DAILY ASSAM

অধ্যায়

2

দ্ৰৱ
Solutions

উদ্দেশ্য (Objectives)

এই অধ্যায়টো অধ্যয়ন কৰাৰ পিছত তলত দিয়া বিষয় সম্বন্ধে সবিশেষ জানিব পাৰিবা—

- বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ দ্ৰৱৰ গঠন
- দ্ৰৱৰ গাঢ়তাৰ বিভিন্ন একক
- হেনৰিৰ সূত্ৰ, ৰাউল্টৰ সূত্ৰ আৰু এইবোৰৰ ব্যাখ্যা
- আদৰ্শ আৰু অনাদৰ্শ বা বাস্তৱ দ্ৰৱৰ পাৰ্থক্য
- ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰপৰা বাস্তৱ দ্ৰৱৰ বিচ্যুতিৰ ব্যাখ্যা
- দ্ৰৱৰ সংখ্যাগত ধৰ্মৰ বিৱৰণ আৰু দ্ৰাৱৰ ম'লাৰ ভৰৰ লগত ইয়াৰ সম্বন্ধ নিৰ্ণয়
- দ্ৰৱত কিছুমান দ্ৰাৱই দেখুওৱা অস্বাভাৱিক সংখ্যাগত ধৰ্মৰ ব্যাখ্যা

Almost all processes in body occur in some kind of liquid solutions.

বাস্তৱ ক্ষেত্ৰত আমি বিশুদ্ধ পদাৰ্থ নাপাওঁ বুলিয়েই ক'ব পাৰি। আমি দৈনন্দিন কাম-কাজত পাই অহা পদাৰ্থসমূহ প্ৰকৃততে দুটা বা ততোধিক বিশুদ্ধ পদাৰ্থৰ মিশ্ৰ। মানৱ জীৱনত এইবোৰৰ ব্যৱহাৰ বা প্ৰয়োজনীয়তা মিশ্ৰবোৰৰ সংযুতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। উদাহৰণ হিচাপে, পিতলৰ (কপাৰ আৰু জিংকৰ মিশ্ৰ) ধৰ্ম জাৰ্মান ছিলভাৰ (কপাৰ, জিংক আৰু নিকেলৰ মিশ্ৰ) বা ব্ৰঞ্জৰ (কপাৰ আৰু জিংকৰ মিশ্ৰ) ধৰ্মতকৈ সম্পূৰ্ণ বেলেগ। পানীত 1 ppm (parts per million) গাঢ়তাৰ ফ্লুৰাইড আয়নে দন্তক্ষয় ৰোধ কৰে। কিন্তু এই পৰিমাণ 1.5 ppm হ'লে দাঁত লাহে লাহে গুড়ি গুড়ি হ'বলৈ আৰম্ভ কৰিব পাৰে। ফ্লুৰাইডৰ পৰিমাণ আৰু অধিক হ'লে ই বিষাক্ত হৈ পৰে (উদাহৰণ হিচাপে, ছ'ডিয়াম ফ্লুৰাইড এন্দুৰ নিধনত ব্যৱহাৰ কৰা হয়)। আন্তঃধমনী বেজীৰ ক্ষেত্ৰত সদায় নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ লৱণ পানীত দ্ৰৱীভূত কৰা হয় যাতে ইয়াৰ গাঢ়তা তেজত থকা প্লাজমাৰ গাঢ়তাৰ সৈতে একে হয়।

এই অধ্যায়ত প্ৰধানকৈ জুলীয়া দ্ৰৱ আৰু ইহঁতৰ গঠন সম্পৰ্কে আলোচনা কৰা হ'ব। দ্ৰৱৰ ধৰ্ম, বিশেষকৈ বাষ্পীয় চাপ আৰু সংখ্যাগত ধৰ্মৰ বিষয়েও আলোচনা কৰা হ'ব। প্ৰথমতে আমি বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ দ্ৰৱৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিম আৰু জুলীয়া দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত ব্যৱহাৰ কৰা গাঢ়তাৰ বিভিন্ন একক সম্বন্ধে ব্যাখ্যা আগবঢ়াম।

DAILY ASSAM

2.1 দ্ৰৱৰ প্ৰকাৰ (Types of solutions)

দুটা বা অধিক উপাংশৰ (component) **সমসত্ব** মিশ্ৰই হ'ল দ্ৰৱ। সমসত্বৰ অৰ্থ হ'ল সংযুতি আৰু ধৰ্ম মিশ্ৰটোৰ প্ৰতিটো অংশতেই একে। সাধাৰণতে যিটো উপাংশ অধিক পৰিমাণে থাকে সেইটোক দ্ৰাৱক বোলে। দ্ৰৱটো কোনটো ভৌতিক অৱস্থাত থাকিব সেইটো দ্ৰাৱকে নিৰ্ণয় কৰে। দ্ৰাৱকৰ বাহিৰে দ্ৰৱত দ্ৰৱীভূত হৈ থকা আন এটা বা অধিক উপাংশক দ্ৰাব (solute) বোলে। এই অধ্যায়ত আমি **দ্বিউপাংশযুক্ত দ্ৰৱৰ** (binary solution) বিষয়েহে আলোচনা কৰিম। এই ক্ষেত্ৰত প্ৰতিটো উপাংশ গোটা, জুলীয়া বা গেছীয় যিকোনো অৱস্থাত থাকিব পাৰে। এনেকুৱা দ্ৰৱৰ বিৱৰণ তালিকা 2.1ত দিয়া হ'ল।

তালিকা 2.1 : দ্ৰৱৰ প্ৰকাৰ

দ্ৰৱৰ প্ৰকাৰ	দ্ৰাব	দ্ৰাৱক	সাধাৰণ উদাহৰণ
গেছীয় দ্ৰৱ	গেছ	গেছ	অক্সিজেন আৰু নাইট্ৰ'জেন গেছৰ মিশ্ৰ
	জুলীয়া	গেছ	নাইট্ৰ'জেন গেছ মিশ্ৰিত ক্লৰ'ফৰ্ম
	গোটা	গেছ	নাইট্ৰ'জেন গেছত কৰ্পুৰ
জুলীয়া দ্ৰৱ	গেছ	জুলীয়া	পানীত দ্ৰৱীভূত অক্সিজেন
	জুলীয়া	জুলীয়া	পানীত দ্ৰৱীভূত ইথানল
	গোটা	জুলীয়া	পানীত দ্ৰৱীভূত গ্লুক'জ
কঠিন দ্ৰৱ	গেছ	কঠিন	পেলাডিয়ামত হাইড্ৰ'জেনৰ দ্ৰৱ
	জুলীয়া	কঠিন	ছ'ডিয়াম আৰু মাৰ্কাৰিৰ এমালগাম
	গোটা	কঠিন	গ'ল্ডত দ্ৰৱীভূত কপাৰ

2.2 দ্ৰৱৰ গাঢ়তা প্ৰকাশ (Expressing Concentration of Solutions)

দ্ৰৱৰ সংযুতি গাঢ়তাৰদ্বাৰা প্ৰকাশ কৰা হয়। ইয়াক পৰিমাণগত (quantitative) বা গুণগত (qualitative) হিচাপে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। উদাহৰণ হিচাপে, অতি কম পৰিমাণৰ দ্ৰাব দ্ৰৱীভূত হৈ থাকিলে গুণগত হিচাপে আমি দ্ৰৱটোক লঘু দ্ৰৱ বুলি ক'ব পাৰোঁ। আনহাতে অধিক পৰিমাণে দ্ৰাব দ্ৰৱীভূত হৈ থাকিলে দ্ৰৱটোক গুণগত হিচাপে গাঢ় দ্ৰৱ বুলি কব পাৰি। কিন্তু ব্যৱহাৰিক ক্ষেত্ৰত এনেধৰণৰ গুণগত শ্ৰেণীবিভাজনে কিছুমান সমস্যাৰ সৃষ্টি কৰিব পাৰে। সেয়েহে পৰিমাণগত গাঢ়তা অতীৱ প্ৰয়োজন।

সংযুতি পৰিমাণগত হিচাপে প্ৰকাশ কৰিবলৈ কেইবাটাও গাঢ়তাৰ একক ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

(i) ***ভৰ শতাংশ (mass percentage, w/w)*** : দ্ৰৱৰ উপাংশ এটাৰ ভৰ শতাংশ তলত দিয়া ধৰণে প্ৰকাশ কৰা হয় —

DAILY ASSAM

$$\text{এটা উপাংশৰ ভৰ শতাংশ} = \frac{\text{দ্ৰৱত উপাংশটোৰ ভৰ}}{\text{দ্ৰৱৰ মুঠ ভৰ}} \times 100 \qquad (2.1)$$

উদাহৰণ হিচাপে, এটা জলীয় দ্ৰৱত ভৰ হিচাপে 10% গ্লুক'জৰ দ্ৰৱ বুলি ক'লে আমি বুজিম 100 g দ্ৰৱত 10 g গ্লুক'জ আৰু 90 g পানী আছে। এনে ভৰ শতাংশ গাঢ়তা সাধাৰণতে উদ্যোগিক ৰাসায়নিক প্ৰয়োগৰ ক্ষেত্ৰত ব্যৱহাৰ কৰা হয়। উদাহৰণ হিচাপে, বাণিজ্যিক ব্লিচিং দ্ৰৱৰ (bleaching solution) ক্ষেত্ৰত পানীত ছ'ডিয়াম হাইপ'ক্ল'ৰাইটৰ 3.62 ভৰ শতাংশ থাকে।

(ii) ***আয়তন শতাংশ (volume percentage) (V/V)*** **:** আয়তন শতাংশৰ সংজ্ঞা তলত দিয়া হ'ল—

$$\text{এটা উপাংশৰ আয়তন শতাংশ} = \frac{\text{উপাংশটোৰ আয়তন}}{\text{দ্ৰৱৰ মুঠ আয়তন}} \times 100 \qquad (2.2)$$

উদাহৰণ হিচাপে, পানীত 10% ইথানলৰ দ্ৰৱ মানে হ'ল 10 mL ইথানল পানীত দ্ৰৱীভূত হৈ আছে আৰু দ্ৰৱটোৰ মুঠ আয়তন 100 mL । জুলীয়া উপাংশৰ দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত সাধাৰণতে এই একক ব্যৱহাৰ কৰা হয়। উদাহৰণ হিচাপে, গাড়ীৰ ইঞ্জিন চেঁচা কৰি ৰাখিবলৈ 35% (*V/V*) ইথিলিন গ্লাইকলৰ দ্ৰৱ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ইথিলিন গ্লাইকল এবিধ গোটৰোধী (antifreeze) পদাৰ্থ। এই গাঢ়তাত গোটৰোধীয়ে পানীৰ হিমাংক (freezing point) কমাই 255.4 K (-17.6^0 C) কৰে।

(iii) ***ভৰ-আয়তন শতাংশ (mass by volume percentage)*** : চিকিৎসা আৰু ঔষধীয় বিজ্ঞানত সাধাৰণতে ব্যৱহৃত আন এটা গাঢ়তাৰ একক হ'ল ভৰ-আয়তন শতাংশ। 100 mL দ্ৰৱত দ্ৰৱীভূত হৈ থকা দ্ৰাবৰ ভৰেই হ'ল ভৰ-আয়তন শতাংশ।

(iv) ***নিযুতাংশ (parts per million, ppm)*** : যেতিয়া দ্ৰৱত দ্ৰাব অতি কম পৰিমাণে থাকে তেতিয়া সাধাৰণতে নিযুতাংশ হিচাপে গাঢ়তা প্ৰকাশ কৰা হয়। নিযুতাংশৰ সংজ্ঞা তলত দিয়া হ'ল—

$$\text{নিযুতাংশ} = \frac{\text{উপাংশ এটাৰ অংশৰ সংখ্যা}}{\text{দ্ৰৱত থকা আটাইবোৰ উপাংশৰ অংশৰ মুঠ সংখ্যা}} \times 10^6 \quad (2.3)$$

শতাংশৰ নিচিনাকৈ নিযুতাংশতো গাঢ়তা ভৰ-ভৰ, আয়তন-আয়তন আৰু ভৰ-আয়তন হিচাপত প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। এক লিটাৰ সাগৰৰ পানীত (ইয়াৰ ভৰ 1030 g) প্ৰায় 6×10^{-3}g দ্ৰৱীভূত অক্সিজেন (O_2) থাকে। এই গাঢ়তা অতি কম। এই গাঢ়তাক প্ৰতি 10^6 g পানীত 5.8 g হিচাপে (অৰ্থাৎ 5.8

DAILY ASSAM

ppm) প্ৰকাশ কৰা হয়। পানী বা বায়ুমণ্ডলত থকা প্ৰদূষকৰ গাঢ়তা $\mu g\ mL^{-1}$ বা ppm হিচাপে প্ৰকাশ কৰা হয়।

(v) **ম'ল ভগ্নাংশ *(mole fraction)*** : ম'ল ভগ্নাংশৰ বাবে সাধাৰণতে x চিহ্নটো ব্যৱহাৰ কৰা হয়। x-ৰ সোঁপিনে লিখা পদাংকটোৱে যিটো উপাংশৰ ম'ল ভগ্নাংশ লিখা হয় সেই উপাংশটোক বুজায়। ম'ল ভগ্নাংশৰ সংজ্ঞা তলত দিয়া হ'ল—

$$\text{উপাংশ এটাৰ ম'ল ভগ্নাংশ} = \frac{\text{উপাংশটোৰ ম'ল}}{\text{আটাইবোৰ উপাংশৰ মুঠ ম'ল}} \tag{2.4}$$

উদাহৰণ হিচাপে, এটা দ্বিউপাংশযুক্ত মিশ্ৰত যদি A আৰু B ৰ ম'ল ক্ৰমে n_A আৰু n_B হয় তেনেহ'লে

$$\text{A ৰ ম'ল ভগ্নাংশ হ'ব} \quad x_A = \frac{n_A}{x_A + x_B} \tag{2.5}$$

এটা দ্ৰৱত থকা উপাংশৰ সংখ্যা i হ'লে i-তম উপাংশটোৰ ম'ল ভগ্নাংশ,

$$x_i = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + n_i} = \frac{n_i}{\sum n_i} \tag{2.6}$$

এটা দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত আটাইবোৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ যোগফলৰ মান এক হয় বুলি দেখুৱাব পাৰি; অৰ্থাৎ—

$$x_1 + x_2 + x_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + x_i = 1 \tag{2.7}$$

দ্ৰৱৰ কিছুমান ভৌতিক ধৰ্মৰ মাজত সম্বন্ধ প্ৰতিষ্ঠা কৰিবলৈ ম'ল ভগ্নাংশ অতি উপযোগী। উদাহৰণ হিচাপে, দ্ৰৱৰ গাঢ়তাৰ সৈতে বাষ্পীয় চাপৰ সম্পৰ্ক স্থাপনত ম'ল ভগ্নাংশ সহায়ক হয়। গেছীয় মিশ্ৰৰ ৰাসায়নিক গণনাৰ ক্ষেত্ৰত ম'ল ভগ্নাংশ অতি উপযোগী।

উদাহৰণ 2.1 ভৰ হিচাপে 20% গাঢ়তাৰ ইথিলিন গ্লাইক'লৰ ($C_2H_6O_2$) দ্ৰৱ এটাত ইথিলিন গ্লাইকলৰ ম'ল ভগ্নাংশ নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান ধৰা হ'ল, দ্ৰৱৰ পৰিমাণ 100 g (এই পৰিমাণ যি কোনো হিচাপে ধৰিব পাৰি, কিয়নো অন্তিম ফলাফল একে হ'ব)। এই ক্ষেত্ৰত দ্ৰৱত 20 g ইথিলিন গ্লাইকল আৰু 80 g পানী থাকিব।

$C_2H_6O_2$ ৰ ম'লাৰ ভৰ = $(12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 \times 2)\ g\ mol^{-1} = 62\ g\ mol^{-1}$

$C_2H_6O_2$ ৰ পৰিমাণ $= \frac{20\,g}{62\,g\,mol^{-1}} = 0.322\ mol$

DAILY ASSAM

পানীৰ পৰিমাণ $= \frac{80\text{ g}}{18\text{ g mol}^{-1}} = 4.444\text{ mol}$

$x_{\text{গ্লাইকল}} = \frac{C_2H_6O_2 \text{ ৰ ম'ল}}{C_2H_6O_2 \text{ ৰ ম'ল} + H_2O \text{ ৰ ম'ল}}$

$= \frac{0.322\text{ mol}}{0.322\text{ mol} + 4.444\text{ mol}} = 0.068$

একেদৰে,

$x_{\text{পানী}} = \frac{4.444\text{ mol}}{0.322\text{ mol} + 4.444\text{ mol}} = 0.932$

পানীৰ ম'ল ভগ্নাংশ তলত দিয়া ধৰণেও নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি—

$x_{\text{পানী}} = 1 - 0.068 = 0.032$

(vi) ম'লাৰিটি (molarity) : এক লিটাৰ (বা এক ঘন ডেচিমিটাৰ) দ্ৰৱত দ্ৰৱীভূত হৈ থকা ম'লকেই ম'লাৰিটি (M) বোলে।

$$\text{ম'লাৰিটি} = \frac{\text{দ্ৰাৱৰ ম'ল}}{\text{লিটাৰ এককত দ্ৰৱৰ আয়তন}} \qquad (2.8)$$

উদাহৰণ হিচাপে, NaOHৰ 0.25 mol L^{-1} (বা, 0.25 M) দ্ৰৱৰ অৰ্থ হ'ল, 1 লিটাৰ (বা, 1 ঘন ডেচিমিটাৰ) দ্ৰৱত 0.25 mol NaOH দ্ৰৱীভূত হৈ আছে।

উদাহৰণ 2.2 450 mL দ্ৰৱত 5 g NaOH দ্ৰৱীভূত হৈ থাকিলে দ্ৰৱটোৰ ম'লাৰিটি কিমান হ'ব?

সমাধান NaOH ৰ পৰিমাণ $= \frac{5\text{ g}}{40\text{ g mol}^{-1}} = 0.125\text{ mol}$

লিটাৰ হিচাপে দ্ৰৱৰ আয়তন = 450 mL / 1000 mL L^{-1}

সমীকৰণ (2.8) ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ

$\text{ম'লাৰিটি} = \frac{0.125\text{ mol} \times 1000\text{ mL L}^{-1}}{450\text{ mL}} = 0.278\text{ mol L}^{-1}$

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

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

DAILY ASSAM

(vii) ***মলেলিটি (molality)*** : প্ৰতি কিল'গ্ৰাম (kg) দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত হৈ থকা দ্ৰাবৰ ম'লকেই মলালিটি (m) বোলে।

$$\text{মলেলিটি (m)} = \frac{\text{দ্ৰাবৰ ম'ল}}{\text{কিল'গ্ৰাম হিচাপে দ্ৰাৱকৰ ভৰ}} \qquad (2.9)$$

উদাহৰণ হিচাপে, KCl ৰ 1.00 mol kg^{-1} (বা, 1.00 m) দ্ৰৱৰ অৰ্থ হ'ল 1 kg পানীত KCl ৰ 1 mol (74.5 g) দ্ৰৱীভূত হৈ আছে।

গাঢ়তা প্ৰকাশৰ প্ৰতিটো পদ্ধতিতে সুবিধা আৰু অসুবিধা আছে। ভৰ শতাংশ, ppm, ভৰ ভগ্নাংশ আৰু মলেলিটি উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। আনহাতে মলাৰিটি উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল, আয়তন উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে; আনহাতে ভৰ উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে।

উদাহৰণ 2.3 75 g বেনজিনত 2.5 g ইথানইক এছিড (CH_3COOH) দ্ৰৱীভূত হৈ থাকিলে দ্ৰৱটোৰ মলালিটি নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান CH_3COOHৰ ম'লাৰ ভৰ = $(12 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 2)$ g mol^{-1} = 60 g mol^{-1}

$$CH_3COOH\text{ৰ পৰিমাণ} = \frac{2.5\,g}{60\,g\,mol^{-1}} = 0.417\,mol$$

kg হিচাপে বেনজিনৰ ভৰ = 75g / 1000 g kg^{-1} = 75×10^{-3} kg

$$CH_3COOH\text{ ৰ মলালিটি} = \frac{C_2H_4O_2\text{ ৰ ম'ল}}{\text{kg হিচাপে বেনজিনৰ ভৰ}} = \frac{0.417\ mol \times 1000\ g\ kg^{-1}}{75\ g}$$

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

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

2.1 22 g বেনজিনত 122 g কাৰ্বন টেট্ৰাক্ল'ৰাইড দ্ৰৱীভূত হৈ থাকিলে দ্ৰৱটোত থকা বেনজিন (C_6H_6) আৰু কাৰ্বন টেট্ৰাক্ল'ৰাইডৰ (CCl_4) ভৰ শতাংশ নিৰ্ণয় কৰা।

2.2 কাৰ্বন টেট্ৰাক্ল'ৰাইডত ভৰ হিচাপে 30% বেনজিন দ্ৰৱীভূত হৈ থকা দ্ৰৱ এটাত বেনজিনৰ ভৰ ভগ্নাংশ নিৰ্ণয় কৰা।

2.3 তলত দিয়া দ্ৰৱসমূহৰ প্ৰত্যেকৰে ম'লাৰিটি নিৰ্ণয় কৰা —

(a) 4.3 L দ্ৰৱত 30 g $Co(NO_3)_2\ 6H_2O$ দ্ৰৱীভূত হৈ আছে।

(b) 0.5 M H_2SO_4 দ্ৰৱৰ 30 mL ক 500 mL লৈ লঘু কৰা হৈছে।

2.4 2.5 kg 0.25 মলেল জলীয় দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিবলৈ কিমান গ্ৰাম ইউৰিয়া ($NH_2\ CONH_2$) ল'ব লাগিব?

2.5 20% (ভৰ/ভৰ) জলীয় KI দ্ৰৱ এটাৰ ঘনত্ব 1.202 g mL^{-1} হ'লে দ্ৰৱটোৰ (a) মলেলিটি, (b) ম'লাৰিটি আৰু (c) ম'ল ভগ্নাংশ নিৰ্ণয় কৰা।

DAILY ASSAM

2.3 দ্ৰৱণীয়তা (Solubility)

এটা নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত কৰিব পৰা পদাৰ্থ এটাৰ সৰ্বাধিক পৰিমাণকে দ্ৰাৱকটোত পদাৰ্থটোৰ দ্ৰৱণীয়তা বোলে। ই দ্ৰাৱক আৰু দ্ৰাৱৰ প্ৰকৃতি আৰু লগতে উষ্ণতা আৰু চাপৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। আমি এতিয়া গোটা বা গেছীয় পদাৰ্থ এটা জুলীয়া পদাৰ্থত দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত এই কাৰকসমূহৰ প্ৰভাৱ সম্পৰ্কে আলোচনা কৰিম।

2.3.1 জুলীয়া পদাৰ্থত গোটা পদাৰ্থৰ দ্ৰৱণীয়তা (Solubility of a Solid in a Liquid)

কোনো এটা জুলীয়া পদাৰ্থত সকলোবোৰ গোটা পদাৰ্থ দ্ৰৱীভূত নহয়। ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড আৰু চেনি পানীত অতি সহজে দ্ৰৱীভূত হয়; কিন্তু নেফথালিন বা এনথ্ৰাচিন দ্ৰৱীভূত নহয়। আনহাতে নেফথালিন আৰু এনথ্ৰাচিন বেনজিনত সহজে দ্ৰৱীভূত হয়; কিন্তু ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড আৰু চেনি বেনজিনত দ্ৰৱীভূত নহয়। অৰ্থাৎ আমি সহজে ক'ব পাৰোঁ যে ধ্ৰুৱীয় (polar) পদাৰ্থ ধ্ৰুৱীয় দ্ৰাৱকত আৰু অধ্ৰুৱীয় (non polar) পদাৰ্থ অধ্ৰুৱীয় দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত হয়। সাধাৰণতে দ্ৰাৱক আৰু দ্ৰাৱৰ আন্তঃআণৱিক আন্তঃক্ৰিয়া (intermolecular interactions) একে ধৰণৰ হ'লে পদাৰ্থটো তেনে দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত হয়। আন কথাত "একে প্ৰকৃতিৰ পদাৰ্থ একে প্ৰকৃতিৰ পদাৰ্থত দ্ৰৱীভূত হয়।"

যেতিয়া এটা গোটা পদাৰ্থ দ্ৰাৱকত যোগ কৰি থকা হয়, দ্ৰাৱটোৰ কিছু অংশ দ্ৰৱীভূত হয় আৰু দ্ৰৱটোত ইয়াৰ গাঢ়তা বৃদ্ধি হয়। এই প্ৰক্ৰিয়াক দ্ৰৱণ কাৰ্য বা দ্ৰৱণ (dissolution) বোলে। দ্ৰৱত গোটা পদাৰ্থৰ কিছুমান অণু পৰস্পৰৰ লাগি আকৌ দ্ৰৱৰ পৰা ওলাই আহে। ইয়াক স্ফটিকীকৰণ (crystallisation) বোলে। এটা সময়ত এই দুটা প্ৰক্ৰিয়াৰ গতিবেগ সমান হয়। এই অৱস্থাত দ্ৰৱলৈ যোৱা দ্ৰাৱ্য পদাৰ্থৰ কণাৰ সংখ্যা দ্ৰৱৰপৰা ওলাই অহা দ্ৰাৱ্য পদাৰ্থৰ কণাৰ সংখ্যাৰ সমান হয় আৰু গতিশীল সাম্যাৱস্থাৰ সৃষ্টি হয়।

$$\text{দ্ৰাৱ} + \text{দ্ৰাৱক} \rightleftharpoons \text{দ্ৰৱ} \qquad (2.10)$$

এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতা আৰু চাপত সাম্যাৱস্থাত দ্ৰৱত থকা দ্ৰাৱৰ গাঢ়তা স্থিৰ হয়। গোটা পদাৰ্থৰ পৰিৱৰ্তে গেছীয় পদাৰ্থ জুলীয়া দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত কৰিলেও একেধৰণৰ প্ৰক্ৰিয়া সংঘটিত হয়। নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতা আৰু চাপত কোনো দ্ৰৱত আৰু অধিক দ্ৰাৱ দ্ৰৱীভূত কৰিব নোৱাৰিলে তেনেকুৱা দ্ৰৱক **সংপৃক্ত দ্ৰৱ** (saturated solution) বুলি কোৱা হয়। একে উষ্ণতাত যদি দ্ৰৱ এটাত আৰু অধিক দ্ৰাৱ দ্ৰৱীভূত কৰিব পৰা যায় তেন্তে দ্ৰৱটোক **অসংপৃক্ত দ্ৰৱ** (unsaturated solution) বোলে। দ্ৰৱীভূত আৰু অদ্ৰৱীভূত পদাৰ্থৰ মাজত এটা গতিশীল সাম্য থাকিলে দ্ৰৱটো সংপৃক্ত দ্ৰৱ হয়। এনে সংপৃক্ত দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ দ্ৰাৱকত সৰ্বাধিক পৰিমাণৰ দ্ৰাৱ দ্ৰৱীভূত হৈ থাকে। অৰ্থাৎ এনেকুৱা দ্ৰৱত দ্ৰাৱটোৰ গাঢ়তাই হ'ল দ্ৰাৱকটোত দ্ৰাৱটোৰ দ্ৰৱণীয়তা।

আমি আগতেই পাই আহিছোঁ যে এটা পদাৰ্থত আন এটা পদাৰ্থৰ দ্ৰৱণীয়তা পদাৰ্থ দুটাৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। ইয়াৰোপৰি উষ্ণতা আৰু চাপৰ ওপৰতো এই দ্ৰৱণীয়তা নিৰ্ভৰ কৰে।

DAILY ASSAM

উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ (effect of temperature)

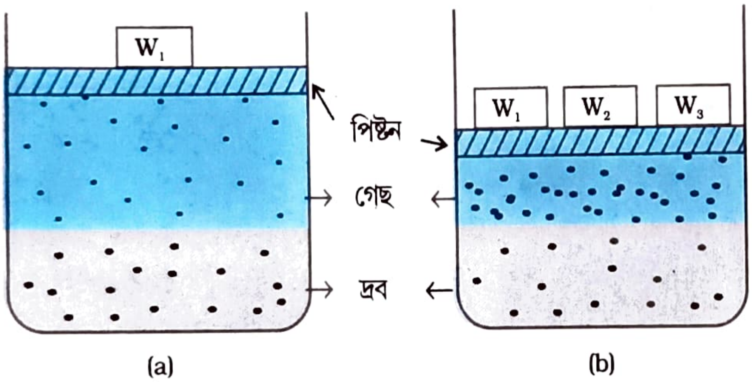
উষ্ণতাৰ পৰিৱৰ্তনৰ ফলত জুলীয়া পদাৰ্থ এটাত গোটা পদাৰ্থ এটাৰ দ্ৰৱণীয়তাৰ উল্লেখযোগ্য পৰিৱৰ্তন হয়। সমীকৰণ 2.10ত দিয়া সাম্যটোৰ কথা বিবেচনা কৰাচোন। সাম্যটো গতিশীল কাৰণে ই **লা চেটেলিয়াৰৰ সূত্ৰ** মানি চলিবই। সাধাৰণতে প্ৰায় সংপৃক্ত দ্ৰৱ এটাত দ্ৰৱণ প্ৰক্ৰিয়া তাপগ্ৰাহী ($\Delta_{sol}H > 0$) হ'লে, উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে দ্ৰৱণীয়তা বৃদ্ধি হ'ব লাগে। আনহাতে এই প্ৰক্ৰিয়া তাপবৰ্জী ($\Delta_{sol}H < 0$) হ'লে দ্ৰৱণীয়তা হ্ৰাস হ'ব লাগে। পৰীক্ষালব্ধ ফলাফলেও এনে ধাৰা দেখুৱায়।

চাপৰ প্ৰভাৱ (effect of pressur)

জুলীয়া পদাৰ্থত গোটা পদাৰ্থৰ দ্ৰৱণীয়তাৰ ওপৰত চাপৰ কোনো বিশেষ প্ৰভাৱ নাই। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল গোটা আৰু জুলীয়া পদাৰ্থ অতি বেছি অসংকোচনীয় আৰু চাপৰ পৰিৱৰ্তনৰদ্বাৰা ইহঁতৰ আয়তন ব্যৱহাৰিক ক্ষেত্ৰত প্ৰভাৱান্বিত নহয়।

2.3.2 জুলীয়া পদাৰ্থত গেছীয় পদাৰ্থৰ দ্ৰৱণীয়তা (Solubility of a Gas in a Liquid)

পানীত বহুতো গেছ দ্ৰৱীভূত হয়। পানীত অক্সিজেন অতি কম পৰিমাণে দ্ৰৱীভূত হয়। তথাপি এই পৰিমাণৰ দ্ৰৱীভূত অক্সিজেন গেছেই সকলো জলজীৱক জীয়াই ৰাখে। আনহাতে হাইড্ৰ'জেন ক্ল'ৰাইড (HCl) গেছ পানীত যথেষ্ট পৰিমাণে দ্ৰৱীভূত হয়। চাপ আৰু উষ্ণতাৰদ্বাৰা জুলীয়া পদাৰ্থত গেছীয় পদাৰ্থৰ দ্ৰৱণীয়তা বিশেষভাৱে প্ৰভাৱান্বিত হয়। চাপ বৃদ্ধিৰ লগে লগে জুলীয়া পদাৰ্থত গেছীয় পদাৰ্থৰ দ্ৰৱণীয়তা বৃদ্ধি হয়। চিত্ৰ 2.1(a)ত দেখুওৱাৰ দৰে এবিধ দ্ৰাৱকত গেছ দ্ৰৱীভূত হৈ থকা দ্ৰৱৰ এটা তন্ত্ৰ লোৱা হ'ল। চাপ p আৰু উষ্ণতা Tত তন্ত্ৰটোৰ তলৰ অংশ দ্ৰৱ আৰু ওপৰৰ অংশ গেছ। ধৰা হ'ল, তন্ত্ৰটো সাম্যাৱস্থাত আছে। অৰ্থাৎ এই অৱস্থাত দ্ৰৱটোৰপৰা ওলাই যোৱা আৰু দ্ৰৱটোত সোমোৱা গেছীয় কণাৰ বেগ একে। এতিয়া গেছীয় পদাৰ্থখিনি সংকুচিত কৰি আয়তন কমাই দ্ৰৱটোৰ ওপৰত চাপ বৃদ্ধি কৰা হ'ল (চিত্ৰ 2.1 (b))। ইয়াৰ ফলত দ্ৰৱটোৰ ওপৰত থকা গেছীয় পদাৰ্থৰ কণাৰ সংখ্যা প্ৰতি একক আয়তনত বৃদ্ধি পাব আৰু দ্ৰৱটোৰ পৃষ্ঠৰ ওপৰত খুন্দিওৱা গেছীয় কণাৰ সংখ্যাও বৃদ্ধি পাব। ফলত বেছি গেছীয় পদাৰ্থৰ কণা দ্ৰৱটোত সোমাব অৰ্থাৎ নতুন এটা সাম্যাৱস্থা নোপোৱালৈ গেছটোৰ দ্ৰৱণীয়তা বৃদ্ধি পাব। আন কথাত দ্ৰৱটোৰ ওপৰত গেছৰ চাপ বৃদ্ধি হ'লে গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা বাঢ়ে।



চিত্ৰ 2.1 : (a) গেছৰ দ্ৰৱণীয়তাৰ ওপৰত চাপৰ প্ৰভাৱ। দ্ৰৱত দ্ৰৱীভূত হৈ থকা গেছৰ গাঢ়তা দ্ৰৱটোৰ ওপৰত থকা গেছৰ চাপৰ সমানুপাতিক

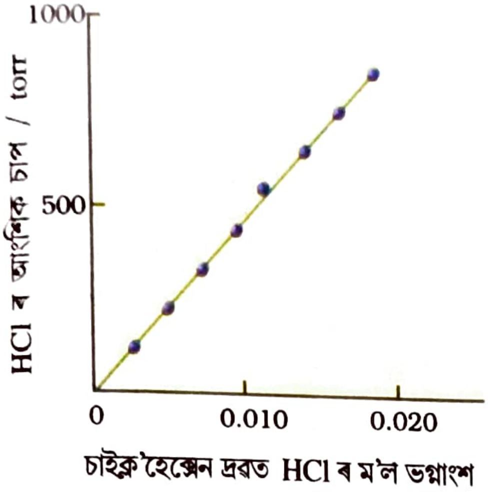
দ্ৰাৱক এটাত গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা আৰু চাপৰ মাজৰ গুণাত্মক সম্পৰ্ক পোনপ্ৰথমে হেনৰিয়ে আগবঢ়াইছিল আৰু এই সম্পৰ্কক **হেনৰিৰ সূত্ৰ (Henry's law)** বুলি কোৱা হয়। এই

DAILY ASSAM

সূত্ৰ মতে **স্থিৰ উষ্ণতাত জুলীয়া পদাৰ্থ এটাত গেছীয় পদাৰ্থ এটাৰ দ্ৰৱণীয়তা গেছটোৰ চাপৰ সমানুপাতিক**। হেনৰিৰ সমসাময়িক বিজ্ঞানী ডেল্টনেও স্বতন্ত্ৰভাৱে এই সিদ্ধান্তত উপনীত হৈছিল যে এটা জুলীয়া দ্ৰাৱকত গেছ এটাৰ দ্ৰৱণীয়তা গেছটোৰ আংশিক চাপৰ সমানুপাতিক। দ্ৰৱত গেছৰ ম'ল ভগ্নাংশ দ্ৰৱণীয়তাৰ জোখ হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰিলে, আমি ক'ব পাৰোঁ **দ্ৰৱত গেছৰ ম'ল ভগ্নাংশ দ্ৰৱটোৰ ওপৰত থকা গেছখিনিৰ আংশিক চাপৰ সমানুপাতিক**। সাধাৰণতে ব্যৱহৃত হেনৰিৰ সূত্ৰ মতে "**বাষ্পীয় অৱস্থাত গেছ এটাৰ আংশিক চাপ (p) দ্ৰৱত গেছটোৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ (x) সমানুপাতিক**। গতিকে আমি লিখিব পাৰোঁ—

$$p = K_H\, x \qquad (2.11)$$

ইয়াত K_H হ'ল হেনৰিৰ সূত্ৰ ধ্ৰুৱক। আমি যদি দ্ৰৱত গেছটোৰ ম'ল ভগ্নাংশ আৰু গেছটোৰ আংশিক চাপৰ মাজত লেখ অংকন কৰো তেন্তে চিত্ৰ 2.2ত দেখুওৱাৰ দৰে লেখ এডাল পাম।



চিত্ৰ 2.2 : 293 K উষ্ণতাত চাইক্ল'হেক্সেনত HCl গেছৰ দ্ৰৱণীয়তাৰ পৰীক্ষালব্ধ ফলাফল। এই লেখৰ নতিয়েই (slope) হ'ল হেনৰিৰ সূত্ৰ ধ্ৰুৱক, K_H

একে উষ্ণতাত বিভিন্ন গেছৰ K_H ৰ মান বেলেগ বেলেগ (তালিকা 2.2)। অৰ্থাৎ K_H গেছৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল।

সমীকৰণ 2.11ৰপৰা এইটো স্পষ্ট যে এটা নিৰ্দিষ্ট চাপত যিমানে K_H ৰ মান ডাঙৰ হ'ব সিমানে এটা গেছৰ দ্ৰৱণীয়তাৰ মান কম হ'ব। তালিকা 2.2ৰপৰা আমি পাওঁ যে N_2 আৰু O_2 ৰ ক্ষেত্ৰত উষ্ণতা বঢ়াৰ লগে লগে K_H ৰ মান বাঢ়ে। ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল, উষ্ণতা হ্ৰাসৰ লগে লগে গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা বাঢ়ে। এইবাবে জলজ উদ্ভিদ আৰু প্ৰাণীৰ বাবে গৰম পানীতকৈ চেঁচা পানী বেছি সুবিধাজনক হয়।

তালিকা 2.2 : পানীত কিছুমান গেছৰ হেনৰিৰ সূত্ৰ ধ্ৰুৱকৰ মান

গেছ	উষ্ণতা (K)	K_H (kbar)	গেছ	উষ্ণতা (K)	K_H (kbar)
H_2	293	144.97	আৰ্গন	298	40.3
H_2	293	69.16	CO_2	298	1.67
N_2	293	76.48	ফৰমেলডিহাইড	298	1.83×1.0
N_2	303	88.84	মিথেন	298	0.413
O_2	293	34.86	ভিনাইল ক্ল'ৰাইড	298	0.611
O_2	303	46.82			

DAILY ASSAM

উদাহৰণ 2.4 293 K উষ্ণতাত পানীৰ মাজেৰে N_2 গেছ চালিত কৰিলে 1L পানীত কিমান m mol N_2 গেছ দ্ৰবীভূত হ'ব? ধৰা, N_2 গেছৰ আংশিক চাপ 0.987 bar। দিয়া আছে যে 293 K উষ্ণতাত N_2 ৰ হেনৰিৰ সূত্ৰ ধ্ৰুৱক 76.48 bar.

সমাধান জলীয় দ্ৰৱত গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা ম'ল ভগ্নাংশৰ সৈতে সম্বন্ধিত। দ্ৰৱত গেছৰ ম'ল ভগ্নাংশ, হেনৰিৰ সূত্ৰ প্ৰয়োগ কৰি নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। অৰ্থাৎ

$$x(N_2) = \frac{p_{N_2}}{K_H} = \frac{0.987 \text{ bar}}{76.480 \text{ bar}} = 1.29 \times 10^{-5}$$

এক লিটাৰ পানীত 55.5 mol পানী থাকে। যদি দ্ৰৱত N_2 ৰ ম'ল n বুলি ধৰা হয় তেনে ক্ষেত্ৰত,

$$x(N_2) = \frac{n \text{ mol}}{n \text{ mol} + 55.5 \text{ mol}} = \frac{n}{55.5}$$

($n << 55.5$; সেয়ে লৰত থকা n উপেক্ষা কৰিব পাৰি)

$$\text{বা, } 1.29 \times 10^{-5} = \frac{n}{55.5}$$

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

অৰ্থাৎ 1 L দ্ৰৱত থকা N_2ৰ পৰিমাণ

$$= 7.16 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

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

উদ্যোগ ক্ষেত্ৰত হেনৰিৰ সূত্ৰৰ ব্যাপক প্ৰয়োগ হয়। ই কিছুমান জৈৱিক পৰিঘটনাও ব্যাখ্যা কৰে। এইবোৰৰ ভিতৰত তলত উল্লেখ কৰাবোৰ প্ৰধান—

- কোমল পানীয় আৰু চ'ডা-জল (soft drinks and soda-water) প্ৰস্তুতিৰ ক্ষেত্ৰত উচ্চ চাপ প্ৰয়োগ কৰি CO_2ৰ দ্ৰৱণীয়তা বৃদ্ধি কৰা হয় আৰু এই অৱস্থাতে বটলবোৰ ছীল (seal) কৰা হয়।
- পানীৰ তলভাগত গেছৰ গাঢ়তা অধিক। গতিকে গেছৰ চাপো অধিক হয়। ডুবাৰুসকলে অধিক চাপৰ বাবে সাগৰৰ তলিত উশাহ-নিশাহ লোৱাৰ বাবে যথেষ্ট অসুবিধা পায়। উচ্চ চাপত তেজত বায়ুমণ্ডলীয় গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা বাঢ়ে। সাগৰত ডুবাৰুসকল যেতিয়া ওপৰলৈ উঠি আহে চাপ লাহে লাহে কমি আহে। ফলত তেজত দ্ৰবীভূত গেছো লাহে লাহে নিৰ্গত হয়। ইয়াৰ ফলত তেজত নাইট্ৰ'জেন গেছৰ বুৰবুৰণিৰ (bubble) সৃষ্টি হয়। এই বুৰবুৰণিয়ে তেজৰ চলাচলত বাধা প্ৰদান কৰে আৰু কষ্টদায়ক অৱস্থাৰ সৃষ্টি কৰে। এই অৱস্থাক চিকিৎসা বিজ্ঞানত 'বেণ্ডছ' (bends) বুলি কোৱা হয় আৰু ই মৃত্যুৰ কাৰণো হৈ পৰিব পাৰে। এই পৰিস্থিতিৰপৰা ৰক্ষা পাবলৈ উশাহ-নিশাহৰ বাবে ব্যৱহাৰ কৰা গেছৰ টেংকিত হিলিয়াম মিশ্ৰিত বায়ু (11.7% হিলিয়াম, 56.2% নাইট্ৰ'জেন আৰু 32.1% অক্সিজেন) লোৱা হয়।

DAILY ASSAM

- অতি বেছি উচ্চতাত অক্সিজেনৰ আংশিক চাপ পৃথিৱীপৃষ্ঠৰ আংশিক চাপতকৈ কম। এই বাবে পাহাৰ-পৰ্বতত বাস কৰা লোকসকলৰ বা পৰ্বত আৰোহণকাৰীসকলৰ তেজ আৰু কলাত (tissue) অক্সিজেনৰ গাঢ়তা কম। তেজত অক্সিজেনৰ পৰিমাণ কম হ'লে মানুহ দুৰ্বল হৈ পৰে আৰু শুদ্ধকৈ চিন্তা কৰিব নোৱাৰা হয়। পৰ্বত আৰোহণকাৰীসকল বিশেষকৈ এই অৱস্থাৰ সন্মুখীন হয়। ইয়াক 'এনক্সিয়া' (anoxia) বুলি কোৱা হয়।

উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ

উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে জুলীয়া পদাৰ্থত গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা হ্ৰাস পায়। দ্ৰৱীভূত হোৱাৰ পাছত গেছীয় অণুসমূহ জুলীয়া প্ৰাৱস্থাত থাকে। এনে ক্ষেত্ৰত দ্ৰৱণ আৰু ঘনীভৱন প্ৰক্ৰিয়া একে বুলি বিবেচনা কৰিব পাৰি। এই পদ্ধতিত তাপ নিৰ্গত হয়। আমি ইতিমধ্যে আগৰ অনুচ্ছেদত জানি আহিছো যে দ্ৰৱণ প্ৰক্ৰিয়া গতিশীল সাম্য আৰু লা চেটেলিয়াৰ সূত্ৰ মানি চলে। যিহেতু দ্ৰৱণ এক তাপবৰ্জী প্ৰক্ৰিয়া, সেয়েহে উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে দ্ৰৱণীয়তা কমে।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

2.6 পঁচা কণীৰদৰে গোন্ধযুক্ত আৰু বিষাক্ত H_2S গেছ গুণাত্মক বিশ্লেষণত ব্যৱহাৰ কৰা হয়। STP ত H_2S ৰ দ্ৰৱণীয়তা পানীত 0.195 m হ'লে হেনৰিৰ সূত্ৰ ধ্ৰুৱক গণনা কৰা।

2.7 298 K উষ্ণতাত পানীত CO_2 ৰ হেনৰিৰ সূত্ৰ ধ্ৰুৱক 1.67×10^8 Pa। এই উষ্ণতাত 2.5 atm চাপত এটা বটলত ভৰোৱা 500 mL ছ'ডা-পানীত থকা CO_2 ৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰা।

2.4 জুলীয়া দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ (Vapour Pressure of Liquid Solutions)

দ্ৰাৱকটো জুলীয়া হ'লে দ্ৰৱটো জুলীয়া দ্ৰৱ পোৱা যায়। দ্ৰাৱটো গেছীয়, জুলীয়া বা কঠিন হ'ব পাৰে। অনুচ্ছেদ 2.3.2ত ইতিমধ্যে জুলীয়া পদাৰ্থত গেছৰ দ্ৰৱৰ বিষয়ে আলোচনা কৰা হৈছে। এই অনুচ্ছেদত জুলীয়া আৰু কঠিন পদাৰ্থৰ জুলীয়া দ্ৰৱৰ বিষয়ে আলোচনা কৰা হ'ব। এনেকুৱা দ্ৰৱত এটা বা এটাতকৈ বেছি উদ্বায়ী উপাংশ থাকিব পাৰে। সাধাৰণতে জুলীয়া দ্ৰাৱকটোৱে উদ্বায়ী হয়। দ্ৰাৱটো উদ্বায়ী হ'বও পাৰে, নহ'বও পাৰে। আমি ইয়াত দুটা উপাংশ থকা দ্ৰৱৰ (দ্বিউপাংশক, binary) বিষয়ে আলোচনা কৰিম; প্ৰধানকৈ (i) জুলীয়া পদাৰ্থত জুলীয়া পদাৰ্থৰ দ্ৰৱ আৰু (ii) জুলীয়া পদাৰ্থত কঠিন পদাৰ্থৰ দ্ৰৱৰ বিষয়ে আলোচনা কৰা হ'ব।

2.4.1 জুলীয়া পদাৰ্থত জুলীয়া পদাৰ্থৰ দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ (Vapour Pressure of Liquid-Liquid Solutions)

দুবিধ উদ্বায়ী জুলীয়া পদাৰ্থৰ এটা দ্ৰৱ বিবেচনা কৰা হ'ল। ইয়াৰ উপাংশ দুটাক আমি 1 আৰু 2ৰে বুজাম। এটা বন্ধ পাত্ৰত ৰাখিলে দুয়োটা উপাংশৰ বাষ্পীভৱন ঘটিব আৰু এটা সময়ত বাষ্পীয় আৰু জুলীয়া অৱস্থাৰ মাজত এটা সাম্য অৱস্থাৰ সৃষ্টি হ'ব। এই অৱস্থাত ধৰা হ'ল, মুঠ বাষ্পীয় চাপ p_{total}; একেদৰে উপাংশ 1 আৰু 2ৰ আংশিক বাষ্পীয় চাপ ক্ৰমে p_1 আৰু p_2 বুলি ধৰা হ'ল। এই আংশিক বাষ্পীয় চাপ উপাংশ 1 আৰু 2ৰ ম'ল ভগ্নাংশ ক্ৰমে x_1 আৰু x_2ৰ সৈতে সম্পৰ্কিত।

ফ্ৰান্সৰ ৰসায়নবিদ ফ্ৰাছ'ৱা মাৰ্ট ৰাউল্টে (Francois Marte Raoult, 1886) আংশিক চাপ আৰু ম'ল ভগ্নাংশৰ সম্পৰ্কটো প্ৰতিষ্ঠা কৰিছিল। ইয়াকে **ৰাউল্টৰ সূত্ৰ**

বুলি কোৱা হয়। সূত্ৰটো হ'ল— **"উদ্বায়ী জুলীয়া পদাৰ্থৰ দ্ৰৱৰ প্ৰতিকটো উপাংশৰ আংশিক বাষ্পীয় চাপ উপাংশটোৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ সমানুপাতিক।"**

অৰ্থাৎ উপাংশ 1 ৰ বাবে

$$p_1 \propto x_1 \quad (2.12)$$

আৰু $p_1 = p_1^0\, x_1$

ইয়াত p_1^0 হ'ল বিশুদ্ধ উপাংশ 1ৰ একে উষ্ণতাত বাষ্পীয় চাপ।

একেদৰে, উপাংশ 2 ৰ বাবে

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

ইয়াত p_2^0 হ'ল বিশুদ্ধ উপাংশ 2ৰ বাষ্পীয় চাপ।

ডেল্টনৰ আংশিক চাপৰ সূত্ৰমতে পাত্ৰটোত থকা দ্ৰৱৰ ওপৰৰ মুঠ চাপ দ্ৰৱটোৰ উপাংশসমূহৰ আংশিক চাপৰ যোগফলৰ সমান। অৰ্থাৎ আমি লিখিব পাৰোঁ—

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

সমীকৰণ (2.12) আৰু (2.13)ৰপৰা p_1 আৰু p_2ৰ মান বহুৱাই আমি পাওঁ

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

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

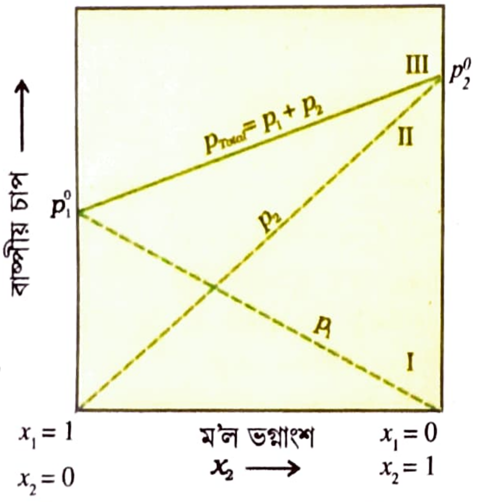
$$= p_1^0 + (p_2^0 - p_1^0)\, x_2 \quad (2.16)$$

সমীকৰণ 2.16ৰ পৰা আমি সিদ্ধান্ত কৰিব পাৰোঁ যে,

(i) দ্ৰৱটোৰ ওপৰত প্ৰদত্ত মুঠ চাপ যিকোনো উপাংশৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ লগত সম্পৰ্কিত কৰিব পাৰি।

(ii) দ্ৰৱটোৰ ওপৰৰ মুঠ বাষ্পীয় চাপ উপাংশ 2ৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ সৈতে সৰল ৰৈখিকভাৱে পৰিৱৰ্তিত হয়।

(iii) বিশুদ্ধ উপাংশ 1 আৰু 2ৰ বাষ্পীয় চাপৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি দ্ৰৱটোৰ ওপৰৰ মুঠ চাপ, উপাংশৰ 2 ৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ বৃদ্ধিৰ সৈতে বাঢ়ে বা কমে।



চিত্ৰ 2.3 : স্থিৰ উষ্ণতাত আদৰ্শ দ্ৰৱ এটাৰ বাষ্পীয় চাপ আৰু ম'ল ভগ্নাংশৰ লেখ। ভগ্ন ৰেখা I আৰু II এ উপাংশবোৰৰ আংশিক চাপ বুজাইছে। (লেখৰ পৰা এইটো স্পষ্ট যে p_1 আৰু p_2 ক্ৰমে x_1 আৰু x_2 ৰ সমানুপাতিক।) চিত্ৰত IIIৰে চিহ্নিত লেখডালে মুঠ চাপ নিৰ্দেশ কৰিছে।

চিত্ৰ 2.3ত দেখুওৱাৰ দৰে ম'ল ভগ্নাংশ x_1 আৰু x_2 ৰ বিপৰীতে p_1 আৰু p_2ৰ লেখ আঁকিলে সৰল ৰেখা পোৱা যায়। x_1 আৰু x_2ৰ মান একক হ'লে বাষ্পীয় চাপ p_1^0 ক্ৰমে আৰু p_2^0 হ'ব (p_1^0 আৰু p_2^0 হ'ল ক্ৰমে উপাংশ 1 আৰু 2ৰ বিশুদ্ধ অৱস্থাত বাষ্পীয় চাপ)। x_2ৰ বিপৰীতে অঁকা p_{total} ৰ লেখডালো (III) সৰল ৰেখা হয় (চিত্ৰ 2.3)। উপাংশ 1 তকৈ উপাংশ 2 বেছি উদ্বায়ী বুলি ধৰিলে,(অৰ্থাৎ $p_1^0 < p_2^0$ হ'লে) p_{total}ৰ ন্যূনতম মান p_1^0 হ'ব আৰু উচ্চতম মান p_2^0 হ'ব।

উপাংশবোৰৰ আংশিক চাপ নিৰ্ণয়ৰদ্বাৰা দ্ৰৱৰ সৈতে সাম্যাৱস্থাত থকা বাষ্পীয় প্ৰাৱস্থাৰ সংযুতি নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। উপাংশ 1 আৰু 2 ৰ বাষ্পীয় প্ৰাৱস্থাত ম'ল ভগ্নাংশ ক্ৰমে y_1 আৰু y_2 হ'লে ডেল্টনৰ বাষ্পীয় চাপৰ সূত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ।

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

DAILY ASSAM

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

অৰ্থাৎ, সাধাৰণভাৱে

$$p_i = y_i\, p_{total} \quad (2.19)$$

DAILY ASSAM

উদাহৰণ 2.5 298 K উষ্ণতাত ক্লৰফৰ্ম ($CHCl_3$) আৰু ডাইক্লৰমিথেনৰ বাষ্পীয় চাপ ক্ৰমে 200 mm Hg আৰু 415 mm Hg হ'লে

(i) 298 K উষ্ণতাত 25.5 g $CHCl_3$ আৰু 40 g CH_2Cl_2 মিহলাই প্ৰস্তুত কৰা দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ নিৰ্ণয় কৰা।

(ii) বাষ্পীয় অৱস্থাত প্ৰত্যেক উপাংশৰ ম'ল ভগ্নাংশও নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান (i) CH_2Cl_2ৰ ম'লাৰ ভৰ= $(12\times1+1\times2+35.5\times2)$ g mol^{-1} =85 g mol^{-1}

$CHCl_3$ ৰ ম'লাৰ ভৰ = $(12\times1+1\times1+35.5\times3)$g mol^{-1}=119.5 g mol^{-1}

$$CH_2Cl_2 \text{ ৰ পৰিমাণ} = \frac{40\text{ g}}{85\text{ g mol}^{-1}} = 0.47\text{ mol}$$

$$CHCl_3 \text{ ৰ পৰিমাণ} = \frac{25.5\text{ g}}{119.5\text{ g mol}^{-1}} = 0.213\text{ mol}$$

মুঠ পৰিমাণ = (0.47 + 0.213) mol = 0.683 mol

$$x_{CH_2Cl_2} = \frac{0.47\text{ mol}}{0.683\text{ mol}} = 0.688$$

$$x_{CHCl_3} = 1.00 - 0.688 = 0.312$$

সমীকৰণ (2.16) ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ,

দ্ৰৱৰ মুঠ বাষ্পীয় চাপ, $p_{total} = p^0_1 + (p^0_2 - p^0_1)x_2$

$= [200 + (415 - 200)\ 0.688]$ mm Hg

$= (200 + 147.9)$ mm Hg = 347.9 mm Hg

(ii) সমীকৰণ 2.17 অৰ্থাৎ $y_i = p_i / p_{total}$, ব্যৱহাৰ কৰি গেছীয় প্ৰাৱস্থাৰ ম'ল ভগ্নাংশ (y_i) নিৰ্ণয় কৰিব পাৰোঁ।

$p_{CH_2Cl_2}$ = 0.688 × 415 mm Hg = 285.5 mm Hg

p_{CHCl_3} = 0.312 × 200 mm Hg = 62.4 mm Hg

$y_{CH_2Cl_2}$ = 285.5 mm Hg/347.9 mm Hg = 0.82

y_{CHCl_3} = 62.4 mm Hg/347.9 mm Hg = 0.18

টোকা : CH_2Cl_2ৰ বাষ্পীয় চাপ 298 K উষ্ণতাত 415 mmHg আৰু একে উষ্ণতাত $CHCl_3$ৰ বাষ্পীয় চাপ 200 mmHg, গতিকে $CHCl_3$ তকৈ CH_2Cl_2 বেছি উদ্বায়ী, ফলত দ্ৰৱটোৰ বাষ্পত বেছি পৰিমাণে CH_2Cl_2 থাকিব ($y_{CH_2Cl_2}$ = 0.82 আৰু y_{CHCl_3} 0.18)। গতিকে আমি এই সিদ্ধান্তত উপনীত হ'লো যে দ্ৰৱটোৰ বাষ্পীয় প্ৰাৱস্থাত বেছি উদ্বায়ী উপাংশটোৰ বাষ্প অধিক হ'ব।

2.4.2 হেনৰি সূত্ৰৰ এক বিশেষ অৱস্থা হিচাপে ৰাউল্টৰ সূত্ৰ (Roult's Law as a Special case of Henry's Law)

ৰাউল্টৰ সূত্ৰ অনুসৰি উদ্বায়ী উপাংশ এটাৰ দ্ৰৱত বাষ্পীয় চাপ হ'ল —

$$p_i = x_i\ p_i^0$$

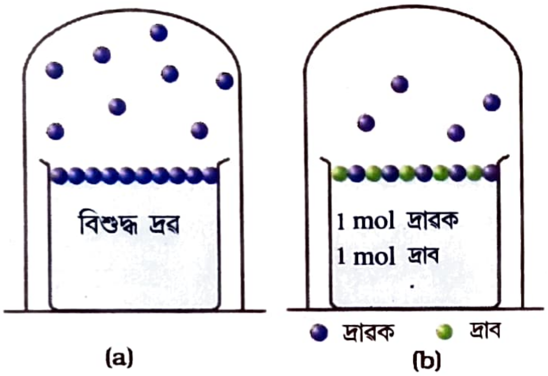
জুলীয়া পদাৰ্থ এটাত গেছ দ্ৰৱীভূত হৈ থাকিলে দ্ৰৱটোত থকা গেছীয় উপাংশটো অত্যন্ত উদ্বায়ী হোৱা বাবে ইয়াৰ দ্ৰৱণীয়তা আমি আগেয়ে পাই অহা হেনৰিৰ সূত্ৰেৰে প্ৰকাশ কৰিব পাৰোঁ —

$$p = K_H\,x$$

ৰাউল্টৰ সূত্ৰ আৰু হেনৰিৰসূত্ৰৰ পৰা আমি পাওঁ যে উদ্বায়ী উপাংশ অৰ্থাৎ গেছটোৰ আংশিক চাপ দ্ৰৱটোত ইয়াৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ সমানুপাতিক। অকল সমানুপাতিক ধ্ৰুৱক K_H আৰু p_i^0 বেলেগ বেলেগ। অৰ্থাৎ ৰাউল্টৰ সূত্ৰ হ'ল হেনৰিৰ সূত্ৰৰ এটা বিশেষ অৱস্থা, য'ত K_Hৰ মান p_i^0ৰ সমান হয়।

2.4.3 জুলীয়া পদাৰ্থত গোটা পদাৰ্থৰ দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ (Vapour Pressure of Solutions of Solids in Liquids)

জুলীয়া পদাৰ্থত গোটা পদাৰ্থ দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা দ্ৰৱসমূহো অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ। উদাহৰণ হিচাপে, পানীত ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড, গ্লুক'জ, ইউৰিয়া আৰু চেনি দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা দ্ৰৱসমূহ বা কাৰ্বন ডাইছালফাইডত আয়'ডিন আৰু ছালফাৰ দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা দ্ৰৱসমূহ। এই দ্ৰৱসমূহৰ কিছুমান ভৌতিক ধৰ্ম বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকতকৈ বেলেগ হয়। উদাহৰণ হিচাপে, আমি বাষ্পীয় চাপৰ কথাকে ক'ব পাৰোঁ। আমি পাই আহিছোঁ যে এটা নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত জুলীয়া পদাৰ্থ এটাই তাৰ বাষ্পৰ সৈতে সাম্যাৱস্থাত থাকিলে জুলীয়া পদাৰ্থটোৰ ওপৰত বাষ্পখিনিয়ে যি চাপ দিয়ে তাকে পদাৰ্থটোৰ বাষ্পীয় চাপ বোলে। (একাদশ শ্ৰেণী অধ্যায়-5) [চিত্ৰ 2.4 (a)]। এটা বিশুদ্ধ জুলীয়া পদাৰ্থৰ পৃষ্ঠখনত অকল জুলীয়া পদাৰ্থটোৰ অণুহে থাকিব। এটা দ্ৰাৱকত অনুদ্বায়ী পদাৰ্থ দ্ৰৱীভূত কৰি দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিলে দ্ৰৱটোৰ বাষ্পীয় চাপ দ্ৰাৱকটোৰ বাবেহে হ'ব। এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত দ্ৰৱটোৰ বাষ্পীয় চাপ একে উষ্ণতাত থকা বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপতকৈ কম। কিয়নো দ্ৰৱটোৰ পৃষ্ঠত অনুদ্বায়ী দ্ৰাৱ আৰু দ্ৰাৱক দুয়োবিধৰে অণু থাকিব। ফলত দ্ৰাৱকৰ অণুৱে আগুৰি থাকিব পৰা পৃষ্ঠকালি কম হ'ব। ইয়াৰ ফলত বাষ্পীভৱন হ'ব পৰা অণুৰ সংখ্যাও কমিব; অৰ্থাৎ বাষ্পীয় চাপ কমিব।



চিত্ৰ 2.4: দ্ৰাৱৰ উপস্থিতিত দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপৰ হ্ৰাস
(a) পৃষ্ঠৰপৰা বাষ্পীভৱন ঘটিছে। দ্ৰাৱকৰ অণু ● চিহ্নৰ দ্বাৰা বুজোৱা হৈছে।
(b) দ্ৰৱত পৃষ্ঠৰ কিছু অংশ দ্ৰাৱৰ অণুৱে আগুৰি থাকে। দ্ৰাৱৰ অণু ● ৰ দ্বাৰা বুজোৱা হৈছে।

দ্ৰৱত থকা অনুদ্বায়ী দ্ৰাৱটোৰ পৰিমাণৰ ওপৰত দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপৰ হ্ৰাস নিৰ্ভৰ কৰে; দ্ৰাৱটোৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। উদাহৰণ হিচাপে, একে উষ্ণতাত সম পৰিমাণৰ পানীত 0.1 ম'ল চুক্ৰ'জ আৰু 0.1 ম'ল ইউৰিয়া বেলেগে বেলেগে দ্ৰৱীভূত কৰিলে দ্ৰৱ দুটাৰ বাষ্পীয় চাপৰ হ্ৰাসৰ মান একে হ'ব।

সাধাৰণভাৱে ৰাউল্টৰ সূত্ৰটো এনেদৰে লিখিব পাৰি— **"যি কোনো দ্ৰৱৰ বাবে প্ৰতিটো উদ্বায়ী উপাংশৰ আংশিক বাষ্পীয় চাপ সিহঁতৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ সমানুপাতিক।"**

চিত্ৰ 2.5 : সকলো গাঢ়তাৰ বাবে যদি দ্ৰৱ এটাই ৰাউল্টৰ সূত্ৰ মানি চলে, তেনেহ'লে ইয়াৰ বাষ্পীয় চাপ শূন্যৰ পৰা বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপলৈ সৰলৰৈখিকভাবে পৰিৱৰ্তন হ'ব।

অনুদ্বায়ী পদাৰ্থ দ্ৰৱীভূত থকা দ্ৰাৱক এটাৰ কথা বিবেচনা কৰাচোন। ইতিমধ্যে কোৱা হৈছে এই ক্ষেত্ৰত দ্ৰাৱকেহে অকল বাষ্পীয় চাপ দেখুৱায়। দ্বিউপাংশক (binary) এই দ্ৰৱটোৰ ক্ষেত্ৰত আমি দ্ৰাৱকৰ বাবে 1 আৰু দ্ৰাৱৰ বাবে 2 ব্যৱহাৰ কৰিম। দ্ৰৱত দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপ p_1, ম'ল ভগ্নাংশ x_1 আৰু বিশুদ্ধ অৱস্থাত দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপ p_1^0 হ'লে ৰাউল্টৰ সূত্ৰ অনুসৰি—

$$p_1 \propto x_1$$

আৰু $$p_1 = x_1\, p_1^0 \qquad (2.20)$$

ইয়াত সমানুপাতিক ধ্ৰুৱক হ'ল বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপ, p_1^0। দ্ৰাৱকৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ বিপৰীতে বাষ্পীয় চাপৰ লেখ সৰলৰৈখিক হ'ব (চিত্ৰ 2.5)।

2.5 আদৰ্শ আৰু অনাদৰ্শ দ্ৰৱ (Ideal and Non-ideal Solutions)

ৰাউল্টৰ সূত্ৰ অনুসৰি এটা জুলীয়া পদাৰ্থ আন এটা জুলীয়া পদাৰ্থত দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা দ্ৰৱসমূহক দুটা ভাগত ভগাব পাৰি — আদৰ্শ দ্ৰৱ আৰু অনাদৰ্শ দ্ৰৱ।

2.5.1 আদৰ্শ দ্ৰৱ (Ideal Solutions)

গাঢ়তাৰ সকলো পৰিসৰতে ৰাউল্টৰ সূত্ৰ মানি চলা দ্ৰৱসমূহক **আদৰ্শ দ্ৰৱ** বোলে। আদৰ্শ দ্ৰৱৰ আন দুটা বৈশিষ্ট্য আছে। বিশুদ্ধ উপাংশ মিহলি কৰি এনেকুৱা দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিলে মিশ্ৰণ এনথালপি (enthalpy of mixing) আৰু মিশ্ৰণ আয়তন (volume of mixing) শূন্য হয়; অৰ্থাৎ,

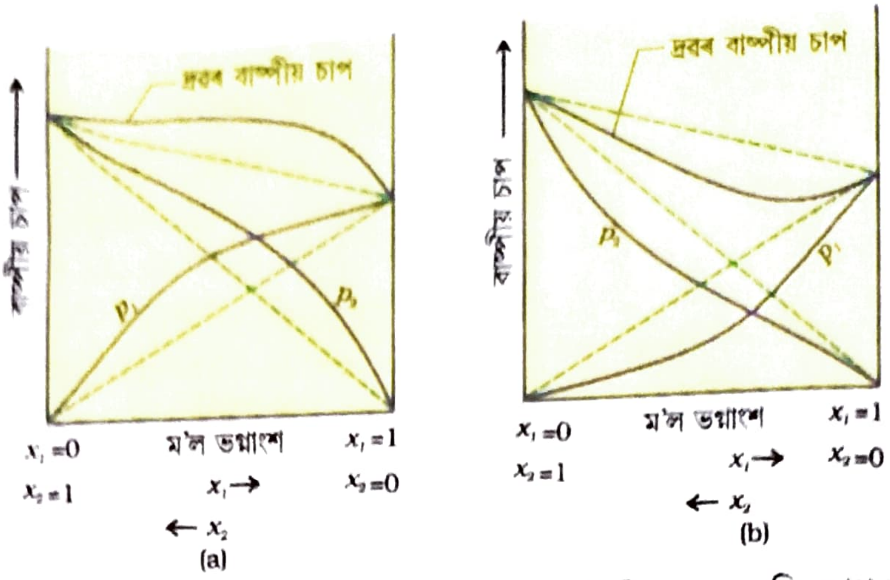
$$\Delta_{mix}H = 0 \quad \text{আৰু} \quad \Delta_{mix}V = 0 \qquad (2.21)$$

ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল, এনেকুৱা মিশ্ৰণৰ বাবে কোনো তাপ গ্ৰহণ বা বৰ্জন নহয়। এই ক্ষেত্ৰত মিহলি কৰা উপাংশ দুটাৰ আয়তনৰ যোগফল দ্ৰৱৰ আয়তনৰ সমান। আণৱিক পৰ্যায়ত দ্ৰৱৰ আদৰ্শ আচৰণ নিম্নোক্তধৰণে ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। ধৰা, দ্ৰৱটোত থকা উপাংশ দুটা হ'ল A আৰু B। বিশুদ্ধ উপাংশত A–A আৰু B–B ধৰণৰ আন্তঃআণৱিক আকৰ্ষণী আন্তঃক্ৰিয়া থাকে। আনহাতে দ্বিউপাংশক দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত এই দুটা আন্তঃক্ৰিয়াৰ উপৰি A–B প্ৰকাৰৰ আন্তঃক্ৰিয়া থাকিব। যদি A–B ৰ মাজৰ আন্তঃআণৱিক আকৰ্ষণী বল A–A আৰু B–B ৰ আন্তঃআণৱিক আকৰ্ষণী বলৰ সমান হয় তেন্তে দ্ৰৱটো আদৰ্শ দ্ৰৱ হ'ব। সম্পূৰ্ণভাৱে আদৰ্শ দ্ৰৱ পোৱা টান; কিন্তু কিছুমান দ্ৰৱে প্ৰায় আদৰ্শ আচৰণ দেখুৱায়। n-হেক্সেন আৰু n-পেন্টেনৰ দ্ৰৱ, ব্ৰমʼইথেন আৰু ক্লৰʼইথেনৰ দ্ৰৱ, বেনজিন আৰু টলুইনৰ দ্ৰৱক আদৰ্শ দ্ৰৱৰ উদাহৰণ হিচাপে ল'ব পাৰি।

2.5.2 অনাদৰ্শ দ্ৰৱ (Non-ideal Solution)

গাঢ়তাৰ সকলো পৰিসৰতে ৰাউল্টৰ সূত্ৰ মানি নচলিলে দ্ৰৱটোক **অনাদৰ্শ দ্ৰৱ** বুলি কোৱা হয়। ৰাউল্টৰ সূত্ৰ (সমীকৰণ 2.16) অনুসৰি পাবলগীয়া বাষ্পীয় চাপতকৈ এনেকুৱা দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ কম বা বেছি হয়। যদি কম হয় তেন্তে ই ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰ

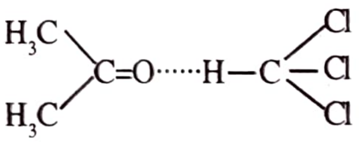
চিত্ৰ 2.6 : সংযুতিৰ সৈতে দ্বিউপাংশক দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপৰ পৰিৱৰ্তন (a) ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰ পৰা ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখুওৱা দ্ৰৱৰ বাবে। (b) ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰ পৰা ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখুওৱা দ্ৰৱৰ বাবে।



পৰা ঋণাত্মক বিচ্যুতি আৰু যদি বেছি হয় তেন্তে ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখুওৱা বুলি কোৱা হয়। ম'ল ভগ্নাংশৰ বিপৰীতে এনেকুৱা দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপৰ লেখ চিত্ৰ 2.6 ত দেখুওৱা হৈছে।

এই বিচ্যুতিৰ কাৰণ আণৱিক পৰ্যায়ৰ আন্তঃক্ৰিয়াৰ প্ৰকৃতি। ধনাত্মক বিচ্যুতিৰ ক্ষেত্ৰত A-A বা B-B আন্তঃক্ৰিয়াতকৈ A-B আন্তঃক্ৰিয়া দুৰ্বল; অৰ্থাৎ এইক্ষেত্ৰত দ্ৰাৱ আৰু দ্ৰাৱকৰ অণুৰ মাজৰ আন্তঃআণৱিক আকৰ্ষণী বল দ্ৰাৱ-দ্ৰাৱ আৰু দ্ৰাৱক-দ্ৰাৱক অণুৰ মাজৰ আন্তঃআণৱিক আকৰ্ষণী বলতকৈ দুৰ্বল। ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল এনেকুৱা দ্ৰৱৰপৰা A অণু (বা B অণু) সিহঁতৰ বিশুদ্ধ অৱস্থাৰ তুলনাত সহজে বাষ্পীভূত হ'ব। ফলত বাষ্পীয় চাপ বৃদ্ধি হ'ব আৰু দ্ৰৱই ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱাব। ইথানল আৰু এছিটʼনৰ মিশ্ৰই এনেকুৱা আচৰণ দেখুৱায়। ইথানলত হাইড্ৰʼজেন বান্ধনিৰদ্বাৰা অণুবোৰ আকৰ্ষিত হৈ থাকে। ইথানলত এছিটʼন যোগ কৰিলে ইথানলৰ অণুৰ মাজে মাজে এছিটʼনৰ অণু সোমাই পৰে। ফলত কিছুমান হাইড্ৰʼজেন বান্ধনিৰ বিভংগন ঘটে। এনেদৰে আন্তঃক্ৰিয়া দুৰ্বল হৈ পৰাৰ ফলত দ্ৰৱটোৱে ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰপৰা ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱায়। এছিটʼনত কাৰ্বন ডাইছালফাইড যোগ কৰি পোৱা দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰতো দ্ৰাৱক-দ্ৰাৱক বা দ্ৰাব্য-দ্ৰাব্য অণুৰ মাজৰ আন্তঃক্ৰিয়াতকৈ দ্ৰাব্য-দ্ৰাৱক অণুৰ মাজত দ্বিধ্ৰুৱকীয় আন্তঃক্ৰিয়া দুৰ্বল। এই দ্ৰৱইও ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱায়।

আনহাতে A-B ৰ মাজত থকা আন্তঃআণৱিক আকৰ্ষণী বলতকৈ A-A আৰু B-Bৰ মাজৰ আকৰ্ষণী বল দুৰ্বল হ'লে ঋণাত্মক বিচ্যুতি পৰিলক্ষিত হয়। এই ক্ষেত্ৰত দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ হ্ৰাস হয়, অৰ্থাৎ বিচ্যুতি ঋণাত্মক হয়। ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখুওৱা এবিধ মিশ্ৰ হ'ল ফিনল আৰু এনিলিনৰ মিশ্ৰ। এই ক্ষেত্ৰত ফিনলিক প্ৰʼটন (phenolic proton) আৰু এনিলিনৰ নাইট্ৰʼজেনত থকা অনাবদ্ধ ইলেকট্ৰনৰ মাজৰ আন্তঃআণৱিক হাইড্ৰʼজেন বান্ধনি একে অণুৰ মাজত থকা আন্তঃআণৱিক হাইড্ৰʼজেন বান্ধনিতকৈ শক্তিশালী। একেদৰে ক্লʼৰʼফৰ্ম আৰু এছিটʼনৰ মিশ্ৰই ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰপৰা ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱায়। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল ক্লʼৰʼফৰ্মে এছিটʼনৰ লগত তলত দেখুওৱাৰ দৰে হাইড্ৰʼজেন বান্ধনিৰ সৃষ্টি কৰে—



ইয়াৰ ফলত প্ৰত্যেকটো উপাংশৰ অণুবোৰৰ বাষ্পীভৱন হোৱাৰ প্ৰৱণতা কমে। সেইবাবে বাষ্পীয় চাপৰ মানো হ্ৰাস হয়; অৰ্থাৎ ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱায়।

কিছুমান জুলীয়া পদাৰ্থ মিহলালে **এজিঅ'ট্ৰ'প** (azeotropes) প্ৰস্তুত হয়। এজিঅ'ট্ৰ'প হ'ল জুলীয়া আৰু বাষ্পীয় অৱস্থাত একে সংযুতি থকা দ্বিউপাংশক মিশ্ৰ। এনেকুৱা মিশ্ৰ নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত উতলে। আংশিক পাতনৰদ্বাৰা এনে মিশ্ৰৰ উপাংশবোৰ পৃথক কৰিব নোৱাৰি। এজিঅ'ট্ৰ'প দুই প্ৰকাৰৰ— নিম্নতম উতলাংকযুক্ত এজিঅ'ট্ৰ'প (minimum boiling azeotrope) আৰু উচ্চতম উতলাংকযুক্ত এজিঅ'ট্ৰ'প (maximum boiling azeotrope)। যিবোৰ দ্ৰৱে ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰপৰা বেছি ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱায় তেনেবোৰ দ্ৰৱে এক বিশেষ সংযুতিত নিম্ন উতলাংকযুক্ত এজিঅ'ট্ৰ'প প্ৰস্তুত কৰে। উদাহৰণ হিচাপে, আংশিক পাতনৰদ্বাৰা কিন্বন প্ৰক্ৰিয়াৰ সহায়ত প্ৰাপ্ত ইথানল-পানীৰ মিশ্ৰটো বিবেচনা কৰিব পাৰোঁ। এই প্ৰক্ৰিয়াত আয়তন হিচাপত প্ৰায় 95% ইথানলযুক্ত এটা এজিঅ'ট্ৰ'প দ্ৰৱ উৎপন্ন হয়। অৰ্থাৎ আয়তন হিচাপে 95% ইথানল আৰু 5% পানী উৎপন্ন হোৱাৰ লগে লগে জুলীয়া অৱস্থাৰ আৰু বাষ্পীয় অৱস্থাৰ সংযুতি একে হয় আৰু ইহঁতৰ পৃথকীকৰণ নহয়।

যিবোৰ দ্ৰৱে ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰপৰা অতি বেছি ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱায় সেইবোৰ দ্ৰৱই উচ্চতম উতলাংকযুক্ত এজিঅ'ট্ৰ'প প্ৰস্তুত কৰে। নাইট্ৰিক এছিড আৰু পানীৰ মিশ্ৰই এনেকুৱা এজিঅ'ট্ৰ'প প্ৰস্তুত কৰিব পাৰে। এই এজিঅ'ট্ৰ'পত ভৰ হিচাপত প্ৰায় 68% নাইট্ৰিক এছিড আৰু প্ৰায় 32% পানী থাকে। ইয়াৰ উতলাংক 393.5 K।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

2.8 350 K উষ্ণতাত দুটা বিশুদ্ধ জুলীয়া পদাৰ্থ A আৰু B ৰ বাষ্পীয় চাপ ক্ৰমে 450 আৰু 700 mm Hg; মুঠ বাষ্পীয় চাপ 600 mm Hg হ'লে জুলীয়া পদাৰ্থ দুটাৰ মিশ্ৰৰ 350 K উষ্ণতাৰ সংযুতি নিৰ্ণয় কৰা। বাষ্পীয় অৱস্থাতো সিহঁতৰ সংযুতি নিৰ্ণয় কৰা।

2.6 সংখ্যাগত ধৰ্ম আৰু ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় (Colligative Properties and Determination of Molar Mass)

অনুচ্ছেদ 2.4.3 ত আমি পাই আহিছোঁ যে উদ্বায়ী দ্ৰাৱক এটাত অনুদ্বায়ী দ্ৰাব্য পদাৰ্থ এটা যোগ কৰিলে দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ হ্ৰাস হয়। বাষ্পীয় চাপৰ হ্ৰাসৰ সৈতে দ্ৰৱৰ বহুতো ধৰ্মৰ সম্পৰ্ক আছে। এইবোৰ হ'ল—

(i) দ্ৰাৱকৰ আপেক্ষিক বাষ্পীয় চাপৰ অৱনমন

(ii) দ্ৰাৱকৰ হিমাংক অৱনমন

(iii) দ্ৰাৱকৰ উতলাংক উন্নয়ন

(iv) দ্ৰৱৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ (osmotic pressure)

দ্ৰৱত থকা মুঠ কণাৰ সংখ্যাৰ ওপৰত এই আটাইবোৰ ধৰ্ম নিৰ্ভৰ কৰে, কণাবোৰৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। এনেকুৱা ধৰ্মবোৰক সংখ্যাগত ধৰ্ম বোলে (colligative properties, colligative লেটিন শব্দ *co* আৰু *ligare* ৰ পৰা অহা। *co* মানে সহ আৰু *ligare* মানে লগ লগা)। তলৰ অনুচ্ছেদসমূহত এই ধৰ্মবোৰ এটা এটাকৈ আলোচনা কৰা হ'ব।

2.6.1 বাষ্পীয় চাপৰ আপেক্ষিক অৱনমন (Relative Lowering of Vapour Pressure)

2.4.3 অনুচ্ছেদত আমি পাই আহিছোঁ যে বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকতকৈ দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ কম। বিজ্ঞানী ৰাউল্টে প্ৰমাণ কৰিছিল যে বাষ্পীয় চাপৰ আপেক্ষিক অৱনমন দ্ৰৱত থকা দ্ৰাৱ কণাৰ গাঢ়তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে, সিহঁতৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। সমীকৰণ 2.20ৰপৰা দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ, দ্ৰাৱকৰ ম'ল ভগ্নাংশ আৰু বাষ্পীয় চাপৰ মাজত এটা সম্বন্ধ পাওঁ। অৰ্থাৎ

$$p_1 = x_1\, p_1^0 \tag{2.22}$$

যদি বাষ্পীয় চাপৰ হ্ৰাস Δp_1 ৰে বুজোৱা হয়

তেন্তে

$$\Delta p_1 = p_1^0 - p_1 = p_1^0 - p_1^0 x_1$$

$$= p_1^0 (1 - x_1) \tag{2.23}$$

এতিয়া $x_2 = 1 - x_1$ হোৱাহেতু সমীকৰণ 2.23ৰপৰা আমি পাম,

$$\Delta p_1 = x_2\, p_1^0 \tag{2.24}$$

একেটা দ্ৰৱতে বহুতো অনুদ্বায়ী দ্ৰাৱ দ্ৰৱীভূত কৰিলে বাষ্পীয় চাপৰ অৱনমন বিভিন্ন দ্ৰাৱৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ যোগফলৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। সমীকৰণ 2.24ক তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি—

$$\frac{\Delta p_1}{p_1^0} = \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = x_2 \tag{2.25}$$

এই সমীকৰণৰ বাওঁপিনৰ ৰাশিটোৱে বাষ্পীয় চাপৰ আপেক্ষিক অৱনমন বুজায় আৰু ইয়াৰ মান দ্ৰাৱৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ সমান। এই সমীকৰণটো তলত দিয়া ধৰণেও লিখিব পাৰি—

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad \text{যিহেতু} \quad x_2 = \frac{x_2}{n_1 + n_2} \tag{2.26}$$

ইয়াত n_1 আৰু n_2 হ'ল দ্ৰৱত ক্ৰমে দ্ৰাৱক আৰু দ্ৰাৱৰ ম'ল। লঘু দ্ৰৱৰ বাবে $n_2 << n_1$; গতিকে হৰৰ n_2 উপেক্ষা কৰি আমি লিখিব পাৰোঁ—

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1} \tag{2.27}$$

$$\text{বা,} \quad \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{w_2 \times M_1}{M_2 \times w_1} \tag{2.28}$$

ইয়াত দ্ৰাৱক আৰু দ্ৰাৱৰ ভৰ ক্ৰমে w_1 আৰু w_2; আৰু ইহঁতৰ ম'লাৰ ভৰ ক্ৰমে M_1 আৰু M_2।

সমীকৰণ 2.28ৰপৰা আন ৰাশিবোৰৰ মান জানিলে দ্ৰাৱৰ ম'লাৰ ভৰ (M_2) নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি।

উদাহৰণ 2.6 কোনো এক উষ্ণতাত বিশুদ্ধ বেনজিনৰ বাষ্পীয় চাপ 0.850 bar। বেনজিনৰ (ম'লাৰ ভৰ 78 g mol^{-1}) 39.0 gত এটা অনুদ্বায়ী বিদ্যুৎঅবিশ্লেষ্যৰ 0.5 g যোগ কৰা হ'ল। ফলত দ্ৰৱটোৰ বাষ্পীয় চাপৰ মান 0.845 bar হ'ল। দ্ৰাব্যটোৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান উদাহৰণটোত দিয়া বিভিন্ন ৰাশিবোৰৰ মান হ'ল—

$p_1^0 = 0.850$ bar; $p_1 = 0.845$ bar; $M_1 = 78$ g mol^{-1}; $w_2 = 0.5$ g; $w_1 = 39$ g

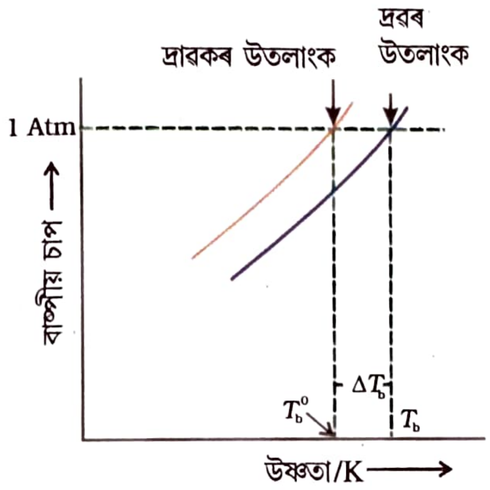
এই মানবোৰ সমীকৰণ 2.28 ত বহুৱাই আমি পাওঁ—

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

গতিকে $M_2 = 170$ g mol^{-1}

.6.2 উতলাংকৰ উন্নয়ন (Elevation of Boiling Point)

আমি পাই আহিছোঁ যে উষ্ণতা বঢ়ালে কোনো জুলীয়া দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপৰ মান বাঢ়ে (একাদশ শ্ৰেণী, অধ্যায়-5)। যি উষ্ণতাত জুলীয়া পদাৰ্থ এটাৰ বাষ্পীয় চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপৰ সমান হয়, সেই উষ্ণতাকে জুলীয়া পদাৰ্থটোৰ উতলাংক বুলি কোৱা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, পানী 373.15 K (বা 100^0 C) উষ্ণতাত উতলে; কিয়নো এই উষ্ণতাত পানীৰ বাষ্পীয় চাপ 1.013 bar (1 atm, 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ) হয়। ইয়াৰ আগৰ অনুচ্ছেদত পাই আহিছোঁ যে অনুদ্বায়ী দ্ৰাৱৰ উপস্থিতিত দ্ৰাৱকৰ বাষ্পীয় চাপ কমে। চিত্ৰ 2.7ত উষ্ণতাৰ বিপৰীতে বিশুদ্ধ দ্ৰাৱক আৰু দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপৰ পৰিৱৰ্তন দেখুওৱা হৈছে। উদাহৰণ হিচাপে, 373.15 K উষ্ণতাত চুক্ৰ'জৰ দ্ৰৱ এটাৰ বাষ্পীয় চাপ 1.013 bar তকৈ কম। এই দ্ৰৱটো উতলিবলৈ হ'লে বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰ উতলাংকতকৈ উষ্ণতা বৃদ্ধি কৰি ইয়াৰ বাষ্পীয় চাপ 1.013 bar কৰিব লাগিব। সেইকাৰণে যিটো বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকত দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰা হয়, সেই দ্ৰাৱকতকৈ দ্ৰৱৰ উতলাংক সদায় বেছি (চিত্ৰ 2.7)। বাষ্পীয় চাপৰ অৱনমনৰ দৰে উতলাংক উন্নয়নো দ্ৰাৱৰ অণুৰ সংখ্যাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে; সিহঁতৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপত 100 g পানীত 1 ম'ল চুক্ৰ'জ দ্ৰৱীভূত কৰি প্ৰস্তুত কৰা দ্ৰৱৰ উতলাংক 373.15 K।



চিত্ৰ 2.7 : বিশুদ্ধ পানীৰ বাষ্পীয় চাপৰ লেখৰ তুলনাত দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপৰ লেখ তলত আছে। চিত্ৰৰ পৰা দেখা যায়, দ্ৰাৱকৰ পৰা দ্ৰৱ প্ৰস্তুত হওঁতে হোৱা উতলাংকৰ উন্নয়ন হ'ল ΔT_b।

ধৰা হ'ল, বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰ উতলাংক T_b^0 আৰু দ্ৰৱৰ উতলাংক T_b। উতলাংকৰ বৃদ্ধিৰ মান, অৰ্থাৎ ΔT_bক ($\Delta T_b = T_b - T_b^0$) **উতলাংকৰ উন্নয়ন** বোলে।

পৰীক্ষাৰদ্বাৰা পোৱা গৈছে যে লঘু দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত উতলাংকৰ উন্নয়ন (ΔT_b) দ্ৰৱত থকা দ্ৰাৱৰ মলেল গাঢ়তাৰ সমানুপাতিক; অৰ্থাৎ

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

$$\text{বা, } \Delta T_b = K_b\, m \quad (2.30)$$

ইয়াত m (মলেলিটি) হ'ল 1 kg দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত হৈ থকা দ্ৰাৱৰ ম'ল। সমানুপাতী ধ্ৰুৱক K_bক উতলাংক উন্নয়ন ধ্ৰুৱক বা মলেল উন্নয়ন ধ্ৰুৱক (বা ইবুলিওস্ক'পিক ধ্ৰুৱক - ebullioscopic constant) বোলে। K_b ৰ একক হ'ল K kg mol^{-1}। তালিকা 2.3 ত কিছুমান দ্ৰাৱকৰ K_b ৰ মান দিয়া হৈছে। w_1 গ্ৰাম দ্ৰাৱকত M_2 ম'লাৰ ভৰবিশিষ্ট দ্ৰাৱ এটাৰ w_2 গ্ৰাম দ্ৰৱীভূত কৰিলে দ্ৰৱটোৰ মলেলিটি (m) হ'ব

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

এই m ৰ মান সমীকৰণ 2.30 ত বহুৱালে

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

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

গতিকে, দ্ৰাৱটোৰ ম'লাৰ ভৰ (M_2) নিৰ্ণয় কৰিবলৈ পদাৰ্থটোৰ নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণ জুখি লৈ নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ দ্ৰাৱকত (যাৰ K_b জ্ঞাত) দ্ৰৱীভূত কৰা হয় আৰু পৰীক্ষাৰদ্বাৰা দ্ৰৱটোৰ উতলাংকৰ উন্নয়ন ΔT_b নিৰ্ণয় কৰা হয়।

উদাহৰণ 2.7 এটা চচপেনত 1 kg পানী লৈ 18 g গ্লুক'জ ($C_6H_{12}O_6$) দ্ৰৱীভূত কৰা হ'ল। 1.013 bar চাপত দ্ৰৱটো কিমান উষ্ণতাত উতলিব? পানীৰ K_b ৰ মান 0.52 K kg mol^{-1}।

সমাধান গ্লুক'জৰ পৰিমাণ = 18 g/ 180 g mol^{-1} = 0.1 mol

দ্ৰাৱকৰ ভৰ = 1.0 kg

গ্লুক'জ দ্ৰৱৰ গাঢ়তা =0.1 mol kg^{-1}

পানীৰ বাবে উতলাংকৰ পৰিৱৰ্তন

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

যিহেতু পানী 373.15 K উষ্ণতাত উতলে (1 ... উতলাংক হ'ব

(373.15 + 0.052)K = 373.20...

উদাহৰণ 2.8 বেনজিনৰ উতলাংক 353.23 K। বেনজিনৰ 90 g ত এটা অনুদ্বায়ী দ্ৰাবৰ 1.80 g দ্ৰবীভূত কৰা হ'ল। ইয়াৰ ফলত দ্ৰাৱকৰ উতলাংক হ'ল 354.11 K। দ্ৰাবটোৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰা। বেনজিনৰ K_b ৰ মান হ'ল 2.53 K kg mol^{-1}।

সমাধান উতলাংকৰ উন্নয়ন, ΔT_b = 354.11 K – 353.23 K = 0.88 K

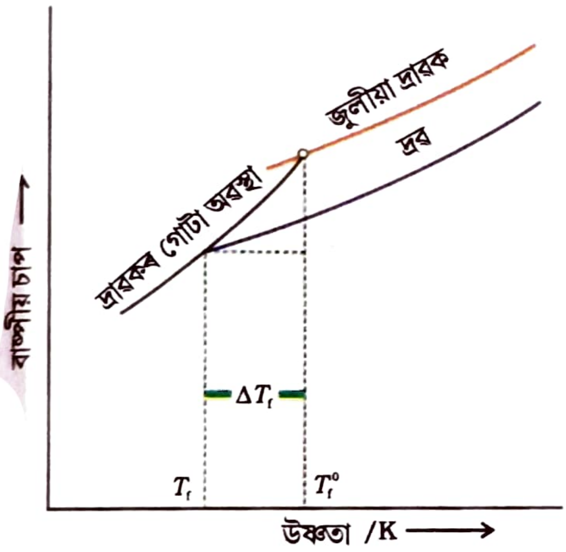
2.33 সমীকৰণত এই মান বহুৱালে

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

গতিকে দ্ৰাবটোৰ ম'লাৰ ভৰ, M_2 = 58 g mol^{-1}

.6.3 হিমাংকৰ অৱনমন (Depression of Freezing Point)

দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ হ্ৰাস হোৱা বাবে দ্ৰাৱকৰ তুলনাত ইয়াৰ হিমাংকৰ মানো কমে (চিত্ৰ 2.8)। আমি জানো যে পদাৰ্থ এটাৰ হিমাংকত পদাৰ্থটোৰ গোটা অৱস্থাই জুলীয়া অৱস্থাটোৰ সৈতে সাম্য অৱস্থাত থাকে। অৰ্থাৎ যি উষ্ণতাত জুলীয়া অৱস্থাত থকা পদাৰ্থ এটাৰ বাষ্পীয় চাপ গোটা অৱস্থাৰ বাষ্পীয় চাপৰ সমান হয় সেই উষ্ণতাকে পদাৰ্থটোৰ হিমাংক বোলে। চিত্ৰ 2.8ৰ পৰা আমি পাওঁ যে বিশুদ্ধ দ্ৰাৱক এটাৰ গোটা অৱস্থাৰ বাষ্পীয় চাপ পদাৰ্থটোৰ দ্ৰৱ এটাত বাষ্পীয় চাপৰ সমান হ'লে দ্ৰৱটো গোট মাৰিব। ৰাউল্টৰ সূত্ৰ অনুসৰি যেতিয়া অনুদ্বায়ী গোটা পদাৰ্থ এটা দ্ৰাৱকত দ্ৰবীভূত কৰা হয় তেতিয়া ইয়াৰ বাষ্পীয় চাপ হ্ৰাস হয় আৰু কম উষ্ণতাতে ইয়াৰ মান দ্ৰাৱকৰ গোটা অৱস্থাৰ বাষ্পীয় চাপৰ সমান হয়; অৰ্থাৎ দ্ৰাৱকৰ হিমাংক হ্ৰাস হয়।



ত্ৰ 2.8 : দ্ৰাৱকৰপৰা দ্ৰৱলৈ পৰিবৰ্তিত হওতে হোৱা হিমাংকৰ অৱনমন, ΔT_f দেখুওৱা হৈছে।

ধৰা হ'ল, বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰ হিমাংক T_f^0 আৰু ইয়াত অনুদ্বায়ী দ্ৰাব দ্ৰবীভূত কৰিলে হিমাংক হয় T_f; এই ক্ষেত্ৰত হিমাংক হ্ৰাসৰ মান হ'ব, $\Delta T_f = T_f^0 - T_f$

ইয়াত ΔT_f হ'ল হিমাংকৰ অৱনমন। আগতে পাই অহা ΔT_bৰ দৰে ই আদৰ্শ দ্ৰৱৰ (লঘু দ্ৰৱ) বাবে মলেলিটিৰ সমানুপাতিক। গতিকে দ্ৰৱটোৰ মলেলিটি m হ'লে

$$\Delta T_f \propto m$$

$$\text{বা, } \Delta T_f = K_f\, m \qquad (2.34)$$

সমানুপাতী ধ্ৰুৱক K_f ৰ মান দ্ৰাৱকৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে আৰু ইয়াক **হিমাংক অৱনমন ধ্ৰুৱক বা মলেল অৱনমন ধ্ৰুৱক বা ক্ৰায়'স্কপিক ধ্ৰুৱক** (Freezing Point Depression Constant or Molal Drepression Constant or Cryoscopic Constant) বোলে। K_fৰ একক হ'ল K kg mol^{-1}। কিছুমান দ্ৰাৱকৰ K_fৰ মান তালিকা 2.3ত দিয়া হৈছে।

দ্ৰাৱকৰ w_1 g ত M_2 ম'লাৰ ভৰবিশিষ্ট এটা দ্ৰাবৰ w_2 গ্ৰাম দ্ৰবীভূত কৰিলে দ্ৰৱটোত দ্ৰাবটোৰ মলেলিটি, m সমীকৰণ 2.31ৰ দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰিব পাৰি।

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

এই দ্ৰৱটোৰ ক্ষেত্ৰত হিমাংকৰ অৱনমন ΔT_f হ'লে সমীকৰণ (2.34) ৰ পৰা আমি লিখিব পাৰোঁ

$$\Delta T_f = \frac{K_f \times w_2 / M_2}{w_1 / 1000}$$

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

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

অৰ্থাৎ দ্ৰাবটোৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰিবলৈ আমি w_1, w_2, ΔT_f আৰু ΔK_f ৰ মান জানিব লাগিব।

যিহেতু K_f আৰু K_b ধ্ৰুৱক দুটাৰ মান দ্ৰাৱকৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে, সেইবাবে দ্ৰাৱকৰ কিছুমান ধৰ্মৰপৰা ইহঁতৰ মান তলত দিয়া সমীকৰণ দুটাৰ সহায়ত নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি।

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

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

ইয়াত R আৰু M_1 হ'ল যথাক্ৰমে গেছ ধ্ৰুৱক আৰু দ্ৰাৱকৰ ম'লাৰ ভৰ। T_f আৰু T_b হ'ল কেলভিন জোখত বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰ যথাক্ৰমে হিমাংক আৰু উতলাংক। দ্ৰাৱকৰ গলন আৰু বাষ্পীভৱন এনথালপি ক্ৰমে $\Delta_{fus}H$ আৰু $\Delta_{vap}H$ ৰ দ্বাৰা বুজোৱা হৈছে।

তালিকা 2.3 : কিছুমান দ্ৰাৱকৰ মলেল উতলাংক উন্নয়ন আৰু হিমাংক অৱনমন ধ্ৰুৱক

দ্ৰাৱক	উতলাংক (K)	K_b (K kg mol^{-1})	হিমাংক (K)	K_f (K kg mol^{-1})
পানী	373.15	0.52	273.0	1.86
ইথানল	351.5	1.20	155.7	1.99
চাইক্ল'হেক্সেন	353.74	2.79	279.55	20.00
বেনজিন	353.3	2.53	278.6	5.12
ক্লৰ'ফৰ্ম	334.4	3.63	209.6	4.79
কাৰ্বন টেট্ৰাক্ল'ৰাইড	350.0	5.03	250.5	31.8
কাৰ্বন ডাইছালফাইড	319.4	2.34	164.2	3.83
ডাই ইথাইল ইথাৰ	307.8	2.02	156.9	1.79
এছেটিক এছিড	391.1	2.93	290.0	3.90

উদাহৰণ 2.9 45 g ইথিলিন গ্লাইকল 600 g পানীৰ সৈতে মিহলোৱা হ'ল। দ্ৰৱটোৰ (a) হিমাংকৰ অৱনমন আৰু (b) হিমাংক নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান হিমাংকৰ অৱনমনৰ মানৰ লগত দ্ৰৱটোৰ মলেলিটিৰ মানৰ সম্বন্ধ আছে। ইথিলিন গ্লাইকল সাপেক্ষে দ্ৰৱটোৰ মলেলিটি হ'ব —

$$m = \frac{\text{ইথিলিন গ্লাইকলৰ ম'ল}}{\text{kg হিচাপে পানীৰ ভৰ}}$$

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

$$\text{kg হিচাপে পানীৰ ভৰ} = \frac{600\ \text{g}}{1000\ \text{g kg}^{-1}} = 0.6\ \text{kg}$$

গতিকে, ইথিলিন গ্লাইকল সাপেক্ষে দ্ৰৱটোৰ মলালিটি, $m = \frac{0.73\ \text{mol}}{0.60\ \text{kg}} = 1.2\ \text{mol kg}^{-1}$

গতিকে হিমাংকৰ অৱনমন হ'ব

$$\Delta T_f = 1.86\ \text{K kg mol}^{-1} \times 1.2\ \text{mol kg}^{-1} = 2.2\ \text{K}$$

আৰু দ্ৰৱটোৰ হিমাংক হ'ব $= 273.15\ \text{K} - 2.2\ \text{K} = 270.95\ \text{K}$

উদাহৰণ 2:10 50 g বেনজিনত 1.00 g অনুদ্বায়ী দ্ৰাব এটা দ্ৰবীভূত কৰিলে বেনজিনৰ হিমাংক 0.40K কমে। বেনজিনৰ হিমাংক অৱনমন ধ্ৰুৱক যদি 5.12 K kg mol^{-1} হয়, দ্ৰাবটোৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰা।

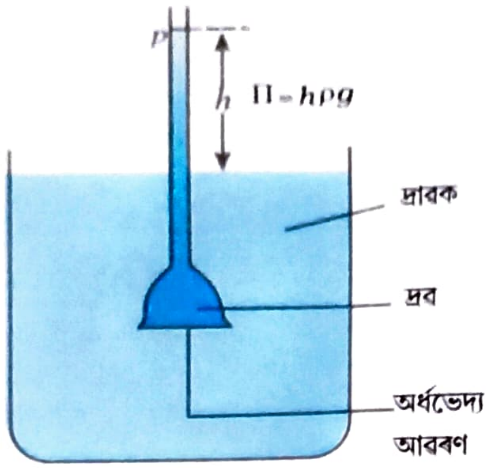
সমাধান বিভিন্ন ৰাশিসমূহৰ মান সমীকৰণ 2.36 ত বহুৱালে আমি পাওঁ

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

গতিকে দ্ৰাবটোৰ ম'লাৰ ভৰ হ'ব 256 g mol^{-1}

2.6.4 ৰসাকৰ্ষণ আৰু ৰসাকৰ্ষী চাপ (Osmosis and Osmotic Pressure)

প্ৰকৃতিত বা আমাৰ ঘৰতে আমি বহু ঘটনা পৰ্যবেক্ষণ কৰোঁ। যেনে - নিমখ পানীত কেঁচা আম তিঁয়াই থ'লে আমডোখৰ সংকুচিত হয়, শুকাবলৈ ধৰা ফুল পানীত থলে ই পুনৰ সজীৱ হৈ উঠে। আকৌ নিমখ পানীত ৰক্ত কোষ ৰাখিলে এইবোৰ ধ্বংস হৈ যায় ইত্যাদি। আমি যদি ভালকৈ লক্ষ্য কৰোঁ তেন্তে প্ৰত্যেকটো ঘটনাতে এটা একে কথা পৰিলক্ষিত হয়। এই একে কথাটো হ'ল যে প্ৰত্যেকটো তিয়াই থোৱা পদাৰ্থকে একোটা আৱৰণে (membrane) আগুৰি আছে। গাহৰিৰ মুত্ৰস্থলীৰ (pig's bladder) আৱৰণ বা পাৰ্চমেণ্ট (parchment) হ'ল এনে আৱৰণৰ উদাহৰণ। এই আৱৰণ উদ্ভিদ বা প্ৰাণীজ হোৱাৰ উপৰিও ইয়াক কৃত্ৰিমভাৱে তৈয়াৰ কৰিব পাৰি। চেল'ফেন (cellophane) এবিধ

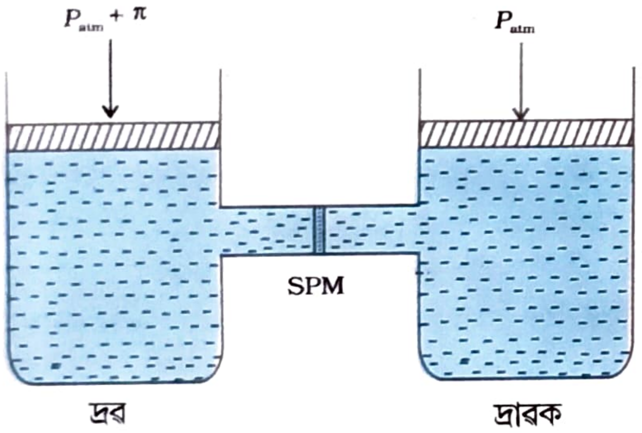


চিত্ৰ 2.9 : ৰসাকৰ্ষণৰ বাবে থিচল ফানেলত পানীৰ উচ্চতা বাঢ়িছে

কৃত্ৰিম আৱৰণ। দেখাত পাতল ছাল এখনৰ দৰে এই আৱৰণসমূহ বন্ধহীন যেন লাগিলেও এইবোৰত ক্ষুদ্ৰাতিক্ষুদ্ৰ বহুতো বন্ধ থাকে। এই বন্ধৰ মাজেদি পানীৰ নিচিনা ক্ষুদ্ৰ অণু পাৰ হৈ যাব পাৰে। কিন্তু তুলনামূলকভাৱে ডাঙৰ দ্ৰাৱৰ অণু পাৰ হৈ যাব নোৱাৰে। এনেকুৱা প্ৰকৃতিৰ আৱৰণক অৰ্ধভেদ্য আৱৰণ (semipermeable membrane, SPM) বোলে ।

ধৰা হ'ল, অৰ্ধভেদ্য আৱৰণৰ মাজেদি অকল দ্ৰাৱক অণু পাৰ হৈ যাব পাৰে। চিত্ৰ 2.9 ত দেখুওৱাৰ দৰে এনেকুৱা এখন আৱৰণ দ্ৰৱ আৰু দ্ৰাৱকৰ মাজত ৰাখিলে দ্ৰাৱকৰ অণু আৱৰণখনৰ মাজেদি বিশুদ্ধ দ্ৰাৱকৰপৰা দ্ৰৱলৈ গতি কৰিবলৈ আৰম্ভ কৰে। দ্ৰাৱক অণুৰ এই গতিক **ৰসাকৰ্ষণ (osmosis)** বোলা হয়।

সাম্যাৱস্থাপ্ৰাপ্ত নোহোৱালৈকে দ্ৰাৱকৰ গতি অৰ্থাৎ ৰসাকৰ্ষণ চলিয়েই থাকিব। দ্ৰৱৰ ওপৰত অতিৰিক্ত চাপ প্ৰয়োগ কৰি দ্ৰাৱকৰ পিনৰপৰা অৰ্ধভেদ্য আৱৰণৰ মাজেদি দ্ৰৱলৈ দ্ৰাৱক হোৱা অণুৰ গতিক বাধা দিব পৰা যায়। দ্ৰৱৰ **ওপৰত প্ৰযুক্ত যি ন্যূনতম চাপে দ্ৰাৱকৰ এই গতি ৰোধ কৰিব পাৰে তাকে দ্ৰৱটোৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ** (osmotic pressure) বোলে। আমি এতিয়া এনেদৰে ক'ব পাৰোঁ যে অৰ্ধভেদ্য আৱৰণৰ মাজেদি লঘু দ্ৰৱৰপৰা গাঢ় দ্ৰৱলৈ দ্ৰাৱক অণুৰ গতি ৰসাকৰ্ষণৰ ফলতেই হয়। মনত ৰাখিব লাগিব যে সামগ্ৰিকভাৱে দ্ৰাৱক অণুৰ গতি সদায় লঘু দ্ৰৱৰপৰা গাঢ় দ্ৰৱলৈ হয়। ৰসাকৰ্ষী চাপ দ্ৰৱটোৰ গাঢ়তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।



চিত্ৰ 2.10 : ৰসাকৰ্ষণ বন্ধ কৰিবলৈ অতিৰিক্ত চাপ অৰ্থাৎ ৰসাকৰ্ষী চাপৰ সমান চাপ দ্ৰৱৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰিব লাগিব।

ৰসাকৰ্ষণ ৰোধ কৰিবলৈ অতিৰিক্ত চাপ (ৰসাকৰ্ষী চাপ) দ্ৰৱৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰিব লগীয়া চিত্ৰ 2.10 ত দেখুওৱা হৈছে। ৰসাকৰ্ষী চাপ এটা সংখ্যাগত ধৰ্ম; অৰ্থাৎ ৰসাকৰ্ষী চাপ ই দ্ৰাব্য পদাৰ্থৰ অণু বা কণাৰ সংখ্যাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে; সিহঁতৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। পৰীক্ষাৰদ্বাৰা পোৱা গৈছে যে নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত ৰসাকৰ্ষী চাপ দ্ৰৱটোৰ ম'লাৰিটিৰ সমানুপাতিক; অৰ্থাৎ ৰসাকৰ্ষী চাপ

$$\pi = c\,R\,T \qquad (2.39)$$

ইয়াত c হ'ল ম'লাৰ গাঢ়তা, T উষ্ণতা আৰু R গেছ ধ্ৰুৱক। n_2 ম'ল দ্ৰাব, V আয়তন (লিটাৰ হিচাপত) দ্ৰৱত দ্ৰবীভূত হৈ থাকিলে দ্ৰৱটোৰ ম'লাৰ গাঢ়তা হ'ব, $c = \frac{n_2}{V}$

গতিকে সমীকৰণ 2.39 ৰ পৰা আমি লিখিব পাৰোঁ,

$$\pi = \left(n_2/V\right)RT \qquad (2.40)$$

আকৌ M_2 ম'লাৰ ভৰবিশিষ্ট দ্ৰাব এটাৰ w_2 গ্ৰাম দ্ৰাবটো দ্ৰবীভূত হৈ থাকিলে সমীকৰণ 2.40 পৰা আমি পাওঁ

$$\pi V = \frac{w_2 RT}{M_2} \quad \left(\because n_2 = \frac{w_2}{M_2} \right) \tag{2.41}$$

$$M_2 = \frac{w_2 RT}{\pi V} \tag{2.42}$$

গতিকে দেখা গ'ল যে w_2, T, π, আৰু V ৰ মান জানিলে আমি দ্ৰাবটোৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰিব পৰা যায়।

ৰসাকৰ্ষী চাপৰ মানৰপৰা দ্ৰাবৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰা পদ্ধতিটো। ইতিমধ্যে পাই অহা পদ্ধতিবোৰৰ ভিতৰত অন্যতম। বিশেষকৈ প্ৰ'টিন, পলিমাৰ আৰু অন্যান্য বৃহৎ অণুবিশিষ্ট পদাৰ্থৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয়ৰ বাবে এই পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰা হয়। আন আন পদ্ধতিসমূহতকৈ এই পদ্ধতি সুবিধাজনক। কাৰণ পৰীক্ষাগাৰৰ উষ্ণতাত (সাধাৰণ উষ্ণতাত) ৰসাকৰ্ষী চাপ নিৰ্ণয় কৰা হয় আৰু দ্ৰৱৰ মলেলিটিৰ পৰিৱৰ্তে ম'লাৰিটি ব্যৱহাৰ কৰা হয়। আন এটা সুবিধা হ'ল, আন সংখ্যাগত ধৰ্মতকৈ ৰসাকৰ্ষী চাপৰ মানৰ পৰিৱৰ্তন লঘু দ্ৰৱৰ বাবেও বেছি হয়। ফলত এই পৰিৱৰ্তন জোখা সহজ হয় আৰু ভুল হোৱাৰ সম্ভাৱনা কম হয়। যিবোৰ পদাৰ্থ উচ্চ উষ্ণতাত সুস্থিৰ নহয় (যেনে, জৈৱিক অণু) বা যিবোৰ পদাৰ্থ কমকৈ দ্ৰবীভূত হয় (যেনে, পলিমাৰ বা বহুযোগী যৌগ) তেনেকুৱা পদাৰ্থৰ বাবে এই পদ্ধতিৰে ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় অতি সুবিধাজনক।

একে উষ্ণতাত দুটা দ্ৰৱৰ ৰসাকৰ্ষণ একে হ'লে দ্ৰৱ দুটাক **সমৰসাকৰ্ষী দ্ৰৱ** (isotonic solutions) বোলে। এনে দুটা দ্ৰৱ এখন অৰ্ধভেদ্য আৱৰণেৰে পৃথক কৰি ৰাখিলেও সিহঁতৰ মাজত দ্ৰাৱকৰ আদান-প্ৰদান নঘটে; অৰ্থাৎ ৰসাকৰ্ষণ পৰিলক্ষিত নহয়। উদাহৰণ হিচাপে, ৰক্তকোষৰ ভিতৰত থকা তৰল পদাৰ্থৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ (0.9% ভৰ/আয়তন) ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ ৰসাকৰ্ষী চাপৰ সমান। ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ এই গাঢ়তাৰ দ্ৰৱক সাধাৰণ চেলাইন দ্ৰৱ বা লৱণ দ্ৰৱ বোলে। এই দ্ৰৱ সেইবাবে সিৰাভ্যন্তৰত (intravenous) অন্তঃক্ষেপন (injection) কৰিব পাৰি। আনহাতে যদি এনেকুৱা ৰক্তকোষ 0.9% (ভৰ/আয়তন) গাঢ় ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড দ্ৰৱত ৰাখোঁ তেনেহ'লে কোষবোৰ সংকুচিত হ'বলৈ ধৰিব; কিয়নো এনেক্ষেত্ৰত বাহিৰৰ দ্ৰৱৰ (অৰ্থাৎ ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড দ্ৰৱৰ) গাঢ়তা ৰক্তকোষৰ ভিতৰৰ গাঢ়তাতকৈ বেছি হোৱা হেতুকে ৰক্তকোষৰপৰা দ্ৰৱ (পানী) বাহিৰলৈ ওলাই আহিব। ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ গাঢ় দ্ৰৱটোক ৰক্তকোষৰ অন্তৰ্ভাগত থকা দ্ৰৱৰ সাপেক্ষে **হাইপাৰটনিক** (hypertonic) দ্ৰৱ বোলে। যদি ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ দ্ৰৱৰ গাঢ়তা 0.9% তকৈ (ভৰ/আয়তন) কম হয় তেনেহ'ল দ্ৰৱটোক **হাইপ'টনিক** (hypotonic) দ্ৰৱ বোলে। এই ক্ষেত্ৰত পানী দ্ৰৱৰপৰা ৰক্তকোষৰ ভিতৰলৈ সোমাব আৰু এই কোষবোৰৰ আয়তন বৃদ্ধি হৈ ফুলি উঠিব।

উদাহৰণ 2.11 এটা প্ৰ'টিনৰ 203 cm^3 আয়তনৰ জলীয় দ্ৰৱত প্ৰ'টিন 1.26 g আছে। 300 K উষ্ণতাত এই দ্ৰৱটোৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ 2.57×10^{-3} bar হ'লে প্ৰ'টিনটোৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান দিয়া প্ৰদত্ত ৰাশিবোৰৰ মান হ'ল—

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

$V = 200\ cm^3 = 0.200$ L

$T = 300$ K

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

$w_2 = 1.26$ g

এই ৰাশিবোৰৰ মান সমীকৰণ 2.42 ত বহুৱালে

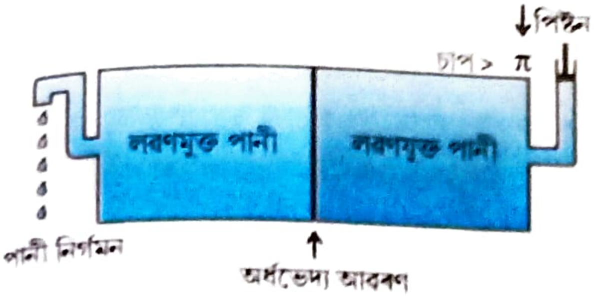
$$M_2 = \frac{1.26\ g \times 0.083\ L\ bar\ K^{-1} mol^{-1} \times 300\ K}{2.57 \times 10^{-3}\ bar \times 0.200\ L}$$

$$= 61,022\ g\ mol^{-1}$$

এই অনুচ্ছেদৰ আৰম্ভণিতে উল্লেখ কৰা পৰিঘটনাবোৰ ৰসাকৰ্ষণৰ ভিত্তিত ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। কেঁচা আম কাটি গাঢ় নিমখৰ পানীত ৰাখিলে ৰসাকৰ্ষণৰ ফলত পানী দ্ৰৱলৈ যায়, ফলত আমটুকুৰা কোঁচ খায় আৰু এনেদৰে আমৰ আচাৰ (pickle) প্ৰস্তুত কৰা হয়। লেৰেলি যাব ধৰা ফুল লৱণহীন পানীত (বিশুদ্ধ পানীত) ৰাখিলে পুনৰ সজীৱ হৈ উঠে। বায়ুলৈ পানী এৰি দি লেহুকা হৈ পৰা গাজৰ এটাও পানীত ৰাখিলে পুনৰ সতেজ হৈ পৰে। ৰসাকৰ্ষণৰ দ্বাৰা এইবোৰলৈ পানী সোমাই এইবোৰক পুনৰ সতেজ কৰে। 0.9% তকৈ (ভৰ/আয়তন) কম গাঢ়তাৰ লৱণৰ দ্ৰৱত ৰক্তকোষ ৰাখিলে এইবোৰৰ পৰা ৰসাকৰ্ষণৰ ফলত পানী দ্ৰৱলৈ গতি কৰে কাৰণে কোষবোৰ শুকাই শেষত বিনষ্ট হয়। বেছিকৈ নিমখ বা নিমখযুক্ত খাদ্যখোৱা মানুহৰ কলাকোষত (tissue cell) আৰু আন্তকোষীয় ঠাইবোৰত পানী জমা হয়। এনেকৈ যদি এই ঠাইবোৰ ফুলি উঠে তেনেহ'লে তাক এডেমা (edema) বোলা হয়। মাটিৰপৰা গছৰ শিপালৈ আৰু পিছত গছৰ ওপৰলৈ ৰসাকৰ্ষণৰ সহায়ত পানীৰ চলাচল ঘটে। বিনষ্ট হোৱাৰ পৰা কটা মাংস সংৰক্ষণ কৰিবলৈ নিমখ যোগ কৰা হয়। তেনেদৰে ফলত (fruits) চেনি যোগ কৰা হয়। ইয়াৰ ফলস্বৰূপে এইবোৰ বেক্টেৰিয়াৰ আক্ৰমণৰপৰা ৰক্ষা পৰে। নিমখযুক্ত মাংস বা চেনিযুক্ত ফলত বেক্টেৰিয়াসমূহে ৰসাকৰ্ষণৰ দ্বাৰা পানী এৰি দিয়ে আৰু শুকাই মৃত্যুৰ মুখত পৰে।

2.6.5 বিপৰীত ৰসাকৰ্ষণ আৰু পানী বিশুদ্ধিকৰণ (Reverse Osmosis and Water Purification)

দ্ৰৱৰ ওপৰত ৰসাকৰ্ষী চাপতকৈ বেছি চাপ প্ৰয়োগ কৰি ৰসাকৰ্ষণৰ গতিৰ দিশ ওলোটা কৰিব পাৰি। তেতিয়া ক্ষেত্ৰত দ্ৰৱৰপৰা অৰ্ধভেদ্য আৱৰণৰ মাজেদি বিশুদ্ধ দ্ৰাৱক ওলাই আহে। এই পৰিঘটনাটোকেই **বিপৰীত ৰসাকৰ্ষণ** বোলে। বিপৰীত ৰসাকৰ্ষণৰ ব্যৱহাৰিক প্ৰয়োগ আছে। সাগৰৰ পানী লৱণমুক্ত কৰিবলৈ বিপৰীত ৰসাকৰ্ষণ প্ৰয়োগ হয়। চিত্ৰ 2.11 ত এই প্ৰক্ৰিয়াৰ এটা থুলমূল নক্সা দিয়া হৈছে। দ্ৰৱৰ ওপৰত যেতিয়া ৰসাকৰ্ষী চাপতকৈ বেছি চাপ প্ৰয়োগ কৰা হয় তেতিয়া লৱণযুক্ত পানীৰ (সাগৰৰ পানী) পৰা অৰ্ধভেদ্য আৱৰণৰ মাজেদি বিশুদ্ধ পানী ওলাই আহে। এই প্ৰক্ৰিয়াত ব্যৱহাৰৰ বাবে



চিত্ৰ 2.11 : দ্ৰৱৰ ওপৰত ৰসাকৰ্ষী চাপতকৈ বেছি চাপ প্ৰয়োগ কৰিলে উৎক্ৰমন ৰসাকৰ্ষণ ঘটে।

বহুতো পলিমাৰ নিৰ্মিত অৰ্ধভেদ্য আবৰণ পোৱা যায়।

বিপৰীত ৰসাকৰ্ষণৰ বাবে বহুত বেছি চাপৰ প্ৰয়োজন হয়। উপযুক্ত পদাৰ্থ প্ৰবিধক আধাৰ হিচাপে লৈ ছেলুল'জ এছিটেটৰ ফিল্ম এখন কাৰ্যক্ৰম অৰ্ধভেদ্য আবৰণ হিচাপে লোৱা হয়। ছেলুল'জ এছিটেট পানীৰ বাবে ভেদ্য; কিন্তু পানীত থকা অন্যান্য অশুদ্ধি আৰু আয়নসমূহৰ বাবে ই ভেদ্য নহয়; অৰ্থাৎ এইবোৰ ইয়াৰ মাজেদি সৰকি যাব নোৱাৰে। আজিকালি বহুতো দেশত খোৱা পানীৰ অভাব জোৰা মাৰিবলৈ লৱণমুক্তকৰণৰ এই পদ্ধতিৰ প্ৰয়োগেৰে উদ্যোগ স্থাপন কৰা হৈছে।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

2.9 298 K উষ্ণতাত বিশুদ্ধ পানীৰ বাষ্পীয় চাপ 23.8 mm Hg। 850 g পানীত 50 g ইউৰিয়া (NH_2CONH_2) দ্ৰৱীভূত কৰা হ'ল। এই দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ আৰু আপেক্ষিক বাষ্পীয় চাপ নিৰ্ণয় কৰা।

2.10 750 mm চাপত পানীৰ উতলাংক 99.63^0 C। উতলাংক 100^0 C লৈ বৃদ্ধি কৰিবলৈ 500 g পানীত কিমান গ্ৰাম ছুক্ৰ'জ দ্ৰৱীভূত কৰিব লাগিব?

2.11 হিমাংক 1.5^0C হ্ৰাস কৰিবলৈ 75 g এছেটিক এছিডত কিমান গ্ৰাম এছকৰবিক এছিড (ভিটামিন C, $C_6H_8O_6$) দ্ৰৱীভূত কৰিব লাগিব? $K_f = 3.9$ K kg moL^{-1}

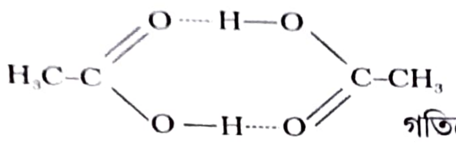
2.12 450 mL পানীত 185,000 ম'লাৰ ভৰবিশিষ্ট এটা বহুযোগী যৌগৰ 1.0 g দ্ৰৱীভূত কৰিলে 37^0C উষ্ণতাত দ্ৰৱটোৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ পাস্কেল এককত গণনা কৰা।

2.7 অস্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰ (Abnormal Molar Mass)

আমি জানো যে আয়নীয় পদাৰ্থ পানীত দ্ৰৱীভূত কৰিলে কেটায়ন আৰু এনায়নলৈ বিয়োজিত হয়। উদাহৰণ হিচাপে, এক ম'ল পটাছিয়াম ক্ল'ৰাইড (74.5 g) পানীত দ্ৰৱীভূত কৰিলে দ্ৰৱত এক ম'ল K^+ আৰু এক ম'ল Cl^- আয়ন উৎপন্ন হয়; অৰ্থাৎ দুই ম'ল কণা দ্ৰৱত থাকিব। আমি যদি আন্তঃআয়নীয় আকৰ্ষণ (interionic attraction) নাই বুলি বিবেচনা কৰো তেনেহ'লে এক kg পানীত এক ম'ল পটাছিয়াম ক্ল'ৰাইডে পানীৰ উতলাংক 2×0.52 K=1.04 K বৃদ্ধি কৰিব। আমি যদি বিয়োজনৰ মাত্ৰা সম্পৰ্কে জ্ঞাত নহয় তেনেহ'লে 2 ম'ল কণাৰ ভৰ 74.5 g পাম; অৰ্থাৎ এক ম'ল KCl ৰ ভৰ হ'ব 37.25g। কিন্তু এয়া সত্য নহয়। গতিকে দ্ৰৱত দ্ৰাব আয়নলৈ বিয়োজিত হ'লে পৰীক্ষাৰদ্বাৰা নিৰ্ণয় কৰা ম'লাৰ ভৰ প্ৰকৃত ম'লাৰ ভৰতকৈ সদায় কম হ'ব।

হাইড্ৰ'জেন বান্ধনিৰ সহায়ত ইথানইক এছিডৰ (এছেটিক এছিড) অণুসমূহ বেনজিনত দ্বিযোগী (dimer) হিচাপে থাকে। সাধাৰণতে নিম্ন বৈদ্যুতিক ধ্ৰুৱক বিশিষ্ট দ্ৰাৱকত এই পৰিঘটনা পৰিলক্ষিত হয়। এনে ক্ষেত্ৰত দ্ৰৱত থকা মুঠ কণাৰ সংখ্যা হ্ৰাস

$2\ CH_3COOH \rightarrow (CH_3COOH)_2$



হয়। ইথানইক এছিডৰ দুটা অণুৰ যোজন কাষত দেখুওৱা হৈছে।

ওপৰত উল্লেখ কৰাৰ দৰে ইথানইক এছিডৰ আটাইবোৰ অণু বেনজিন দ্ৰৱত যোজন হ'লে, দ্ৰৱৰ ΔT_b বা ΔT_f ৰ মান স্বাভাৱিক মানৰ আধা হ'ব। গতিকে এই ΔT_b বা ΔT_f ৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি নিৰ্ণয় কৰা ম'লাৰ ভৰৰ মান প্ৰকৃত মানতকৈ দুগুণ হ'ব। প্ৰকৃত মানতকৈ বেছি বা কমকৈ প্ৰাপ্ত এই ম'লাৰ ভৰকে **অস্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰ (abnormal molar mass)** বোলা হয়।

বিজ্ঞানী ভাণ্ট হ'ফে (van't Hoff) 1880 চনতে বিযোজন বা যোজনৰ মাত্ৰা প্ৰকাশ কৰিবলৈ এটা ৰাশি *(i)* ব্যৱহাৰৰ বাবে প্ৰস্তাৱ আগবঢ়াইছিল। এই ৰাশিক ভাণ্ট হফ ৰাশি বোলে। পিছত ই গ্ৰহণযোগ্য হয় আৰু তলত দিয়াৰ দৰে প্ৰকাশ কৰা হয়—

$$i = \frac{\text{স্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰ}}{\text{অস্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰ}}$$

$$= \frac{\text{পৰীক্ষালব্ধ (observed) সংখ্যাগত ধৰ্ম}}{\text{তত্ত্বলব্ধ (calculated) সংখ্যাগত ধৰ্ম}}$$

$$i = \frac{\text{বিযোজন / যোজনৰ পিছত কণাৰ মুঠ ম'ল}}{\text{বিযোজন / যোজনৰ আগত কণাৰ মুঠ ম'ল}}$$

অস্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰ হ'ল, উতলাংকৰ উন্নয়ন বা হিমাংকৰ অৱনমন বা ৰসাকৰ্ষণৰ পৰীক্ষাৰ পৰা প্ৰাপ্ত ম'লাৰ ভৰ। আনহাতে স্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰ বিযোজন বা যোজন প্ৰক্ৰিয়া বিবেচনা নকৰি সংকেতৰপৰা নিৰ্ণয় কৰা ম'লাৰ ভৰ। যোজন হ'লে i ৰ মান একতকৈ কম হয়। আৰু বিযোজন হ'লে i ৰ মান একতকৈ বেছি হয়। উদাহৰণ হিচাপে KCl ৰ লঘু দ্ৰৱত i ৰ মান প্ৰায় 2 হয়। কিন্তু বেনজিনত দ্ৰৱীভূত CH_3COOH ৰ ক্ষেত্ৰত ইয়াৰ মান প্ৰায় 0·5 হয়।

সংখ্যাগত ধৰ্মসমূহৰ সমীকৰণবোৰত ভাণ্ট হ'ফৰ ৰাশি *(i)* অন্তৰ্ভুক্ত কৰিলে আমি তলত দিয়া সমীকৰণবোৰ পাওঁ —

দ্ৰাৱকৰ আপেক্ষিক বাষ্পীয় চাপৰ অৱনমন, $\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = i\,\frac{n_2}{n_1}$

উতলাংকৰ উন্নয়ন, $\Delta T_b = i\,K_b\,m$

হিমাংকৰ অৱনমন, $\Delta T_f = i\,K_f\,m$

দ্ৰৱৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ $\pi = i\,n_2\,\frac{RT}{V}$

কেইবাটাও তীব্ৰ বিদ্যুৎবিশ্লেষ্যৰ বাবে ভাণ্ট হ'ফ ৰাশিৰ *(i)* মান তালিকা 2.4 ত দিয়া হৈছে। KCl, NaCl আৰু $MgSO_4$ ৰ বাবে দ্ৰৱটো লঘুকৰণৰ লগে লগে এই ৰাশিৰ মান প্ৰায় 2 হয়। আৰু K_2SO_4ৰ বাবে স্বাভাৱিকভাৱেই iৰ মান 3ৰ ওচৰা-ওচৰি হয়গৈ।

তালিকা 2.4 : NaCl, KCl, $MgSO_4$ আৰু K_2SO_4 ৰ বাবে বিভিন্ন গাঢ়তাত ভাণ্ট হ'ফ ৰাশি i ৰ মান

লৱণ	*i ৰ মান			দ্ৰাৱৰ সম্পূৰ্ণ বিয়োজনৰ বাবে ভাণ্ট হ'ফ ৰাশিৰ মান
	0.1 m	0.01 m	0.001 m	
NaCl	1.87	1.94	1.97	2.00
KCl	1.85	1.94	1.98	2.00
$MgSO_4$	1.21	1.53	1.82	2.00
K_2SO_4	2.32	2.70	2.84	3.00

* *অসম্পূৰ্ণ বিয়োজনৰ বাবে i ৰ মান*

উদাহৰণ 2.12 25 g বেনজিনত 2 g বেনজইক এছিড দ্ৰৱীভূত কৰিলে হিমাংকৰ অৱনমন হয় 1.62 K। বেনজিনৰ মলেল অৱনমন ধ্ৰুৱক 4.9 K kg mol^{-1}। বেনজইক এছিডে দ্ৰৱত দ্বিযৌগিক কণা সৃষ্টি কৰিলে ইয়াৰ যোজন শতাংশ কিমান হ'ব?

সমাধান প্ৰদত্ত ৰাশিবোৰ হ'ল $w_2 = 2$ g, $K_f = 4.9$ K kg mol^{-1}

$w_1 = 25$ g

আৰু $\Delta T_t = 1.62$ K

সমীকৰণ 2:36 ত এই মানসমূহ বহুৱাই আমি পাওঁ

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

গতিকে বেনজিনত বেনজইক এছিডৰ পৰীক্ষালব্ধ ম'লাৰ ভৰ হ'ব 241.98 g mol^{-1}; বেনজইক এছিডৰ বাবে নিম্নোক্ত সাম্যটো বিবেচনা কৰিব পাৰোঁ —

$$2\, C_6H_5COOH = (C_6H_5COOH)_2$$

বেনজইক এছিডৰ যোজন মাত্ৰা x হ'লে, $(1 - x)$ mol বেনজইক এছিড যোজন নোহোৱাকৈ থাকিব আৰু সাম্যাৱস্থাত $x/2$ mol যোজন হোৱা বেনজইক এছিড থাকিব।

গতিকে সাম্যাৱস্থাত বেনজইক এছিডৰ মুঠ পৰিমাণ $= \left(1 - x + \frac{x}{2}\right)\text{mol} = \left(1 - \frac{x}{2}\right)\text{mol}$

যিহেতু $i = \dfrac{\text{যোজনৰ পিছত মুঠ ম'ল}}{\text{যোজনৰ আগৰ মুঠ ম'ল}}$

গতিকে $i = \dfrac{1 - \frac{x}{2}}{1} = 1 - \dfrac{x}{2}$

কিন্তু $i = \dfrac{\text{স্বাভাবিক ম'লাৰ ভৰ}}{\text{অস্বাভাবিক ম'লাৰ ভৰ}}$

$$= \frac{122\ g\ mol^{-1}}{241.98\ g\ mol^{-1}} = 0.504$$

বা, $1 - x/2 = 0.504$

বা, $\dfrac{x}{2} = 1 - 0.504 = 0.496$

বা, $x = 2 \times 0.496 = 0.992$

গতিকে বেনজিনত বেনজইক এছিডৰ যোজন 99.2% হ'ব।

উদাহৰণ 2.13 $1.06\ g\ mL^{-1}$ ঘনত্বৰ এছেটিক এছিডৰ (CH_3COOH) 0.6 mL এক লিটাৰ পানীত দ্ৰৱীভূত কৰা হ'ল। এই গাঢ়তাৰ এছেটিক এছিডৰ ক্ষেত্ৰত হিমাংক অৱনমন পোৱা গ'ল 0.0205^0C। এছিডৰ বিযোজন ধ্ৰুৱক আৰু ভাণ্ট হফ ৰাশিৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান এছেটিক এছিডৰ পৰিমাণ $= \dfrac{0.6\ mL \times 1.06\ g\ mL^{-1}}{60\ g\ mol^{-1}}$

$$= 0.0106\ mol = n$$

মলেলিটি $= \dfrac{0.0106\ mol}{1000\ mL \times 1\ g\ mL^{-1} \times 10^{-3}\ kg\ g^{-1}} = 0.0106\ mol\ kg^{-1}$

সমীকৰণ 2.35 ব্যৱহাৰ কৰি,

$$\Delta T_f = 1.86\ K\ kg\ mol^{-1} \times 0.0106\ mol\ kg^{-1} = 0.0197\ K$$

ভাণ্ট হ'ফ ৰাশি, $i = \dfrac{\text{পৰীক্ষালব্ধ হিমাংকৰ অৱনমন}}{\text{তত্ত্বগত হিমাংকৰ অৱনমন}} = \dfrac{0.0205\ K}{0.0197\ K} = 1.04$

এছেটিক এছিড মৃদু বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য আৰু ইয়াৰ এটা অণু বিযোজিত হৈ দুটা আয়ন সৃষ্টি কৰে। এই আয়ন দুটা হ'ল এছিটেট আৰু হাইড্ৰ'জেন আয়ন। এছেটিক এছিডৰ বিযোজন মাত্ৰা x হ'লে অবিযোজিত এছেটিক এছিডৰ ম'ল হ'ব $n(1-x)$, CH_3COO^- আৰু H^+ আয়নৰ প্ৰত্যেকৰে ম'ল হ'ব $n\,x$ ।

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

n mol	0	0
$n(1-x)$ mol	nx mol	nx mol

কণাৰ মুঠ পৰিমাণ $= n(1 - x + x + x)\ mol = n(1+x)\ mol$

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

গতিকে, এছেটিক এছিডৰ বিয়োজন মাত্ৰা $= x = 1.041 - 1.000$

$= 0.041$

অৰ্থাৎ $[CH_3COOH] = n\,(1 - x) = 0.0106\,(1 - 0.041)$

$[CH_3COOH] = nx = 0.0106 \times 0.041$

$[H^+] = nx = 0.0106 \times 0.041$

$$K_a = \frac{[CH_3COOH][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{0\cdot0106 \times 0\cdot041 \times 0\cdot0106 \times 0\cdot041}{0\cdot0106(1\cdot00 - 0\cdot041)}$$

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

সাৰাংশ

দুটা বা ততোধিক পদাৰ্থৰ সমসত্ত্ব মিশ্ৰই হ'ল দ্ৰৱ। দ্ৰৱসমূহ গোটা , জুলীয়া বা গেছীয় হ'ব পাৰে। দ্ৰৱৰ গাঢ়তা ম'ল ভগ্নাংশ, মলাৰিটি, মলেলিটি আৰু শতাংশ হিচাপে প্ৰকাশ কৰা হয়। এবিধ গেছ জুলীয়া পদাৰ্থ এটাত কিমান দ্ৰৱীভূত হ'ব সেইটো **হেনৰি সূত্ৰ**ৰপৰা পাব পাৰি। হেনৰিৰ সূত্ৰটো হ'ল — **জুলীয়া পদাৰ্থ এটাত গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা গেছটোৰ আংশিক চাপৰ সমানুপাতিক**। দ্ৰাৱক এটাত এবিধ অনুদ্বায়ী দ্ৰাব্য পদাৰ্থ দ্ৰৱীভূত কৰিলে দ্ৰাৱকটোৰ বাষ্পীয় চাপ হ্ৰাস হয়। এই হ্ৰাসৰ পৰিমাণ **ৰাউল্টৰ সূত্ৰ** প্ৰয়োগ কৰি নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। ৰাউল্টৰ সূত্ৰটো হ'ল — **দ্ৰৱ এটাৰ ওপৰত দ্ৰাৱকৰ আপেক্ষিক বাষ্পীয় চাপৰ অৱনমন দ্ৰৱত থকা অনুদ্বায়ী পদাৰ্থটোৰ ম'ল ভগ্নাংশৰ সমান**। দ্বিউপাংশযুক্ত দ্ৰৱৰ দুয়োটা উপাংশ উদ্বায়ী হ'লে ৰাউল্টৰ সংশোধিত সূত্ৰ প্ৰয়োগ কৰিব পাৰি। গাণিতিকভাৱে, এই সংশোধিত সূত্ৰটো এনেদৰে লিখিব পাৰি $p_{total} = p_1^0x_1 + p_2^0x_2$। যিবোৰ দ্ৰৱে গাঢ়তাৰ সকলো পৰিসৰতে ৰাউল্টৰ সূত্ৰ মানি চলে সেইবোৰ দ্ৰৱক আদৰ্শ দ্ৰৱ বোলে। ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰপৰা দুই প্ৰকাৰৰ বিচ্যুতি পোৱা যায়। এবিধ হ'ল ধনাত্মক বিচ্যুতি; আনবিধ হ'ল ঋণাত্মক বিচ্যুতি। ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰপৰা যদি দ্ৰৱই অতি বেছি বিচ্যুতি দেখুৱায় তেনেহ'লে দ্ৰৱটোৰ এজিওট্ৰ'প পাব পাৰি।

দ্ৰাৱৰ কণাৰ সংখ্যাৰ ওপৰত দ্ৰৱৰ যিবোৰ ধৰ্ম নিৰ্ভৰ কৰে সেইবোৰ ধৰ্মক সংখ্যাগত ধৰ্ম বোলে। এই ধৰ্মসমূহ দ্ৰাব্য পদাৰ্থৰ ৰাসায়নিক প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। এনে ধৰ্মসমূহ হ'ল— বাষ্পীয় চাপৰ অৱনমন, উতলাংকৰ উন্নয়ন, হিমাংকৰ অৱনমন আৰু ৰসাকৰ্ষী চাপ। দ্ৰৱৰ ওপৰত ৰসাকৰ্ষী চাপতকৈ বেছি চাপ প্ৰয়োগ কৰি ৰসাকৰ্ষণ বিপৰীত দিশত সংঘটিত কৰিব পাৰি। সংখ্যাগত ধৰ্ম নিৰূপণৰপৰা দ্ৰাবৰ ম'লাৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। যিবোৰ দ্ৰাব দ্ৰৱত বিযোজিত হয় সেইবোৰ পদাৰ্থৰ ম'লাৰ ভৰ স্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰতকৈ কম পোৱা যায়। আনহাতে, যিবোৰ পদাৰ্থ দ্ৰৱত যোজিত হয় সেইবোৰৰ বাবে ম'লাৰ ভৰ স্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰতকৈ বেছি পোৱা যায়।

এটা দ্ৰাব কিমান পৰিমাণে বিযোজিত বা যোজিত হ'ব সেইটো ভাণ্ট হ'ফৰ ৰাশি, i ৰ দ্বাৰা মাত্ৰাত্মকভাৱে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। স্বাভাৱিক ম'লাৰ ভৰ আৰু পৰীক্ষালব্ধ ম'লাৰ ভৰৰ অনুপাতেই হ'ল ভাণ্ট হ'ফৰ ৰাশি। এই ৰাশি পৰীক্ষালব্ধ সংখ্যাগত ধৰ্ম আৰু তত্ত্বগত সংখ্যাগত ধৰ্মৰ অনুপাত হিচাপতো প্ৰকাশ কৰিব পাৰি।

অনুশীলনী

2.1 'দ্ৰৱ'ৰ সংজ্ঞা লিখা। কিমান প্ৰকাৰৰ দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিব পাৰি? উদাহৰণেৰে সৈতে প্ৰত্যেকবিধৰ বিষয়ে চমুকৈ লিখা।

2.2 এনেকুৱা এটা গোটা দ্ৰৱৰ উদাহৰণ দিয়া য'ত দ্ৰাৱটো গেছীয়।

2.3 তলত দিয়া ৰাশিবোৰৰ সংজ্ঞা লিখা।

(i) ম'ল ভগ্নাংশ (ii) মলেলিটি (iii) ম'লাৰিটি (iv) ভৰ শতাংশ

2.4 পৰীক্ষাগাৰত ব্যৱহাৰ কৰা নাইট্ৰিক এছিড হ'ল ভৰ হিচাপত নাইট্ৰিক এছিডৰ 60% জলীয় দ্ৰৱ। দ্ৰৱটোৰ ঘনত্ব 1.504 g mL^{-1} হ'লে ইয়াৰ ম'লাৰিটি কিমান হ'ব?

2.5 গ্লুক'জৰ এটা জলীয় দ্ৰৱৰ গাঢ়তা 10%(w/w) হ'লে ইয়াৰ মলালিটি আৰু প্ৰত্যেকটো উপাংশৰ ম'ল ভগ্নাংশ কিমান হ'ব? দ্ৰৱটোৰ গাঢ়তা 1.2 g mL^{-1} হ'লে ইয়াৰ ম'লাৰিটি কিমান হ'ব?

2.6 Na_2CO_3 আৰু $NaHCO_3$ৰ প্ৰত্যেকৰে সমম'ল পৰিমাণযুক্ত মিশ্ৰ এটাৰ 1g ৰ সৈতে সম্পূৰ্ণকৈ বিক্ৰিয়া কৰিবলৈ 0.1 M HCl দ্ৰৱ এটাৰ কিমান আয়তন লাগিব?

2.7 ভৰ হিচাপত 25% দ্ৰৱৰ 300 g আৰু 40% দ্ৰৱৰ 400 g মিহলাই এটা দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰা হ'ল। এই দ্ৰৱটোৰ ভৰ শতাংশ নিৰ্ণয় কৰা।

2.8 222.6 g ইথিলিন গ্লাইকল ($C_2H_6O_2$) আৰু 200 g পানী মিহলাই এটা হিমপ্ৰতিৰোধী দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰা হ'ল। দ্ৰৱটোৰ মলেলিটি নিৰ্ণয় কৰা। দ্ৰৱটোৰ ঘনত্ব 1·072 g mL^{-1} হ'লে ম'লাৰিটি কিমান হ'ব?

2.9 কেন্সাৰ সৃষ্টি কৰিব পৰা ক্লৰ'ফৰ্মৰ ($CHCl_3$) দ্বাৰা পানী প্ৰদূষিত হৈ ভৰ হিচাপত ক্লৰ'ফৰ্মৰ 15 ppm দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰা হ'ল। এতিয়া

(i) ভৰ হিচাপত ক্লৰ'ফৰ্মৰ গাঢ়তা শতাংশত নিৰ্ণয় কৰা।

(ii) পানীত ক্লৰ'ফৰ্মৰ মলেলিটি নিৰ্ণয় কৰা।

2.10 এলকহল আৰু পানী মিহলি কৰি প্ৰস্তুত কৰা দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰত আণৱিক আন্তঃক্ৰিয়াৰ ভূমিকা কি?

2.11 উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে জুলীয়া পদাৰ্থত গেছীয় পদাৰ্থৰ দ্ৰৱণীয়তা কিয় কমি যায়?

2.12 হেনৰিৰ সূত্ৰ লিখা আৰু ইয়াৰ কেইটামান ব্যৱহাৰ উদাহৰণেৰে উল্লেখ কৰা।

2.13 $6{\cdot}56\times10^{-3}$ g ইথেন দ্ৰৱীভূত হৈ থকা এটা দ্ৰৱৰ ওপৰত ইথেনৰ আংশিক চাপ 1 bar । যদিহে দ্ৰৱত $5{\cdot}00\times10^{-2}$ g ইথেন থাকে তেনেহ'ল এই চাপ কিমান হ'ব?

2.14 ৰাউল্টৰ সূত্ৰৰ পৰা ধনাত্মক আৰু ঋণাত্মক বিচ্যুতি ঘটা বুলিলে কি বুজা? এই ধনাত্মক আৰু ঋণাত্মক বিচ্যুতিৰ সৈতে $\Delta_{mix}H$ ৰ চিহ্নৰ সম্পৰ্ক কেনেকুৱা?

2.15 দ্ৰাৱকৰ স্বাভাৱিক উতলাংকত এটা অনুদ্বায়ী দ্ৰাৱৰ 2% জলীয় দ্ৰৱই 1.004 bar চাপ দেখুৱায়। দ্ৰাৱটোৰ ম'লাৰ ভৰ কিমান হ'ব?

2.16 হেপ্টেন আৰু অক্টেন মিহলাই আদৰ্শ দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিব পাৰি। এনেকুৱা দ্ৰৱত 372 K উষ্ণতাত হেপ্টেন আৰু অক্টেনৰ বাষ্পীয় চাপ ক্ৰমে 105.2 kPa আৰু 46.8 kPa। 26.0 g হেপ্টেন আৰু 35.0 g অক্টেন মিহলাই প্ৰস্তুত কৰা মিশ্ৰ দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ কিমান হ'ব?

2.17 300 K উষ্ণতাত পানীৰ বাষ্পীয় চাপ 12.3 kPa। এটা অনুদ্বায়ী পদাৰ্থৰ 1 মলেল জলীয় দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ কিমান হ'ব?

2.18 114 g অক্টেনত এটা অনুদ্বায়ী দ্ৰাৱৰ (ম'লাৰ ভৰ 40 g mL^{-1}) কিমান গ্ৰাম দ্ৰৱীভূত কৰিলে দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ 80% হ্ৰাস হ'ব?

2.19 298 K উষ্ণতাত 90 g পানীত অনুদ্বায়ী পদাৰ্থ এটাৰ 30 g দ্ৰৱীভূত হৈ থকাৰ ফলত দ্ৰৱটোৰ বাষ্পীয় চাপ হয় 2.8 kPa। একে উষ্ণতাত অতিৰিক্ত 18 g পানী এই দ্ৰৱত যোগ কৰাৰ ফলত দ্ৰৱটোৰ বাষ্পীয় চাপ হ'ল 2.9 kPa। তলত দিয়া ৰাশিবোৰ নিৰ্ণয় কৰা—

(i) দ্ৰাৱটোৰ ম'লাৰ ভৰ

(ii) 298 K উষ্ণতাত পানীৰ বাষ্পীয় চাপ

2.20 ভৰ হিচাপত চেনিৰ 5% জলীয় দ্ৰৱ এটাৰ হিমাংক 271 K। বিশুদ্ধ পানীৰ হিমাংক 273.15 K হ'লে 5% গ্লুক'জৰ জলীয় দ্ৰৱ এটাৰ হিমাংক নিৰ্ণয় কৰা।

2.21 A আৰু B দুটা মৌলই যুক্ত হৈ AB_2 আৰু AB_4 যৌগ উৎপন্ন কৰে। 20 g বেনজিনত (C_6H_6) 1 g AB_2 দ্ৰৱীভূত কৰিলে বেনজিনৰ হিমাংক 2.3 K আৰু 1 g AB_4 দ্ৰৱীভূত কৰিলে 1.3 K হ্ৰাস হয়। বেনজিনৰ ম'লাৰ অৱনমন ধ্ৰুৱক 5.1 K kg mol^{-1} হ'লে A আৰু B পাৰমাণৱিক ভৰ নিৰ্ণয় কৰা।

2.22 300 K উষ্ণতাত 1 লিটাৰ দ্ৰৱত 36g গ্লুক'জ দ্ৰৱীভূত কৰিলে ইয়াৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ 4.98 bar হয়। কিন্তু গ্লুক'জৰ দ্ৰৱ এটাই একে উষ্ণতাত 1.52bar ৰসাকৰ্ষী চাপ দেখুৱালে দ্ৰৱটোৰ গাঢ়তা কিমান হ'ব?

2.23 তলত উল্লেখ কৰা মিশ্ৰসমূহৰ বাবে কি প্ৰকাৰৰ আণৱিক আকৰ্ষণী আন্তঃপ্ৰক্ৰিয়া থাকিব?

(i) n - হেক্সেন আৰু n-অক্টেন

(ii) I_2 আৰু CCl_4

(iii) $NaClO_4$ আৰু পানী

(iv) মিথানল আৰু এচিটʼন

(v) এচিটʼনাইট্ৰাইল (CH_3CN) আৰু এচিটʼন(C_3H_60)

2.24 দ্ৰাৱ-দ্ৰাৱকৰ আন্তঃক্ৰিয়াৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি, n-অক্টেনৰ দ্ৰৱত তলত দিয়াবোৰৰ দ্ৰৱণীয়তাৰ ক্ৰমবৰ্ধমান হিচাপত সজোৱা আৰু ব্যাখ্যা কৰা—

চাইক্ল'হেক্সেন, KCl, CH_3OH, CH_3CN

2.25 তলত দিয়াবোৰৰ ভিতৰত কোনবোৰ পানীত অদ্ৰৱণীয় ?

(i) ফিনল (ii) টলুইন (iii) ফৰ্মিক এছিড

(iv) ইথিলিন গ্লাইকল (v) ক্লৰ'ফৰ্ম (vi) পেণ্টানল

2.26 এটা হ্ৰদৰ প্ৰতি কিল'গ্ৰাম পানীত 92g Na^+ আয়ন থাকে। এই পানীৰ ঘনত্ব 1.25 g mL^{-1} হ'লে হ্ৰদটোত Na^+ আয়নৰ মলেলিটি কিমান হ'ব?

2.27 CuS ৰ দ্ৰাব্যতা গুণফলৰ মান 6×10^{-16} হ'লে, জলীয় দ্ৰৱত CuS ৰ সৰ্বাধিক ম'লাৰিটি কিমান হ'ব?

2.28 6.5g এছপিৰিন ($C_9H_8O_4$) 450 g এছিট'নাইট্ৰাইলত (CH_3CN) দ্ৰবীভূত কৰিলে দ্ৰৱত এছপিৰিনৰ ভৰ শতাংশ কিমান হ'ব?

2.29 নিচাযুক্ত দ্ৰব্যৰ প্ৰতি আসক্তি থকা ব্যক্তিসকলৰ এই আসক্তি আঁতৰাবলৈ মৰফিনৰ সৈতে মিল থকা নেল'ৰফিন ($C_{19}H_{21}NO_3$) ঔষধ হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এক পালি ঔষধত সাধাৰণতে এই দ্ৰব্যৰ 1.5mg থাকে। এনেকুৱা এক পালি ঔষধৰ $1.5\times10^{-3}m$ জলীয় দ্ৰৱৰ ভৰ কিমান হ'ব লাগিব নিৰ্ণয় কৰা।

2.30 মিথানলত বেনজইক এছিড (C_6H_5COOH) দ্ৰবীভূত কৰি 0.15 M গাঢ়তাৰ 250mL দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিবলৈ কিমান গ্ৰাম বেনজইক এছিডৰ প্ৰয়োজন হ'ব?

2.31 একে পৰিমাণৰ এছেটিক এছিড, ট্ৰাইক্লৰ'এছেটিক এছিড আৰু ট্ৰাইফ্লুৰ'এছেটিক এছিড পানীত দ্ৰবীভূত কৰিলে পানীৰ হিমাংক অৱনমনৰ মান তলত দিয়া ক্ৰমত কিয় বাঢ়ি যায় ব্যাখ্যা কৰা —

এছেটিক এছিড দ্ৰৱ < ট্ৰাইক্লৰ'এছেটিক এছিড দ্ৰৱ < ট্ৰাইফ্লুৰ' এছেটিক এছিড দ্ৰৱ।

2.32 250 g পানীত 10 g $CH_3CH_2CHClCOOH$, দ্ৰবীভূত কৰিলে পানীৰ হিমাংক অৱনমন কিমান হ'ব? ($K_a = 1.4\times10^{-3}$, $K_f = 1.86$ K kg mol^{-1})

2.33 500g পানীত 19.5g CH_2FCOOH দ্ৰবীভূত কৰা হ'ল। ইয়াৰ ফলত পানীৰ হিমাংকৰ অৱনমন হ'ব 1.0^0 C । ফ্লুৰ'এছেটিক এছিডৰ ভাণ্ট হ'ফ ৰাশি আৰু বিযোজন ধ্ৰুৱকৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

2.34 293 K উষ্ণতাত পানীৰ বাষ্পীয় চাপ 17.535 mm Hg। 450 g পানীত 25 g গ্লুক'জ দ্ৰবীভূত কৰি প্ৰস্তুত কৰা দ্ৰৱৰ বাষ্পীয় চাপ গণনা কৰা।

2.35 298 K উষ্ণতাত বেনজিনত মিথেনৰ ম'লালিটিৰ বাবে হেনৰিৰ সূত্ৰৰ ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল 4.27×10^5 mm Hg। 298 K উষ্ণতাত আৰু 760 mm Hg চাপত বেনজিনত মিথেনৰ দ্ৰৱণীয়তা নিৰ্ণয় কৰা।

2.36 এটা জুলীয়া পদাৰ্থ A ৰ (ম'লাৰ ভৰ 140 g mol^{-1}) 100 g আন এটা জুলীয়া পদাৰ্থ B ৰ(ম'লাৰ ভৰ 180 g mol^{-1}) 1000 g ত দ্ৰবীভূত কৰা হ'ল। বিশুদ্ধ B ৰ বাষ্পীয় চাপ 500 torr । দ্ৰৱটোৰ মুঠ বাষ্পীয় চাপ 475 torr হ'লে বিশুদ্ধ A আৰু ইয়াৰ দ্ৰৱত বাষ্পীয় চাপ কিমান হ'ব?

2.37 328 K উষ্ণতাত বিশুদ্ধ এছিট'ন আৰু ক্লৰ'ফৰ্মৰ বাষ্পীয় চাপ ক্ৰমে 741.8 mm Hg আৰু 632.8 mm Hg। সংযুতিৰ সকলো পৰিসৰতে এই দুটা দ্ৰব্যই আদৰ্শ দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিলে $x_{\text{এছিটন}}$ ৰ বিপৰীতে $p_{\text{ক্লৰ'ফৰ্ম}}$ আৰু $p_{\text{এছিটন}}$ ৰ লেখ অংকন কৰা। মিশ্ৰটোৰ বিভিন্ন সংযুতিৰ বাবে মান সমূহ তলত দিয়া হৈছে —

100 x $x_{\text{এছিট'ন}}$	0	11.8	23.4	36.0	50.8	58.2	64.5	72.1
$p_{\text{এছিট'ন}}$ (mm Hg)	0	54.9	110.1	202.4	322.7	405.9	454.1	521.1
$p_{\text{ক্লৰ'ফৰ্ম}}$ (mm Hg)	632.8	548.1	469.4	359.7	257.7	193.6	161.2	120.7

আদৰ্শ দ্ৰৱৰ আচৰণতকৈ ধনাত্মক নে ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখুৱায় বুজাই লিখা।

2.38 সংযুতিৰ সকলো পৰিসৰতে বেনজিন আৰু টলুইনে আদৰ্শ দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰে। 300 K উষ্ণতাত বিশুদ্ধ বেনজিন আৰু নেফথালিনৰ বাষ্পীয় চাপ ক্ৰমে 50.71mmHg আৰু 32.06mmHg । 80g বেনজিন 100g নেফথালিনৰ সৈতে মিহলালে বাষ্পীয় অৱস্থাত থকা বেনজিনৰ ম'ল ভগ্নাংশ নিৰ্ণয় কৰা।

2.39 বায়ু বিভিন্ন গেছৰ মিশ্ৰ। 298 K উষ্ণতাত বায়ুৰ প্ৰধান উপাদান, অক্সিজেন আৰু নাইট্ৰজেনৰ আয়তন হিচাপে অনুপাত প্ৰায় 20% : 79% । 10 atm চাপত পানী বায়ুৰ সৈতে সাম্যবস্থাত থাকে। 298K উষ্ণতাত অক্সিজেন আৰু নাইট্ৰ'জেনৰ বাবে হেনৰিৰ সূত্ৰৰ ধ্ৰুৱক ক্ৰমে 3.30×10^7 mm আৰু 6.51×10^7 mm হয় তেনেহ'লে পানীত এই দুটা গেছৰ সংযুক্তি নিৰ্ণয় কৰা।

2.40 25°C উষ্ণতাত 2 লিটাৰ পানীত 25mg K_2SO_4 দ্ৰৱীভূত কৰিলে দ্ৰৱটোৰ ৰসাকৰ্ষী চাপ কিমান হ'ব? (K_2SO_4 সম্পূৰ্ণকৈ বিয়োজিত হোৱা বুলি বিবেচনা কৰা)

DAILY ASSAM

কিছুমান পাঠস্থ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

2.1 $C_6H_6 = 15.28\%$, $CCl_4 = 84.72\%$

2.2 0.459, 0.541

2.3 0.024M, 0.03M

2.4 37.5 g

2.5 1.5 mol kg^{-1}, 1.45 mL^{-1}, 0.0263

2.5 289.5 bar

2.10 1.86 g

2.11 $x_A = 0.4$, $y_A = 0.3$, $x_B = 0.6$, $y_B = 0.7$

2.12 23.4 mm Hg, 0.017