

- আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব/তাপ ও গ্যাস

প্রশ্ন→(১) গ্যাসের সূত্রগুলো বর্ণনা ও ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আমরা জানি, গ্যাসের তিনটি চলরাশি আছে। এই চলরাশি গুলো হচ্ছে-চাপ (P), আয়তন (V) এবং তাপমাত্রা (T)। এই চাপ, আয়তন এবং তাপমাত্রার মধ্যে তিনটি সম্পর্ক আছে। এগুলোকে গ্যাসের সূত্র বলে। এই সূত্রগুলো হল- (i) বয়েলের সূত্র (ii) চার্লসের সূত্র এবং (iii) চাপের সূত্র। নিম্নে সূত্রগুলির বর্ণনা ও ব্যাখ্যা প্রদান করা হল।

(i) বয়েলের সূত্র: “তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন প্রযুক্ত চাপের ব্যস্তানুপাতিক।”

ব্যাখ্যা: মনেকরি, স্থির তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ এবং আয়তন যথাক্রমে P এবং V । বয়েলের সূত্রানুসারে, $V \propto \frac{1}{P}$ [যখন তাপমাত্রা T স্থির] বা, $V = k \cdot \frac{1}{P} \therefore PV = k$, এখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। যদি স্থির তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ চাপে আয়তন যথাক্রমে $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ হয় তবে আমরা পাই, $P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \dots = P_n V_n$ ধ্রুবক।

চার্লসের সূত্র: “স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন প্রতি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা বৃদ্ধি বাহ্যাসের জন্য $0^\circ C$ তাপমাত্রার আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ বৃদ্ধি বাহ্যাস পায়।”

ব্যাখ্যা:- এই সূত্রানুসারে স্থির চাপে $0^\circ C$ তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V_0 হলে প্রতি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য গ্যাসের আয়তন $\frac{V_0}{273}$ অংশ পরিবর্তিত হবে। অর্থাৎ

$$0^\circ C \text{ হতে } 1^\circ C \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের আয়তন, } V_1 = V_0 + \frac{V_0}{273}$$

$$0^\circ C \text{ হতে } 2^\circ C \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের আয়তন, } V_2 = V_0 + \frac{2V_0}{273}$$

$$0^\circ C \text{ হতে } 3^\circ C \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের আয়তন, } V_3 = V_0 + \frac{3V_0}{273}$$

$$\therefore 0^\circ C \text{ হতে } t^\circ C \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের আয়তন, } V_t = V_0 + \frac{V_0 t}{273}$$

$$\text{বা, } V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \text{ বা, } V_t = V_0 \left(\frac{273+t}{273}\right) \text{ বা, } V_t = \frac{V_0}{273} T$$

এখানে T = পরম তাপমাত্রা। উপরোক্ত সমীকরণে $\frac{V_0}{273}$ একটি ধ্রুব সংখ্যা। অতএব, আমরা পাই, $V_t = \text{ধ্রুবক} \times T$

$\therefore V_t \propto T$ অর্থাৎ $V \propto T$ [এখানে চাপ স্থির]

অতএব, চার্লসের সূত্রটিকে নিম্নলিখিত ভাবেও প্রকাশ করা যায়- “স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।”

(iii) চাপের সূত্র: “স্থির আয়তনে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ প্রতি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা বৃদ্ধি বাহ্যাসের জন্য গ্যাসের $0^\circ C$ তাপমাত্রার চাপের $\frac{1}{273}$ অংশ বৃদ্ধি বাহ্যাস পায়।”

ব্যাখ্যা: মনেকরি, $0^\circ C$ তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ $= P_0$ ।

চাপের সূত্রানুসারে, $0^\circ C$ হতে $1^\circ C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের চাপ, $P_1 = P_0 + \frac{P_0}{273}$

$$0^\circ C \text{ হতে } 2^\circ C \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের চাপ, } P_2 = P_0 + \frac{2P_0}{273}$$

$$0^\circ C \text{ হতে } 3^\circ C \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের চাপ, } P_3 = P_0 + \frac{3P_0}{273}$$

$$\therefore 0^\circ C \text{ হতে } t^\circ C \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঐ গ্যাসের চাপ, } P_t = P_0 + \frac{P_0 t}{273}$$

$$\text{বা, } P_t = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \text{ বা, } P_t = P_0 \left(\frac{273+t}{273}\right) \text{ বা, } P_t = \frac{P_0}{273} T$$

এই সমীকরণে T = পরম তাপমাত্রা এবং $\frac{P_0}{273} = \text{ধ্রুবক} \therefore P_t = \text{ধ্রুবক} \times T$ বা, $P_t \propto T$ অর্থাৎ $P \propto T$ [এখানে আয়তন স্থির]

অতএব, চাপের সূত্রকে লেখা যায়, “স্থির আয়তনে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।”

প্রশ্ন→(২) বয়েল ও চার্লসের সূত্রের সমন্বিত রূপটি প্রতিপাদন কর।

অথবা: একটি আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $PV = RT$ এবং $PV = \frac{m}{M} RT$ ।

উত্তর: মনেকরি, নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের চাপ, আয়তন এবং পরম তাপমাত্রা যথাক্রমে P, V এবং T । তাপমাত্রা স্থির থাকলে

বয়েলের সূত্রানুসারে আমরা পাই, $V \propto \frac{1}{P}$ (1)[যখন T স্থির]

এবং চার্লসের সূত্রানুসারে আমরা পাই, $V \propto T$ (2)[যখন P স্থির]

যদি তাপমাত্রা, T এবং চাপ, P কোনটিই স্থির না থাকে সেক্ষেত্রে সমীকরণ (1) ও (2) হতে আমরা পাই,

$$V \propto \frac{T}{P} \text{ বা, } V = k \cdot \frac{T}{P} \text{ বা, } PV = kT \text{(3)}$$

এখানে k কে গ্যাস ধ্রুবক বলা হয়। k এর মান গ্যাসের পরিমানের উপর নির্ভরশীল। একমোল গ্যাসের ক্ষেত্রে সকল গ্যাসের জন্য k এর মান সমান হয়। একমোল গ্যাসের ক্ষেত্রে এই ধ্রুবককে মোলার গ্যাস ধ্রুবক বলে এবং এই মোলার গ্যাস ধ্রুবককে R দিয়ে প্রকাশ করা হয়। অতএব, একমোল গ্যাসের ক্ষেত্রে আদর্শ গ্যাসের সমীকরণকে লেখা যায়,

$$PV = RT \text{(4)}$$

এখন গ্যাসের পরিমাণ n মোল হলে সেক্ষেত্রে আমরা পাই, $PV = nRT$ (5)

আবার, কোন গ্যাসের ভর = m এবং আনবিক ভর = M হলে আমরা পাই, $n = \frac{m}{M}$

অতএব, সমীকরণ (5) থেকে আমরা পাই, $PV = \frac{m}{M} RT$ (6)

প্রশ্ন→(৩) তাপমাত্রার পরম স্কেল বলতে কি বুঝ? চার্লসের সূত্র হতে কিভাবে উহার ধারণা পাওয়া যায়?

উত্তর: আমরা জানি- $273^\circ C$ তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলা হয়। এই পরম শূন্য তাপমাত্রাকে শূন্য ধরে তাপমাত্রার যে নতুন স্কেল প্রবর্তিত হয়েছে তাকে তাপমাত্রার পরম স্কেল বলে। বিজ্ঞানি লর্ড কেলভিন তাপমাত্রার এই স্কেল আবিষ্কার করেন বলে একে কেলভিন স্কেলও বলা হয়। এই পদ্ধতিতে তাপমাত্রাকে $^\circ k$ বা $^\circ A$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

চার্লসের সূত্র হতে তাপমাত্রার পরম স্কেল ও পরম তাপমাত্রার ধারণা: চার্লসের সূত্র হতে আমরা জানি, $0^\circ C$ তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V_0 হলে, প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য গ্যাসের আয়তন $\frac{V_0}{273}$ অংশ বৃদ্ধি পায়;

আবার প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা হ্রাসের জন্য গ্যাসের আয়তন $\frac{V_0}{273}$ অংশ হ্রাস পায়। $0^\circ C$ হতে তাপমাত্রাকে ধীরে ধীরে কমাতে থাকলে আমরা পাই।

$$\text{স্থির চাপে } -1^\circ C \text{ তাপমাত্রায় আয়তন, } V_{-1} = V_0 - \frac{V_0}{273} = V_0 \left(1 - \frac{1}{273}\right)$$

$$\text{স্থির চাপে } -2^\circ C \text{ তাপমাত্রায় আয়তন, } V_{-2} = V_0 - \frac{2V_0}{273} = V_0 \left(1 - \frac{2}{273}\right)$$

$$\text{স্থির চাপে } -3^\circ C \text{ তাপমাত্রায় আয়তন, } V_{-3} = V_0 - \frac{3V_0}{273} = V_0 \left(1 - \frac{3}{273}\right)$$

$$\text{স্থির চাপে } -273^\circ C \text{ তাপমাত্রায় আয়তন, } V_{-273} = V_0 - \frac{273V_0}{273} = 0$$

$$\text{স্থির চাপে } -274^\circ C \text{ তাপমাত্রায় আয়তন, } V_{-274} = V_0 - \frac{274V_0}{273} = -\frac{V_0}{273}$$

অতএব আমরা দেখতে পাচ্ছি, চাপকে স্থির রেখে কোন গ্যাসের তাপমাত্রা ধীরে ধীরে কমাতে থাকলে- $273^\circ C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়। শুধু তাই নয় $-274^\circ C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন নেগেটিভ হয়। কিন্তু কোন কিছুই আয়তন নেগেটিভ বা ঋণাত্মক হতে পারে না। যেহেতু $-273^\circ C$ এর চেয়ে কম তাপমাত্রা অসম্ভব। শুধু পৃথিবীতে নয় সৌরজগৎ তথা মহাবিশ্বের কোথাও এর চেয়ে কম তাপমাত্রা নেই। এজন্য $-273^\circ C$ তাপমাত্রাকে সর্বনিম্ন বা পরম শূন্য তাপমাত্রা বলা হয়। অতএব আমরা বলতে পারি

স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের তাপমাত্রা ক্রমশ কমাতে থাকলে চার্লসের সূত্রানুযায়ী, যে তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয় এবং যে তাপমাত্রার নীচে গ্যাসের আয়তন ঋণাত্মক হয় তাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে।

প্রশ্ন→(৪) সার্বজনীন বা বিশ্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক কি? এর একক ও মান নির্ণয় কর।

উত্তর: আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ থেকে আমরা জানি, $PV = nRT$ । এই সমীকরণের R কে সার্বজনীন বা বিশ্বজনীন ধ্রুবক বলা হয়।

$$R \text{ এর একক: আমরা জানি, } PV = nRT \text{ বা, } R = \frac{PV}{nT} = \frac{\frac{N}{m^2} \times m^3}{\frac{mol}{m^2} \times k} = \frac{N \cdot m}{mol \times k} = \frac{J}{mol \times k} \therefore R \text{ এর একক} = Jmol^{-1}k^{-1}।$$

স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় R এর মান নির্ণয়: এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে আমরা জানি, $PV = RT \therefore R = \frac{PV}{T}$

এখানে $P =$ স্বাভাবিক চাপ $= 76cm$ পারদ চাপ $= 0.76m$ পারদ চাপ $= .76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.80 Nm^{-2}$ । স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় $1mol$ গ্যাসের আয়তন, $V = 22.4$ লিটার $\therefore V = 22.4 \times 10^{-3} m^3 mol^{-1}$, $T =$ স্বাভাবিক তাপমাত্রা $= 273^\circ k$ ।

$$\therefore \text{আমরা পাই, } R = \frac{(0.76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.80) \times (22.4 \times 10^{-3})}{273} = 8.311 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

প্রশ্ন→(৫) গ্যাসের গতিতত্ত্ব বলতে কি বুঝ? গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য সমূহ লিখ।

উত্তর: গ্যাসের গতিতত্ত্ব: সকল পদার্থের অনুই গতিশীল অবস্থায় থাকে। কিন্তু গ্যাসীয় পদার্থের অনুগুলো তরল বা কঠিন পদার্থের তুলনায় অনেক বেশী গতিশীল। গ্যাসীয় পদার্থের অনুগুলো কোন বদ্ধ স্থানের মধ্যে মোটামুটি স্বাধীনভাবে নড়াচড়া করতে পারে। তাপশক্তি গ্যাসের অনুগুলোর গতির সাথে সম্পর্কিত। গ্যাসীয় পদার্থের আচরণের নিয়মগুলো পেতে যে তত্ত্ব সৃষ্টি হয়েছে সেই তত্ত্বকেই গ্যাসের গতিতত্ত্ব বলা হয়।

নিম্নে গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যসমূহ বর্ণনা করা হল-

- i) সকল গ্যাস অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অনুর সমন্বয়ে গঠিত। একই গ্যাসের সকল অনু সদৃশ কিন্তু বিভিন্ন গ্যাসের অনুগুলো বিসদৃশ।
- ii) গ্যাসের অনুগুলো বিন্দুভর আদর্শ স্থিতিস্থাপক গোলক। এই অনুগুলির নিজেদের মধ্যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল নেই।
- iii) গ্যাসের অনুগুলোর আকার উহাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের তুলনায় অতি নগন্য।
- iv) গ্যাসের অনুগুলো সতত ইতস্তত গতিতে গতিশীল এবং এগুলো নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে। অনুগুলোর বেগ শূন্য হতে অসীম পর্যন্ত হতে পারে।
- v) অনুগুলো সব সময় একে অপরের সাথে এবং আধারের দেয়ালের সাথে ধাক্কা খায়। দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অনুগুলো সমবেগে এবং সরল পথে গমন করে। দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী এই দূরত্বকে মুক্ত পথ বলে।
- vi) একটি ধাক্কা যে সময় ব্যয় হয় তা মুক্তপথ অতিক্রম করার সময়ের তুলনায় অতি নগন্য। [যে সকল গ্যাস যে কোন তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য সমূহ মেনে চলে এবং স্বীকার্য থেকে লব্ধ সূত্র মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলা হয়। কিন্তু কোন গ্যাসই গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য সমূহ পুরোপুরি মেনে চলে না। অতএব, বাস্তবে আদর্শ গ্যাস অস্তিত্বহীন।]

প্রশ্ন→(৬) সাংজ্ঞা লিখ: i) গড়বেগ ii) গড় বর্গবেগ এবং iii) মূল গড় বর্গবেগ।

i) গড়বেগ: কোন একটি বস্তু অসম বেগে চললে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব এবং মোট সময়ের ভাগফলকে গড়বেগ বলে। আবার দুই বা ততোধিক বস্তু যদি ভিন্ন বেগে গতিশীল থাকে তবে বেগগুলোর গড়মান কে গড়বেগ বলে। উদাহারন স্বরূপ ধরি, n সংখ্যক গ্যাসের অনুর বেগ যথাক্রমে, $C_1 + C_2 + C_3 + \dots \dots \dots C_n$ হলে অনুগুলোর গড়বেগ, $C = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots \dots \dots C_n}{n}$ ।

ii) গড় বর্গবেগ: দুই বা ততোধিক বেগের বর্গের গড়মান কে গড় বর্গ বেগ বলে। ধরি n সংখ্যক গ্যাসের অনুর বেগ যথাক্রমে $C_1 + C_2 + C_3 + \dots \dots \dots C_n$ । তাহলে অনুগুলোর গড় বর্গবেগ, $C^2 = \frac{C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \dots \dots \dots C_n^2}{n}$ ।

iii) মূল গড় বর্গবেগ: দুই বা ততোধিক বেগের বর্গের গড় মানের বর্গমূলকে মূল বড় বর্গবেগ (Root mean square velocity) বলে। একে সংক্ষেপে R.M.S বেগও বলা হয়। কোন গ্যাসের n সংখ্যক অনুর বেগ যথাক্রমে

$$C_1 + C_2 + C_3 + \dots \dots \dots C_n \text{ হলে, এই অনুগুলির মূল গড় বর্গবেগ } C = \sqrt{C^2} = \sqrt{\frac{C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \dots \dots \dots + C_n^2}{n}}$$

প্রশ্ন→(৭) গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে প্রমাণ কর যে, $PV = \frac{1}{3} mnc^2$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

অথবা (i): দেখাও যে, $P = \frac{1}{3} \rho C^2$ যেখানে ρ = গ্যাসের ঘনত্ব।

অথবা (ii): দেখাও যে, গ্যাসের চাপ তার একক আয়তনের অনুগুলোর গতিশক্তির দুই তৃতীয়াংশ। অর্থাৎ $P = \frac{2}{3} E$

যেখানে E = গতিশক্তি।

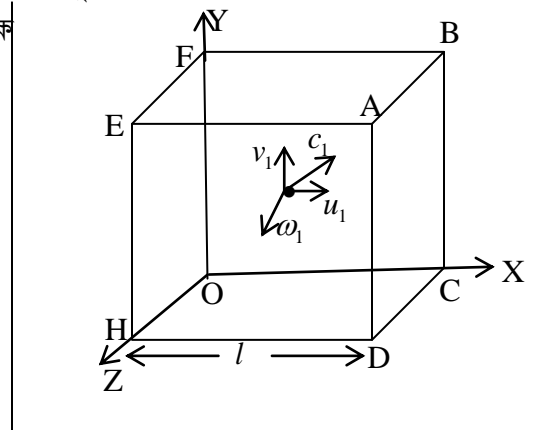
অথবা (iii): দেখাও যে, কোন গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ উহার পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $C \propto \sqrt{T}$ ।

উ: মনেকরি, ABCDEFOH একটি ফাপা ঘনক যার প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য $= l$ অতএব, ঘনকটির আয়তন $V = l^3$ এবং প্রত্যেকটি অনুর ভর $= m$ । অতএব, গ্যাসের মোট ভর, $M = mn$ । সবগুলো অনু গতিশীল হলেও আমরা প্রথমে একটি মাত্র অনুর কথা বিবেচনা করব। ধরি, অনুটির বেগ $= C_1$ এবং $X, Y,$ ও Z অক্ষ

বরাবর বেগ C_1 - এর উপাংশ যথাক্রমে u_1, v_1 ও ω_1 ।

অতএব, আমরা পাই, $C_1^2 = u_1^2 + v_1^2 + \omega_1^2 \dots \dots \dots (1)$

এবার C_1 বেগের তিনটি উপাংশের মধ্যে শুধু একটি উপাংশ u_1 কে বিবেচনা করি। বেগের এই u_1 উপাংশের জন্য অনুটি ABCD তলে ধাক্কা খেয়ে একই বেগে বিপরীত দিকে অগ্রসর হয়ে EFOH তলে ধাক্কা খাবে। ধাক্কার পূর্বে অনুটির ভরবেগ $= mu_1$ এবং ধাক্কার পর ভরবেগ $= -mu_1$ । অতএব, বেগের এই u_1 উপাংশের জন্য অনুটির ভরবেগের পরিবর্তন $= mu_1 - (-mu_1) = 2mu_1$ ।



যেহেতু প্রত্যেক বিপরীত তলগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব $=l$, সেহেতু $\frac{l}{u_1}$ সময় পর পর অনুটির ভরবেগের পরিবর্তন $= 2mu_1$ ।

অতএব, বেগের u_1 উপাংশের জন্য অনুটির ভরবেগের পরিবর্তনের হার $= \frac{2mu_1}{l/u_1} = \frac{2mu_1^2}{l}$ অনুরূপভাবে দেখানো যায়, বেগের

v_1 ও ω_1 উপাংশের জন্য অনুটির ভরবেগের পরিবর্তনের হার যথাক্রমে $\frac{2mv_1^2}{l}$ এবং $\frac{2m\omega_1^2}{l}$ । অতএব, প্রথম অনুটির মোট

ভরবেগের পরিবর্তনের হার $= \frac{2mu_1^2}{l} + \frac{2mv_1^2}{l} + \frac{2m\omega_1^2}{l} = \frac{2m}{l}(u_1^2 + v_1^2 + \omega^2) = \frac{2mc_1^2}{l}$ [যেহেতু $c_1^2 = u_1^2 + v_1^2 + \omega^2$]

অনুরূপভাবে, দ্বিতীয়, তৃতীয়..... n তম অনুগুলোর বেগ যথাক্রমে c_2, c_3, \dots, c_n হলে উহাদের মোট ভরবেগের পরিবর্তনের হার যথাক্রমে, $\frac{2mc_2^2}{l}, \frac{2mc_3^2}{l}, \dots, \frac{2mc_n^2}{l}$ ।

অতএব, ঘনকটির মধ্যে অবস্থিত n সংখ্যক অনুর মোট ভরবেগের পরিবর্তনের হার, $= \frac{2m}{l}(c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \dots + c_n^2)$
 $= \frac{2mn}{l} \left(\frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \dots + c_n^2}{n} \right) = \frac{2mnc^2}{l}$

এখন গ্যাসের অনুগুলোর উপর ঘনকের বিভিন্ন দেয়াল কর্তৃক প্রযুক্ত বলের মান $=F$ হলে নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রানুসারে পাই,

$$F = \frac{2mnc^2}{l} \dots\dots\dots(2)$$

ঘনকের দেয়ালের উপর গ্যাসের চাপ $=P$ হলে, $P = \frac{F}{6l^2} \therefore F = P \times 6l^2$ [কারন ঘনকের 6 টি তল এবং প্রত্যেক তলের

ক্ষেত্রফল $=l^2$] অতএব, (২) থেকে পাই, $P \times 6l^2 = \frac{2mnc^2}{l}$ বা, $P \times l^3 = \frac{2mnc^2}{6}$ [এখানে, $l^3 =$ ঘনকের আয়তন $=V$]

$$\therefore PV = \frac{1}{3}mnc^2 \dots\dots\dots(3) \text{ (প্রমাণিত)}$$

$$\text{অথবা (i): } PV = \frac{1}{3}mnc^2$$

গ্যাসের মোট ভর, $M = mn \therefore PV = \frac{1}{3}Mc^2$ বা, $P = \frac{1}{3} \frac{M}{V} c^2$ কিন্তু $\frac{M}{V} =$ গ্যাসের ঘনত্ব $=\rho$ । অতএব, আমরা পাই,

$$P = \frac{1}{3} \rho c^2 \dots\dots\dots(4) \text{ (প্রমাণিত)}$$

অথবা (ii): (সমীকরণ (3) পর্যন্ত প্রমানের পর) $PV = \frac{1}{3}mnc^2$ । একক আয়তনের ক্ষেত্রে $V = 1$ । গ্যাসের মোট

ভর $=M$ হলে, $M = mn$ । অতএব, আমরা পাই, $P = \frac{1}{3}Mc^2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}Mc^2$; এখানে $\frac{1}{2}Mc^2 =$ গ্যাসের গতিশক্তি $=E$

$$\text{অতএব, } P = \frac{2}{3}E \dots\dots\dots(5) \text{ (প্রমাণিত)}$$

$$\text{অথবা (iii): (সমীকরণ (3) পর্যন্ত প্রমানের পর) } PV = \frac{1}{3}mnc^2$$

আমরা জানি, এক মোল গ্যাসের জন্য আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ, $PV = RT \therefore RT = \frac{1}{3}mnc^2$ বা, $mnc^2 = 3RT$ বা,

$$c^2 = \frac{3RT}{mn} = \frac{3RT}{M} \therefore c = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \text{ বা, } c = \text{প্রবক} \times \sqrt{T} \therefore c \propto \sqrt{T} \dots\dots\dots(6) \text{ [এখানে, } 3, R \text{ ও } M \text{ প্রবক]} \text{ (প্রমাণিত)}$$

প্রশ্ন→(৮) গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে বয়েল ও চার্লসের সূত্র প্রতিপাদন কর।

বয়েলের সূত্র প্রতিপাদন: গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ থেকে আমরা জানি, $PV = \frac{1}{3}mnc^2$ বা, $PV = \frac{1}{3}Mc^2$ এখানে

$M = mn =$ গ্যাসের মোট ভর। গ্যাসের ভর $M =$ প্রবক এবং নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় মূলগড় বর্গবেগ c প্রবক। $\therefore PV =$ প্রবক বা, $v = \text{প্রবক} \times \frac{1}{p}$ বা, $V \propto \frac{1}{p}$ (যখন তাপমাত্রা স্থির) ইহাই বয়েলের সূত্র।

চার্লসের সূত্র প্রতিপাদক: গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ থেকে আমরা জানি, $PV = \frac{1}{3}mnc^2 = \frac{1}{3}Mc^2$ যেখানে, $M =$

গ্যাসের মোট ভর, $c =$ মূল গড় বর্গবেগ। বা, $PV = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}Mc^2$ বা, $PV = \frac{2}{3}E_k$ যেখানে $E_k = \frac{1}{2}Mc^2 =$ গ্যাসের গতিশক্তি।

এখন গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে আমরা জানি, গ্যাসের গতিশক্তি E_k উহার পরম তাপমাত্রা T এর সমানুপাতিক। অর্থাৎ $E_k \propto T$

$\therefore E_k = KT$ অতএব, আমরা পাই, $PV = \frac{2}{3}KT$ বা, $V = \frac{2k}{3p}T$ বা, $V = \text{ধ্রুবক} \times T \therefore V \propto T$ (যখন চাপ, P স্থির) ইহাই চার্লসের সূত্র।

প্রশ্ন→(৯) গড় মুক্ত পথ বা গড় নির্বাধ দূরত্ব কি? ব্যাখ্যা কর। গড়মুক্ত পথের রাশিমালা বাহির কর।

অথবা: গড় মুক্ত পথ কি? ক্লসিয়াস কর্তৃক আবিষ্কৃত গড় মুক্ত পথের রাশিমালা বাহির কর।

উত্তর: গড় মুক্ত পথ (Mean free path): আমরা জানি, গ্যাসের অনুগুলো সর্বদা নিজেদের মধ্যে এবং গ্যাস ধারণকারী পাত্রের দেয়ালের সাথে সর্বদা ধাক্কা খায়। পরপর দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে সমবেগে এবং সরল পথে চলে। এই পথ গুলোকে মুক্ত পথ বলা হয়। এই মুক্ত পথ গুলোর দৈর্ঘ্য সমান হয়না বললেই চলে। কোন অনুর মুক্ত পথগুলোর গড় নিলে যে মান পাওয়া যায় তাকে গড় মুক্ত পথ (বা গড় নির্বাধ দূরত্ব) বলে। একে সাধারণত λ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ব্যাখ্যা: ধরি, P একটি অনু। P অনুটি A, B, C, D এবং E অনুর সাথে ধাক্কা খেয়ে যথাক্রমে l_1, l_2, l_3 এবং l_4 মুক্ত পথ গুলো অতিক্রম করল। চিত্র (ক) থেকে দেখা যাচ্ছে যে, মুক্ত পথ গুলোর দৈর্ঘ্য সমান নয়। তাহলে P অনুটির গড় মুক্ত পথ,

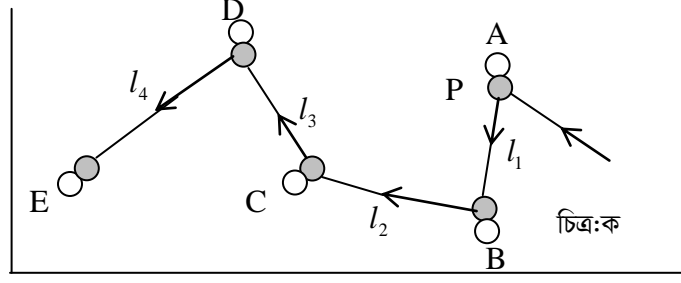
$\lambda = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{4}$ অনুরূপ ভাবে, কোন একটি গ্যাসের অনু যদি N সংখ্যক ধাক্কা খেয়ে যথাক্রমে $l_1, l_2, l_3, l_4, \dots, l_N$ মুক্ত

পথগুলো অতিক্রম করে তাহলে গড়মুক্ত পথ,

$$\lambda = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_N}{N}$$

যদি, $l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_N = l$ হয়

তাহলে আমরা পাই, $\lambda = \frac{l}{N}$



গড়মুক্ত পথের রাশিমালা: বিজ্ঞানী ক্লসিয়াস

সর্বপ্রথম গড়মুক্ত পথের রাশিমালা প্রতিপাদন করেন। তিনি এ রাশিমালা প্রতিপাদন করতে গিয়ে শুধু একটি মাত্র অনুর গতিকে বিবেচনা করেন এবং অন্য সকল অনুকে স্থির কল্পনা করেন। আমরা চিত্র-(খ)-এ A অনুটির গতির কথা বিবেচনা করেছি এবং অন্য অনুগুলো কে স্থির কল্পনা করেছি। A অনুটি N সংখ্যক ধাক্কা খেয়ে যদি মোট l দৈর্ঘ্যের মুক্ত পথ অতিক্রম করে, তাহলে,

গড় মুক্ত পথ, $\lambda = \frac{l}{N} \dots \dots (1)$

মনেকরি, প্রতি একক আয়তনে গ্যাসের অনুর সংখ্যা

$= n$ এবং প্রতিটি অনুর ব্যাস $= d$ । A অনুটি l দূরত্ব

অতিক্রম করার সময়ে সেই সকল অনুর সাথেই ধাক্কা খাবে,

যে সকল অনুর কেন্দ্রের দূরত্ব A অনুটি কেন্দ্র হতে d দূরে

বা d -এর কম দূরে অবস্থিত। অর্থাৎ আমরা যদি d ব্যাসার্ধ এবং l দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডার কল্পনা করি তাহলে যে সকল অনুর কেন্দ্র এই কল্পিত সিলিন্ডারের দেয়ালের উপর বা সিলিন্ডারের ভিতরে অবস্থিত, A অনুটি শুধু সেই অনু গুলোর সাথেই ধাক্কা খাবে।

এখন d ব্যাসার্ধ ও l দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট সিলিন্ডারের আয়তন $= \pi d^2 l$ । যেহেতু একক আয়তনে অনুর সংখ্যা $= n$ অতএব, সিলিন্ডারটির মধ্যে মোট অনুর সংখ্যা $= \pi d^2 l n$ টি। অত্রএব, l দৈর্ঘ্য অতিক্রম করার জন্য A অনুটির ধাক্কার সংখ্যা, $N = \pi d^2 l n$ । N এর

মান সমীকরণ (১)-এ বসাই, $\lambda = \frac{l}{N} = \frac{l}{\pi d^2 l n} = \frac{1}{\pi n d^2} \therefore \lambda = \frac{1}{\pi n d^2} \dots \dots (2)$

ইহাই ক্লসিয়াস কর্তৃক আবিষ্কৃত গড়মুক্ত পথের রাশিমালা। [এই রাশিমালা থেকে দেখা যায় যে, গড়মুক্ত পথ অনুর ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক এবং অনুর ব্যাসের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।] [বি.দ্র. ক্লসিয়াস কর্তৃক আবিষ্কৃত গড়মুক্ত পথের রাশিমালা নির্ভুল নয়। কারণ তিনি শুধু একটি অনুকে গতিশীল ধরেছেন। কিন্তু গ্যাসের সকল অনুই গতিশীল। বিজ্ঞানী ম্যাক্সওয়েল গ্যাসের সকল অনুকে

গতিশীল ধরে তার বেগ বন্টনের সূত্রের সাহায্যে গড়মুক্ত পথের নিম্নোক্ত রাশিমালা নির্ণয় করেন, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \pi n d^2}$ । আবার বিজ্ঞানী

বোলজম্যান সকল অনুর গড়বেগ সমান ধরে গড়মুক্ত পথের নিম্নোক্ত রাশিমালা প্রদান করেন, $\lambda = \frac{3}{4 \pi n d^2}]$

প্রশ্ন→(১০) সংজ্ঞা লিখ: i) আর্দ্রতামিতি ii) শিশিরাংক এবং iii) পরম আর্দ্রতা।

i) আর্দ্রতামিতি: পদার্থ বিজ্ঞানের যে শাখায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নির্ণয় করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলে। একে হাইগ্রোমিতি ও বলা হয়। সহজভাষায় বলা যায়-পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় জলীয় বাষ্পের পরিমাপ করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলা হয়।

ii) শিশিরাংক: যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার মধ্যে উপস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাংক বলে। অথবা-যে তাপমাত্রায় শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে তাকে শিশিরাংক বলে।

যেমন, কোন স্থানের বায়ুর শিশিরাংক $20^\circ C$ বলতে বুঝায় যে, $20^\circ C$ তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ু তার মধ্যস্থ জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। অথবা- $20^\circ C$ তাপমাত্রায় ঐ স্থানে শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে।

iii) পরম আর্দ্রতা: বায়ুর প্রতি একক আয়তনে যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প থাকে তার ভরকে পরম আর্দ্রতা বলে। সাধারণত: এক ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তা দ্বারা বায়ুর পরম আর্দ্রতা নির্দেশ করা হয়। উদাহরণ স্বরূপ- কোন স্থানের বায়ুর পরম আর্দ্রতা 10 গ্রাম/ঘনমিটার বলতে বুঝায় এক ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে 10 গ্রাম জলীয় বাষ্প আছে।

প্রশ্ন→(১১) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আপেক্ষিক আর্দ্রতা (Relative Humidity): কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং একই তাপমাত্রায় ঐ একই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় মোট জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাত কে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে। আপেক্ষিক আর্দ্রতাকে সাধারণত R দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ব্যাখ্যা: সংজ্ঞানুসারে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{\text{নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{\text{একই তাপমাত্রায় ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}}$ কিন্তু নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন স্থানের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর, তার বাষ্প চাপের সমানুপাতিক। অতএব, আমরা পাই,

$$R = \frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ স্থানে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ}}{\text{একই তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের চাপ}}$$

আবার, যে কোন তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ = শিশিরাংকে উক্ত বায়ুর সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ। অতএব,

$$R = \frac{\text{শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}}$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতাকে শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়। এখন শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্প চাপকে f দ্বারা এবং বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপকে F দ্বারা প্রকাশ করা হলে আমরা পাই, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

প্রশ্ন→(১২) হাইগ্রোমিটার কি? একটি আর্দ্র ও শুষ্ক বাল্ব (বা সিক্ত ও শুষ্ক) হাইগ্রোমিটারের বর্ণনা দাও। ইহার সাহায্যে কিভাবে কোন স্থানের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় করা যায়? বর্ণনা কর।

উত্তর: হাইগ্রোমিটার: যে যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় করা যায় তাকে হাইগ্রোমিটার বা আর্দ্রতামান যন্ত্র বলা হয়।

আর্দ্র ও শুষ্ক (বা সিক্ত ও শুষ্ক) বাল্ব হাইগ্রোমিটারের বর্ণনা: এ যন্ত্রের দুটি একই প্রকার সাধারণ থার্মোমিটার T_1 ও T_2 একটি ফ্রেমে পাশাপাশি আটকানো থাকে। T_1 থার্মোমিটারের বাল্বটি স্বাভাবিক অবস্থায় এবং T_2 থার্মোমিটারের বাল্বটি এক টুকরা মুসলিন কাপড়ে জড়িয়ে কাপড়টির অপর প্রান্ত সলিতার মত পাকানো অবস্থায় একটি পাত্রে রাখা পানির মধ্যে ডুবানো হয়। T_2 থার্মোমিটারের বাল্বটি কাপড়ের টুকরার মাধ্যমে আর্দ্র বা সিক্ত থাকে। তাই T_2 বাল্বকে আর্দ্র বা সিক্ত বাল্ব এবং T_1 থার্মোমিটারের বাল্বকে শুষ্ক বাল্ব বলা হয়।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ের পদ্ধতি: আমরা জানি, পানির বাষ্পীভবনের হার বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতার উপর (তথা বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমানের উপর) নির্ভর করে। বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে (তথা বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কম হলে) T_2 থার্মোমিটারের বাল্ব হতে বেশী হারে পানি বাষ্পীভূত হতে থাকে, এতে T_2 থার্মোমিটারের তাপমাত্রার পাঠ বেশী কমে যায়, এবং T_1 ও T_2 থার্মোমিটারের তাপমাত্রার পার্থক্য বেড়ে যায়। আবার, বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে ঠিক এর বিপরীত ঘটনা ঘটে।

অর্থাৎ T_1 ও T_2 থার্মোমিটারের তাপমাত্রার পার্থক্য বেশী হলে বুঝতে হবে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম; আবার এদের তাপমাত্রার পার্থক্য কম হলে বুঝতে হবে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশী। যদি শুষ্ক বাল্ব T_1 এর তাপমাত্রা তথা বায়ুর তাপমাত্রা $= \theta_1$ আর্দ্র বাল্ব T_2 তাপমাত্রা $= \theta_2$ এবং শিশিরাংক $= \theta$ হলে বিজ্ঞানী গ্লেইসারের সূত্রানুসারে, $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2) \dots \dots \dots (1)$ এখানে, G হলো বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের রাশি। সমীকরণ (1)-এ θ_1, θ_2 এবং G এর মান বসাইলে শিশিরাংক θ এর মান পাওয়া যায়। এখন রেনোর সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপের তালিকা হতে বায়ুর তাপমাত্রা $\theta_1^\circ C$ এবং শিশিরাংক $\theta^\circ C$ -এ সম্পৃক্ত বাষ্প এর মান জেনে নেয়া হয়। যদি বায়ুর তাপমাত্রায় এবং শিশিরাংকে বাষ্পচাপ যথাক্রমে F ও f হয়, তাহলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$

প্রশ্ন→ কোন স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% বলতে কি বুঝ?

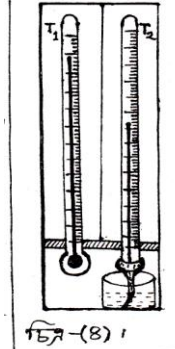
উত্তর: কোন স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% বলতে বুঝায়, বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন তার শতকরা 80 ভাগ ঐ বায়ুতে বিদ্যমান আছে।

প্রশ্ন→ (১৩) বাষ্প ও গ্যাস বলতে কি বুঝ? সম্পৃক্ত বাষ্প ও অসম্পৃক্ত বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য কর।

উত্তর: পদার্থের বায়বীয় অবস্থাকে আমরা সাধারণভাবে বাষ্প বা গ্যাস উভয়ই বলে থাকি। তবে এদের মধ্যে সামান্য ভৌত পার্থক্য বিদ্যমান রয়েছে।

বাষ্প (Vapours): কোন গ্যাসীয় বা বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রা এর সংকট বা ক্রান্তি তাপমাত্রার চেয়ে কম থাকলে তখন ঐ গ্যাসীয় পদার্থকে বাষ্প বলা হয়। তাপমাত্রা সংকট তাপমাত্রার নিচে থাকে বলে বাষ্পকে শুধু চাপ প্রয়োগে তরল করা যায়।

গ্যাস (Gases): কোন গ্যাসীয় বা বায়বীয় পদার্থ এর সংকট বা ক্রান্তি তাপমাত্রার চেয়ে বেশী তাপমাত্রায় থাকলে ঐ গ্যাসীয় পদার্থকে আমরা গ্যাস বলে থাকি। এদের তাপমাত্রা সংকট তাপমাত্রার চেয়ে বেশী থাকায় এদের কে শুধুমাত্র চাপ প্রয়োগে তরলে পরিণত করা যায় না।



নিম্নে সমপৃক্ত ও অসমপৃক্ত বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য করা হল:

সমপৃক্ত বাষ্প	অসমপৃক্ত বাষ্প
১) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন আবদ্ধ স্থানে যদি সর্বাধিক পরিমাণ বাষ্প থাকে তাহলে এই বাষ্পকে সমপৃক্ত বাষ্প বলে।	১) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন স্থানে সর্বাধিক যে পরিমাণ বাষ্প থাকতে পারে তার চেয়ে কম থাকলে এই বাষ্পকে অসমপৃক্ত বাষ্প বলা হয়।
২) ইহা শুধু আবদ্ধ স্থানে প্রস্তুত করা যায়।	২) ইহা খোলা ও আবদ্ধ স্থানেই প্রস্তুত করা যায়।
৩) ইহা স্থায়ী তরলের সাথে সাম্যাবস্থায় অবস্থান করতে পারে।	৩) ইহা স্থায়ী তরলের সাথে সাম্যাবস্থায় অবস্থান করতে পারে না।
৪) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে নির্দিষ্ট পরিমাণ সমপৃক্ত বাষ্পকে অসমপৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়।	৪) তাপমাত্রা কমিয়ে নির্দিষ্ট পরিমাণ অসমপৃক্ত বাষ্পকে সমপৃক্ত করা যায়।
৫) সমপৃক্ত বাষ্প বয়েলের সূত্র ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে না।	৫) অসমপৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন→ একই তাপমাত্রায় কোন এক দিন দিনাজপুর আপেক্ষা চট্টগ্রামে বেশী অস্বস্তি বোধ হয় কেন?

উত্তর: সমুদ্র তীর চট্টগ্রাম হতে দিনাজপুর অনেক দূরে অবস্থিত। গরমের দিনে সমুদ্র হতে অধিক জলীয়বাষ্প উৎপন্ন হয়ে চট্টগ্রামের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেড়ে দেয় অর্থাৎ বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। এজন্য শরীরের ঘাম সহজে শুকায় না। অপরদিকে সমুদ্র উপকূল থেকে দিনাজপুর অনেক দূরে বলে বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কম থাকে। এতে শরীর থেকে বেরোনো ঘাম তাড়াতাড়ি বাষ্পীভূত হয়। এই বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় সুস্থ তাপ শরীর থেকে গৃহীত হয় ফলে শরীর শীতল হয়ে যায়। এজন্য একই তাপমাত্রার একটি গরমের দিনে দিনাজপুর আপেক্ষা চট্টগ্রামে বেশী অস্বস্তি বোধ হয়।

প্রশ্ন→ বর্ষাকাল আপেক্ষা শীতকালে কাপড় চোপড় দ্রুত শুকায় কেন? (বা ঠোট ফাটে কেন?)

উত্তর: বর্ষাকালের তুলনায় আমাদের দেশে শীতকালের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কম থাকে। তাই শীতকালের বায়ু ভেজা কাপড় (বা শরীরের চামড়া ও ঠোট) থেকে তাড়াতাড়ি পানি শোষণ করে। এজন্য বর্ষাকালের তুলনায় শীত কালে ভেজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকায়। (বা শরীরের চামড়া ও ঠোট শুষ্ক হয়ে ফেটে যায়।)

প্রশ্ন→ শিশির জমার জন্য মেঘলা রাত আপেক্ষা মেঘহীন পরিষ্কার রাত বেশী উপযোগী কেন?

উত্তর: আমরা জানি, দিনের বেলায় পৃথিবী তাপ গ্রহণ করে উত্তপ্ত হয় এবং সেই তাপ রাতের বেলায় বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হয়। এভাবে ঠাণ্ডা হয়ে বায়ুর তাপমাত্রা শিশিরাংকে পৌঁছিলে শিশির জমতে শুরু করে। কিন্তু মেঘাচ্ছন্ন আকাশের মেঘ পৃথিবীর তথা বায়ুমন্ডলের তাপ বিকিরণে বাধা দেয়। ফলে তাপমাত্রা শিশিরাংকে নামতে পারে না। কিন্তু পরিষ্কার আকাশে পৃথিবীর তাপ সহজেই বিকিরিত হয় এবং বায়ুর তাপমাত্রা কমে গিয়ে শিশিরাংকে পৌঁছে। এজন্যই মেঘলা রাত আপেক্ষা মেঘহীন পরিষ্কার রাত শিশির জমার জন্য বেশী উপযোগী।

প্রশ্ন→ আপেক্ষিক আর্দ্রতা কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর: আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা বায়ুর জলীয় বাষ্পের পরিমাণের উপর নির্ভরশীল। বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশী হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পায় এবং জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে আপেক্ষিক আর্দ্রতার পরিমাণও কমে যায়। বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ নির্ভর করে পানির বাষ্পীভবনের উপর। অতএব, পানির বাষ্পীভবন যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতাও সেই সব বিষয়ের উপর নির্ভর করে। কাজেই আমরা বলতে পারি আপেক্ষিক আর্দ্রতা সাধারণত বায়ুর চাপ, বায়ু প্রবাহ, তাপমাত্রা, পানির মুক্ত তলের ক্ষেত্রফল ইত্যাদি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল।

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব/“গাণিতিক সমস্যাবলী”

- সমস্যা→ (১):** স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় $8 \times 10^{-3} \text{ kg}$ অক্সিজেনের আয়তন নির্ণয় কর। উ: $5.602 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
 [সংকেত: এখানে, চাপ $P = .76 \text{ m}$ পারদ $= .76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \text{ Nm}^{-2}$, তাপমাত্রা $T = 273 \text{ K}$, অক্সিজেনের ভর, $m = 8 \times 10^{-3} \text{ kg}$, আয়তন, $V = ?$ আমরা জানি অক্সিজেনের মোলার ভর $M = 32 \text{ gm mol}^{-1} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; এখন আমরা জানি, $PV = nRT$, বা, $PV = \frac{m}{M} RT \therefore V = \frac{mRT}{PM}$]
- সমস্যা→ (২):** ছিপি আঁটা একটি বোতলে স্বাভাবিক চাপে 27° C তাপমাত্রায় কিছু গ্যাস আছে। বোতলের তাপমাত্রা 67° C -এ উন্নীত করলে গ্যাসের চাপ কত হবে? উ: $1.14798 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
 [সংকেত: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ সূত্র ব্যবহার কর। বোতলটি ছিপি আঁটা বলে আয়তন স্থির। $V_1 = V_2$]
- সমস্যা→ (৩):** 0.64 m পারদ স্তম্ভ চাপে এবং 39° C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ । প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত? উ: $4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
- সমস্যা→ (৪):** 0° C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের চাপ $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ হলে 60° C তাপমাত্রায় এর চাপ কত হবে? [ধরে নিতে হবে আয়তন স্থির] উ: $3.66 \times 10^5 \text{ Pa}$
- সমস্যা→ (৫):** যদি $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ হয় তবে 72 cm পারদ চাপে এবং 27° C তাপমাত্রায় 20 gm অক্সিজেনের আয়তন নির্ণয় কর। [সমস্যা (১) এর মত] উ: $16.24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- সমস্যা→ (৬):** স্থির তাপমাত্রায় কত চাপ প্রয়োগ করলে একটি গ্যাসের আয়তন এর স্বাভাবিক চাপে আয়তনের ৪ গুন হবে? উ: $25.323 \times 10^3 \text{ Nm}^{-2}$
 [স্বাভাবিক চাপ, $P_1 = .76 \text{ m}$ পারদ $= .76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \text{ Nm}^{-2}$, চূড়ান্ত চাপ, $P_2 = ?$ ধরি স্বাভাবিক চাপে আয়তন $= V_1$ \therefore চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = 4V_1$; এখন, $P_1 V_1 = P_2 V_2$ সূত্র প্রয়োগ কর]
- সমস্যা→ (৭):** স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কিছু শুষ্ক বায়ু সংনমিত প্রক্রিয়ায় সংনমিত করে এর আয়তন অর্ধেক করা হল। চূড়ান্ত চাপ নির্ণয় কর। উ: $2.026 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
- সমস্যা→ (৮):** স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অক্সিজেন গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ (বা বর্গ মূল গড় বর্গবেগ) নির্ণয় কর। স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় অক্সিজেনের ঘনত্ব 1.43 kg m^{-3} । উ: 461 ms^{-1}
 [সংকেত: $PV = \frac{1}{3} mnc^2$ বা, $PV = \frac{1}{3} Mc^2$ বা, $P = \frac{1}{3} \frac{M}{V} c^2$ বা, $P = \frac{1}{3} \rho c^2 \therefore c = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$(1) এখানে, $P = .76 \text{ m}$ পারদ $= .76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \text{ Nm}^{-2}$; $\rho = 1.43 \text{ kg m}^{-3}$]
- সমস্যা→ (৯):** 0° C তাপমাত্রায় অক্সিজেনের মূলগড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। উ: 461.28 ms^{-1}
 [সংকেত: $PV = \frac{1}{3} mnc^2$ বা, $PT = \frac{1}{3} Mc^2$ বা, $C^2 = \frac{3RT}{M} \therefore c = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$(1) এখানে, $M =$ অক্সিজেনের মোলার ভর $= 32 \text{ gm mol}^{-1} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$, $T = (273 + 0) = 273 \text{ K}$, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$]
- সমস্যা→ (১০):** স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব 1.25 kg m^{-3} । i) অনুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল বের কর। উ: 493.07 ms^{-1}
 ii) 100° C তাপমাত্রায় নাইট্রোজেনের অনুর বর্গমূল গড় বর্গবেগ কত? উ: 576.42 ms^{-1}
 [সংকেত: i) নম্বর (৮) এর মত; ii) নং (৯)-এর মত। N_2 এর মোলার ভর $M = 28 \text{ gm mol}^{-1} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$]
- সমস্যা→ (১১):** 27° C তাপমাত্রায় প্রতিগ্রাম অনু হিলিয়াম গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। উ: $3741.3 \text{ J mol}^{-1}$
 [সংকেত: $PV = \frac{1}{3} mnc^2$ বা, $RT = \frac{1}{3} Mc^2$ বা, $RT = \frac{2}{3} \frac{1}{2} Mc^2 \therefore RT = \frac{2}{3} E_k \therefore E_k = \frac{3}{2} RT$]
- সমস্যা→ (১২):** 29° C তাপমাত্রায় 3 gm নাইট্রোজেন গ্যাসের মোট গতিশক্তি নির্ণয় কর। নাইট্রোজেনের মোলার ভর $= 28 \text{ gm}$ । উ: 403.52 J
 [সংকেত: $PV = \frac{1}{3} Mc^2$ বা, $nRT = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} Mc^2$ বা, $\frac{m}{M} RT = \frac{2}{3} E_k \therefore E_k = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT$, এখানে, $T = 273 + 29 = 302 \text{ K}$, $m = 3 \text{ g} = 3 \times 10^{-3} \text{ kg}$, $M = 28 \text{ g} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg}$, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$]

সমস্যা→ (১৩): স্থির চাপে $4 \times 10^{-3} m^3$ আয়তনের কোন গ্যাসকে $0^\circ C$ হতে $68.25^\circ C$ পর্যন্ত উত্তপ্ত করার ফলে এর আয়তন $1 \times 10^{-3} m^3$ বৃদ্ধি পেলে পরম শূন্য তাপমাত্রার মান কত?

স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ গুণাংক γ_p হলে

আমরা পাই, $V_t = V_o(1 + \gamma_p t)$ বা, $o = V_o(1 + \gamma_p t) \therefore 1 + \gamma_p t = o$

$$\therefore t = -\frac{1}{\gamma_p} \dots \dots \dots (1)$$

এখানে, $0^\circ C$ তাপমাত্রায় আয়তন, $V_o = 4 \times 10^{-3} m^3$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta t = 68.25^\circ C$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 1 \times 10^{-3} m^3$

পরম শূন্য তাপমাত্রা, $t = ?$

আমরা জানি, পরম শূন্য তাপমাত্রায় আয়তন, $V_t = o$ ।

এখন, $\gamma_p = \frac{\text{আয়তন বৃদ্ধি}}{\text{আদি আয়তন} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}} = \frac{\Delta V}{V_o \times \Delta t}$ বা, $\gamma_p = \frac{1 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3} \times 68.25} = 3.663 \times 10^{-3} / ^\circ C$; এখন γ_p এর মান

$$(1)\text{-এ বসাই, } t = -\frac{1}{3.663 \times 10^{-3}} = -\frac{1 \times 10^3}{3.663} = -273^\circ C \text{ (উত্তর)}$$

সমস্যা→ (১৪): একটি বায়ু বুদবুদের আয়তন একটি হ্রদের তলদেশে হতে তার পৃষ্ঠে উঠার পর রুদ্ধ পেয়ে 10 গুন হলো। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ু মন্ডলের চাপ $0.76 m$ পারদ চাপের সমান হলে হ্রদটির গভীরতা কত? পারদের ঘনত্ব $= 13.6 \times 10^3 kg m^{-3}$ ।

বয়েলের সূত্রানুসারে আমরা পাই,

$$PV = P_1 V_1 \text{ বা, } PV = P_1 \times 10V$$

$$\therefore P = 10 P_1$$

$$\text{বা, } P_1 + P_2 = 10 P_1 \therefore P_2 = 9 P_1$$

$$\text{বা, } h \rho_w g = 9 \times 0.76 \times 13.6 \times 10^3 \times g$$

$$\text{বা, } h = \frac{9 \times 0.76 \times 13.6 \times 10^3 \times g}{\rho_w \times g}$$

$$= \frac{9 \times 0.76 \times 13.6 \times 10^3}{1000} = 93.024 m \text{ (উত্তর)}$$

ধরি, হ্রদের তলদেশে বায়ু বুদবুদের আয়তন $= V$

\therefore হ্রদের পৃষ্ঠে বুদবুদের আয়তন, $V_1 = 10V$,

হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ু মন্ডলের চাপ, $P_1 = .76 m$

হ্রদের তলদেশে শুধু পানির চাপ $= P_2$ হলে, তলদেশে মোট চাপ, $P = P_1 + P_2$,

পারদের ঘনত্ব $\rho_m = 13.6 \times 10^3 kg m^{-3}$

আমরা জানি, পানির ঘনত্ব, $\rho_w = 1000 kg m^{-3}$

হ্রদের গভীরতা $h = ?$

সমস্যা→ (১৫): কোন হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের আয়তন 5 গুন হয়। বায়ু মন্ডলের চাপ $10^5 N m^{-2}$ হলে হ্রদের গভীরতা কত? উ: $40.81 m$

সমস্যা→ (১৬): কোন হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস দ্বিগুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ু মন্ডলের চাপ স্বাভাবিক বায়ু মন্ডলের চাপের সমান হলে এবং পানির উষ্ণতা সর্বত্র ধ্রুবক হলে হ্রদের গভীরতা কত? উ: $72.36 m$

[সংকেত: আয়তন, $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ বা, $V = \frac{4}{3} \pi (\frac{d}{2})^3$ বা, $V = \frac{1}{12} \pi d^3$ অর্থাৎ, বুদবুদের আয়তন উহার (ব্যাসার্ধের বা)

ব্যাসের ঘনফলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $V \propto d^3$ । অতএব, বুদবুদের (ব্যাসার্ধ) ব্যাস দ্বিগুণ হলে আয়তন $= 8$ গুন বৃদ্ধি পাবে]

সমস্যা→ (১৭): $30 m$ গভীর একটি হ্রদের তলদেশে একটি বায়ু বুদবুদের আয়তন যদি $3 cm^3$ হয়, পানির উপরিতলে এর আয়তন কত হবে? (এখানে তাপমাত্রা অপরিবর্তিত ছিল এবং বায়ু মন্ডলীয় চাপ $10 m$ পানির চাপের সমান) উ: $12 cm^3$

[সংকেত: এখানে পানির গভীরতা $h = 30 m$, তলদেশে বুদবুদের আয়তন, $V = 3 cm^3$, উপরি তলে আয়তন, $V_1 = ?$

বায়ু মন্ডলীয় চাপ $P_1 = 10 m$, পানির চাপ $= 10 \times 1000 \times 9.8 N m^{-2}$, হ্রদের তলদেশে শুধু পানির চাপ,

$$P_2 = h \rho_w g = 30 \times 1000 \times 9.8 N m^{-2}, \therefore \text{হ্রদের তলদেশে মোট চাপ, } P = P_1 + P_2 \therefore PV = P_1 V_1$$

$$\text{বা, } (P_1 + P_2)V = P_1 V_1 \therefore V_1 = \frac{(P_1 + P_2)V}{P_1} = \left(1 + \frac{P_2}{P_1}\right)V]$$

সমস্যা→ (১৮): কোন গ্যাসের প্রতি ঘনমিটারে অনুর সংখ্যা 2.79×10^{25} এবং অনুর বাস $7.2 \times 10^{-10} m$ । ঐ গ্যাসের গড়মুক্ত পথ কত? উ: ক্লিসিয়াসের সূত্রানুসারে $\lambda = 2.20 \times 10^{-8}$ । ম্যাক্সওয়েলের সূত্রানুসারে $\lambda = 1.557 \times 10^{-8} m$

[সংকেত: এখানে, একক আয়তনে অনুর সংখ্যা $n = 2.79 \times 10^{25}$, অনুর ব্যাস, $d = 7.2 \times 10^{-10} m$, গড় মুক্ত পথ $\lambda = ?$

ক্লিসিয়াসের সূত্রানুসারে, $\lambda = \frac{1}{\pi n d^2}$; ম্যাক্সওয়েলের সূত্রানুসারে, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \pi n d^2}$ [বি.দ্র. এই দুই সমীকরণের যে কোন একটি

ব্যবহার কর]।

সমস্যা→ (১৯): কোন একটি গ্যাসের অনুগুলোর গড়মুক্ত পথ $2.6 \times 10^{-8} m$ ও আনবিক ব্যাস $2.2 \times 10^{-10} m$ হলে প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অনুর সংখ্যা নির্ণয় কর।

ম্যাক্সওয়েলের গড়মুক্ত পথের রাশিমালা অনুসারে আমরা পাই, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \pi n d^2}$

$$\therefore n = \frac{1}{\sqrt{2} \pi n d^2} = \frac{1}{\sqrt{2} \times 3.14 \times 2.6 \times 10^{-8} \times (2.2 \times 10^{-10})^2}$$

এখানে, গড়মুক্ত পথ, $\lambda = 2.6 \times 10^{-8} m$

আনবিক ব্যাস $d = 2.2 \times 10^{-10} m$

প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অনুর সংখ্যা $= ?$

ধরি, প্রতি ঘন মিটারে অনুর সংখ্যা $= n$

$$\text{বা, } n = \frac{1}{\sqrt{2} \times 3.14 \times 2.6 \times 10^{-8} \times 2.2 \times 2.2 \times 10^{-20}} / m^3 = \frac{10^{28}}{\sqrt{2} \times 3.14 \times 2.6 \times 2.2 \times 2.2} / m^{-3}$$

$$\therefore n = 0.01789 \times 10^{28} / m^3 = 1.789 \times 10^{26} / m^3 = \frac{1.789 \times 10^{26}}{10^6} / cm^3$$

\therefore প্রতি ঘন সেন্টি মিটারে অনুর সংখ্যা = 1.789×10^{20} টি (Ans)

সমস্যা → (২০): কোন একদিন কোন স্থানে বায়ু মন্ডলের তাপমাত্রা $16^\circ C$ এবং শিশিরাংক $10^\circ C$ । $16^\circ C$ এবং $10^\circ C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $13.64 \times 10^{-3} m$ ও $9.17 \times 10^{-3} m$ পারদ হলে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত?

উ: 67.23%

[সংকেত: বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ, $F = 13.64 \times 10^{-3} m$ পারদ, শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ

$$f = 9.17 \times 10^{-3} m \text{ পারদ। } R = ? \text{ এখন, } R = \frac{f}{F} \times 100\% \text{ ব্যবহার কর}$$

সমস্যা → (২১): কোন একদিন বায়ুর তাপমাত্রা $26^\circ C$ ও শিশিরাংক $20.4^\circ C$ । আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। ($20^\circ C$, $22^\circ C$ এবং $26^\circ C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 17.54, 19.83 এবং 25.21 মি.মি পারদ)

দেয়া আছে, শিশিরাংক $20.4^\circ C$ এবং বায়ুর তাপমাত্রা $= 26^\circ C$, $R = ?$

$26^\circ C$ তাপমাত্রায় অর্থাৎ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ, $F = 25.21 m m$ পারদ বা, $F = 25.21 \times 10^{-3} m$ পারদ

$20^\circ C$ এবং $22^\circ C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ যথাক্রমে 17.54 ও 19.83 mm পারদ

অতএব, $20^\circ C$ হতে $2^\circ C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বর্ধিত বাষ্প চাপ $= (19.83 - 17.54) = 2.29 mm$ পারদ

$$\therefore 20^\circ C \quad " \quad 1^\circ C \quad " \quad " \quad " \quad " \quad " = \frac{2.29}{2} m m \text{ পারদ}$$

$$\therefore 20^\circ C \quad " \quad 0.4^\circ C \quad " \quad " \quad " \quad " \quad " = \frac{2.29 \times 0.4}{2} = 0.458 m m \text{ পারদ}$$

সুতরাং $20.4^\circ C$ এ অর্থাৎ শিশিরাঙ্কে বাষ্পচাপ $f = (17.54 + 0.458) mm$ পারদ $\therefore f = 17.998 mm$ পারদ $= 17.998 \times 10^{-3} m$ পারদ

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{17.998 \times 10^{-3}}{25.21 \times 10^{-3}} \times 100\% = 71.39\% \text{ (উত্তর)}$$

সমস্যা → (২২): নির্দিষ্ট কোন দিনে শিশিরাংক $8.5^\circ C$ এবং বায়ুর তাপমাত্রা $18.4^\circ C$ । আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। $8^\circ C$, $9^\circ C$, $18^\circ C$ ও $19^\circ C$ তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্প চাপ যথা- $8.04 \times 10^{-3} m$, $8.61 \times 10^{-3} m$, $15.46 \times 10^{-3} m$ ও $16.46 \times 10^{-3} m$ পারদ।
উ: 52.49%।

সমস্যা → (২৩): বায়ুর তাপমাত্রা $30^\circ C$ এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%। $30^\circ C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ $31.70 \times 10^{-3} m$ পারদ হলে বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ কত? উ: $19.02 \times 10^{-3} m$ পারদ

[সংকেত: $R = 60\%$, $30^\circ C$ -এ অর্থাৎ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 31.70 \times 10^{-3} m$ পারদ, বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প চাপ = শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ $f = ?$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{f}{F} \times 100\% \quad \therefore 60\% = \frac{f}{31.70 \times 10^{-3}} \times 100\%]$$

সমস্যা → (২৪): কোন একদিনের শিশিরাংক $10^\circ C$ এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 67.30%। ঐ দিনে বায়ুর সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ কত হবে? $10^\circ C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ $13.64 \times 10^{-3} m$ পারদ। [সংকেত: F বের করতে হবে] উ: $2.02 \times 10^{-4} m$ পারদ।

সমস্যা → (২৫): কোন একদিন সিক্ত ও শুষ্ক বায়ু আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের শুষ্ক বায়ুবেগ পাঠ $30^\circ C$ এবং সিক্ত বায়ুবেগ পাঠ $28^\circ C$ । আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। $30^\circ C$ -এ গ্লেইসারের উৎপাদক 1.65 এবং $26^\circ C$, $28^\circ C$ এবং $30^\circ C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে $25.25 \times 10^{-3} m$, $28.45 \times 10^{-3} m$ এবং $31.85 \times 10^{-3} m$ পারদ চাপ।

মনেকরি, শিশিরাংক $= \theta^\circ C$

আমরা জানি, $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$

বা, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

$$= 30^\circ - 1.65(30^\circ - 28^\circ)$$

$$= 30^\circ - 3.3^\circ$$

$$= 26.7^\circ C$$

এখানে, শুষ্ক বায়ুবেগ তাপমাত্রা বা বায়ুর তাপমাত্রা $\theta_1 = 30^\circ C$

সিক্ত বা আর্দ্র বায়ুবেগ তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28^\circ C$

গে-ইসারের রাশি, $G = 1.65$, আপেক্ষিক আর্দ্রতা $R = ?$

$26^\circ C$ এসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 25.25 \times 10^{-3} m$ পারদ

$28^\circ C$ এসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 28.45 \times 10^{-3} m$ পারদ

$30^\circ C$ এ অর্থাৎ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প

চাপ, $F = 31.85 \times 10^{-3} m$ পারদ

অর্থাৎ শিশিরাংক $\theta = 26.7^\circ C$

এখন সমস্যা (২১) এর মত করে শিশিরাঙ্কে অর্থাৎ $26.7^\circ C$ এ সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ $= f$ নির্ণয় কর। এখন, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$ সূত্রের সাহায্যে R নির্ণয় কর।
উ: 82.79%