



তরল-তরল দ্রবণ (Liquid-Liquid Solution)

ভূমিকা

দ্রবণ বিভিন্ন অবস্থায় থাকতে পারে। যেমন গ্যাস, তরল ও কঠিন। দ্রবণের সঙ্গে দ্রব ও দ্রাবকের ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক। তরলে গ্যাসীয় ও কঠিন পদার্থের দ্রবণের বেলায় গ্যাস ও কঠিন পদার্থকে দ্রব ধরা হয়। অন্যান্য ক্ষেত্রে দুইটির মধ্যে যেটির পরিমাণ কম তাকে দ্রব ও অন্যটিকে দ্রাবক ধরা হয়। চিনির সরবতে এবং NaCl এর দ্রবণে যথাক্রমে চিনি ও লবন (NaCl) কে দ্রব এবং পানিকে দ্রাবক ধরা হয়।

বাতাস গ্যাস সমূহের সমসত্ত্ব মিশ্রণ। এটাকে বিভিন্ন গ্যাসের নাইট্রোজেনে দ্রবণ বলার চেয়ে মিশ্রণ নামই প্রচলিত। ইথানল পানিতে সকল মাত্রায় দ্রব্য। তাই পানিতে ইথানল দ্রবীভূত হয়ে সর্বতোভাবে মিশ্রণীয় দুইটি তরলের দ্রবণ তৈরী করে। এই দুইটি তরলের যে কোন একটি দ্রাবক বা দ্রব বলে বিবেচিত হতে পারে। সোনা-রূপার সঙ্কর (alloy) একটি কঠিন অবস্থায় বিরাজমান দ্রবণ (Solid-solution)। অধিকাংশ সঙ্করই (alloy) এইরূপ।

দুইটি তরল পদার্থ সম্পূর্ণভাবে না মিশে যদি তরল স্তর (layer) সৃষ্টি করে তবে তাদেরকে অমিশ্রণীয় বলে। যেমন বেনজিন-পানি, ক্লোরোফর্ম-পানি সিসটেম। আবার ফিনোল-পানি সিসটেমে তরল স্তর সৃষ্টি হওয়ার পূর্বে সামান্য ফিনল পানিতে দ্রবীভূত হয়। এখানে ফিনল-পানিতে আংশিক মিশ্রণীয়। আংশিক মিশ্রণীয় (Partially miscible) ও অমিশ্রণীয় তরল সিসটেমের বৈশিষ্ট হলো তাপমাত্রা বাড়ালে আংশিক মিশ্রণীয় সিসটেম মিশ্রণীয় হয়ে সমসত্ত্ব দ্রবণ তৈরী করবে। অমিশ্রণীয় দ্রবণ তাপের ফলে এমন মিশ্রণ তৈরী করতে পারে যার স্কটনাঙ্ক ভিন্ন। আংশিক মিশ্রণীয় দ্রবণ হচ্ছে একটি সম্পৃক্ত (saturated) দ্রবণ।

এ ইউনিটে আমরা তরল-তরল সমসত্ত্ব দ্রবণ নিয়েই বেশী আলোচনা করবো।

পাঠ ১ রাউল্টের সূত্র (Raoult's law)

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- রাউল্টের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- রাউল্টের সূত্রের ভিত্তিতে কিছু সমস্যার সমাধান করতে পারবেন।

৮.১.১: বাষ্পচাপ অবনমনের রাউল্টের সূত্র (Raoult's law of lowering of vapour pressure)

কোন তরল দ্রাবকে কোন অনুদ্রায়ী এবং অতড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রব দ্রবীভূত হলে তরল দ্রাবকের বাষ্পচাপের হ্রাস বা অবনমন ঘটে, অর্থাৎ বিশুদ্ধ তরলের বাষ্পচাপ অপেক্ষা দ্রবণের বাষ্পচাপ কম হয়। ব্যাপক গবেষণা চালিয়ে বিজ্ঞানী রাউল্ট বাষ্পচাপের অবনমনের সাথে দ্রবণের ঘনমাত্রার সম্পর্ক নির্ণয় করে একট সূত্রের অবতারণা করেন। সূত্রটি রাউল্টের বাষ্পচাপ অবনমনের সূত্র নামে পরিচিত। সূত্রটি নিম্নরূপ-

সূত্রঃ “অনুদ্রায়ী ও অতড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবের উপস্থিতিতে দ্রাবকের বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমন দ্রবণে উপস্থিত দ্রবের মোল ভগ্নাংশের সমান।”

ব্যাখ্যাঃ দ্রব জনিত দ্রাবকের বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমন বলতে দ্রাবকের বাষ্পচাপের অবনমন ও বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপের অনুপাতকে বুঝায়।

মনে করি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপের বাষ্পচাপ P_o , এবং দ্রবণের বাষ্পচাপ P । তাহলে

দ্রাবকের বাষ্পচাপের অবনমন হল $(P_o - P)$ এবং বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমন হল $\frac{P_o - P}{P_o}$

যদি দ্রবণে n_1 এবং n_2 যথাক্রমে দ্রাবক ও দ্রবের মোল সংখ্যা হয়, তাহলে মোল ভগ্নাংশের সংজ্ঞা অনুসারে

দ্রবের মোল ভগ্নাংশ, $x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$

সুতরাং রাউল্টের সূত্রটি গণিতের ভাষায় নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়।

$$\frac{P_o - P}{P_o} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = x_2 \dots \dots \dots (8.1)$$

লঘু দ্রবণের n_1 এর তুলনায় n_2 খুব ছোট হয়, সেক্ষেত্রে n_2 কে অগ্রাহ্য করা যায়, অর্থাৎ $n_1 + n_2 \cong n_1$ ধরা যায়। তাই খুব লঘু দ্রবণের জন্য রাউল্টের সূত্রকে নিম্নরূপে লিখা যায়।

$$\frac{P_o - P}{P_o} = \frac{n_2}{n_1} \dots \dots \dots (8.2)$$

৮.১.২: রাউল্টের সূত্রের বিকল্প বর্ণনা

রাউল্টের সূত্রটিকে বিকল্পভাবে প্রকাশ করা যায়। এ সূত্রানুসারে দ্রবণের বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমন দ্রবের মোল ভগ্নাংশের সমান।

$$\text{বা } \frac{P_o - P}{P_o} = x_2$$

এখানে,

P_o = বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপ

P = একই তাপমাত্রায় দ্রবণের বাষ্পচাপ

x_2 = দ্রবের মোল ভগ্নাংশ

সমীকরণটিকে পূর্ববিন্যস্ত করে লিখা যায়,

$$1 - \frac{P_o - P}{P_o} = 1 - x_2$$

$$\text{বা } \frac{P}{P_o} = 1 - x_2 \dots \dots \dots (8.3)$$

যদি দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ = x_1 এবং দ্রবের মোল ভগ্নাংশ = x_2 হয়,

তবে দ্রবণের মোল ভগ্নাংশ $x_1 + x_2 = 1$

$$\text{বা } x_1 = 1 - x_2$$

$$\text{সুতরাং (8.3) নম্বর সমীকরণটি হবে, বা } \frac{P}{P_o} = x_1 \dots \dots \dots (8.4)$$

$$\text{বা } P = P_o x_1 \dots \dots \dots (8.5)$$

অর্থাৎ, কোন তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ বিশুদ্ধ দ্রাবকের বাষ্পচাপ ও মোল ভগ্নাংশের গুণফলের সমান।

আবার নির্দিষ্ট উষ্ণতায় দ্রাবকের বাষ্পচাপ P_o ধ্রুবক থাকে। সুতরাং (8.5) নম্বর সমীকরণটি লেখা যায়, $P_o \propto x_1$

অর্থাৎ, কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন দ্রবণের বাষ্পচাপ দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশের সমানুপাতিক।

বাষ্পচাপের অবনমন একটি কলিগেটিভ ধর্ম। এটি একটি ভৌত ধর্ম যা দ্রবণে দ্রবের কণার (আয়ন বা অনু) সংখ্যার উপর নির্ভর করে। স্ফুটনাংকের উন্নয়ন, হিমাঙ্কের অবনমন, অসমোটিক চাপ অন্য তিনটি কলিগেটিভ ধর্ম।

৮.১.৩: বাষ্পচাপ অবনমন হতে দ্রবের আণবিক ওজন নির্ধারণ

কোন বিশুদ্ধ দ্রাবকে অনুযায়ী দ্রব যোগ করলে দ্রাবকের বাষ্পচাপের যে অবনমন ঘটে তা পরিমাপ করে দ্রবের আণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়।

বাষ্পচাপ অবনমনের রাউল্টের সূত্রানুসারে, দ্রাবকের বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমন দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোল ভগ্নাংশের সমান। অর্থাৎ

$$\frac{P_o - P}{P_o} = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

এখানে, P_o ও P হল যথাক্রমে দ্রাবক ও দ্রবণের বাষ্পচাপ এবং n_1 এবং n_2 হল যথাক্রমে দ্রাবক ও দ্রবের মোল সংখ্যা।

লঘু দ্রবণের ক্ষেত্রে n_1 এর তুলনায় n_2 এর মান কমে বলে উপরোক্ত সমীকরণটি দাঁড়ায়,

$$\frac{P_o - P}{P_o} = \frac{n_2}{n_1}$$

যদি আণবিক M_1 ওজন বিশিষ্ট W_1 গ্রাম দ্রাবকে M_2 আণবিক ওজন বিশিষ্ট W_2 গ্রাম দ্রব দ্রবীভূত থাকে তাহলে

$$n_1 = \frac{W_1}{M_1} \text{ এবং } n_2 = \frac{W_2}{M_2} \text{ হয়।}$$

$$\text{সুতরাং, } \frac{P_o - P}{P_o} = \frac{W_2 / M_2}{W_1 / M_1} = \frac{W_2 \times M_1}{W_1 \times M_2}$$

$$\therefore M_2 = \frac{\frac{W_2 \times M_1}{W_1}}{\frac{P_o - P}{P_o}}$$

সুতরাং, P_o , P , W_1 , W_2 , M_1 এ পদগুলোর মান জানা থাকলে দ্রবের আণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়।

৮.১.৪: রাউল্টের সূত্রের প্রযোজ্যতা ও সীমাবদ্ধতা

প্রযোজ্যতাঃ

১. অনুদ্বারী এবং অতড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবের লঘু দ্রবণ রাউল্টের সূত্র মেনে চলে।
২. দ্রবণ যত বেশি লঘু হবে, তত সঠিকভাবে সূত্রটি মেনে চলবে।
৩. এ সূত্রের সাহায্যে দ্রবণে উপস্থিত অজানা দ্রবের আণবিক ভর নির্ণয় করা যায়।

সীমাবদ্ধতাঃ

১. দ্রব উদ্বায়ী ও তড়িৎ বিশ্লেষ্য হলে সূত্রটি প্রযোজ্য হবে না।
২. দ্রবণের ঘনমাত্রা অধিক হলে এ সূত্র প্রযোজ্য হয় না।
৩. দ্রব ও দ্রাবক যুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করলে এ সূত্র প্রযোজ্য হবে না।
৪. দ্রবণে দ্রবের সংযোজন বা বিয়োজন হলেও সূত্রটি প্রযোজ্য হবে না।
৫. রাউল্টের সূত্রে তাপমাত্রার কোন উল্লেখ নেই, কারণ- কোন নির্দিষ্ট দ্রবণের ক্ষেত্রে বাষ্পচাপের আপেক্ষিক অবনমনের মান সব তাপমাত্রায়ই সমান হয়ে থাকে।

৮.১.৫: আদর্শ ও অনাদর্শ দ্রবণ

যে সব দ্রবণ সকল তাপমাত্রায় এবং যে কোন সংযুক্তিতে রাউল্টের সূত্র সম্পূর্ণভাবে মেনে চলে তাদের আদর্শ দ্রবণ বলে।

আদর্শ দ্রবণের বৈশিষ্ট্য হলো-

১. এ দ্রবণের অণুসমূহের মধ্যে কোন আন্তঃঅণু ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বা মিথক্রিয়া হয়না।
২. এ দ্রবণের উপাদানগুলোর মিশ্রণের ফলে আয়তনের কোন সংকোচন বা প্রসারণ ঘটে না। অর্থাৎ উপাদানদ্বয় মিশ্রিত করলে সৃষ্ট দ্রবণের আয়তন (V) উপাদানদ্বয়ের নিজ নিজ আয়তনের (V_A , V_B) সমষ্টির সমান।
অর্থাৎ $V = V_A + V_B$
৩. এ দ্রবণ প্রস্তুতকালে কোন তাপ শোষিত বা নির্গত হয় না। অর্থাৎ দ্রবণ তাপ শূন্য হয়। অর্থাৎ $\Delta H = 0$
৪. আদর্শ দ্রবণের অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল সমান হবে। যেমন A ও B দুটি তরল আদর্শ দ্রবণ উৎপন্ন করলে তাতে A-A, B-B এবং A-B আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল সমান হবে।

যে সব দ্রবণে আদর্শ দ্রবণের বৈশিষ্ট্যগুলো অনুপস্থিত থাকে এবং রাউল্টের সূত্র অনুসরণ করে না তাদেরকে অনাদর্শ দ্রবণ বলে। অনাদর্শ দ্রবণে A-B এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল উপাদান A-A এবং B-B এর গড় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল থেকে ভিন্ন হয়। আদর্শ দ্রবণ থেকে অনাদর্শ দ্রবণের এ বিচ্যুতি দু'প্রকার।

- (i). ধনাত্মক বিচ্যুতিঃ A-B এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল যদি উপাদান A-A এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল এবং B-B এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল এর গড় মান অপেক্ষা কম হয় তখন মিশ্রণের ফলে A ও B এর অণুসমূহ অধিকতর সহজে বাষ্পায়িত হয়। এক্ষেত্রে তরল দ্রবণের বাষ্পচাপ রাউল্টের সূত্র থেকে হিসাবকৃত বাষ্পচাপের মান থেকে বেশি হয়।
- (ii). ঋনাত্মক বিচ্যুতিঃ A-B এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল যদি উপাদান A-A এবং B-B উপাদান এর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল এর গড় মান অপেক্ষা বেশি হয় তখন মিশ্রণের ফলে A ও B উভয় উপাদানের অণুসমূহ অধিকতর জোরালোভাবে আকৃষ্ট হয়। ফলে A ও B এর মিশ্রণকে বাষ্পায়িত করা দুরূহ হয়ে পড়ে। এ ক্ষেত্রে দ্রবণের বাষ্পচাপ রাউল্টের সূত্র থেকে হিসাবকৃত বাষ্পচাপের মান হতে কম হয়।

সারসংক্ষেপ

- দুই বা ততোধিক পদার্থের সমসত্ত্ব মিশ্রণকে দ্রবণ বলে। অ্যালয় সঙ্কর (alloy) দ্রবণের কঠিন অবস্থা। বাতাস বিভিন্ন গ্যাসের সমসত্ত্ব মিশ্রণ। দুই পদার্থের দ্রবণে যে পদার্থটির পরিমাণ বেশী তাকে দ্রাবক (solvent) এবং অন্যটিকে দ্রব বলা হয় (solute)।
- যে সব দ্রবণ সকল তাপমাত্রায় এবং যে কোন সংযুক্তিতে রাউল্টের সূত্র সম্পূর্ণভাবে মেনে চলে তাদের আদর্শ দ্রবণ বলে।
- যে সব দ্রবণে আদর্শ দ্রবণের বৈশিষ্ট্যগুলো অনুপস্থিত থাকে এবং রাউল্টের সূত্র অনুসরণ করে না তাদেরকে অনাদর্শ দ্রবণ বলে।
- কোন বিশুদ্ধ দ্রাবকে অনুযায়ী দ্রব যোগ করলে দ্রাবকের বাষ্পচাপের যে অবনমন ঘটে তা পরিমাপ করে দ্রবের আণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সঠিক উত্তরে টিক চিহ্ন (✓) দিন

(১) ওর স্যালাইন তৈরীর দ্রব্যাদি

- (ক) একটি কঠিন অবস্থার দ্রবণ,
- (খ) পানিতে অসমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরী করে
- (গ) গ্লুকোজ দ্রবণের একটি কঠিন অবস্থা।
- (ঘ) বিভিন্ন কঠিন পদার্থের অসমসত্ত্ব মিশ্রণ।

(২) রাউলের সূত্র মান্যকারী দ্রবণ একটি

- (ক) আদর্শ দ্রবণ,
- (খ) অনাদর্শ দ্রবণ
- (গ) মিশ্রিত দ্রবণ
- (ঘ) কঠিন অবস্থার দ্রবণ

(৩) A ও B দুইটি তরল পদার্থ এরা সম্পূর্ণ মিশ্রণীয় তরল দ্রবণ তৈরী করে। রাউলের সূত্র এ দ্রবণের জন্য প্রযোজ্য হবে যখন

- (ক) A অণু সমূহের মধ্যে আকর্ষণ সর্বাধিক
- (খ) B অণু সমূহের মধ্যে আকর্ষণ সর্বাধিক
- (গ) A ও B এর অণু সমূহের মধ্যে আকর্ষণ সর্বাধিক
- (ঘ) A অণুসমূহের পরস্পর আকর্ষণ বল = B অণুসমূহের পরস্পর আকর্ষণ বল = A ও B অণুসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বল

(৪) একটি অনুদ্রায়ী কঠিন পদার্থ পানিতে দ্রবীভূত হলে

- (ক) পানির বাষ্পচাপ বেড়ে যায়
- (খ) পানির বাষ্পচাপ কমে যায়
- (গ) পানির বাষ্পচাপ অপরিবর্তিত থাকে
- (ঘ) কঠিন পদার্থটি উদ্রায়ী মিশ্রণ সৃষ্টি করে।

পাঠ ২

বাস্প চাপ-সংযুক্তি এবং তাপমাত্রা-সংযুক্তির লেখচিত্র

(Vapour pressure-composition and temperature composition curves)

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- বাস্পচাপ-সংযুক্তি ও তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- অনাদর্শ মিশ্রনের বিচ্যুতির প্রকৃতি বর্ণনা করতে পারবেন।
- তাপমাত্রা বা চাপ, বাস্প চাপ-সংযুক্তি অথবা তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখ চিত্রকে প্রভাবিত করে তা বর্ণনা করতে পারবেন।

৮.২.১ আদর্শ দ্রবণের বাস্প ও তরল ফেজ (phase)।

A ও B মিশ্রিত হয়ে আদর্শ দ্রবণ তৈরী করে। তরল ফেজে এদের মোল ভগ্নাংশ যথাক্রমে $x_A(1)$ ও $x_B(1)$ । বাস্প ফেজে A ও B এর ঘনমাত্রা ভিন্ন হবে। যদি $x_A(v)$ ও $x_B(v)$

$$\frac{x_A(v)}{x_B(v)} = \frac{P_A}{P_B} = \frac{P_A^\circ x_A(1)}{P_B^\circ x_B(1)}$$

A, B এর তুলনায় বেশী উদ্বায়ী (Volatile) হলে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় $P_A^\circ > P_B^\circ$ এবং

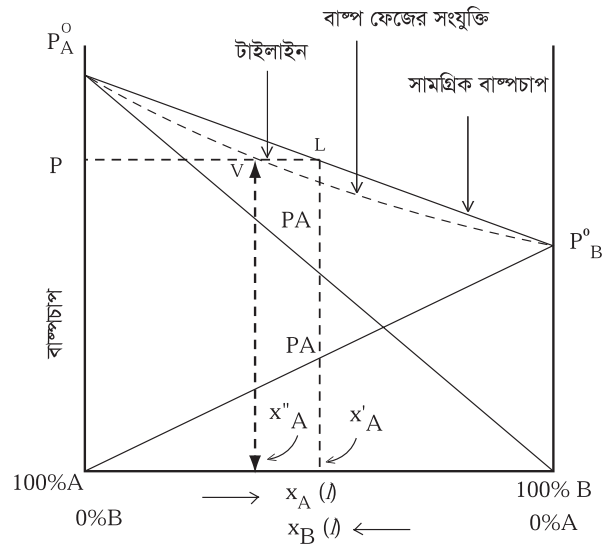
$$\frac{x_A(v)}{x_B(v)} > \frac{x_A(1)}{x_B(1)}$$

অর্থাৎ বাস্প ফেজে অধিক পরিমাণে A থাকবে।

A ও B দ্রবণের বিভিন্ন সংযুক্তিতে দ্রবণের উপরের সম্পৃক্ত বাস্পের সংযুক্তি চিত্র ৮.৩-এ দেখানো হলো। সামগ্রিক বাস্প চাপ আংশিক বাস্প চাপ P_A ও P_B এর সমষ্টি। তীর চিহ্ন দিয়ে বৃদ্ধির দিক নির্দেশ করা হয়েছে। যখন সামগ্রিক বাস্প চাপ P তখন, তরল ফেজের সংযুক্তি নির্দেশ করা হয়েছে। V দিয়ে বাস্প ফেজের সংযুক্তি দেখানো হয়েছে। VL রেখাকে টাই লাইন (Tie line) বলা হয়।

দুই ফেজ সাম্যাবস্থা বিশিষ্ট (তরল ও বাস্প) সিস্টেমে টাই লাইন তরল ফেজের যে সংযুক্তি সেই মোতাবেক বাস্প ফেজের সংযুক্তি দেখায়। একই ভাবে এ লাইন বাস্প ফেজের সংযুক্তি মোতাবেক তরল ফেজের সংযুক্তি দেখায়।

চিত্র অনুযায়ী $P_A^\circ > P_B^\circ$ ।

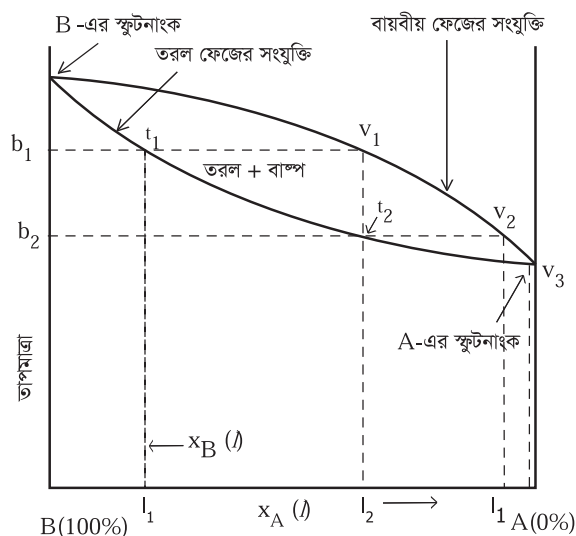


চিত্র-৮.৩। A ও B এর আদর্শ দ্রবণের বাস্প চাপ-সংযুক্তি লেখচিত্র।

সুতরাং বাষ্প ফেজে A এর আপেক্ষিক পরিমাণ বেশী হবে। সামগ্রিক বাষ্প চাপ রেখায় L বিন্দু বরাবর তরল ফেজের A এর পরিমাণ, ধরি x'_A । টাই লাইনের অপর প্রান্ত বাষ্প ফেজের সংযুক্তিকে V বিন্দুতে ছেদ করেছে। এ বিন্দু বরাবর সংযুক্তিতে A এর পরিমাণ (x''_A)। স্পষ্টতই $x''_A > x'_A$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের বাষ্প চাপও বৃদ্ধি পায়। বাষ্প চাপ যখন 1 atm হয় তখন তরলটি ফুটতে থাকে। পানির বেলায় এটা ঘটে যখন তাপমাত্রা 100°C হয়। তাই পানির স্ফুটনাংক 100°C । চিত্র ৮.৪ এ

A ও B তরল মিশ্রণের তাপমাত্রা বনাম সংযুক্তির লেখচিত্র আকা হয়েছে। A যেহেতু B এর চেয়ে বেশী উদ্বায়ী এর স্ফুটনাঙ্ক B এর চেয়ে বেশী। t_1 তাপমাত্রায় তরল ফেজের সংযুক্তি l_1 । এই তাপমাত্রায় যে বাষ্প তরলের সাথে সাম্যাবস্থায় (সম্পৃক্ত বাষ্প) তার সংযুক্তি V_1 । আবার t_2 তাপমাত্রায় তরল ও সম্পৃক্ত বাষ্পের সংযুক্তি যথাক্রমে l_2 ও v_2 । দেখা যাচ্ছে তরলের তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে এর এবং এর সঙ্গে সাম্যাবস্থায় বাষ্পেরও সংযুক্তি পরিবর্তিত হয়। দ্রবণ আদর্শ হলেও তাপমাত্রা পরিবর্তনের সঙ্গে তরল বা বাষ্প ফেজের সংযুক্তির পরিবর্তন সরল রৈখিক নয়। t_1v_1 ও t_2v_2 টাই লাইন। দ্রবণের তাপমাত্রা যতই A এর স্ফুটনাঙ্কের অধিক হতে থাকে ততই A তরল ফেজ থেকে কমতে থাকে। এক সময় সমস্ত A তরল ফেজ থেকে অপসারিত হবে এবং বিশুদ্ধ B তরলে থেকে যাবে।



চিত্র: ৮.৪। একটি আদর্শ দ্রবণের তাপমাত্রা সংযুক্তি লেখচিত্র।

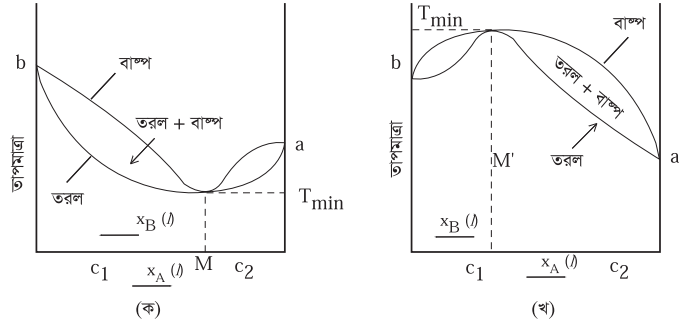
৮.২.২: অনাদর্শ দ্রবণের বাষ্প ও তরল ফেজ

চিত্র ৪.২ এর (খ) ও (গ) অনাদর্শ দ্রবণের বাষ্প চাপ ও সংযুক্তি [মোল ভগ্নাংশে] লেখচিত্র। (খ) চিত্রে দ্রবণের বাষ্প চাপ ab, \dots রেখা রাউলের সূত্রানুসারে অঙ্কিত। A ও B এর সকল সংযুক্তিতেই ab বক্র রেখাটি ab, \dots সরলরেখার উপরে। অর্থাৎ তরল ফেজের চেয়ে বাষ্প ফেজেই A ও B এর উপস্থিতির প্রবণতা বেশী এ ধরণের ঘটনাকেই পজিটিভ বিচ্যুতি বলে বলা হয়েছে। এ ক্ষেত্রে A ও B এর প্রত্যেকের একক বাষ্প চাপও রাউলের সূত্র থেকে পজিটিভ বিচ্যুতি দেখায়। এ বিচ্যুতিগুলো A ও B এর একটি বিশেষ সংযুক্তিতে সবচেয়ে বেশী (maximum)।

চিত্র ৪.২ এর (গ) লেখচিত্র A ও B এর মোল ভগ্নাংশের সঙ্গে দ্রবণের বাষ্পচাপের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। এখানে দ্রবণের বাষ্পচাপ রাউলের সূত্রানুসারে সকল ক্ষেত্রেই কম। অর্থাৎ দ্রবণের বাষ্পচাপ নিগেটিভ বিচ্যুতি দেখাচ্ছে। A ও B এর একটি বিশেষ সংযুক্তিতে এই বিচ্যুতিটি সবচেয়ে কম (minimum)। এখানে A ও B ভিন্ন তরল যুগল। (খ) চিত্রে তরল যুগল পানি (A)-অ্যাসিটোন (B) বা পানি-ইথানল।

চিত্র ৪.৫ অনাদর্শ দ্রবণের তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র। (ক) লেখচিত্রটি ৪.২ চিত্রের (খ) এর তরল যুগলের (liquid-pair)। ৪.২ চিত্রে সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ দ্রবণের A ও B এর একটি নির্দিষ্ট সংযুক্তিতে সর্বোচ্চ হয়। A ও B এর একই সংযুক্তিতে দ্রবণের স্ফুটনাঙ্ক সর্বো নিম্ন (T_{\min}) হবে (৪.৫ চিত্রের ক লেখচিত্র)। আবার ৪.২ চিত্রের (গ) লেখচিত্রে A ও B এর যে নির্দিষ্ট সংযুক্তিতে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ সর্বনিম্ন (minimum) হয়েছে ঐ তরল যুগলের একই সংযুক্তিতে দ্রবণের স্ফুটনাঙ্ক সর্বোচ্চ (maximum) চিত্র ৮.৫(খ)।

8.5 চিত্রে A ও B এর স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে a ও b দিয়ে নির্দেশ করা হয়েছে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে দ্রবণের সংযুক্তি পরিবর্তিত হবে। যদি বাষ্প ফেজকে সারিয়ে নেয়া যায় তাহলে দ্রবণে B এর সংযুক্তি বাড়তে থাকবে। (ক) লেখচিত্র অনুযায়ী M ও (খ) লেখচিত্র অনুযায়ী M' এমন সংযুক্তি বুঝাচ্ছে যেখানে তরল ও বাষ্প ফেজের সংযুক্তি সমান।



চিত্র-৮.৫: তাপমাত্রা সংযুক্তি লেখচিত্র (আনাদর্শ দ্রবণ)

যতক্ষণ এ সংযুক্তি থাকবে ততক্ষণ সংশ্লিষ্ট দ্রবণের স্ফুটনাঙ্ক স্থির থাকবে। এ জন্য এই নির্দিষ্ট সংযুক্তির দ্রবণকে “স্থির স্ফুটনাঙ্ক (Constant boiling) মিশ্রণ বা অ্যাজিওট্রোপিক) (azeotropic) মিশ্রণ বলে।

৮.২.৩। তরল-তরল দ্রবণে তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব।

বাষ্পচাপ ও সংযুক্তি লেখচিত্র একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পাওয়া উপাত্তের (data) ভিত্তিতে অঙ্কিত। আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে লেখচিত্রের প্রকৃতির কোন পরিবর্তন হবে না। তাপমাত্রা বাড়লে বাষ্প চাপ বাড়বে। তাপমাত্রা কমলে বাষ্প চাপ কমবে। তবে তাপমাত্রা কমলে অনেক ক্ষেত্রে রাউলের সূত্র থেকে বিচ্যুতি দেখা দিতে পারে। তাপমাত্রা-সংযুক্তির ক্ষেত্রে চাপের হ্রাস করলে লেখচিত্রের প্রকৃতির কোন পরিবর্তন হবে না। তবে চাপ বাড়লে আদর্শ দ্রবণে আনাদর্শ প্রকৃতি প্রকাশ পেতে পারে। অর্থাৎ সামান্য হলেও বিচ্যুতি প্রকাশ পেতে পারে। সাধারণত: 1 atm চাপে সংগৃহীত উপাত্তের ভিত্তিতেই তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র অঙ্কিত হয়।

দ্রবণ আনাদর্শ হলে বাষ্প চাপ-সংযুক্তি তাপমাত্রা দ্বারা ও তাপমাত্রা-সংযুক্তি চাপের দ্বারা বেশী প্রভাবিত হয়। বাষ্প চাপ-সংযুক্তি লেখচিত্রে সুস্পষ্ট বিচ্যুতি থাকলেও সে বিচ্যুতি কমবে বা বিচ্যুতি একেবারেই থাকবে না যদি তাপমাত্রা বাড়ানো হয়। আনাদর্শ দ্রবণের তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র আদর্শ দ্রবণের অনুরূপ হতে পারে যদি চাপ কমানো যায়। অর্থাৎ যে চাপে উপাত্ত সংগ্রহ করে তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র অঙ্কিত সে চাপ যথায়থ পরিমাণে কমলে রাউলের সূত্র থেকে যে বিচ্যুতি লক্ষ্য করা গিয়েছিল তা দূর হয়।

মনে রাখতে হবে রাউলের সূত্র থেকে বিচ্যুতির পরিমাপ করা হয় সাধারণ তাপমাত্রায় বাষ্পচাপ-সংযুক্তি অথবা 1 atm চাপে তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র থেকে।

সারসংক্ষেপ

- আদর্শ দ্রবণের সামগ্রিক বাষ্প চাপ তরল ফেজের যে কোন একটি পদার্থের সংযুক্তির সংগে সরল রৈখিক ভাবে পরিবর্তিত হলেও বাষ্প ফেজের সংযুক্তির পরিবর্তন সরল রৈখিক নয়।
- তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্রে বাষ্প ফেজ উপরে এবং তরল ফেজ নিচে দেখানো হয়।
- আদর্শ দ্রবণের বেলায় তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্রে বাষ্পফেজ ও তরল ফেজের সংযুক্তি একইভাবে (monotonously) পরিবর্তিত হয়। কিন্তু আনাদর্শ দ্রবণের বেলায় এ লেখচিত্র সর্বোচ্চ বা সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় স্ফুটন ধর্মবিশিষ্ট সংযুক্তি দেখায়। স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট নির্দিষ্ট সংযুক্তির এই দ্রবণকে অ্যাজিওট্রোপিক মিশ্রণ বলে।
- তাপমাত্রার বা চাপের উপর দ্রবণের রাউল্টসূত্র থেকে বিচ্যুতি নির্ভর করলেও সাধারণ তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে যথাক্রমে বাষ্প চাপ-সংযুক্তি ও তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্রই ও বিচ্যুতির নির্ধারক।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সঠিক উত্তরে টিক চিহ্ন (✓) দিন

- (১) আদর্শ দ্রবণের ক্ষেত্রে বাষ্প ফেজের সংযুক্তির পরিবর্তন
 (ক) সরল রৈখিক (খ) বক্র রৈখিক
 (গ) হয় না (ঘ) সর্বোচ্চ
- (২) তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্রে আদর্শ দ্রবণের বাষ্প ফেজ ও তরল ফেজের সংযুক্তি
 (ক) একইভাবে পরিবর্তিত হয় (খ) সর্বোচ্চ দেখায়
 (গ) সর্বনিম্ন (minima) দেখায় (ঘ) পরিবর্তিত হয় না।
- (৩) কোনটি অ্যাযিয়োট্রপিক মিশ্রণ বুঝাচ্ছে না
 (ক) তাপমাত্রা-সংযুক্তি চিত্র সর্বোচ্চাংশ দেখায়।
 (খ) তাপমাত্রা সংযুক্তি চিত্র সর্বনিম্নাংশ দেখায়
 (গ) তরল যুগলের নির্দিষ্ট সংযুক্তি বিশিষ্ট মিশ্রণটির স্ফুটনাঙ্ক স্থির।
 (ঘ) তাপমাত্রা-সংযুক্তি চিত্র তরল যুগলের যে কোন একটির সংযুক্তির সঙ্গে একইভাবে পরিবর্তিত হয়।
- (৪) তাপমাত্রা- সংযুক্তি চিত্রে পরিলক্ষিত বিচ্যুতি (রাউল সূত্র থেকে)
 (ক) চাপ কমালে দূর হতে পারে (খ) চাপ বাড়ালে দূর হতে পারে
 (গ) দীর্ঘ দিন পর দূর হতে পারে (ঘ) দৃষ্টিভ্রম
- (৫) তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্রে সর্বোনিম্ন বিন্দু দেখালে আংশিক পাতনে
 (ক) তরল-যুগল অল্পমাত্রায় পৃথক করা যায়।
 (খ) কোনটিকেই পৃথক করা যাবে না।
 (গ) নিম্ন তাপমাত্রা অ্যাযিয়োট্রপিক মিশ্রণটি পাতিত হয় এবং অধিক পরিমাণে নেওয়া তরলটি অবশিষ্ট থাকে।
 (ঘ) অ্যাযিয়োট্রপিক মিশ্রণটি অবশিষ্ট থাকে।

পাঠ ৩ আংশিক পাতন (Fractional distillation)

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

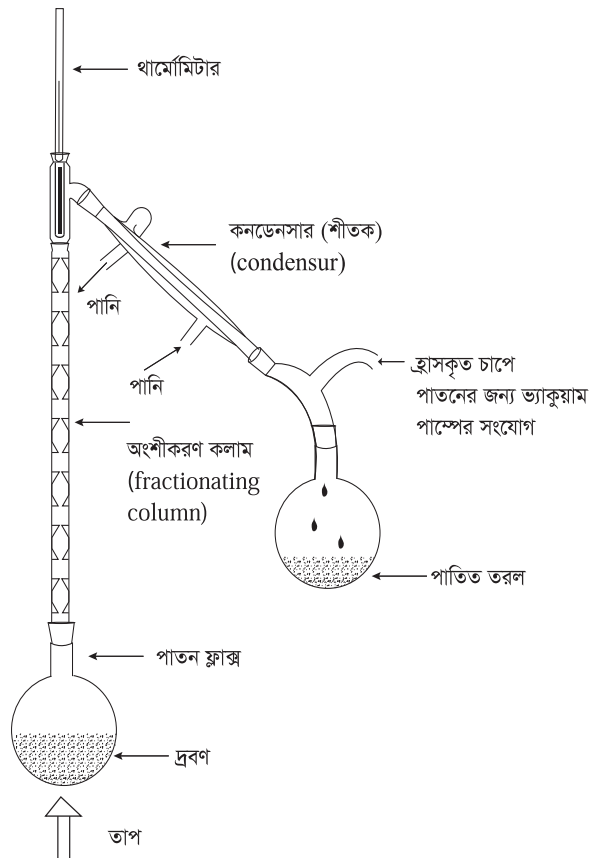
- আংশিক পাতন পদ্ধতি বর্ণনা করতে পারবেন।
- আংশিক পাতনের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- আংশিক পাতনের বাণিজ্যিক ব্যবহার বর্ণনা করতে পারবেন।
- বাষ্প পাতনের বর্ণনা করতে পারবেন।

৮.৩.১। আংশিক পাতন পদ্ধতি:

একটি দ্রবণে যদি বিভিন্ন স্ফুটনাঙ্কের তরল মিশ্রিত থাকে তাহলে স্ফুটনাঙ্কের বিভিন্নতার ভিত্তিতে তরল সমূহকে পৃথক করার পদ্ধতি হচ্ছে আংশিক পাতন। আংশিক পাতনের সাহায্যে সমস্ফুটন দ্রবণ ছাড়া অন্যান্য দ্রবণের উপাদান সমূহকে পৃথক করা যায়। কেবল মাত্র সমস্ফুটন দ্রবণের উপাদানসমূহকে সম্পূর্ণভাবে পৃথক করা যায় না। সমস্ফুটন দ্রবণের সংযুক্তি এবং বাষ্পের সংযুক্তি একই থাকে। ৮.৬ চিত্রে আংশিক পাতনের ব্যবস্থা দেখানো হয়েছে।

তাপে উত্তপ্ত হয়ে তরলের বাষ্প কলাম বেয়ে উপরে উঠতে থাকে। সবচেয়ে বেশী উদ্বায়ী তরলের বাষ্প কলামের উপরের দিকে কম উদ্বায়ী এবং তরলে পরিণত অন্যান্য উপাদানের সংস্পর্শে আসে। ফলে বাষ্প অন্য উপাদান থাকলেও তা দ্রবীভূত হয় এবং নিম্নগামী তরলের সাথে পাতন ফ্লাস্কে ফিরে আসে। অংশীকরণ কলামের ভিতরের ব্যবস্থা উর্দ্ধগামী বাষ্প ও নিম্নগামী তরলের পারস্পরিক সংস্পর্শের উপযুক্ত ক্ষেত্র। বাষ্প থার্মোমিটারের পারদ স্পর্শ করে কনডেনসারে বা শীতকে প্রবেশ করে ঠান্ডায় তরল হয়ে গ্রাহক ফ্লাস্কে জমা হতে থাকে।

উপাদানটির পাতন চলাকালে থার্মোমিটার একটি স্থির তাপমাত্রা দেখায়। এই স্থির তাপমাত্রাই পাতিত তরলটির স্ফুটনাঙ্ক। যুগল-তরলের দ্রবণকে এভাবেই দুইটি বিশুদ্ধ তরলে পৃথক করা যায়। দুইয়ের অধিক তরলের মিশ্রণে তৈরী দ্রবণ থেকে একটি উপাদান পৃথক হয়ে যাবার পর থার্মোমিটারে তাপমাত্রার পরিবর্তন হবে। দ্বিতীয় উপাদান পৃথক না হওয়া পর্যন্ত তাপমাত্রা স্থির থাকবে। এই স্থির তাপমাত্রাই দ্বিতীয় উপাদানটির স্ফুটনাঙ্ক। মিশ্রিত তরলগুলোর স্ফুটনাঙ্ক যথেষ্ট ভিন্ন হলে এবং দ্রবণটি রাউন্ট সূত্র মেনে চললে বিভিন্ন উপাদান আংশিক পাতন করে পৃথক করা যাবে। সবচেয়ে বেশী স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট তরলটি পাতন ফ্লাস্কে অবশেষ (residue) হিসাবে থেকে যাবে।



চিত্র: ৮.৬। আংশিক পাতন ব্যবস্থা

৮.৩.২। আংশিক পাতনের মূলনীতি

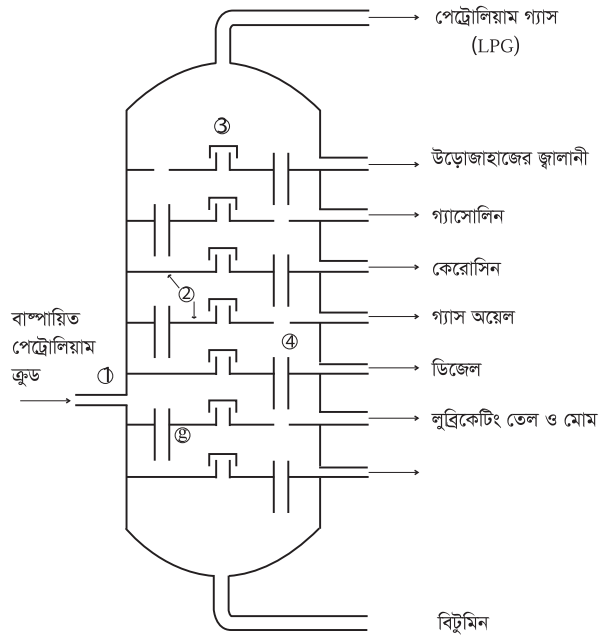
৮.৩.২.১ আদর্শ দ্রবণ : আদর্শ দ্রবণের তরল-যুগলের একটিকে অন্যটি থেকে আংশিক পাতনের পদ্ধতিতে পৃথক করার মূলনীতি ৮.৪ চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়। আমরা যদি l_1 সংযুক্তি যুক্ত তরল বেছে নেই এর স্ফুটনাঙ্ক হবে b_1 । এর সম্পৃক্ত বাষ্পের সংযুক্তি হবে v_1 । এ বাষ্পকে ঠান্ডা করলে l_2 সংযুক্তি যুক্ত দ্রবণ হবে। এ দ্রবণের স্ফুটনাঙ্ক b_2 এবং এর সম্পৃক্ত বাষ্পের সংযুক্তি v_2 । এ বাষ্পকে তরলে পরিণত করলে l_3 সংযুক্তি যুক্ত দ্রবণ সৃষ্টি হবে। এভাবে বার বার বাষ্পীভবন ও তরলীকরণের মাধ্যমে বাষ্পের সংযুক্তি $v_1 v_2 v_3$ পথে নেয়া যায়। অর্থাৎ বাষ্প ক্রমাগত বেশী উদ্বায়ী A বিশিষ্ট হয়ে পড়ে। অন্যদিকে তরল ফেজটি ক্রমাগত কম উদ্বায়ী B বিশিষ্ট হয় এবং $l_2 l_1$ পথ ধরে B এর দিকে অগ্রসর হয়। যদি অংশীকরণ কলামটি যথেষ্ট দীর্ঘ হয় তাহলে বারংবার বাষ্পী-ভবন তরলীকরণ প্রক্রিয়া বিশুদ্ধ A ও বিশুদ্ধ B পেতে সাহায্য করে।

৮.৩.২.২ অনাদর্শ দ্রবণ : আদর্শ দ্রবণের আংশিক পাতনের বিষয়টি আলোচনার জন্য ৮.৫ চিত্রটির সাহায্য নেয়া হবে। নিম্নতম বিন্দু M বিশিষ্ট অনাদর্শ দ্রবণের সংযুক্তি C_1 হলে পাতন শুরু হওয়া মাত্র M সংযুক্তি বিশিষ্ট মিশ্রণটি পাতিত হবে। অবশেষ হিসাবে B উপাদানটি পাতন ফ্লাস্কে থেকে যাবে। আবার যদি C_2 সংযুক্তি বিশিষ্ট দ্রবণ নেওয়া হয় তাহলেও M সংযুক্তি বিশিষ্ট মিশ্রণটি পাতিত হবে এবং A তরলটি পাতন ফ্লাস্কে থেকে যাবে। 1 atm চাপে পানি (স্ফুটনাঙ্ক, 100°C) ও ইথানল (স্ফুটনাঙ্ক 79°C) নিম্নতম স্ফুটনাঙ্ক (70.4°C) বিশিষ্ট অ্যাযিয়েট্রপিক মিশ্রণ উৎপন্ন করে। এ মিশ্রণে পানির পরিমাণ 8.43% (ভরের ভিত্তিতে)।

M' সংযুক্তি বিশিষ্ট মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্কই সর্বোচ্চ। এ দ্রবণে যে তরলটির পরিমাণ বেশী পাতন কালে সেটাই প্রথমে পাতিত হবে। পাতন ফ্লাস্কে অবশেষ হিসাবে থাকবে M' সংযুক্তি বিশিষ্ট মিশ্রণটি। 1 atm চাপে পানি ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের (HCl গ্যাস স্ফুটনাঙ্ক-82°C) যে অ্যাযিয়েট্রপিক মিশ্রণ তার স্ফুটনাঙ্ক (108.6°C) সর্বোচ্চ। এ মিশ্রণে 20.22% HCl থাকে।

৮.৩.৩। অনবরত আংশিক পাতন (continuous fractional distillation)

তেল শিল্প আংশিক পাতন কাজে লাগায়। ক্রুড (Crude) বা ভারী পেট্রোলিয়াম তেল কে বাষ্পাকারে অংশীকরণ কলামে প্রবেশ করানো হয় (চিত্র ৮.৭)। এ কলামের আকার বিরাট। উচ্চতায় ৩০ থেকে ৬০ মিটার এবং ব্যাস ৩ থেকে ৬ মিটার হতে পারে। কলামের মধ্যে রয়েছে খালার মত তেল ধরে রাখবার ব্যবস্থা (২ দিয়ে নির্দেশ করা) জমা তেল উপচিয়ে নিচে পড়ার জন্য পাইপ (৪ দিয়ে নির্দেশ করা) এবং জমা তেলের মধ্য দিয়ে বুদ বুদ আকারে বাষ্প বেরিয়ে যাবার ব্যবস্থা (৩ দিয়ে নির্দেশিত) হিসাবে বাবল ক্যাপ (bubble cap)। এ ব্যবস্থায় উপরের দিকে উঠার পথে বাষ্প তেলের সংস্পর্শে আসে।



চিত্র ৮.৭: ক্রুড পেট্রোলিয়াম থেকে বিভিন্ন জ্বালানী উদ্ধার

ফলে বাষ্পস্থিত উপাদান সংশ্লিষ্ট তেলে দ্রবীভূত হয়ে শুধু উদ্বায়ী বাষ্পকেই উপরে উঠতে দেয়। কলামের বিভিন্ন অংশ থেকে স্ফুটনাঙ্কের ভিত্তিতে পৃথক হওয়া দ্রব্যাদিকে ক্রমাগত সরিয়ে নেওয়া হয়। ক্রুড থেকে বিভিন্ন স্ফুটনাঙ্কের জ্বালানি এ ভাবে উদ্ধার করাকে রিফাইনিং (refining) ও বলে। কলামের নিচে থেকে উচ্চ স্ফুটনাঙ্ক এবং উপর থেকে বেশী উদ্বায়ী দ্রব্যাদি পাওয়া যায়।

৮.৩.৪। সমস্ফুটন মিশ্রণ (Azeotropic mixture)

যে তরল-তরল মিশ্রণ একটি বিশুদ্ধ পদার্থের ন্যায় তার সংযুক্তি অপরিবর্তিত রেখে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে তাকে স্থির স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ বা সমস্ফুটন মিশ্রণ বলে। এ অবস্থায় তরল-তরল দ্রবণের এবং এদের বাষ্পের সংযুক্তি একই থাকে। সমস্ফুটন মিশ্রণ দুই ধরনের হতে পারে।

১। সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ ২। সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ

১। সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ : যখন কোন মিশ্রণ এক সাথে তার উপাদানসমূহের স্ফুটনাঙ্কের চেয়ে কম তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে, তাকে সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ বলে। যেমন- রেকটিফাইড স্পিরিট বা ৯৫.৬% ইথানলের জলীয় দ্রবণ- একটি সর্বনিম্ন স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ। এর স্ফুটনাঙ্ক 78.15°C । কিন্তু বিশুদ্ধ ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক 78.3°C এবং বিশুদ্ধ পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C ।

২। সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ : যখন কোন মিশ্রণ তার উপাদানসমূহের স্ফুটনাঙ্কের চেয়ে বেশী তাপমাত্রায় এক সাথে একটি বিশুদ্ধ তরলের ন্যায় ফুটতে থাকে তাকে সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ বলে। যেমন 68.2% HNO_3 -এর জলীয় দ্রবণ একটি সর্বোচ্চ স্থির স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট মিশ্রণ। এর স্ফুটনাঙ্ক 120.5°C । কিল্ডু বিশুদ্ধ HNO_3 ও পানির স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 86°C ও 100°C ।

সমস্ফুটন মিশ্রণের উপাদানসমূহ পাতন কিংবা আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথক না হওয়ার কারণঃ

সাধারণ পাতন কিংবা আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় সমস্ফুটন মিশ্রণের উপাদানসমূহকে পৃথক করা যায় না। কারণ পাতন বা আংশিক পাতনের মূলনীতি হলো মিশ্রণে উপস্থিত উপাদানদ্বয়ের স্ফুটনাঙ্কের ব্যবধান থাকতে হবে, যাতে কম স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট উপাদান সহজে বাষ্পীভূত হয়ে পৃথক হয়। কিন্তু সমস্ফুটনের সংজ্ঞা অনুযায়ী এ জাতীয় মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক একটি হওয়ায় তাপ প্রয়োগ করলে যে বাষ্প পাওয়া যায় তার মধ্যে মিশ্রণের উভয় উপাদানই সমপরিমাণে থাকে বিধায় ঘনীভবন করলেও উপাদানদ্বয় পৃথক হয় না।

সমস্ফুটন মিশ্রণ পৃথক করার উপায়: এই মিশ্রণকে পৃথক করার জন্য দ্রবণে একটি রাসায়নিক দ্রব্য মিশাতে হয়, যা মিশ্রণের কোন একটি উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে তার বাষ্প চাপ হ্রাস করে দেয়। ফলে উপাদানদ্বয়ের স্ফুটনাঙ্কের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটায়। এভাবে পাতন বা আংশিক পাতনের সাহায্যে উপাদানসমূহকে পৃথক করা যায়। যেমন: রেকটিফাইড স্পিরিটের সঙ্গে বেনজিন যোগ করে পাতন করলে পানিমুক্ত ইথানল পাওয়া যায়।

সারসংক্ষেপ

- আংশিক পাতনের জন্য উপযুক্ত দৈর্ঘের অংশীকরণ কলাম, একটি শীতক, গ্রাহক পাত্র এবং বাষ্পের শীতকের প্রবেশ পথে একটি থার্মোমিটারের ব্যবস্থা।
- আদর্শ দ্রবণ থেকে বিভিন্ন স্ফুটনাঙ্কের তরল পদার্থ স্ফুটনাঙ্কের বৃদ্ধির ক্রমানুযায়ী পৃথক করা সম্ভব।
- আদর্শ দ্রবণ থেকে আংশিক পাতনের মাধ্যমে মিশ্রণ এক জোড়া তরলের হলেও তা থেকে উপাদান দুইটিকে পৃথক করা যায় না। মিশ্রণের তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র নিম্নতম বিন্দু দেখালে অ্যাযিয়েট্রপিক মিশ্রণ ও অধিক পরিমাণে উপস্থিত তরলটি পৃথক করা যায়। তাপমাত্রা-সংযুক্তি লেখচিত্র সর্বোচ্চবিন্দু দেখালে এ মিশ্রণ থেকেও অধিক পরিমাণে উপস্থিত তরলটি পৃথক করা যায়। এই দুই মিশ্রণ শ্রেণীর বৈশিষ্ট্য হলো প্রথম শ্রেণীতে অ্যাযিয়েট্রপিক মিশ্রণ পাতিত হবে। দ্বিতীয় শ্রেণীতে অধিক পরিমাণ উপস্থিত তরলটি পাতিত হবে।
- পেট্রোলিয়াম পরিশোধনে আংশিক পাতনের ব্যবহার হয়। ফলে ক্রুড থেকে বিভিন্ন গ্রেডের জ্বালানী তেল, পেট্রোলিয়াম গ্যাস ও বিটুমেন পাওয়া যায়।
- পানির সাথে সম্পূর্ণ অমিশ্রণীয় পানির ভরের অনেক বেশী ভর বিশিষ্ট এবং পানির স্ফুটনাঙ্কের উর্ধ্ব স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট জৈব তরলকে মিশ্রণ থেকে অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রায় সম্পূর্ণ অক্ষত অবস্থায় উদ্ধারের জন্য সাধারণত বাষ্প পাতন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সঠিক উত্তরে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। আংশিক পাতনে অংশীকরণ কলামের কাজ হলো
 - (ক) এটা বেয়ে তরলকে উপরে উঠতে দেয়া।
 - (খ) উপরের দিকে প্রবাহিত বাষ্পকে নিচের দিকে পতিত তরলের সংস্পর্শে এনে অপেক্ষাকৃত উদ্বায়ী তরলটিকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাতনে সাহায্য করা।
 - (গ) পাতিত তরলটির স্ফুটনাঙ্ক কমানো।
 - (ঘ) তরলকে অণুতে বিভাজিত করা।
- ২। আদর্শ দ্রবণের আংশিক পাতনে
 - (ক) অপেক্ষাকৃত কম স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট তরলটি প্রথমে পাতিত হয়। এর পরে স্ফুটনাঙ্কের ক্রমানুসারে পাতন চলতে থাকে।
 - (খ) অপেক্ষাকৃত কম স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট তরলটি প্রথমে পাতিত হয়। তারপর অবশিষ্ট তরল একবারে পাতিত হয়।
 - (গ) অ্যাযিয়েট্রপিক মিশ্রণের সৃষ্টি হয়
 - (ঘ) তরল পদার্থসমূহকে বিভাজিত হতে সাহায্য করা হয়।
- ৩। অনাদর্শ দ্রবণের আংশিক পাতনের ফল বিষয়ে কোন কথাটি প্রযোজ্য নয়
 - (ক) নিম্নতম স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট অ্যাযিয়েট্রপিক মিশ্রণ সৃষ্টি হয়।
 - (খ) উচ্চতম স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট অ্যাযিয়েট্রপিক মিশ্রণ সৃষ্টি হয়।
 - (গ) রাউলের সূত্র মানার প্রবণতা বাড়ে
 - (ঘ) পাতন পদ্ধতি রাউলের সূত্রকে প্রভাবিত করে না।

- ৪। পেট্রোলিয়াম রিফাইনিং (refining) বলতে
- (ক) পেট্রোলিয়ামকে ভেঙ্গে অতিক্ষুদ্র অণুতে পরিণত করা বুঝায়
 - (খ) একটা পাতন পদ্ধতি বুঝায় যাতে ক্রুড পেট্রোলিয়ামকে স্কুটনাক্কেসর ক্রমানুসারে বিভিন্ন উপাদানে বিভক্ত করা যায়।
 - (গ) বিভিন্ন যন্ত্রের সমাহার বুঝায়
 - (ঘ) তেলের ট্যাংকার থেকে পেট্রোলিয়াম খালাস করা বুঝায়।
- ৫। যদি একটি মিশ্রণের দুইটি তরলের (A ও B) $P_A^{\circ} + P_B^{\circ} =$ বহিস্থ চাপ হয়, এবং $P_A^{\circ} + P_B^{\circ}$ তাপমাত্রার বৃদ্ধির সাথে ক্রমাগত বাড়তে থাকে তাহলে একটি তাপমাত্রায় তরল মিশ্রণ পাতিত হতে থাকবে। এই তাপমাত্রাটি
- (ক) A ও B এর স্কুটনাক্কেসর সমষ্টি
 - (খ) A ও B এর স্কুটনাক্কেসর তফাৎ
 - (গ) অপেক্ষাকৃত কম উদ্বায়ী তরলটির স্কুটনাক্কেসর
 - (ঘ) A ও B উভয়ের স্কুটনাক্কেসর থেকে কম।

চূড়ান্ড মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক প্রশ্নাবলী

- ১। দ্রবণ কত প্রকারের হতে পারে? প্রত্যেক প্রকারের একটি উদাহরণ দিন সমসত্ত্ব ও অসমসত্ত্ব দ্রবণের তফাৎ বুঝিয়ে বলুন। দুইটি তরল মিশ্রণের কোনটাকে দ্রাবক আর কোনটাকে দ্রব বলা যাবে?
- ২। আদর্শ ও অনাদর্শ দ্রবণ কাকে বলে? আদর্শ দ্রবণের বৈশিষ্ট্যগুলি বর্ণনা করুন।
- ৩। বাষ্পচাপ অবনমন সম্পর্কিত রাউল্টের সূত্র বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করুন।
- ৪। রাউল্টের সূত্রের প্রযোজ্যতা ও সীমাবদ্ধতা উল্লেখ করুন।
- ৫। সমস্কুটন মিশ্রণ কাকে বলে? উদাহরণ দিন। সমস্কুটন মিশ্রণের উপাদানসমূহকে আংশিক পাতন পদ্ধতিতে পৃথক করা যায় না কেন?
- ৬। আংশিক পাতন কি? আংশিক পাতন প্রণালীর মূলনীতি বর্ণনা করুন।
- ৭। রাউল্টের সূত্র অনুসারে একটি আদর্শ দ্রবণের উপাদানের সংযুক্তির সঙ্গে বাষ্পচাপের পরিবর্তন কিভাবে ঘটে তা লেখচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা করুন।
- ৮। কখন একটি দ্রবণে আদর্শ আচরণ থেকে বিচ্যুতি ঘটে অর্থাৎ দ্রবণ অনাদর্শ হিসেবে আচরণ করে?
- ৯। ধনাত্মক বিচ্যুতি ঘটে এমন একটি অনাদর্শ দ্রবণের বাষ্প চাপ উপাদানের সংযুক্তির সঙ্গে কিভাবে পরিবর্তিত হয় লেখ চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা করুন।
- ১০। রাউল্টের সূত্র থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতি সম্পন্ন তরল-তরল দ্রবণের বাষ্প চাপ বনাম সংযুক্তি লেখচিত্র অংকন করে তা ব্যাখ্যা করুন।
- ১১। তরল-তরল দ্রবণে আদর্শ আচরণ থেকে ধনাত্মক বিচ্যুতির কারণ বর্ণনা করুন।
- ১২। অনাদর্শ দ্রবণে আদর্শ আচরণ থেকে ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখা যায় কেন?