্ভের ব্যবহার
Use of Fractionating Columns

(ক) অংশীকরণ স্তম্ভ বা অংশ কলাম ঃ আদর্শ তরল-যুগলের দ্রবণকে বারবার পাতিত করে দুটি উপাদানই পৃথক করা যায়। নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক ও উচ্চ স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল-তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে এ ধরনের পাতন দ্বারা (অ্যাজিওট্রপিক মিশ্রণ বাদে) এদের উপাদানের একটিকে পৃথক করা যায়। তবে বারবার পাতন করা সময়সাপেক্ষ এবং অসুবিধাজনক। সহজে যাতে বাষ্পে অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানের পরিমাণ বাড়ান যায় সেজন্য পাতনকালে পাতন ফ্লাস্কের উপর একটি দীর্ঘ শীতক যন্ত্র যুক্ত করে পাতন করা হয়; তাকে **"অংশীকরণ স্তম্ভ"** বা **"অংশ কলাম"** (Fractionating column) বলে।

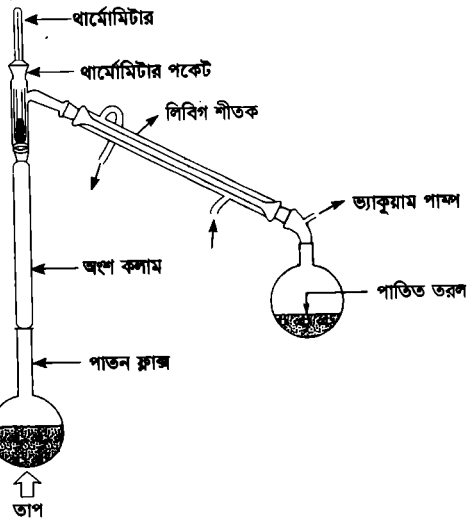
বিভিন্ন ধরনের অংশীকরণ স্তম্ভ ব্যবহৃত হয়, তন্মধ্যে তিনটির চিত্র এখানে দেয়া হল (চিত্র ৮·১০)। ডানদিক থেকে প্রথমটিতে কয়েকটি **বাল্‌ব**, দ্বিতীয়টিতে **বাব্‌ল ক্যাপ** (bubble-cap) এবং তৃতীয়টি **বিড** (bead) দ্বারা পূর্ণ।



চিত্র ৮·১০ ঃ অংশীকরণ স্তম্ভ।

www.fb.com/tanbircox

Updated Bangla Book : www.boiRboi.blogspot.com | www.facebook.com/tanbir.ebooks



চিত্র ৮.১১ ঃ আংশিক পাতন।

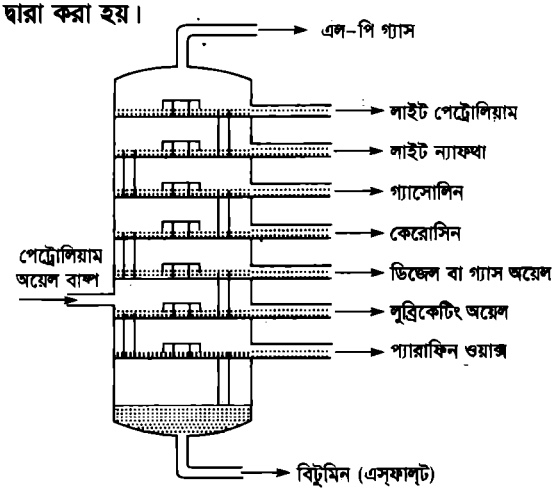
(খ) আংশিক পাতন প্রক্রিয়ার বর্ণনা ঃ তরল–তল মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয়; তখন পাতন ফ্লাস্ক থেকে বাষ্পের মিশ্রণ উপরের দিকে "অংশ কলাম" স্তম্ভে প্রবেশ করে। মনে করি, ছোট ছোট **বাল্‌বযুক্ত অংশীকরণ কলাম বা স্তম্ভ** ব্যবহৃত হয়েছে [চিত্র ৮.১১]। বাষ্প প্রথম বাল্‌বে আসলে খানিকটা বাষ্প ঘনীভূত হয়। কিন্তু সঙ্গে সঙ্গে যখন আরো গরম বাষ্প নিচ থেকে সেখানে উপস্থিত হয়, তখন উক্ত ঘনীভূত তরলের অধিকতর উদ্বায়ী অংশ গরম বাষ্পের প্রভাবে উড়ে দ্বিতীয় বাল্‌বে যায়। সেখানেও আবার উক্ত প্রক্রিয়ার পুনরাবৃত্তি হয়। অর্থাৎ ১ম বাল্‌বটি এখন একটি পাতন–ফ্লাস্ক রূপে কাজ করে এবং সেখান থেকে এখন ২য় বাল্‌বে পাতন হবে। প্রত্যেকটি বাল্‌ব যেন পৃথক পাতন ফ্লাস্ক রূপে পৃথক পাতন–ক্রিয়ার কাজ করে। এরূপ পুনঃপুনঃ পাতনের ফলে ঊর্ধ্বগামী বাষ্পে ক্রমশ অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানের পরিমাণ বাড়তে থাকে এবং স্তম্ভ থেকে নির্গত শেষ পাতিত অংশে অধিকতর উদ্বায়ী বিশুদ্ধ উপাদানটি বা সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট মিশ্রণ থাকে। অপরদিকে নিম্নগামী তরলে অপেক্ষাকৃত কম–উদ্বায়ী উপাদানের পরিমাণ ক্রমশ বাড়তে থাকে। পাতন ফ্লাস্কে কম উদ্বায়ী বিশুদ্ধ উপাদানটি বা সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট মিশ্রণটি পড়ে থাকে।

৮.১৬। আংশিক পাতনের ব্যবহারিক উদাহরণ
Practical Examples of Fractional Distillation

আংশিক পাতনের অনেক গুরুত্বপূর্ণ প্রয়োগ আছে। রাসায়নিক ল্যাবরেটরিতে বিভিন্ন তরল পদার্থকে বিশুদ্ধ করতে এবং কোন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বিভিন্ন যৌগের মিশ্রণ থেকে একটি বিশেষ তরল যৌগকে পৃথক করতে আংশিক পাতন পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। যেমন,

শিল্পক্ষেত্রে (১) অশোধিত পেট্রোলিয়াম অয়েলের উপাদানগুলো পৃথকীকরণ ও (২) তরল বায়ুর উপাদানগুলো যেমন অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন পৃথকীকরণ আংশিক পাতন দ্বারা করা হয়।

(১) অশোধিত পেট্রোলিয়াম অয়েলের উপাদানগুলো পৃথকীকরণ ঃ মাটির নিচে খনিতে পেট্রোলিয়াম অয়েল নামে এক প্রকার তেল পাওয়া যায়, তাতে প্রধান উপাদান অ্যালকেন, সাইক্লো অ্যালকেন ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন থাকে। তাতে C_1 থেকে C_{40} কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট প্রায় দেড়'শ যৌগ থাকে। এ অশোধিত পেট্রোলিয়াম গাঢ় রঙিন ও দুর্গন্ধযুক্ত তরল পদার্থ। তাতে H_2S গ্যাস দ্রবীভূত থাকার কারণে এরূপ দুর্গন্ধ হয়। বিভিন্ন রিফাইনারিতে এই অশোধিত পেট্রোলিয়াম অয়েলকে আংশিক পাতন করা হয়। আংশিক পাতনে প্রাপ্ত বিভিন্ন অংশ উড়োজাহাজের জ্বালানি, পেট্রোল, কেরোসিন প্রভৃতি হিসেবে বাজারে বিক্রি করা হয়।



চিত্র ৮.১২ ঃ পেট্রোলিয়াম অয়েলের অবিরাম আংশিক পাতন বাব্‌ল অংশ কলাম প্রক্রিয়ায়।

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

পেট্রোলিয়াম রিফাইনারিতে 30 – 60 মিটার উঁচু এবং 3 – 6 মিটার ব্যাসবিশিষ্ট বিশালাকার **বাবল অংশ কলামের** মধ্যে পেট্রোলিয়াম অয়েলের বাষ্পকে চালনা করা হয় [চিত্র ৮.১২]। এ অংশ কলামের বিভিন্ন অংশ থেকে উপাদানসমূহের ঘনীভবন তাপমাত্রানুসারে আংশিক পাতিত তরলরূপে বিভিন্ন তরল অংশ যেমন (১) দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত লাইট পেট্রোলিয়াম, (২) দ্রাবক ও ড্রাই ওয়াসিং কাজে ব্যবহৃত লাইট ন্যাফথা, (৩) মোটরযান ও উড়োজাহাজে জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত গ্যাসোলিন, (৪) আলো জ্বালাতে ব্যবহৃত কেরোসিন, (৫) ট্রেন ও বাস–লরীর জ্বালানি হিসেবে ডিজেল, (৬) লুব্রিকেটিং অয়েল ও (৭) প্যারাফিন ওয়াক্স ইত্যাদি পৃথক হয়ে আসে।

অংশ কলামের প্রতিটি পৃথকীকরণ পর্যায়ে তরল ও বাষ্প সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হয়। নিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট উপাদানগুলো অংশ কলামের উপর দিক দিয়ে এবং উচ্চ স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরলগুলো অংশ কলামের নিচের দিক দিয়ে পাতিত হয়। তলানিরূপে বিটুমিন (এস্‌ফাল্‌ট) অংশ কলামের নিচে জমা হয়।

(২) তরল বায়ু থেকে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন পৃথকীকরণ ঃ শিল্পক্ষেত্রে এবং ব্যবহারিক জীবনে বিশুদ্ধ অক্সিজেন এবং বিশুদ্ধ নাইট্রোজেনের গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার আছে। যেমন রোগীর শ্বাস–প্রশ্বাসের সুবিধার জন্য হাসপাতালে, অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা তৈরিতে, পর্বত শিখরে আরোহণকারীর ও পানিতে ডুবুরিদের জন্য বিশুদ্ধ অক্সিজেনের প্রয়োজন। এসব ক্ষেত্রে সিলিন্ডারে করে বিশুদ্ধ অক্সিজেন ব্যবহৃত হয়।

অ্যামোনিয়া, ইউরিয়া ও নাইট্রোজেনঘটিত বিভিন্ন সার তৈরিতে এবং নাইট্রিক এসিড তৈরিতে বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন প্রয়োজন। শিল্পক্ষেত্রে বায়ু থেকেই নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন আহরণ করা হয়। কিন্তু নাইট্রোজেন (স্ফুটনাঙ্ক –196°C) এবং অক্সিজেনের (স্ফুটনাঙ্ক –183°C) স্ফুটনাঙ্ক প্রায় কাছাকাছি হওয়ায় তরল বায়ু থেকে সাধারণ পদ্ধতিতে এদের পৃথকীকরণ খুবই অসম্ভব। তাই এদের পৃথকীকরণের জন্য আংশিক পাতন পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

এ অধ্যায়ে যা শিখলাম

✪ **তরল-তরল দ্রবণীয়তা ঃ** দুটি তরল পদার্থ উভয়েই পোলার অথবা অপোলার হলে তারা পরস্পরের সাথে সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় হয়। অপরদিকে একটি পোলার এবং অপরটি অপোলার হলে দুটি তরল পরস্পরের সাথে অমিশ্রণীয় হয়।

✪ **তরল-তরল সিস্টেমের শ্রেণীবিভাগ ঃ** পরস্পরের সাথে দ্রবণীয়তার ভিত্তিতে তরল–তরল সিস্টেমকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়– (১) সম্পূর্ণরূপে মিশ্রণীয় বা তরল-তরল দ্রবণ, (২) প্রায় অমিশ্রণীয় ও (৩) আংশিক মিশ্রণীয়।

✪ **রাউল্টের সূত্র ঃ** কোন অনুদ্বায়ী ও তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য দ্রব দ্বারা কোন তরল দ্রাবকের বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমনের পরিমাণ দ্রবণে দ্রবের মোল ভগ্নাংশের সমান।

✪ **রাউল্টের সূত্রের বিকল্প বিবৃতি ঃ** বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপকে দ্রবণে দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ দ্বারা গুণ করলে যে গুণফল পাওয়া যায়, তা দ্রবণস্থ দ্রাবকের বাষ্পচাপের সমান।

✪ **রাউল্টের সূত্রের আলোকে তরল–তরল দ্রবণের শ্রেণীবিভাগ ঃ** সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় তরল–তরল সিস্টেমকে রাউল্টের সূত্রের আলোকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। (১) মোটামুটিভাবে রাউল্ট সূত্র মেনে চলে এ ধরনের আদর্শ দ্রবণ। (২) রাউল্ট সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখায়, এ ধরনের অনাদর্শ দ্রবণ। (৩) রাউল্ট সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখায়, এ ধরনের অনাদর্শ দ্রবণ।

✪ **বিভিন্ন ধরনের তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি লেখচিত্র ঃ** (১) যে সকল তরল–তরল দ্রবণ মোটামুটিভাবে রাউল্টের সূত্র মেনে চলে, তাদের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি লেখচিত্রে বিশেষ কোন বৈশিষ্ট্য পরিলক্ষিত হয় না। সংযুক্তির সাথে সাথে বাষ্পচাপ ধারাবাহিকভাবে পরিবর্তিত হয়। সকল সংযুক্তিতে মিশ্রণের বাষ্পচাপ বিশুদ্ধ উপাদানদ্বয়ের বাষ্পচাপের মধ্যে থাকে। (২) রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতিবিশিষ্ট তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্রে একটি সর্বোচ্চ বিন্দু থাকে, যা বিশুদ্ধ উপাদানদ্বয়ের বাষ্পচাপ অপেক্ষা বেশি। (৩) রাউল্টের সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতিবিশিষ্ট তরল-তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি লেখচিত্রে একটি সর্বনিম্ন বিন্দু থাকে, যা বিশুদ্ধ উপাদানদ্বয়ের বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম।

www.fb.com/tanbir.ox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

✪ তরল–তরল মিশ্রণের তরল ও বাষ্পের সংযুক্তি ঃ সাধারণত যে কোন তরল–তরল দ্রবণ এবং এর সাথে সাম্যাবস্থায় বিরাজমান বাষ্পের সংযুক্তি একই হয় না। তরল দশা অপেক্ষা বাষ্পদশায় অধিকতর উদ্বায়ী উপাদানটির আনুপাতিক পরিমাণ বেশি থাকে। তবে যে তরল যুগলের দ্রবণের বাষ্পচাপে সর্বোচ্চ বা সর্বনিম্ন বিন্দু থাকে, সে বিন্দুতে তরল ও বাষ্প অবস্থায় সংযুক্তি একই হয়।

✪ তরল–তরল দ্রবণের স্ফুটনাঙ্ক–সংযুক্তি রেখা ঃ আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে এ রেখা ধারাবাহিকভাবে পরিবর্তিত হয়। রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতিবিশিষ্ট দ্রবণের ক্ষেত্রে একটি সর্বনিম্ন বিন্দু পরিলক্ষিত হয়। অপরদিকে ঋণাত্মক বিচ্যুতিবিশিষ্ট দ্রবণের ক্ষেত্রে একটি সর্বোচ্চ বিন্দু বিদ্যমান।

✪ বিভিন্ন তরল–তরল দ্রবণের আংশিক পাতন ঃ (১) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের আংশিক পাতন দ্বারা উপাদানদ্বয় পৃথক করা যায়। (২) সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল–তরল দ্রবণকে আংশিক পাতিত করলে সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্কের সংযুক্তিবিশিষ্ট তরল–তরল দ্রবণ পাতিত হয়। একটি উপাদান (যা বেশি পরিমাণে বিদ্যমান) অবশেষ হিসেবে থাকে। (৩) সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল–তরল দ্রবণের আংশিক পাতনের সময় একটি উপাদান (যা বেশি পরিমাণে বিদ্যমান) পাতিত হয়। স্থির স্ফুটনাঙ্কের সংযুক্তিবিশিষ্ট দ্রবণ অবশেষ হিসেবে থাকে।

অনুশীলনী–৮ ঃ প্রশ্ন ব্যাংক

ক–বিভাগ ঃ রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন বা, জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরভিত্তিক প্রশ্ন

১। কোন্ কোন্ ধরনের দুটি তরল পরস্পরের সাথে মিশ্রণীয় বা অমিশ্রণীয় হয়?

২। দুটি তরলের মিশ্রণকে দ্রবণীয়তার ভিত্তিতে কয়ভাগে ভাগ করা যায়?

৩। (ক) বাষ্পচাপ অবনমনের রাউল্টের সূত্র কী? তা ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০০৯]

(খ) রাউল্টের সূত্রের প্রযোজ্যতা ও সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর। [ব. বো. ২০১১]

৪। তরল-তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে বাষ্পচাপ অবনমনের রাউল্টের সূত্র বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০০৭, সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৯]

৫। (ক) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ কী? এর বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১০]

(খ) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ দ্রবণের সংযুক্তির সাথে কিরূপে পরিবর্তিত হয় তা লেখচিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

৬। (ক) রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতির তরল-তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ-সংযুক্তি লেখচিত্র ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০]

(খ) রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতির তরল–তরল দ্রবণ কখন তৈরি হয়?

৭। (ক) রাউল্টের সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্র ব্যাখ্যা কর।

(খ) রাউল্টের সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতির তরল-তরল দ্রবণ কখন সৃষ্টি হয়?

৮। (ক) অনাদর্শ দ্রবণের আদর্শ অবস্থা হতে বিচ্যুতির কারণ লেখ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

(খ) কখন একটি আদর্শ দ্রবণ অনাদর্শ রূপে আচরণ করে? [ব. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৮]

(গ) আদর্শ আচরণ থেকে দ্রবণের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক বিচ্যুতির কারণ বর্ণনা কর। [য. বো. ২০১০]

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

৯। বিভিন্ন শ্রেণীর তরল-তরল দ্রবণের স্ফুটনাঙ্ক-সংযুক্তি লেখচিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

১০। (ক) আংশিক পাতন বলতে কী বুঝ? আংশিক পাতনের মূলনীতি সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর।
[ঢা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১]

(খ) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের পাতন লেখচিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

১১। (ক) রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন তরল–তরল দ্রবণের পাতন ব্যাখ্যা কর।

(খ) সর্বনিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল–তরল দ্রবণের পাতন ব্যাখ্যা কর।

১২। (ক) রাউল্টের সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতিবিশিষ্ট তরল-যুগল মিশ্রণের পাতন আলোচনা কর।

(খ) সর্বোচ্চ স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট তরল-তরল দ্রবণের পাতন লেখচিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

১৩। অংশীকরণ স্তম্ভ কী? এর ক্রিয়াকৌশল আলোচনা কর।

১৪। আংশিক পাতনের ব্যবহারিক প্রয়োগের ক্ষেত্রে অশোধিত পেট্রোলিয়াম অয়েলের উপাদানগুলো পৃথকীকরণ বর্ণনা কর।

খ-বিভাগ : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরভিত্তিক সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

১। মিশ্রণ ও দ্রবণ কাকে বলে? এদের মধ্যে মূল পার্থক্য কী?

২। সমসত্ত্ব মিশ্রণ কী? তরল–তরল সমসত্ত্ব মিশ্রণের উদাহরণ দাও।

৩। তরল যুগল সিস্টেমকে কয় শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়? এদের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ লেখ।

৪। (ক) রাউল্টের সূত্রের গাণিতিক সংজ্ঞা লেখ।

(খ) রাউল্টের সূত্রের বিকল্প বিবৃতিটি লেখ।

(গ) রাউল্টের সূত্রে তাপমাত্রা উল্লেখের প্রয়োজন নেই কেন?

(ঘ) তরল–তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে রাউল্টের সূত্রটি বিবৃত কর।

৫। (ক) বাষ্প চাপের আপেক্ষিক অবনমন কাকে বলে?

(খ) মোল ভগ্নাংশ কাকে বলে?

৬। রাউল্টের সূত্রমতে সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় তরল যুগল কয় শ্রেণীতে বিভক্ত?

৭। (ক) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের শর্ত বা বৈশিষ্ট্যসমূহ কী কী? [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৯]

(খ) অনাদর্শ দ্রবণ কী? অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণের শর্ত বা বৈশিষ্ট্যসমূহ কী কী? [সি. বো. ২০১০]

(গ) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ ও অনাদর্শ তরল-তরল দ্রবণ কী? আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ ও অনাদর্শ তরল-তরল দ্রবণের তিনটি পার্থক্য লেখ।

(ঘ) দেখাও যে, আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ এর সংযুক্তি পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়।

৮। (ক) দুটি তরলের মিশ্রণের বাষ্পে এদের আংশিক চাপ আদর্শ চাপ অপেক্ষা কেন বেশি হয়? এরূপ ক্ষেত্রের উদাহরণ দাও।

(খ) তরল–তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে আদর্শ আচরণ থেকে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক বিচ্যুতির কারণ বর্ণনা কর।
[কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]

৯। দুটি তরলের মিশ্রণের বাষ্পে এদের আংশিক চাপ আদর্শ চাপ অপেক্ষা কেন কম হয়? এরূপ ক্ষেত্রের উদাহরণ দাও।

১০। সাম্যাবস্থায় তরল যুগলের বিদ্যমান বাষ্পে কোন উপাদানের আনুপাতিক পরিমাণ বেশি থাকে? এরূপ একটি মিশ্রণের উদাহরণ দাও।

www.tb.com/fazlur.cox

Updated Bangla e-books (pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

১১। (ক) সমস্ফুটন মিশ্রণ কী? দুটি উদাহরণ দাও। [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৯, ২০১১; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]

(খ) সমস্ফুটন মিশ্রণের উপাদানসমূহকে আংশিক পাতনের সাহায্যে পৃথক করা যায় না কেন ? [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯, ২০১১; রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]

১২। (ক) সমস্ফুটন মিশ্রণের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ লেখ।

(খ) সমস্ফুটন পাতনের দুটি ব্যবহারিক প্রয়োগ উল্লেখ কর।

১৩। (ক) ইথানল ও পানির মিশ্রণকে আংশিক পাতন দ্বারা বিশোধন কালে 95.6% এর অধিক ঘনমাত্রার অ্যালকোহল দ্রবণ তৈরি করা যায় না কেন?

(খ) সমস্ফুটন পাতন প্রণালীতে প্রাপ্ত রেক্‌টিফাইড স্পিরিট থেকে কীভাবে নির্জলা অ্যালকোহল বা 100% বিশুদ্ধ ইথানল পাওয়া যায়? [**উত্তর সংকেত ঃ** রসায়ন ২য় পত্রের ৭.৭.১ অনুচ্ছেদের ২(ক) দ্রষ্টব্য]

১৪। অংশীকরণ স্তম্ভ বা অংশ-কলাম বলতে কী বুঝ?

১৫। অশোধিত পেট্রোলিয়াম কী?

গ–বিভাগ ঃ প্রয়োগ দক্ষতা স্তরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যা–৮

সমীকরণ ঃ (1) $P_A = P_A^0 \times x_{A(l)}$; $P_B = P_B^0 \times x_{B(l)}$, $P = (P_A + P_B)$

(2) $P_A = P \times x_{A(v)}$ $P_B = P \times x_{B(v)}$

১। 300 K তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ তরল A এর বাষ্পচাপ 20 kPa হয়। একই তাপমাত্রায় B নামক দ্বিতীয় তরলে দ্রবীভূত অবস্থায় তরল A-এর বাষ্পচাপ 14 kPa হয়। এ আদর্শ দ্রবণে A এর মোল ভগ্নাংশ নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** 0.7]

২। 298 K তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ ইথানলের বাষ্পচাপ 5.33 kPa হয়। একই তাপমাত্রায় পানি ও ইথানলের দ্রবণে ইথানলের বাষ্পচাপ 4.27 kPa হলে ঐ দ্রবণের মোল ভগ্নাংশ সংযুক্তি নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** $C_2H_5OH = 0.8$; পানি $= 0.2$]

৩। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় মিথানল ও ইথানলের বাষ্প-চাপ যথাক্রমে 22 kPa ও 16.66 kPa । ঐ তাপমাত্রায় 80 g মিথানল ও 57.5 g ইথানলের একটি আদর্শ দ্রবণের মোট বাষ্প-চাপ কত হবে?

[**উত্তর ঃ** 20.24 kPa (প্রায়)] [রা. বো. ২০০২]

৪। 64 g মিথানল (CH_3OH) ও 46 g ইথানল (C_2H_5OH) মিশিয়ে একটি আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ তৈরি করা হল। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ মিথানল ও ইথানলের বাষ্পচাপ যথাক্রমে 81 kPa এবং 45 kPa হলে তখন দ্রবণের উপরে মোট বাষ্পচাপ কত হবে এবং বাষ্পে মিথানলের মোল ভগ্নাংশ কত হবে?

[**উত্তর ঃ** 69 kPa, 0.783]

৫। 50°C তাপমাত্রায় টলুইন ও হেক্সেনের বাষ্পচাপ যথাক্রমে 141 mm (Hg) ও 93 mm (Hg)। যে সংযুক্তিতে উভয়ের আংশিক বাষ্পচাপ সমান হয়, তা নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** টলুইন = 0.3974; হেক্সেন = 0.6026]

৬। (ক) বেনজিন ও টলুইন একটি আদর্শ দ্রবণ তৈরি করে। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বেনজিন ও টলুইনের বাষ্পচাপ যথাক্রমে 150 mm (Hg) ও 50 mm (Hg) । যে দ্রবণে সমান ভরের বেনজিন ও টলুইন উপস্থিত আছে, তার মোট বাষ্পচাপ নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 104.1 mm (Hg)]

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

(খ) বেনজিন ও টলুইন একটি আদর্শ দ্রবণ তৈরি করে। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বেনজিন ও টলুইনের বাষ্পচাপ যথাক্রমে 20.0 kPa এবং 6.67 kPa। যে দ্রবণে সমান ভরের বেনজিন ও টলুইন অবস্থিত আছে, তার মোট চাপ নির্ণয় কর। [উত্তর : 13.88 kPa] [রা. বো. ২০০৮]

৭। 25°C তাপমাত্রায় দুটি তরল–এর বাষ্পচাপ যথাক্রমে 15 kPa ও 40 kPa। ঐ তাপমাত্রায় 1 মোল A এবং 5 মোল B এর একটি আদর্শ মিশ্রণের বাষ্পচাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তর : 35.83 kPa]

৮। হেক্সেন ও হেপ্টেন একটি আদর্শ তরল-তরল মিশ্রণ গঠন করে। 30°C তাপমাত্রায় হেক্সেনের বাষ্পচাপ 30 kPa এবং হেপ্টেনের বাষ্পচাপ 12 kPa হয়। হেক্সেন ও হেপ্টেনের একটি সমমোলার মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ ও মিশ্রণের উপরিস্থিত বাষ্পে হেপ্টেনের মোল ভগ্নাংশ নির্ণয় কর। [উত্তর : 21 kPa; 0.286]

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক–বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্ন

১। পরস্পর মিশ্রণীয় দুটি তরল A ও B আদর্শ দ্রবণ তৈরি করে। এ দ্রবণটি তরল–তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য রাউল্টের সূত্র মেনে চলে। 75°C তাপমাত্রায় উভয় তরলের বাষ্পচাপ যথাক্রমে P_A° ও P_B° হয়। এক্ষেত্রে তরল A অধিক উদ্বায়ী।

(ক) দ্রবণের উপাদানের মোল ভগ্নাংশ কী? ১

(খ) তরল–তরল দ্রবণের ক্ষেত্রে বাষ্পচাপ অবনমনের রাউল্টের সূত্রটি লেখ এবং গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ২

(গ) উদ্দীপক মতে উভয় তরলের বিভিন্ন মোল ভগ্নাংশকে X-অক্ষ এবং P_A° ও P_B° কে Y-অক্ষ ধরে মিশ্রণের উপাদানের আংশিক বাষ্পচাপ ও মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ লেখচিত্র অঙ্কন কর। মোল ভগ্নাংশের পরিবর্তনে মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ P পরিবর্তিত হয় তা লেখচিত্র থেকে ব্যাখ্যা কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক মতে, তরল A ও B যথাক্রমে বেনজিন ও টলুইন হলে তখন দ্রবণটি আদর্শ দ্রবণ হবে কীনা ব্যাখ্যা কর। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বেনজিন ও টলুইনের বাষ্পচাপ যথাক্রমে 20 kPa এবং 6.67 kPa। ঐ তাপমাত্রায় যে দ্রবণে সমান ভরের বেনজিন ও টলুইন আছে, ঐ মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ গণনা কর। [উঃ 13.88 kPa] ৪

২। রাউল্টের সূত্র থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতির ও ঋণাত্মক বিচ্যুতির অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণের বেলায় বাষ্পচাপ–সংযুক্তি লেখচিত্রে যথাক্রমে একটি সর্বোচ্চ বিন্দু ও সর্বনিম্ন M বিন্দু থাকে। এ M বিন্দুতে উভয় তরলের নির্দিষ্ট সংযুক্তি একটি সম্ফুটন মিশ্রণ তৈরি করে।

(ক) আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ কী? ১

(খ) n-হেক্সেন ও n-হেপ্টেনের মিশ্রণ এবং ইথানল ও পানির মিশ্রণ দুটির মধ্যে কোন্‌টি আদর্শ দ্রবণ ও কোন্‌টি অনাদর্শ তরল–তরল দ্রবণ তা যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকের মতে, অনাদর্শ উভয় শ্রেণীর তরল–তরল দ্রবণের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন M বিন্দু দ্বারা কী অর্থ প্রকাশ পায় তা উদাহরণ সহকারে লেখচিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক মতে, সমস্ফুটন মিশ্রণ কী? এ মিশ্রণের দুটি উদাহরণ দাও। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় মিথানল ও ইথানলের বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22kPa ও 16.66 kPa। ঐ তাপমাত্রায় 80 g মিথানল ও 57.5g ইথানলের একটি আদর্শ দ্রবণের মোট বাষ্প–চাপ কত হবে? [উঃ 20.24kPa] ৪

www.boi.com/tanbir.cox

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

৩। চিনিকলে গাঢ়ীকৃত ইক্ষুরস থেকে চিনির কেলাস পৃথক করার পর প্রাপ্ত মাতৃদ্রবণ বা ' মোলাসেস'–এ প্রায় 30 – 32% চিনি থাকে। এই 'মোলাসেস' থেকে ফারমেন্টেশন প্রক্রিয়ায় 6 – 10% ইথানল তৈরি করা হয়। আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় ইথানলের গাঢ়ীকরণ কালে 'রেক্‌টিফাইড স্পিরিট নামে' 95.6% ইথানল ও 4.4% পানির একটি মিশ্রণ পাতিত তরলরূপে পাওয়া যায়; এটি একটি তরল–তরলের সমস্ফুটন মিশ্রণ। এটি রাউল্টের সূত্র মতে তরল–তরল অনাদর্শ দ্রবণ।

(ক) সমস্ফুটন মিশ্রণ কী? ১

(খ) কখন দুটি তরল সমস্ফুটন মিশ্রণ তৈরি করে তা ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপক মতে, আংশিক পাতন কী? আংশিক পাতনের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক মতে, অনাদর্শ দ্রবণের বৈশিষ্ট্য কী? 25°C তাপমাত্রায় ক্লোরোফরম ($CHCl_3$) কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) এর বাষ্পচাপ যথাক্রমে 199.1mm (Hg) ও 114.5mm (Hg) । উভয় তরল আদর্শ দ্রবণ তৈরি করে। ঐ মিশ্রণে প্রতিটি উপাদান 1 mol হলে, তবে (১) দ্রবণের মোট বাষ্পচাপ কত? (২) মিশ্রণের বাষ্পীয় অবস্থায় প্রতিটি উপাদানের মোল ভগ্নাংশ সংযুক্তি গণনা কর। ৪

৪। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় মিথানল ও ইথানলের বাষ্প চাপ যথাক্রমে 81 kPa এবং 45 kPa হয়। ঐ তাপমাত্রায় 64g মিথানল ও 46 g ইথানল মিশিয়ে একটি আদর্শ তরল তরল দ্রবণ তৈরি করা হল। তুমি আংশিক পাতন দ্বারা মিথানলকে পৃথক করে অবশিষ্ট ইথানলে পানি মিশিয়ে আবার পাতন করতে গিয়ে দেখলে এ ইথানল পানির মিশ্রণটি সম্ফুটন মিশ্রণ তৈরি করে এবং রাউল্টের সূত্র থেকে বিচ্যুতি দেখায়।

(ক) পোলার দ্রাবক কী ১

(খ) বাষ্পচাপ অবনমনের রাউল্টের সূত্রটি কী? তা ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপক মতে, আদর্শ তরল–তরল দ্রবণটির মোট বাষ্প চাপ এবং ঐ বাষ্পে মিথানলের মোল ভগ্নাংশ কত হবে গণনা কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক মতে, ২য় তরল–তরল মিশ্রণটি রাউল্টের সূত্র থেকে কী প্রকারের বিচ্যুতি দেখাবে তা ঐ দ্রবণের উপাদানের বৈশিষ্ট্য সহকারে ব্যাখ্যা কর। পাতন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত সম্ফুটন মিশ্রণটির সংযুক্তি ও স্ফুটনাঙ্ক কত? এ মিশ্রণটির উপাদান পৃথকীকরণ আলোচনা কর। ৪

খ–বিভাগ ঃ সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ–১ MCQ ঃ সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) ঃ জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরভিত্তিক ঃ

১। অনুদ্বায়ী ও তড়িৎ অবিশ্লেষ্য কঠিন দ্রবের দ্রবণ রাউল্টের সূত্র মেনে চলে, দ্রবণটি যখন–

(ক) লঘু দ্রবণ (খ) গাঢ় দ্রবণ (গ) সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় হয় (ঘ) কোনটি নয়

২। রাউল্টের সূত্র মতে, দ্রবণের ঘনমাত্রার একক হল ঃ

(ক) মোলার দ্রবণ (খ) মোল ভগ্নাংশ (গ) মোলাল দ্রবণ (ঘ) শতকরা ঘনমাত্রা

৩। দুটি তরল আদর্শ দ্রবণ তৈরি করে, যখন উভয় তরল–

(ক) তড়িৎ বিশ্লেষ্য (খ) দুটি তরল অনুরূপ প্রকৃতির হয়

(গ) পোলার ও অপোলার হয় (ঘ) তড়িৎ অবিশ্লেষ্য

৪। আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুতির কালে দ্রবণে মোট আয়তনের কী পরিবর্তন ঘটে?

(ক) $\Delta V = 0$ (খ) ΔV = ধনাত্মক (গ) ΔV = ঋণাত্মক (ঘ) কোনটি নয়

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

৫। আদর্শ তরল–তরল দ্রবণ তৈরিতে মিশ্রণের তাপীয় পরিবর্তন কীরূপ হয়?

(ক) ΔH = ধনাত্মক (খ) ΔH = ঋণাত্মক (গ) $\Delta H = 0$ (ঘ) ΔV = ঋণাত্মক

৬। মিথানল (A) ও ইথানলের (B) স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 65°C ও 78.3°C হয়। উভয় তরলের সমমোলার মিশ্রণকে 60°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে এদের মিশ্রিত বাষ্পে কোন্ উপাদানের মোল ভগ্নাংশ বেশি হবে?

(ক) $X_{A(V)} > X_{B(V)}$ (খ) $X_{B(V)} > X_{A(V)}$ (গ) $X_{A(V)} = X_{B(V)}$ (ঘ) যে কোনটি

৭। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দুটি তরল A এর বাষ্পচাপ, $P^{\circ}_{A} = 0.8$ atm এবং B এর বাষ্পচাপ, $P^{\circ}_{B} = 0.7$ atm. উভয়ের আদর্শ দ্রবণে A এর মোল ভগ্নাংশ 0.6 এবং B এর মোল ভগ্নাংশ 0.4। রাউল্টের সূত্র মতে ঐ তরল–তরল মিশ্রণের মোট বাষ্পচাপ কত হবে?

(ক) 0.42 atm (খ) 0.76 atm (গ) 0.32 atm (ঘ) 0.70 atm

৮। সমস্ফুটন মিশ্রণের উপাদানদ্বয়কে কীরূপে পৃথক করা যায়?

(ক) আংশিক পাতনে (খ) নিম্নচাপ পাতনে

(গ) একাধিক সমস্ফুটন মিশ্রণ তৈরি করে (ঘ) সাধারণ পাতনে

৯। রাউল্টের সূত্র মতে দ্রবণস্থ দ্রাবকের বাষ্পচাপ সম্পর্কিত সমীকরণ কোন্টি?

(ক) $P = P^{\circ} \times x_1$, (খ) $P = P^{\circ} \times x^2$ (গ) $P = P^{\circ} \times x_1 \times x_2$ (ঘ) $P = kx^2$

১০। কোন্টি আদর্শ তরল–তরল দ্রবণের উদাহরণ?

(ক) পানি –ইথানল (খ) পানি – $CHCl_3$ (গ) পেন্টেন–হেক্সেন (ঘ) পানি – CCl_4

১১। নিচের কোন্টি সর্বনিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট সমস্ফুটন্ মিশ্রণ?

(ক) 56.1% অ্যাসিটোন + 43.9% ক্লোরোফরম (খ) 68.2% HNO_3 (aq)

(গ) 20.2%HCl (aq) (ঘ) 95.6% C_2H_5OH+ 4.4%H_2O

১২। পেট্রোলিয়াম তেলের আংশিক পাতনে কোন্ ধরনের অংশীকরণ কলাম ব্যবহৃত হয়?

(ক) বিড অংশ কলাম (খ) বাল্‌ব অংশ কলাম (গ) বাব্‌ল অংশ কলাম (ঘ) সাধারণ কলাম

১৩। রাউল্টের মূল সূত্রের কঠিন দ্রব্যটি কোন্ প্রকৃতির –

(ক) উদ্বায়ী (খ) অনুদ্বায়ী

(গ) তড়িৎ বিশ্লেষ্য (ঘ) অনুদ্বায়ী ও তড়িৎ অবিশ্লেষ্য

১৪। রেক্‌টিফাইড স্পিরিট (95.6% ইথানল +4.4% পানি) এর সাথে কী মিশিয়ে পাতন করলে বিশুদ্ধ ইথানল পাওয়া যায়?

(ক) $Ca(OH)_2$ (খ) CaO (গ) মিথানল (ঘ) $CHCl_3$

১৫। রেক্‌টিফাইড স্পিরিট (95.6% ইথানল + 4.4% পানি) এর সাথে কোন্ তরল মিশিয়ে পাতন করলে বিশুদ্ধ ইথানল পাওয়া যায়?

(ক) বেনজিন (খ) টলুইন (গ) মিথানল (ঘ) CCl_4

খ – ১ MCQ এর উত্তরমালা : ১। ক, ২। খ, ৩। খ, ৪। ক, ৫। গ, ৬। ক, ৭। খ, ৮। গ, ৯। ক, ১০। গ, ১১। ঘ, ১২। গ, ১৩। ঘ, ১৪। খ, ১৫। ক।

www.fb.com/tanvir.cox