অধ্যায়ের সংক্ষিপ্ত ধারণা

6.1 ভূমিকা

তাপ হল এক প্রকারের শক্তি যা কোনো যান্ত্রিক পদ্ধতি ছাড়াই এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে প্রবাহিত হয়। তাপ গ্রহণ করলে বস্তু উত্তপ্ত হয়ে যায় এবং বর্জন করলে ঠান্ডা হয়ে যায়। এই শক্তিকে আমরা শুধুমাত্র অনুভব করতে পারি।

6.2 ক্যালোরিমিতি

তাপ এক ধরনের প্রাকৃতিক রাশি। এটি খুব তাড়াতাড়ি এক বস্তু থেকে অপর বস্তুতে সঞ্চালিত হতে পারে। কিন্তু কোনো বস্তু কতটা উত্তপ্ত বা কতটা ঠান্ডা তা আমরা পরিমাপ করতে পারি। যে পদ্ধতিতে বস্তু গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিমাপ করা হয় তাকে ক্যালোরিমিতি বলে।

আমরা জানি, যদি বস্তুর ভর m, বস্তুর আপেক্ষিক তাপ s ও উষ্ণতার পরিবর্তন t হয় তবে,

$$Q = mst$$

গৃহীত বা বর্জিত তাপ = বস্তুর ভর × আপেক্ষিক তাপ × উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাস

কোনো বস্তুর একক ভরের তাপমাত্রা 1° বৃদ্ধি করতে হলে যে পরিমাণ তাপ প্রয়োজন তাকে ওই বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বলে। আপেক্ষিক তাপকে 's' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। আপেক্ষিক তাপের CGS পদ্ধতিতে একক হল ক্যালোরি/গ্রাম °C ও SI পদ্ধতিতে একক হল জুল/কেজি কেলভিন। আপেক্ষিক তাপের মাত্রা হল $[L^2T^{-2}K^{-1}]$।

6.2.1 ক্যালোরিমিতির মূলনীতি:

ধরি দুটি বস্তু পাশাপাশি রাখা হল। একটি বস্তু বেশি উষ্ণ একটি কম উষ্ণ। এবার বস্তু দুটিকে একে অপরের সংস্পর্শে আনলে প্রথমে যে বস্তুটির উষ্ণতা বেশি ছিল সে কম উষ্ণতাযুক্ত বস্তুটিকে তাপ সঞ্চালন করবে। অর্থাৎ দুটি বস্তু পরস্পরের মধ্যে তাপ সঞ্চালন করে যাবে যতক্ষণ না দুটি বস্তুই একই উষ্ণতাযুক্ত হয়। প্রথম বস্তুটি বেশি উষ্ণ হওয়ার জন্য সে যতটা পরিমাণ তাপ বর্জন করবে দ্বিতীয় বস্তুটি ঠিক ততটাই তাপ গ্রহণ করবে। অর্থাৎ, উষ্ণতর বস্তু দ্বারা বর্জিত মোট তাপ = শীতলতর বস্তু দ্বারা গৃহীত মোট তাপ।

ধরি, P বস্তুর ভর M gm

P বস্তুর আপেক্ষিক তাপ s_1 ক্যালোরি/গ্রাম °C

P বস্তুর উষ্ণতা $t°_1C$

আবার, R বস্তুর ভর m gm

R বস্তুর আপেক্ষিক তাপ s_2 ক্যালোরি/গ্রাম °C

R বস্তুর উষ্ণতা $t°_2C$

আমরা জানি, $t_1 > t_2$

P বস্তু তাপ বর্জনের পর ও R বস্তু তাপ গ্রহণের পর উষ্ণতা হয় t°C।

∴ P বস্তু দ্বারা বর্জিত তাপ

$$(Q_1) = M \times s_1 \times (t_1 - t)\text{cal}$$
$$= Ms_1(t_1 - t)\text{ cal}$$

∴ R বস্তু দ্বারা গৃহীত তাপ

$$(Q_2) = m \times s_2 \times (t - t_2)\text{ cal}$$
$$= ms_2(t - t_2)\text{ cal}$$

∴ ক্যালোরিমিতির মূলনীতি অনুযায়ী, $Q_1 = Q_2$

∴ $Ms_1(t_1 - t) = ms_2(t - t_2)$

ধরি, তাপ গ্রহণ বা বর্জনের সময় কোনো তাপ নষ্ট হয়নি।

6.2.2 কার্য ও তাপের তুল্যতা

বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন পরীক্ষা করে বলেছেন যে কার্যের সঙ্গে তাপের সম্পর্ক আছে। কার্যকে চাইলে তাপে রূপান্তরিত করা যায় বা তাপকে চাইলে কার্যে সম্পূর্ণভাবে রূপান্তরিত করা যায়। যেমন—হাতের তালু দুটিকে কিছুক্ষণ দেখা যায় ঘষার পর যে হাতের তালু গরম হয়ে গেছে। দুটি হাতের বল একে অপরের ওপর প্রয়োগ করে সরণ ঘটানোর জন্য কিছু কার্য হয়েছিল যা এখন তাপে পরিণত হয়েছে।

আবার বিপরীত দিকে একটি পাত্র নিলাম তাতে কিছুটা জল ভর্তি করে ঢাকনা লাগিয়ে উনুনের উপর বসিয়ে দিলাম। কিছুক্ষণ জল ফুটে যাবার পর পাত্রের ঢাকনাটি নড়াচড়া করতে শুরু করে। এর থেকে বোঝা যায় যে কার্য হচ্ছে। কারণ, ফুটন্ত জল ও বাষ্প পাত্রের ঢাকনাটিকে নড়তে সাহায্য করছে এবং তাপের দ্বারা এখানে কার্য সম্পন্ন হচ্ছে।

বিজ্ঞানী জুল প্রমাণ করেছিলেন যে, যান্ত্রিক শক্তিকে সম্পূর্ণভাবে তাপশক্তিতে পরিণত করা যায় এবং যতটা পরিমাণ যান্ত্রিক শক্তিকে রূপান্তর করা হয় ঠিক ততটাই তাপ উৎপন্ন হয়। সম্পাদিত কার্যের পরিমাণ দ্বারা যান্ত্রিক শক্তির পরিমাপ করা হয়। অর্থাৎ এর থেকে বলা যায় যে নির্দিষ্ট পরিমাণ কার্য হলে সেই পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয়।

6.2.3 জুলের সূত্র: যখন কোনো কার্য সম্পন্ন হবার ফলে তাপ উৎপন্ন হয় বা তাপকে কার্যে রূপান্তর করা হয় তখন কৃতকার্যের পরিমাণ ও উৎপন্ন তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হয়।

যদি, W পরিমাণ কার্যের জন্য Q পরিমাণ তাপ সৃষ্টি হয় বা Q পরিমাণ তাপকে W পরিমাণ কার্যে রূপান্তর করা হয় তাহলে বিজ্ঞানী জুলের মতানুযায়ী,

$W \propto Q$

বা, $W = JQ$ (এখানে J একটি ধ্রুবক)

এই J-কে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক বা জুল তুল্যাঙ্ক বলে।

$W = JQ$ সমীকরণে যদি ধরি, $Q = 1$

তাহলে $W = J$ হয়

∴ অর্থাৎ এক একক তাপ সৃষ্টি করতে যতটা পরিমাণ কার্য করতে হয় তাকে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক বলে।

CGS পদ্ধতিতে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান 4.2×10^7 আর্গ/ক্যালোরি = 4.2 জুল/ক্যালোরি

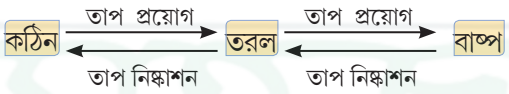
তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক 4.2×10^7 আর্গ/ক্যালোরি বলতে বুঝি যে 1 ক্যালোরি তাপ তৈরি করতে 4.2×10^7 আর্গ কার্য সম্পূর্ণ করতে হয়। তাপকে S.I পদ্ধতিতে অর্থাৎ জুল এককে প্রকাশ করলে J (যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক)-এর মান হয় 1 এবং এটি এককবিহীন হয়।

6.3 লীনতাপ

পদার্থের তিনটি অবস্থা—1. কঠিন 2. তরল 3. গ্যাসীয়।

এবার কোনো পদার্থের উপর যদি তাপ প্রয়োগ করা হয় বা পদার্থ থেকে তাপ নিষ্কাশন করা হয় তবে পদার্থটি এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত হয়, এই ঘটনাকে অবস্থার পরিবর্তন বলে।

কঠিন পদার্থকে তাপ দিলে কঠিন পদার্থ আরও উষ্ণ হতে থাকে এবং একসময় তরল পদার্থে পরিণত হয়। আবার তরল পদার্থকেও তাপ প্রয়োগের ফলে সেটি একসময় বাষ্পে পরিণত হয়। এইভাবেই বাষ্প থেকে তরল পদার্থ আবার তরল থেকে কঠিনে পরিণত হয় যদি পদার্থ থেকে তাপ নিষ্কাশন করা হয়।



আমরা যদি 0°C-এর একটি বরফের টুকরো নিয়ে সাধারণ তাপমাত্রায় রাখি তাহলে দেখতে পাব কিছুক্ষণ পর বরফটি 0°C-এর জলে পরিণত হয়। যতক্ষণ না সম্পূর্ণভাবে বরফটি গলে জলে পরিণত হয়। যতক্ষণ না সম্পূর্ণভাবে বরফটি গলে জলে পরিণত হয় ততক্ষণ জলের তাপমাত্রা 0°C থাকে। তারপর এই জলকে আরও বেশিক্ষণ ঘরের উষ্ণতায় রাখলে তা ধীরে ধীরে 0°C থেকে উষ্ণতা বৃদ্ধি পায় ও ঘরের উষ্ণতায় এসে স্থির হয়। এই জলকে আবার তাপ দিলে এটি 100°C উষ্ণতায় পৌঁছে যাবে এবং যে মুহূর্তে জলের উষ্ণতা 100°C ছাড়াবে তখনই তা ফুটে বাষ্পে পরিণত হবে। জলের বাষ্পীভবন হওয়ার আগে জলের তাপমাত্রা 100°C-ই থাকে।

এর থেকে আমরা বুঝতে পারছি যে বরফ যতক্ষণ না সম্পূর্ণভাবে জলে পরিণত হয় ততক্ষণ বরফের উষ্ণতা স্থির থাকে আবার জলের বাষ্পীভবন হওয়ার আগে অবধি জলের উষ্ণতা স্থির থাকে। অর্থাৎ অবস্থার পরিবর্তন হওয়ার সময় তাপ প্রয়োগ বা নিষ্কাশনের প্রয়োজন হয়।

উষ্ণতা স্থির রেখে একক ভরের কোনো পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করতে হয় বা তাপ নিষ্কাশিত করতে হয়, সেই পরিমাণ তাপকে ওই পদার্থের ওই অবস্থার পরিবর্তনের লীনতাপ বলে।

ধরি, m ভরের কোনো পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন ঘটানোর জন্য Q পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করতে হয় বা নিষ্কাশিত করতে হয় তাহলে লিখতে পারি,

$Q = mL$

বা, $L = Q/m$ (L = লীনতাপ বা, latent heat)

ক্যালোরি/গ্রাম হল লীনতাপের CGS একক ও জুল/kg হল SI পদ্ধতিতে লীনতাপের একক।

অবস্থার পরিবর্তনের জন্য লীনতাপ গুরুত্বপূর্ণ বিষয় এবং অত্যাবশ্যক ও এই পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য চার ধরনের লীনতাপ দেখা যায়।

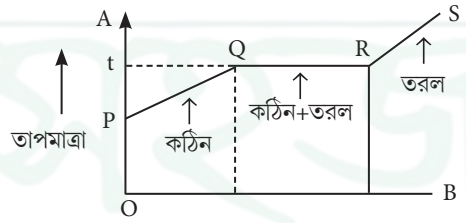
Ⓐ গলনের লীনতাপ Ⓑ কাঠিন্যের লীনতাপ Ⓒ বাষ্পীভবনের লীনতাপ Ⓓ ঘনীভবনের লীনতাপ

Ⓐ **গলনের লীনতাপ:** প্রমাণ চাপে একক ভরের কোনো কঠিন পদার্থকে অবস্থার পরিবর্তনের সময় তার গলনাঙ্কের উষ্ণতা স্থির রেখে সম্পূর্ণ তরল অবস্থায় পরিণত করতে যতটা তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন, সেই পরিমাণ তাপকে ওই কঠিন পদার্থের গলনের লীনতাপ বলে।

CGS পদ্ধতিতে বরফ গলনের লীনতাপ হল 80 ক্যালোরি/gm ও SI পদ্ধতিতে বরফ গলনের লীনতাপ হল 3.36×10^5 জুল/kg

বরফ গলনের লীনতাপ 80 ক্যালোরি/গ্রাম বলতে বোঝায় যে 1°C থেকে 1 গ্রাম ভরের একটি বরফের টুকরোর উষ্ণতা 0°C-র 1 গ্রাম জলে পরিণত হতে 80 ক্যালোরি তাপ প্রয়োজন হয়।

গলনের সময় তাপমাত্রার লেখচিত্র বানালে তা খানিকটা নিম্নঅঙ্কিত চিত্রের মতো হবে।

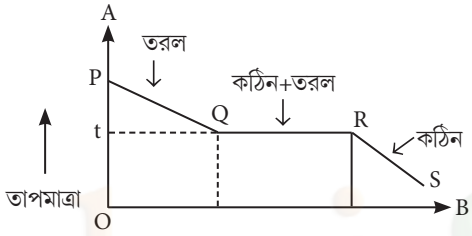


ধরি, একটি বস্তু যাকে উত্তপ্ত করা হয়েছে। এখানে P বিন্দু বস্তুটির প্রথমাবস্থায় তাপমাত্রা প্রকাশ করে। বস্তুটিকে উত্তপ্ত করলে প্রথমে বস্তুটির তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। কিন্তু তা কঠিনই থাকে। এরপর Q বিন্দুর কাছে তাপমাত্রা পৌঁছোলে কঠিন বস্তু গলতে শুরু করে এবং R বিন্দু অবধি এই তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। এই লেখচিত্রে বস্তুটির গলনাঙ্ক t এবং একবার তাপমাত্রা গলনাঙ্কে পৌঁছে গেলে তা সম্পূর্ণভাবে গলন হওয়ার আগে অবধি একই থাকে। R বিন্দুতে বস্তুটির গলন সম্পূর্ণ হয় এবং কঠিন বস্তুটি সম্পূর্ণভাবে তরল পদার্থে পরিণত হয়। R বিন্দুর পর তাপমাত্রা আরও বৃদ্ধি পেতে থাকে। Q ও R বিন্দুর মধ্যে যখন কঠিন পদার্থের গলন হয় তখন প্রকৃতি থেকে যে তাপ গৃহীত হয় তাকেই গলনের লীনতাপ বলে। এই লীনতাপের কারণেই কঠিন পদার্থ ওই একই উষ্ণতায় তরল পদার্থে পরিণত হয়।

Ⓑ **কঠিনীভবনের লীনতাপ:** প্রমাণ চাপে একক ভরের কোনো তরল পদার্থকে তার অবস্থার পরিবর্তনের সময় তার হিমাঙ্কের উষ্ণতা স্থির রেখে সম্পূর্ণ কঠিন অবস্থায় পরিণত করতে যতটা পরিমাণ তাপ নিষ্কাশনের প্রয়োজন হয় সেই পরিমাণ তাপকে ওই তরল পদার্থের কঠিনীভবনের লীনতাপ বলে।

CGS পদ্ধতিতে জলের কঠিনীভবনের লীনতাপ 80 ক্যালোরি/গ্রাম। অর্থাৎ 0°C উষ্ণতার 1 গ্রাম জলকে 0°C উষ্ণতার 1 গ্রাম বরফে পরিণত করতে হলে 80 ক্যালোরি তাপ নিষ্কাশন করতে হয়।

SI পদ্ধতিতে জলের কঠিনীভবনের লীনতাপ 3.36×10^5 জুল/কেজি।



তরল পদার্থের ক্ষেত্রে তরলের কঠিনীভবন হওয়ার একটি লেখচিত্র এখানে দেখানো হল।

P বিন্দু প্রথম অবস্থায় তরলের তাপমাত্রা নির্দেশ করে। পরে তরল থেকে তাপ নিষ্কাশিত করলে তরলের তাপ কমতে শুরু করে। তাপমাত্রা যখন Q বিন্দুতে অর্থাৎ হিমাঙ্কে এসে পৌঁছায় তখন তরল কঠিন হতে শুরু করে। Q বিন্দুতে বস্তু একবার হিমাঙ্কে পৌঁছে গেলে তার আর পরিবর্তন হয় না। লেখচিত্রে QR অংশ তরলের কঠিনীভবনের প্রকাশ করে। R বিন্দুতে পৌঁছোলে তরলটি সম্পূর্ণভাবে কঠিনে পরিণত হয়। যতক্ষণ Q ও R বিন্দুর মধ্যে কঠিনীভবন প্রক্রিয়া চলে ততক্ষণ যে পরিমাণ তাপ নিষ্কাশিত হয় তাকেই কঠিনীভবনের লীনতাপ বলে। RS অংশ কঠিন পদার্থের ক্রমহ্রাসমান তাপমাত্রা ইঙ্গিত করে।

Ⓒ **বাষ্পীভবনের লীনতাপ:** প্রমাণ চাপে একক ভরের কোনো তরল পদার্থকে তার অবস্থার পরিবর্তনের সময় তার স্ফুটনাঙ্কের উষ্ণতায় স্থির রেখে সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত করতে যতটা পরিমাণ তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়, সেই পরিমাণ তাপকে ওই তরলের বাষ্পীভবনের লীনতাপ বলে।

CGS পদ্ধতিতে জলের বাষ্পীভবনের লীনতাপ 537 ক্যালোরি/গ্রাম। অর্থাৎ, 100°C উষ্ণতার এক গ্রাম জলকে 100°C-এর এক গ্রাম বাষ্পে পরিণত করতে 537 ক্যালোরি তাপ প্রয়োগ করা হয়।

SI পদ্ধতিতে জলের বাষ্পীভবনের লীনতাপ 22.68×10^5 জুল/কেজি।

Ⓓ **ঘনীভবনের লীনতাপ:** প্রমাণ চাপে একক ভরের কোনো বাষ্পকে, উষ্ণতার পরিবর্তন না করে বাষ্পীয় অবস্থা থেকে সম্পূর্ণরূপে তরল অবস্থায় আনতে যে পরিমাণ তাপ নিষ্কাশন করতে হয় সেই পরিমাণ তাপকে ওই বাষ্পের ঘনীভবনের লীনতাপ বলে।

CGS পদ্ধতিতে জলীয় বাষ্পের ঘনীভবনের লীনতাপ 537 ক্যালোরি/গ্রাম ও SI পদ্ধতিতে জলীয় বাষ্পের ঘনীভবনের লীনতাপ হল—22.68×10^5 J/kg।

6.4 সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত বাষ্প

কোনো নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তন বায়ুর মধ্যে সবথেকে বেশি যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প ধারণ করতে সক্ষম যদি সেই পরিমাণ জলীয় বাষ্প উপস্থিত থাকে তবে সেই বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্প বলা হয়।

আবার কোনো নির্দিষ্ট উষ্ণতায়, কোনো নির্দিষ্ট আয়তন বায়ুর মধ্যে সবথেকে বেশি যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প

থাকতে পারে তার থেকে কম জলীয় বাষ্প থাকলে ওই বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্প বলা হয়।

এই সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত বায়ুর কিছু প্রাকৃতিক উদাহরণও আমরা রোজ দেখতে পাই। অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে কিন্তু সম্পৃক্ত বাষ্প এই সূত্র মান্য করে না।

6.4.1 শিশিরাঙ্ক: বায়ুতে সর্বদাই কিছু পরিমাণ জলীয় বাষ্প মিশে থাকে। শুষ্ক আবহাওয়ায় দিনের বেলা বাতাসে জলীয় বাষ্প অসম্পৃক্ত অবস্থায় থাকে কিন্তু রাত্রে ভূপৃষ্ঠ শীতল হওয়ার পর বায়ুমণ্ডল শীতল হয়ে যায় ফলে বায়ু আর জলীয় বাষ্প ধারণ করতে পারে না ফলে বায়ুমণ্ডল প্রকৃতিতে থাকা জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে পড়ে। যে উষ্ণতায় কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ু তার মধ্যে থাকা জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় সেই উষ্ণতাকে ওই বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

6.4.2 আর্দ্রতা: বায়ুমণ্ডলে জলীয় বাষ্প সর্বদা উপস্থিত থাকে। যে-কোনো জলাশয় থেকে সবসময় বাষ্পীভবনের জন্য জল বাষ্পের মাধ্যমে বাতাসে মেশে। বাতাসে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের এই পরিমাণকেই আর্দ্রতা বলা হয়। বর্ষাকালে বাতাসের আর্দ্রতা সবথেকে বেশি থাকে কারণ সেই সময় বাতাসে প্রচুর পরিমাণ জলীয় বাষ্প মিশে থাকে। আবার শুষ্ক আবহাওয়াতে বাতাসের আর্দ্রতা কমে যায়। বায়ুতে বেশি পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকলে তাকে আর্দ্রবায়ু ও কম পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকলে তাকে শুষ্ক বায়ু বলে। বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হলে, আর্দ্রতা সবথেকে বেশি থাকে এবং তখন শিশির, মেঘ ও কুয়াশা সৃষ্টি হয়।

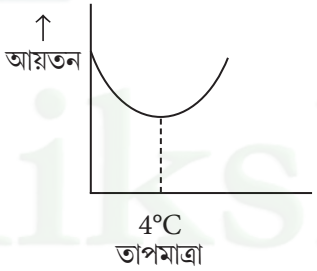
6.4.3 শিশির: শীতকালে যখন বিকালের পর ভূপৃষ্ঠ ও ভূ পৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ু শীতল হয়ে পড়ে এবং বায়ুমণ্ডলও জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে পড়ে তখন বাতাসের উষ্ণতা শিশিরাঙ্কের কাছে পৌঁছোলে বায়ুর মধ্যে থাকা কিছু জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে জলকণায় পরিণত হয় ও ঘাসের আগায় ও গাছের পাতায় জমা হয় যাদের আমরা শিশির বলি।

6.4.4 কুয়াশা: ভূপৃষ্ঠের উপর কিছু পরিমাণ অংশ হঠাৎ ঠান্ডা হয়ে গেলে বাতাসও জলীয় বাষ্পের দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে পড়ে। বাতাস শিশিরাঙ্কের পৌঁছে গেলে জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে জলের বিন্দুতে পরিণত হয় কিছু জলকণা বাতাসের ধূলিকণাকে কেন্দ্র করে ভাসতে থাকে, তাকেই কুয়াশা বলে। শহরাঞ্চলে এরকম কুয়াশা প্রায়ই দেখা যায় কারণ সেখানে ধূলিকণার পরিমাণ বাতাসে বেশি থাকে।

6.4.5 জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ:

আমরা জানি তরলকে উত্তপ্ত করলে আয়তন বৃদ্ধি পায় ও শীতল করলে আয়তন কমে কিন্তু জলের ক্ষেত্রে এর বিপরীত আচরণ দেখা যায়। 0°C-র জলকে উত্তপ্ত করলে আয়তন কমতে থাকে যা 4°Cঅবধি বজায় থাকে। আবার 4°C-এর পর থেকে বাড়তে থাকে। তাই 4°C থেকে 0°C তাপমাত্রা পর্যন্ত জলের আয়তন প্রসারণ অন্যান্য তরলের থেকে আলাদা হয়, একেই জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ বলে। 4°C উষ্ণতায় তাই জলের ঘনত্ব সর্বাধিক হয়।

লেখচিত্র



শীতের দেশগুলিতে খুব ঠান্ডায় জলাশয়গুলির জলের উপরের অংশ আয়তনে হ্রাস পায় ও ভারী হয়ে জলের নীচে চলে যায় এবং অপেক্ষাকৃত গরম জল উপরে আসে। এর ফলে জলাশয়টির জল ঠান্ডা হতে থাকে। এভাবে জলের উষ্ণতা কমতে কমতে যখন 4°C হয় তখন জলের আয়তন বাড়ে ও হালকা হয় ফলে উপরিভাগের জল তখন আর নীচে যায় না এবং উষ্ণতা কমে 0°C-এ পরিণত হলে তখন জলের উপরিভাগ জমে বরফে পরিণত হয়। বরফ, জলের থেকে ওজনে হালকা হয় তাই জলের উপর ভাসতে থাকে ও জলের উপরে বরফের আস্তরণ ফেলে দেয়। বরফ তাপের কুপরিবাহী হওয়ায় বাইরের শীতল উষ্ণতা জলের ভিতরে আর প্রবেশ করতে পারে না, তাই জলাশয়ের ভিতরে জলের তাপমাত্রা 4°C-ই থাকে ও ভিতরের জল কখনই বরফ হয় না। এর ফলে জলজ প্রাণীরা জলের মধ্যে সুরক্ষিত থাকে।

KEY POINTS

[1] যে পদ্ধতিতে কোনো বস্তু কতটা তাপ গ্রহণ করে ও কতটা তাপ বর্জন করে তা পরিমাপ করা যায় তাকে ক্যালোরিমিতি বলে।

[2] দুটি বস্তু একে অপরের সংস্পর্শে থাকলে কোনো বস্তু যতটা তাপগ্রহণ করে অপর বস্তুটি ঠিক ততটাই তাপ বর্জন করে।

[3] যখন কোনো কার্যের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় বা তাপকে কার্যে রূপান্তর করা হয় তখন

উৎস তাপ ও কার্যের পরিমাণ একে অপরের সমানুপাতিক হয়।

[4] একক ভরের কোনো বস্তুকে ওই উষ্ণতার অবস্থার পরিবর্তন করতে যে পরিমাণ তাপ লাগে তাকে ওই পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের লীনতাপ বলে।

[5] গলন, কঠিনীভবন, বাষ্পীভবন বা ঘনীভবন সবকিছু ঘটার জন্য লীনতাপ প্রয়োজন।

[6] বাতাসে জলীয় বাষ্প পূর্ণ থাকলে সেই বাতাসকে সম্পৃক্ত বায়ু বলে।

[7] বাতাসে জলীয় বাষ্প তুলনামূলক কম পরিমাণে থাকলে তাকে অসম্পৃক্ত বায়ু বলে।

[8] যে উষ্ণতায় পৌঁছোলে নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ু তার মধ্যে উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, সেই উষ্ণতাকে ওই বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলা হয়।

[9] বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণকে বাতাসের আর্দ্রতা বলা হয়।

[10] 4°C থেকে 0°C পর্যন্ত তাপমাত্রায় জলের আয়তন কমে না বরং বাড়তে থাকে।

[11] 4°C উষ্ণতায় জলের ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি থাকে।

- তাপ হল এমন এক প্রকারের শক্তি যেটি খুব সহজেই কৃতকার্যের দ্বারা উৎপন্ন করা যায়, কিন্তু তাপ প্রয়োগে কৃতকার্য সম্পাদন করা ততটা সহজ নয়।
- একই উষ্ণতার দুটি বস্তুর মধ্যে যেটি তাপের উত্তম পরিবাহী সেটিকে স্পর্শ করলে অন্য বস্তুটির তুলনায় শীতল অনুভূত হয়।
- নীল বর্ণের শিখার উষ্ণতা লাল, হলুদ, সবুজ ইত্যাদি বর্ণের শিখার তুলনায় বেশি হয়।
- মানুষের শরীর সর্বোচ্চ 108.24°F (অর্থাৎ 42.3°C) উষ্ণতা সহ্য করতে পারে।
- বিজ্ঞানীদের দ্বারা পরীক্ষাগারে প্রস্তুত সর্বোচ্চ উষ্ণতা হল 4×10^{12} °C।
- Night Vision Camera-তে কোনো বস্তু দ্বারা বিকিরিত তাপ (infrared radiation) পরিমাপ করেই ছবি বা ভিডিও তোলা হয়।
- 0.01°C উষ্ণতা ও 0.006 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে (ত্রৈধ বিন্দুতে) জলের কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় এই তিনটি দশাই একত্রে লক্ষ্য করা যায়।
- কোনো ব্যক্তির শরীরে ভিটামিন B-12 এবং লৌহের অভাব দেখা দিলে ওই ব্যক্তির শৈত্যের অনুভূতি বৃদ্ধি পায়।

বহুবিকল্পভিত্তিক প্রশ্নোত্তর — প্রশ্নমান 1

1. তাপ হল বস্তুকণার -

(ক) ভরবেগের পরিবর্তিত রূপ
(খ) গতিশক্তির পরিবর্তিত রূপ
(গ) স্থিতিশক্তির পরিবর্তিত রূপ
(ঘ) গতিবেগের পরিবর্তিত রূপ

◆ (খ) গতিশক্তির পরিবর্তিত রূপ

Explanation:
তাপ হল বস্তুকণার গতিশক্তির পরিবর্তিত রূপ।

2. SI তে তাপমাত্রার একক হল -

(ক) C (খ) cd
(গ) K (ঘ) mol

◆ (গ) K

Explanation:
SI তে তাপমাত্রার একক হল Kelvin (K)

3. লোহা পারদ, জল ও বায়ুর মধ্যে আপেক্ষিক তাপ সর্বোচ্চ -

(ক) জলের (খ) লোহার
(গ) বায়ুর (ঘ) পারদের

◆ (ক) জলের

Explanation:
লোহা পারদ, জল ও বায়ুর মধ্যে জলের আপেক্ষিক তাপ সর্বোচ্চ।

4. তাপ পরিমাপের যন্ত্রটি হল -

(ক) ব্যারোমিটার (খ) ক্যালোরিমিটার
(গ) থার্মোমিটার (ঘ) ম্যানোমিটার

◆ (খ) ক্যালোরিমিটার

Explanation:
তাপ পরিমাপের যন্ত্রটি হল ক্যালোরিমিটার।

5. আপেক্ষিক তাপের একক হল -

(ক) cal/°C (খ) J/(Kg.K)
(গ) cal/(g.°C) (ঘ) J/°C

◆ (গ) cal/(g.°C)

Explanation:

আপেক্ষিক তাপের একক হল - cal/(g.°C)

6. গৃহীত বা বর্জিত তাপের গণনায় অপ্রয়োজনীয় রাশিটি হল -

(ক) ভর (খ) আপেক্ষিক তাপ
(গ) ঘনত্ব (ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন

◆ (গ) ঘনত্ব

Explanation:

গৃহীত বা বর্জিত তাপের গণনায় ঘনত্ব এক্ষেত্রে অপ্রয়োজনীয়।

7. তাপ হল একপ্রকার -

(ক) শক্তি (খ) বল
(গ) উষ্ণতা (ঘ) পদার্থ

◆ (ক) শক্তি

Explanation:

তাপ হল একপ্রকার শক্তি।

8. 1 ক্যালোরি তাপ উৎপন্ন করতে -

(ক) 4.2 × 107 জুল
(খ) 4.2 আর্গ
(গ) 4.2 জুল
(ঘ) 4.2 × 105 আর্গ কার্য

◆ (গ) 4.2 জুল

Explanation:

1 ক্যালরি তাপ উৎপন্ন করতে 4.2 জুল কার্য করতে হয়।

9. পদার্থের অবস্থান্তরের সময় তাপমাত্রা-

(ক) কমে (খ) বাড়ে
(গ) অপরিবর্তিত থাকে (ঘ) বাড়ে বা কমে

◆ (গ) অপরিবর্তিত থাকে

Explanation:

পদার্থের অবস্থান্তরের সময় তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে।

10. 0°C তাপমাত্রায় 1 গ্রাম বরফে 60 ক্যালোরি তাপ দিলে চূড়ান্ত তাপমাত্রা হবে -

(ক) 0°C (খ) 0°C থেকে বেশি
(গ) 0°C এর থেকে কম (ঘ) আপেক্ষিক তাপ না জানলে তাপমাত্রা বলা অসম্ভব

◆ (ক) 0°C

Explanation:

0°C তাপমাত্রায় 1 গ্রাম বরফে 60 ক্যালোরি তাপ দিলে চূড়ান্ত তাপমাত্রা হবে 0°C।

11. লীনতাপ থার্মোমিটারের তাপমাত্রার পাঠ -

(ক) কমিয়ে দেয় (খ) বাড়িয়ে দেয
(গ) একই রাখে (ঘ) কোনোটাই নয়

◆ (গ) একই রাখে

Explanation:

লীনতাপের ফলে তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না।

12. কোনো স্থানের শিশিরাঙ্কের মান 16°C, ওই স্থানের বায়ু তাপমাত্রায় তার মধ্যে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাহলে -

(ক) $t > 16°C$ (খ) $t = 16°C$
(গ) $t < 16°C$ (ঘ) কোনোটাই না

◆ (খ) $t = 16°C$

Explanation:

কোনো স্থানের জলীয়বাষ্প যে বিশেষ উষ্ণতায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে যায় সেই বিশেষ উষ্ণতাই হল শিশিরাঙ্ক, তাই $t = 16°C$

13. শিশির জমার পক্ষে উপযোগী নয় কোনটি -

(ক) মেঘমুক্ত পরিষ্কার আকাশ
(খ) মেঘলা আকাশ
(গ) স্থির বায়ু
(ঘ) বায়ুমণ্ডলের জলীয়বাষ্পের আধিক্য

◆ (খ) মেঘলা আকাশ

Explanation:

মেঘলা আকাশ শিশির জমার পক্ষে উপযোগী নয়।

14. ঘরের তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের সমান হলে, আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান হবে -

(ক) 100% (খ) 0%
(গ) 70% (ঘ) 85%

◆ উঃ (ক) 100%

Explanation:

অধিক উষ্ণতায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে বেশি পরিমাণ

জলীয়বাষ্প প্রয়োজন হয়। তাই ঘরের তাপমাত্রাই শিশিরাঙ্কের সমান হলে আপেক্ষিক আর্দতার মান 100% হবে।

15. m ভর, θ উষ্ণতা এবং s আপেক্ষিক তাপ হলে তাপগ্রাহিতা K হবে -

(ক) K = m/s (খ) K = mθ
(গ) K = ms (ঘ) K= msθ

◆ উঃ (গ) K = ms

Explanation:

বস্তুর তাপগ্রাহিতা K=ms

16. কার্য ও তাপের সম্পর্কটি হল-

(ক) W = H (খ) $W \propto H^2$
(গ) W = JH (ঘ) H = JW

◆ (গ) W = JH

কৃতকার্য (W) = J×H
J = তাপের জুল তুল্যাঙ্ক
H = তাপ

17. সমান ভরের দুটি তরল A ও B তে সমান তাপ দেওয়া হল B এর আপেক্ষিক তাপ A এর দ্বিগুণ। A ও B এর তাপমাত্রা বৃদ্ধির অনুপাত কত?

(ক) 1 : 1 (খ) 1 : 2
(গ) 2 : 1 (ঘ) 4 : 1

◆ (গ) 2 : 1

Explanation:

তাপ = ভর × আপেক্ষিক তাপ × তাপমাত্রার পরিবর্তন
ধরি, দুটি তরলেরই ভর m
প্রশ্নানুসারে দুটি তরলেই সমান তাপ দেওয়া হয়েছে, তাই A এর আপেক্ষিক তাপ S এবং B এর আপেক্ষিক তাপ 2S

$m \times S \times t_1 = m \times 2S \times t_2$

t_1 ও t_2 হল A ও B তরলে উষ্ণতার পরিবর্তন।

t_1 ও t_2 হল A ও B তরলে উষ্ণতার পরিবর্তন।

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2}{1}$$

$$\therefore t_1 : t_2 = 2 : 1$$

18. জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ লক্ষ্য করা যায়—

(ক) 10°C–14°C এ (খ) 4°C এ
(গ) 0°C–10°C এ (ঘ) 0°C–4°C

◆ (ঘ) 0°C–4°C

Explanation:

জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ লক্ষ্য করা যায় 0°C–4°C পর্যন্ত।

19. শীতপ্রধান দেশে হ্রদের উপরিতল বরফে রূপান্তরিত হলে হ্রদের তলদেশে জলের তাপমাত্রা—

(ক) 1°C (খ) 4°C
(গ) 0°C (ঘ) 2°C

◆ (খ) 4°C

Explanation:

শীতপ্রধান দেশে হ্রদের উপরিতল বরফে রূপান্তরিত হলে হ্রদের তলদেশে জলের তাপমাত্রা 4°C।

20. সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত বাষ্পের পার্থক্য হল -

(ক) অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েলের সূত্র মানেনা
(খ) সম্পৃক্তবাষ্প বয়েলের সূত্র মানে
(গ) অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েলের সূত্র মানে
(ঘ) সম্পৃক্তবাষ্প চার্লসের সূত্র মানে

◆ (গ) অসম্পৃক্তবাষ্প বয়েলের সূত্র মানে

Explanation:

সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েলের সূত্র মানেনা কিন্তু অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েলের সূত্র মেনে চলে।

21. সম্পূর্ণ শুষ্ক বায়ুর শিশিরাঙ্ক -

(ক) বায়ুর তাপমাত্রার সমান
(খ) এক্ষেত্রে শিশিরাঙ্কের অস্তিত্ব থাকে না
(গ) 10°C
(ঘ) 0°C

◆ (খ) এক্ষেত্রে শিশিরাঙ্কের অস্তিত্ব থাকে না।

Explanation:

সম্পূর্ণ শুষ্ক বায়ুর ক্ষেত্রে জলীয় বাষ্প না থাকায় এক্ষেত্রে শিশিরাঙ্কের কোনো অস্তিত্ব থাকে না।

22. 0°C এ জলের কঠিনীভবনের লীন তাপ হল -

(ক) 80 J/Kg (খ) 537 cal
(গ) 2.26×10^6 J/Kg
(ঘ) 3.36×10^5 J/Kg

◆ (ঘ) 3.36×10^5 J/Kg

0°C উষ্ণতা কঠিনীভবনে লীনতাপ 3.36×10^5 J/Kg.

23. শিশিরাঙ্ক বলতে একটি নির্দিষ্ট -

(ক) উষ্ণতা
(খ) ঘনত্ব
(গ) আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(ঘ) আর্দতা কে বোঝায়

◆ (ক) উষ্ণতা

Explanation:

শিশিরাঙ্ক হল একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতা।

24. CGS পদ্ধতিতে সিসার আপেক্ষিক তাপ 0.03 cal $g^{-1}°C^{-1}$ হলে SI তে সিসার আপেক্ষিক তাপ হবে -

(ক) 1260 J $Kg^{-1}K^{-1}$
(খ) 552 J $Kg^{-1}K^{-1}$
(গ) 126 J $Kg^{-1}K^{-1}$
(ঘ) 12.6 J $Kg^{-1}K^{-1}$

◆ (গ) 126 J $Kg^{-1}K^{-1}$

1 cal.$g^{-1}°C^{-1}$ = 4200 J Kg^{-1} K^{-1}

0.03 cal.g^{-1} $°C^{-1}$ = (4200 × 0.03) J $Kg^{-1}K^{-1}$

= 126 J $Kg^{-1}K^{-1}$

25. CGS পদ্ধতিতে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান হল -

(ক) 4.2 J/cal
(খ) 4.2×10^6 erg/cal
(গ) 4.2×10^5 erg/cal
(ঘ) 4.2×10^7 erg/cal

◆ (ঘ) 4.2×10^7 erg/cal

Explanation:

CGS পদ্ধতিতে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান হল— 4.2×10^7 erg/cal

26. শুষ্ক বরফে তাপ প্রয়োগ করলে এটি সরাসরি গ্যাসীয় কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। এই ঘটনাটি হল -

(ক) স্ফুটন (খ) গলন
(গ) বাষ্পায়ন (ঘ) ঊর্ধপাতন

◆ (ঘ) ঊর্ধপাতন

Explanation:

কঠিন অবস্থা থেকে গ্যাসীয় অবস্থায় বস্তুর অবস্থার পরিবর্তনকে ঊর্ধপাতন বলা হয়।

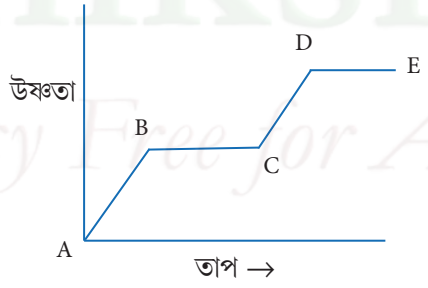
27. নীচের কোনটি উচ্চ অবস্থান্তর -

(ক) বাষ্পীভবন (খ) কঠিনীভবন
(গ) ঘনীভবন (ঘ) কোনোটাই নয়

◆ (ক) বাষ্পীভবন

এখানে বাষ্পীভবন হল উচ্চ অবস্থান্তর।

28. একটি কঠিন পদার্থকে সমহারে তাপ প্রদান করা হলে, পদার্থটির উষ্ণতার পরিবর্তন প্রদত্ত লেখা চিত্র দেখানো হল। লেখা চিত্রে অবস্থার পরিবর্তন হচ্ছে কোন ক্ষেত্রে?



(ক) AB, CD (খ) AB, EF
(গ) DE, EF (ঘ) BC, DE

◆ (ঘ) BC, DE

Explanation:

এক্ষেত্রে BC, DE পথে উষ্ণতার পরিবর্তন হচ্ছে না। প্রযুক্ত তাপ সম্পূর্ণরূপে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন ঘটাতে ব্যবহৃত হয়। তাই বোঝা যাচ্ছে BC ও DE পথে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন হচ্ছে।

29. নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ নির্দেশক ভৌত রাশি কোনটি?

(ক) শিশিরাঙ্ক (খ) জলসম
(গ) আর্দ্রতা (ঘ) উষ্ণতা

◆ (গ) আর্দ্রতা

Explanation:

বায়ুতে কতটা জলীয় বাষ্প আছে তা বায়ুর আর্দ্রতা নামক ভৌতরাশি দিয়ে বোঝানো হয়।

30. যে উষ্ণতায় জলের ঘনত্ব সর্বাধিক তা হল -

(ক) 32°F (খ) 4°F
(গ) 42°F (ঘ) 39.2°F

◆ (ঘ) 39.2°F

Explanation:

39.2°F উষ্ণতায় জলের ঘনত্ব সর্বাধিক।

31. শিশির এবং কুয়াশা পড়ে সাধারণত -

(ক) শরৎকালে (খ) শীতকালে
(গ) গ্রীষ্মকালে (ঘ) বর্ষাকালে

◆ (খ) শীতকালে

Explanation:

সাধারণত শীতকালে কুয়াশা দেখা যায় এবং শিশির পড়ে।

32. বাতাসে আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাণ কত হলে জামাকাপড় শুকোনোর সম্ভাবনা থাকেনা ?

(ক) 50% (খ) 0%
(গ) 100% (ঘ) 90%

◆ উঃ (গ) 100%

Explanation:

বাতাসে আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাণ 100% হলে জামাকাপড় শুকোনোর সম্ভাবনা থাকেনা।

33. ক্যালরিমিতির নীতিটি প্রযোজ্য হতে হলে -

(ক) বাইরে থেকে তাপ বস্তুসংস্থার মধ্যে আসতে হবে
(খ) একটি বস্তু অপর বস্তুতে অদ্রবীভূত হতে হবে
(গ) বস্তু সংস্থা থেকে তাপ বাইরে যেতে হবে
(ঘ) বস্তুসংস্থার মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া হতে হবে

◆ (খ) একটি বস্তু অপর বস্তুতে অদ্রবীভূত হতে হবে

Explanation:

ক্যালরিমিতির নীতিটি প্রযোজ্য হতে হলে একটি বস্তু অপর বস্তুতে অদ্রবীভূত হতে হবে।

34. শীতপ্রধান দেশের জলাশয়ের ওপর জমে যাওয়া বরফের স্তরের ঠিক নীচের জলের উষ্ণতা -

(ক) 4°C (খ) 0°C
(গ) -4°C (ঘ) কোনোটাই না

◆ (খ) 0°C

Explanation:

শীতপ্রধান দেশের জলাশয়ের ওপর জমে যাওয়া বরফের স্তরের ঠিক নীচের জলের উষ্ণতা 0°C।

35. লীনতাপের মাত্রীয় সংকেত হল -

(ক) $[M^0L^3T^{-2}]$ (খ) $[M^2L^2T^{-1}]$
(গ) $[MLT^{-2}]$ (ঘ) $[M^0L^2T^{-2}]$

◆ (ঘ) $[M^0L^2T^{-2}]$

Explanation:

লীনতাপের মাত্রীয় সংকেত হল $[M^0L^2T^{-2}]$

36. বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাণ 80% থেকে কমে 60% হলে -

(ক) অস্বস্তি বেড়ে যায়
(খ) আরাম অনুভূত হয়
(গ) উষ্ণতা 80°C থেকে 60°C হয়
(ঘ) কোনোটাই নয়

◆ (খ) আরাম অনুভূত হয়

Explanation:

বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতার পরিমাণ 80% থেকে 60% কমলে আরাম অনুভূত হয়।

37. বিশুদ্ধ কেলাসাকার পদার্থের ক্ষেত্রে -

(ক) গলনাঙ্ক < হিমাঙ্ক
(খ) গলনাঙ্ক = হিমাঙ্ক
(গ) গলনাঙ্ক > হিমাঙ্ক
(ঘ) সবগুলিই হতে পারে

◆ (খ) গলনাঙ্ক = হিমাঙ্ক

Explanation:

বিশুদ্ধ কেলাসাকার পদার্থের ক্ষেত্রে গলনাঙ্ক ও হিমাঙ্ক সমান।

38. সেঁক দেওয়ার জল ব্যবহারের কারণ -

(ক) জলের স্ফুটনাঙ্ক কম
(খ) জলের আপেক্ষিক তাপ সর্বোচ্চ
(গ) জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ বর্ম বর্তমান
(ঘ) জল সহজপ্রাপ্য

◆ (খ) জলের আপেক্ষিক তাপ সর্বোচ্চ

Explanation:

জলের আপেক্ষিক তাপ সর্বোচ্চ বলে সেঁক দেওয়ার জন্য জল ব্যবহার করা হয়।

39. হাইগ্রোমিটার যন্ত্রের সাহায্যে মাপা হয় -

(ক) বায়ুর ঘনত্ব
(খ) তাপমাত্রার সঙ্গে ঘনত্বের বৃদ্ধি
(গ) বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ
(ঘ) বায়ুমণ্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ।

◆ (ঘ) বায়ুমণ্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ

Explanation:

হাইগ্রোমিটারের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ মাপা হয়।

40. জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ সংক্রান্ত পরীক্ষাটি করেন -

(ক) বিজ্ঞানী চার্লস (খ) বিজ্ঞানী জুল
(গ) বিজ্ঞানী হোপ (ঘ) বিজ্ঞানী নিউটন

◆ (গ) বিজ্ঞানী হোপ

Explanation:

বিজ্ঞানী হোপ জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ সংক্রান্ত পরীক্ষাটি করেন।

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর — প্রশ্নমান 1

1. তাপ কী জাতীয় রাশি?

তাপের শুধু মান আছে কিন্তু অভিমুখ নেই, তাই তাপ একটি স্কেলার রাশি।

2. CGS ও SI-তে তাপের একক লেখো।

CGS পদ্ধতিতে তাপের একক ক্যালরি (Calorie)।
SI পদ্ধতিতে তাপের একক জুল (Joule)

3. 1 ক্যালরি = কত জুল?

1 ক্যালরি = 4.2 জুল।

4. উষ্ণতা বা তাপমাত্রা কাকে বলে?

উষ্ণতা হল বস্তুর এমন একটি তাপীয় অবস্থা, যা নির্ধারণ করে দেয় কোনো বস্তুর সঙ্গে তাপীয় সংযোগে রাখা অন্য বস্তুকে এই বস্তুটি তাপ দেবে না অন্য বস্তু থেকে তাপ গ্রহণ করবে।

5. কার্য সম্পূর্ণরূপে তাপে রূপান্তরিত হলে সম্পাদিত এবং উৎপন্ন তাপের মধ্যে সম্পর্ক কীরূপ?

কার্য সম্পূর্ণরূপে তাপে রূপান্তরিত হলে সম্পাদিত কার্য ও উৎপন্ন তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হবে।

6. CGS পদ্ধতিতে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান লেখো।

CGS পদ্ধতিতে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান হল 4.2×10^7 erg/cal

7. SI-তে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান কত?

SI-তে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান 1.

8. 1J কার্য করলে কত Cal তাপ উৎপন্ন হবে?

1J কার্য করলে উৎপন্ন তাপ = $\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ Cal
= 0.238 cal

9. অবস্থান্তর বা অবস্থার পরির্তন কাকে বলে?

তাপ প্রয়োগ বা অপসারণের দ্বারা পদার্থকে এক ভৌত অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় পরিবর্তিত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বলা হয় পদার্থের অবস্থান্তর বা অবস্থার পরিবর্তন।

10. পদার্থের চারটি অবস্থার নাম লেখো।

পদার্থের চারটি অবস্থা হল কঠিন, তরল, গ্যাসীয় এবং প্লাজমা।

11. কঠিনীভবন ও ঘনীভবন কোন ধরনের অবস্থান্তর?

কঠিনীভবন ও ঘনীভবন হল নিম্ন অবস্থান্তর।

12. কোনো পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে কী বলা হয়?

অবস্থার পরিবর্তনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপকে লীন তাপ বলা হয়।

13. গ্যাস বলতে কী বোঝ?

কোনো বায়বীয় পদার্থের উষ্ণতা সংকট উষ্ণতার উপরে থাকলে তাকে বলা হয় গ্যাস।

14. বাষ্প বলতে কি বোঝায়?

কোনো বায়বীয় পদার্থের উষ্ণতা সংকট উষ্ণতার নিচে থাকলে তাকে বাষ্প বলা হয়।

15. লীনতাপ একটি পদার্থের তাপমাত্রার কীরূপ পরিবর্তন ঘটায়?

লীনতাপ একটি পদার্থের তাপমাত্রার কোনোরূপ পরিবর্তন ঘটায় না।

16. 0°c উষ্ণতার যান্ত্রিক 1g বরফের চেয়ে 0°C উষ্ণতায় 1g জলে কত তাপ বেশি আছে?

0°C উষ্ণতায় 1g বরফের চেয়ে 0°C উষ্ণতার 1g জলে 80 Cal তাপ বেশি আছে।

17. জলের মধ্যে গ্লুকোজ মেশালে তা জলে দ্রবীভূত হয়ে যায়। এক্ষেত্রে ক্যালোরিমিতির মূল নীতি প্রযোজ্য হবে কি?

একটি বস্তু অপর বস্তুতে দ্রবীভূত হলে ক্যালোরিমিতির মূল নীতি প্রয়োজ্য হয় না। তাই ক্যালোরিমিতির মূল নীতি এক্ষেত্রে প্রযোজ্য হবে না।

18. জলের আপেক্ষিক তাপ 1 cal. g^{-1} $°c^{-1}$ এর অর্থ কী?

জলের আপেক্ষিক তাপ 1 cal. g^{-1} $°c^{-1}$ এর অর্থ 1g বিশুদ্ধ জলের উষ্ণতা 1°C বৃদ্ধি করতে 1 Cal তাপের প্রয়োজন।

19. কোনো বস্তুর তাপগ্রাহিতা বা আপেক্ষিক তাপ

ধারকত্ব বলতে কী বোঝ?

কোনো বস্তুর একক উষ্ণতা (1k বা 1°c) বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপই হল বস্তুর তাপগ্রাহিতা।

20. H=mst সম্পর্কটিতে ms রাশিটি কী নির্দেশ করে?

H = mst সম্পর্কটিতে ms রাশিটি বস্তুর তাপগ্রাহিতা নির্দেশ করে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

প্রশ্নমান 2

1. তাপ কয় প্রকার ও কী কী?

তাপ মূলত তিন প্রকার ঃ

(i) বোধগম্য তাপ (ii) লীনতাপ (iii) বিকীর্ণ তাপ

2. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে?

কোনো পদার্থের একক ভরের উষ্ণতা এক ডিগ্রি বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে ওই পদার্থের আপেক্ষিক তাপ বলে।

3. ক্যালোরিমিতি কাকে বলে?

পাদর্থবিজ্ঞানের যে শাখায় তাপশক্তির পরিমাপ বিষয়ে আলোচনা করা হয়, তাকে ক্যালোরিমিতি বলা হয়।

তাপীয় আদানপ্রদান কালে বস্তু দ্বারা গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিমাণ এবং তার ফলে বস্তুর উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাস, তাপীয় সাম্যে দুটি বা ততোধিক বস্তু দ্বারা গঠিত সংস্থার চূড়ান্ত উষ্ণতার মান নির্ণয় ইত্যাদি হল এই শাখার আলোচনার বিষয়বস্তু।

4. ক্যালোরিমিতির মূল নীতি প্রযোজ্য হওয়ার শর্তগুলি লেখো।

ক্যালোরিমিতির মূল নীতি প্রযোজ্য হওয়ার শর্ত ঃ

i. তাপীয় আদানপ্রদান শুধু সংযোগে থাকা বস্তুগুলির মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকবে।

ii. বস্তুগুলির মধ্যে কোনোরকম রাসায়নিক বিক্রিয়া না হয় বা একটি তরল হলে যেন তাতে অন্য বস্তুগুলি দ্রাব্য না হয়।

iii. তাপ সঞ্চালনের সময় তাপশক্তির অন্য কোনো শক্তিতে রূপান্তর যেন না ঘটে।

5. সমভরের দুটি ভিন্ন ধাতব বস্তুতে সমপরিমাণ তাপ দেওয়া হল। দেখাও যে উষ্ণতা বৃদ্ধি সমান হবে না।

ধরা যাক, বস্তুটির ভর = m এবং প্রযুক্ত তাপ = H

প্রথম বস্তুর আপেক্ষিক তাপ = S_1

উষ্ণতা বৃদ্ধি = θ_1

দ্বিতীয় বস্তুর আপেক্ষিক তাপ = S_2

উষ্ণতা বৃদ্ধি = θ_2

প্রথম বস্তুর ক্ষেত্রে $H = ms_1\theta_1$

দ্বিতীয় বস্তুর ক্ষেত্রে $H = ms_2\theta_2$

$\therefore ms_1\theta_1 = ms_2\theta_2$

বা, $\frac{J}{S}$

$\vec{F}$

অর্থাৎ, সমভরের দুটি ভিন্ন ধাতব বস্তুতে সমপরিমাণ তাপ দেওয়া হলে উষ্ণতা বৃদ্ধি সমান হবে না।

6. "তামার আপেক্ষিক তাপ 0.09"— বলতে কি বোঝায়?

তামার আপেক্ষিক তাপ 0.09 বলতে বোঝায় যে 1 গ্রাম ভরের তামার তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করতে 0.09 ক্যালোরি তাপের প্রয়োজন।

7. কার্য ও তাপের তুল্যতা দুটি উদাহরণের সাপেক্ষে দেখাও।

কার্য ও তাপের তুল্যতার দু'টি উদাহরণ—

i. হাতে হাতে ঘষলে হাত দুটি গরম হয়ে ওঠে। ঘর্ষণে সম্পাদিত কার্য তাপে রূপান্তরিত হয়। তাই হাত দুটি গরম হয়ে ওঠে।

ii. ধাতুর তৈরি কামান জলের ভিতরে রেখে তুরপুন দিয়ে ছিদ্র করলে কিছুক্ষণ পরে জল ফুটতে শুরু করে।

8. উচ্চ অবস্থান্তর ও নিম্ন অবস্থান্তর কী?

যে অবস্থান্তর প্রক্রিয়ায় বস্তু তাপ গ্রহণ করে, তাকেই উচ্চ অবস্থান্তর বলে। এই প্রক্রিয়ায় বস্তু কঠিন থেকে তরলে ও তরল থেকে গ্যাসে রূপান্তরিত হয়। যে ধরনের ভৌত পরিবর্তনে কোনো বস্তু থেকে তাপ নিস্কাশিত হয়, তাকে নিম্ন অবস্থান্তর বলে। এক্ষেত্রে, গ্যাসীয় পদার্থ তরলে এবং তরল কঠিনে রূপান্তরিত হয়।

9. জলের বাষ্পীভবনের লীনতাপ 2260 KJ/kg — বলতে কী বোঝায়?

"জলের বাষ্পীভবনের লীনতাপ 2260 KJ/kg" —এর অর্থ এই যে, প্রমাণ চাপে 100°C উষ্ণতায় 1kg ভরের বিশুদ্ধ জলের উষ্ণতা অপরিবর্তিত

রেখে তাকে 100°C উষ্ণতার 1kg জলীয় বাষ্পে রূপান্তরিত করতে 2260 KJ বা, 2260×10^3J তাপশক্তি প্রয়োজন।

10. কোনটি বেশি পরিমাণে হাত পোড়াবে— 100°C উষ্ণতার 1 গ্রাম জল না সম উষ্ণতার 1 গ্রাম স্টিম ?

100°C উষ্ণতার 1 গ্রাম জল অপেক্ষা সমউষ্ণতার 1 গ্রাম স্টিমে 537 ক্যালোরি তাপ বেশি থাকে। বেশি তাপ থাকার জন্যই স্টিম স্পর্শ করলে হাত বেশি পুড়বে।

11. কোনো একদিনের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% বলতে কী বোঝায় ?

কোনো একদিনের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% বলতে বোঝায় যে, ওই দিনের বায়ুর উষ্ণতায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প প্রয়োজন তার শতকরা 80 ভাগ ওই বায়ুতে উপস্থিত আছে।

12. জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ বলতে কী বোঝায় ?

সাধারণ কোনো তরলকে উত্তপ্ত করলে তার আয়তন বাড়ে ও ঘনত্ব কমে। কিন্তু জলের ক্ষেত্রে 0°C-4°C উষ্ণতার পাল্লায় এই সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম দেখা যায়। কিছু পরিমাণ জলের উষ্ণতা 0°C থেকে বাড়লে জলের আয়তন 4°C পর্যন্ত কমতে থাকে এবং 4°C উষ্ণতায় জলের আয়তন সর্বনিম্ন হয়। এরপর উষ্ণতা আরও বৃদ্ধি করলে অন্যান্য তরলের মতোই জলের আয়তন বাড়ে। আবার কিছু পরিমাণ গরম জলকে ধীরে ধীরে ঠান্ডা করলে অন্যান্য তরলের মতো জলের আয়তন কমতে থাকে যতক্ষণ পর্যন্ত না উষ্ণতা 4°C এ পৌঁছায়। কিন্তু 4°C থেকে 0°C পর্যন্ত ঠান্ডা করলে জলের আয়তন না কমে বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং 0°C থেকে 4°C পর্যন্ত উষ্ণতার ব্যবধানে জলের আয়তন প্রসারণ অন্যান্য তরলের থেকে ভিন্ন। একে জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ বলে।

13. হাতে বা গায়ে স্পিরিট লাগালে ঠান্ডা বোধহয় কেন ?

স্পিরিট উদ্বায়ী তরল বলে দ্রুত পরিপার্শ্ব থেকে লীনতাপ সংগ্রহ করে বাষ্পায়িত হয়। হাতে বা গায়ের কোনো অংশ স্পিরিট লাগলে বাষ্পায়নের জন্য প্রয়োজনীয় লীনতাপ, স্পিরিট দেহের ওই অংশ থেকে সংগ্রহ করে। ফলে ওই অংশের উষ্ণতা কমে যায় এবং ঠান্ডা বোধ হয়।

14. বরফখণ্ডের ওপর সাদা ধোঁয়া দেখা যায় কেন ?

বরফ খণ্ডে খুব ঠান্ডা হওয়ায় বরফখণ্ডের সংলগ্ন বায়ুতে অবস্থিত জলীয় বাষ্প বরফখণ্ডের সংস্পর্শে ঘনীভূত হয়ে ক্ষুদ্র জলকণায় পরিণত হয় ও ভাসতে থাকে। তাই বরফখণ্ডের ওপর সাদা ধোঁয়া দেখা যায়।

15. দৈনিক জীবনে আপেক্ষিক আর্দ্রতার ধারণার গুরুত্ব কী ?

কোনো নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং ওই উষ্ণতায় ওই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে বলা হয় আপেক্ষিক আর্দ্রতা। t°C উষ্ণতায় নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ুকে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর m, ওই উষ্ণতায় সমপরিমাণ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন তার ভর M হলে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা

দুটি সমজাতীয় রাশির অনুপাত হওয়ায় এটি একটি মাত্রাহীন রাশি। বায়ুর সম্পৃক্ততার মাত্রা যেহেতু বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর ও উষ্ণতার উপর নির্ভর করে তাই আপেক্ষিক আর্দ্রতার ধারণা এই প্রসঙ্গে বেশি অর্থপূর্ণ হয়।

16. কুয়াশা কীভাবে সৃষ্টি হয় ?

কোনো কারণে বিস্তীর্ণ অঞ্চলের বায়ুমণ্ডলের উষ্ণতা শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে গেলে বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে তাতে উপস্থিত ধুলোবালি কয়লার গুঁড়ো প্রভৃতির উপর জমা হয়ে ভাসতে থাকে। একেই কুয়াশা বলা হয়।

17. শিল্পাঞ্চলে ঘন কুয়াশা দেখা যায় কেন ?

শিল্পাঞ্চলে বায়ুতে ধুলোবালি, কয়লার গুঁড়ো বা সালফার গুঁড়ো অনেক বেশি থাকে। কোনো কারণে শিল্পাঞ্চলে বিস্তীর্ণ অঞ্চলের বায়ুমণ্ডলের উষ্ণতা শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে গেলে উপস্থিত জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে যে কুয়াশার সৃষ্টি হয়, তা বায়ুতে অধিক পরিমাণ ধুলোবালি, কয়লার গুঁড়ো বা সালফার গুঁড়ো থাকায় ঘন হয়। এই কারণে শিল্পাঞ্চলে ঘন

কুয়াশা দেখা যায়।

18. শীতকালের ভোরে পুকুরের জলের উপর কুয়াশা জমতে দেখা যায় কেন?

শীতকালে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম থাকায় জলের বাষ্পায়ন বেশি হয়। ফলে পুকুরের জলের ওপরের বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ পাশাপাশি অঞ্চলের তুলনায় বেশি হয়। রাত্রে ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে শীতল হতে থাকে। পুকুরে জলের উপরিস্থিত বায়ুর শিশিরাঙ্ক আশপাশের তুলনায় কিছুটা বেশি হয়। এরপর উষ্ণতা আরও কমে শিশিরাঙ্কের নিচে নামলে কুয়াশা দেখা যায়। এই কারণে শীতকালের ভোরে পুকুরের জলের ওপর কুয়াশা জমতে দেখা যায়।

19. 0°C তাপমাত্রার জল এবং 0°C উষ্ণতার বরফের মধ্যে কোনটি বেশি ঠাণ্ডা এবং কেন?

100°C উষ্ণতার 1 গ্রাম জল অপেক্ষা সমউষ্ণতার 1 গ্রাম স্টিমে 537 ক্যালোরি তাপ বেশি থাকে। বেশি তাপ থাকার জন্যই স্টিম স্পর্শ করলে হাত বেশি পুড়বে।

20. শীতপ্রধান দেশে পরিবেশের উষ্ণতা 0°C -এর নিচে নেমে গেলেও পুকুরের জীবেরা কীভাবে বেঁচে থাকে?

শীতপ্রধান দেশে যখন বায়ুর উষ্ণতা 0°C -এর নিচে নেমে যায়, তখন জলাশয়ের উপরিতলের জল ঠান্ডা ও ভারি হয়ে নিচে নেমে যায় এবং তলদেশের অপেক্ষকৃত গরম ও হালকা জল ওপরে উঠে আসে। এই পরিচলনের জন্য জলাশয়ের নিচের দিকে জলের উষ্ণতা ক্রমশ কমতে কমতে 4°C হয়। যেহেতু 4°C-এ জলের ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি, তাই নিচের জল 4°C উষ্ণতার পৌঁছলে তার ওপরে ওঠে না। আবার ওপরের জলের উষ্ণতা 4°C-এর কম হলেই জল হালকা হয়ে যায়। তাই এই জল আর নিচে নামে না এবং জলের উপরিস্তরের উষ্ণতা ক্রমশ কমে একসময় জমে বরফ হয়ে যায়। বরফস্তরের ঠিক নিচের জলের উষ্ণতা 0°C হয় এবং আরও নিচে নামলে উষ্ণতা বেড়ে 4°C হয়। বরফ তাপের কুপরিবাহী বলে বরফস্তরের নিচের অংশের জলের সঙ্গে বাইরের ঠান্ডা বায়ুর তাপের আদানপ্রদান খুব কম হয়। তাই ওপরের ভাসমান বরফের স্তর খুব ধীরে ধীরে পুরু হলেও জলাশয়ের সমস্ত জল কখনওই বরফ হয় না। এই কারণে, মাছ এবং অন্যান্য জলচর প্রাণীরা শীতপ্রধান দেশের প্রচণ্ড শীতের দিনেও বেঁচে থাকতে পারে।

দীর্ঘউত্তরভিত্তিক প্রশ্নোত্তর — প্রশ্নমান 3

1. তাপ ও তাপমাত্রার পার্থক্য লেখো।

তাপ ও তাপমাত্রার পার্থক্য ঃ

	তাপ		তাপমাত্রা ও উষ্ণতা
1	তাপহল এক প্রকার শক্তি।	1	তাপমাত্রা হল বস্তুর তাপীয় অবস্থা।
2	তাপ হল তাপমাত্রার কারণ।	2	তাপমাত্রা হল তাপের ফল।
3	দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলেও তাপের পরিমাণ সমান নাও হতে পারে।	3	দুটি বস্তুর তাপের পরিমাণ সমান হলেও তাপমাত্রা সমান নাও হতে পারে।
4	তাপমাপা হয় ক্যালেরিমিটার যন্ত্রের দ্বারা।	4	তাপমাত্রা মাপা হয় থার্মোমিটার দ্বারা।

2. বস্তুতে তাপ প্রয়োগের ফলাফলগুলি কী কী?

কোনো বস্তুতে তাপ প্রয়োগের ফলাফলগুলি হল—

i **অবস্থার পরিবর্তন ঃ** সাধারণ তাপপ্রয়োগে কঠিন পদার্থ তরলে এবং তরল পদার্থ বাষ্পে পরিণত হয়। আর তাপ বর্জনে বাষ্প তরলে এবং তরল কঠিনে পরিণত হয়।

ব্যতিক্রম হিসাবে কর্পূর, ন্যাপথলিন প্রভৃতি কঠিন থেকে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয়।

ii **উষ্ণতার পরিবর্তন ঃ** পদার্থের উষ্ণতার পরিবর্তন না হলে বুঝতে হয় যে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন হচ্ছে, কারণ বাইরে থেকে প্রযুক্ত তাপ শক্তি বস্তুর অবস্থার পরিবর্তনে কাজে লাগে।

iii **আয়তনের পরিবর্তন ঃ** তাপ দিলে সাধারণ বস্তুর আয়তন বাড়ে এবং তাপ বের করে নিলে বস্তুর আয়তন কমে।

iv **আলোকশক্তির সৃষ্টি ঃ** বৈদ্যুতিক বাল্বে তড়িৎপ্রবাহ চালনা করলে বাল্বের তার খুব উত্তপ্ত হয়ে আলো উৎপন্ন করে।

3. কোনো বস্তুর দ্বারা গৃহীত বা বর্জিত তাপ এর গাণিতিক রাশিমালা নির্ণয় করো।

মনে করি, m ভরের কোনো বস্তুর উষ্ণতা θ° বৃদ্ধি করা হল। এখন বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ S হলে আপেক্ষিক তাপের সংজ্ঞা অনুযায়ী একক ভরের বস্তুর উষ্ণতা 1° বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ = S একক।

$\therefore$ m ভরের বস্তুর উষ্ণতা 1° বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ = ms একক।

$\therefore$ m ভরের বস্তুর উষ্ণতা θ° বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ = $ms\theta$ একক।

একইভাবে m ভরের উষ্ণতা θ° কমাতে প্রয়োজনীয় তাপ $ms\theta$ একক।

বস্তু যদি H পরিমাণ তাপ গ্রহণ বা বর্জন করে তবে $H = ms\theta$

$\therefore$ কোনো বস্তু কর্তক গৃহীত বা বর্জিত তাপের গাণিতিক রাশিমালাটি হল—

গৃহীত বা বর্জিত তাপ = বস্তুর ভর × বস্তুর আপেক্ষিক তাপ × উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাস

বা $H = ms\theta$

4. 0°C উষ্ণতায় একখণ্ড বরফকে ওপর থেকে মাটিতে যদি ফেলা হয় তাহলে মাটির সাথে সংঘাতের সময়-এর শক্তি 50% তাপে রূপান্তরিত হয়। তাহলে কত উচ্চতা থেকে বরফখণ্ডটিকে নিচে ফেলতে হবে?

ধরা যাক, বরফখণ্ডের ভর = m এবং বরফখণ্ডটিকে x cm উচ্চতা থেকে ফালা হয়েছে।

এক্ষেত্রে কৃতকার্য W = বলটির স্থিতিশক্তির 50% তাপে রূপান্তরিত হয়।

অর্থাৎ তাপে রূপান্তরিত শক্তির পরিমাণ,

$\vec{F} \cdot \vec{S}$ → (i) যেখানে J= তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক = 4.2×10^7 erg/cal

এই পরিমাণ তাপ 0°C উষ্ণতার m গ্রাম বরফকে গলায়। অতএব $H = mL$ → (ii) যেখানে L = বরফ গরলনের লীনতাপ = 80 cal/g

(i) ও (ii) নং সমীকরণ থেকে পাই

$$\frac{W}{t}$$

বা, $\frac{\vec{F} \cdot \vec{S}}{t}$

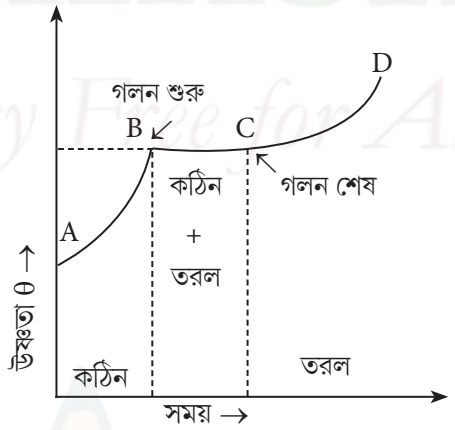
বা, $\vec{F} \cdot \left(\frac{\vec{s}}{t}\right)$

বা, $h = \frac{2LJ}{g} = \frac{2 \times 4.2 \times 10^7 \times 80}{980}$

$= 68.57\times10^5$ cm = 68.57 km

নির্ণেয় উচ্চতা = 68.57 কিমি।

5. লেখচিত্রের মাধ্যমে কঠিন পদার্থের গলন ব্যাখ্যা কর।



কঠিন পদার্থের গলন

লেখচিত্রের ব্যাখ্যা ঃ

(i) **A বিন্দু ঃ** A বিন্দু দ্বারা কঠিন পদার্থটির প্রাথমিক উষ্ণতা বোঝানো হয়েছে।

(ii) **AB বিন্দু ঃ** এই অংশে সময়ের এই সঙ্গে কঠিন পদার্থের উষ্ণতা বাড়তে থাকে, কিন্তু পদার্থটি কঠিন অবস্থাতেই থাকে।

(iii) **B বিন্দু ঃ** এই বিন্দুতে কঠিন পদার্থের গলন শুরু হয়, তাই এই বিন্দুতে কঠিনের উষ্ণতাকে তার গলনাঙ্ক বলে।

(iv) **BC অংশ ঃ** BC অংশে গলন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। এই সময় উষ্ণতা স্থির থাকে এবং পদার্থটি কঠিন ও তরলের মিশ্রণ হিসাবে থাকে।

(v) **C বিন্দু ঃ** এই বিন্দুতে গলন সম্পূর্ণ হয়। অর্থাৎ পদার্থটি পুরোপুরিভাবে তরলে পরিণত হয়। এই সময়ও উষ্ণতা গলনাঙ্কতেই থাকে।

(vi) **CD অংশ ঃ** এই অংশ তাপ প্রয়োগ করলে তরলটির উষ্ণতা আবার বাড়ে।

6. তাপগ্রাহিতা ও জলসম-এর মধ্যে পার্থক্য লেখো।

তাপগ্রাহিতা ও জলসম-এর পার্থক্য ঃ

বিষয়	তাপগ্রাহিতা	জলসম
পরিমেয় রাশি	তাপগ্রাহিতা বলতে কিছু পরিমাণ তাপকে বোঝায়।	জলসম বলতে কিছু পরিমাণ জলের ভরকে বোঝায়।
সংজ্ঞা	কোনো বস্তুর উষ্ণতা 1^{o} বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপ লাগে, সেই পরিমাণ তাপকে ওই বস্তুর তাপগ্রাহিতা বলে।	কোনো বস্তুর উষ্ণতা 1^{o} বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় তাপ যে পরিমাণ ভরের জলের উষ্ণতা 1^{o} বৃদ্ধি করতে পারে, সেই পরিমাণ জলের ভরকে ওই বস্তুর জলসম বলে।
CGS পদ্ধতি ও SI পদ্ধতিতে একক	CGS পদ্ধতিতে ও SI -তে তাপ-গ্রাহিতার একক হল যথাক্রমে ক্যালোরি/ডিগ্রি সেলসিয়াস ও জুল/কেলভিন।	CGS পদ্ধতিতে ও SI -তে জলসমের একক হল যথাক্রমে গ্রাম ও কিলোগ্রাম
গাণিতিক রাশিমালা	m ভর বিশিষ্ট কোনো বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ S হলে SI -তে বস্তুটির তাপগ্রাহিতা =msJ/K	m ভর বিশিষ্ট কোনো বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ S হলে SI -তে বস্তুটির জলসম $\frac{ms}{4200}$ kg

7. 0^{o}C উষ্ণতার বড়ো একটি বরফের ব্লকের ছোটো একটি গর্তে জল দেওয়া হল। ওই জল বরফ হবে কি? যুক্তি দাও।

বরফ ও তার মধ্যে থাকা গর্তে ঢালা জলের মধ্যে জলের উষ্ণতা বেশি হওয়ায় জল তাপ বর্জন করে শীতল হবে এবং সেই তাপ গ্রহণ করে কিছু পরিমাণ বরফ গলবে। এই আদান-প্রদানের ফলে যে মুহূর্তে জলের উষ্ণতা কমে 0°C হবে, সেই অবস্থায় বরফ ও জলের উষ্ণতা সমান হয় অর্থাৎ তাপীয় সাম্য প্রতিষ্ঠিত হয় এবং তাপের হস্তান্তরও বন্ধ হয়ে যায়। সুতরাং 0°C উষ্ণতা প্রাপ্ত জল কঠিনে অর্থাৎ বরফে রূপান্তরিত হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় লীনতাপ সংলগ্ন পরিবেশ অর্থাৎ বরফে বর্জন করতে ব্যর্থ হবে। ফলে ওই জল কখনোই জমে বরফ হতে পারে না। অর্থাৎ 0°C উষ্ণতার জল পাওয়া যাবে।

8. 0 °C উষ্ণতায় 100g বরফকে 100°C উষ্ণতার জলে পরিণত করতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? (বরফ গলনের লীনতাপ = 80 Cal/g)

0°C উষ্ণতার 100g বরফকে 0°C উষ্ণতার 100g জলে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ,

H_1= বরফের ভর × বরফ গলনের লীনতাপ

= 100×80 cal = 8,000 cal.

0°c উষ্ণতার 100g জলকে 100°C উষ্ণতায় নিয়ে আসতে প্রয়োজনীয় তাপ,

H_2= জলের ভর × জলের আপেক্ষিক তাপ × উষ্ণতা বৃদ্ধি

= 100 × 1 × (100 – 0) cal = 10,000 cal.

∴ 0°C উষ্ণতার 100g বরফকে 100°C উষ্ণতার জলে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় মোট তাপ,

$H = H_1+H_2$ = (8,000+10,000) cal.

বা, H = 18,000 cal.

∴ কৃতকার্য → W=JH.

(এখানে J = তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক = 4.2 J/cal)

∴ W = (4.2×18,000) = 75,000 J

75,600 J কার্য করতে হবে।

9. ঘরের উষ্ণতায় জল ফোটানো সম্ভব কী?

আমরা জানি জলের স্বাভাবিক স্ফুটনাঙ্ক 100°C অর্থাৎ প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে জল 100°C উষ্ণতায় ফোটে। এখন, চাপ বৃদ্ধিতে তরলের স্ফুটনাঙ্ক বাড়ে এবং চাপ হ্রাসে স্ফুটনাঙ্ক হ্রাস পায় সুতরাং তরলের উপরিপৃষ্ঠ সংলগ্ন বাষ্পের চাপ বা বায়ুমণ্ডলীর চাপ যথেষ্ট পরিমাণে কমানো সম্ভব হলে

জলের স্ফুটনাঙ্ক তার স্বাভাবিক মানের থেকে ঘরের উষ্ণতায় নেমে আসতে পারে। এই পরিস্থিতিতে ঘরের উষ্ণতায় জল ফোটানোর সম্ভব।

10. 1g বরফ গলাতে 80 cal তাপের প্রয়োজন। এক ব্যক্তি দাঁত দিয়ে চিবিয়ে 70g বরফকে 2mm-এ সম্পূর্ণভাবে গলিয়ে ছিল। তাহলে ব্যক্তিটির ক্ষমতা কত?

যেহেতু 1g বরফ গলাতে প্রয়োজনীয় তাপ = 80 cal

$\therefore$ 70g বরফ গলাতে প্রয়োজনীয় তাপ = 80×70 = 5600 cal

এই পরিমাণ তাপ উৎপন্ন করতে ব্যক্তি কর্তৃক সম্পাদিত কার্য হল W (ধরি)

$\therefore$ W = 4.2 ×5600 = 23,520 J.

যেহেতু ব্যক্তিটি W পরিমাণ কার্য করতে t = 2×60 = 120s সময় নেয়।

তাহলে ব্যক্তিটির ক্ষমতা $P = \frac{W}{t}$

ব্যক্তিটির ক্ষমতা $P = \frac{W}{t} = \frac{2352\cancel{0}}{12\cancel{0}} = 196$ watt

11. দিল্লি অপেক্ষা পুরীতে একই উষ্ণতায় কষ্ট বেশি হয় কেন?

পুরী সমুদ্রের বেশি কাছাকাছি অবস্থিত বলে পুরীর বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি। তাই ঘাম বাষ্পীভূত হতে সময় লাগে। সুতরাং পুরীর আবহাওয়া অস্বস্তিকর। কিন্তু দিল্লি সমুদ্র থেকে অনেক দূরে অবস্থিত হওয়ায় দিল্লির বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম। তাই সহজেই ঘাম বাষ্পীভূত হয় ও দিল্লির আবহাওয়া আরামদায়ক মনে হয়।

12. সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত বাষ্পের পার্থক্য ঃ

বিষয়	সম্পৃক্ত বাষ্প	অসম্পৃক্ত বাষ্প
সংজ্ঞা	কোনো আবদ্ধ স্থানে যে সর্বাধিক পরিমাণ বাষ্প উপস্থিত থাকতে পারে, তাকে সম্পৃক্ত বাষ্প বলে।	কোনো আবদ্ধ স্থানে তার সর্বোচ্চ ধারণক্ষমতা অপেক্ষা কম পরিমাণে উপস্থিত বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্প বলে।
বাষ্পচাপ	কোনো আবদ্ধ স্থানে, বাষ্প যে সর্বাধিক চাপ প্রয়োগ করতে পারে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের মান তার সমান হয়।	অসম্পৃক্ত বাষ্পের দেওয়া চাপের মান সর্বদা সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম হয়।
তরলের সংস্পর্শে সাম্য	সম্পৃক্ত বাষ্প তরলের সংস্পর্শে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে।	অসম্পৃক্ত বাষ্প তরলের সংস্পর্শে সাম্য থাকতে পারে না।
উষ্ণতার প্রভাব	উষ্ণতা কমিয়ে নির্দিষ্ট পরিমাণ সম্পৃক্ত বাষ্পের একাংশ ঘনীভূত হয়ে তরলে পরিণত হয়। উষ্ণতা বাড়লে সম্পৃক্ত বাষ্প অসম্পৃক্ত হয়ে পড়ে।	উষ্ণতা কমিয়ে নির্দিষ্ট পরিমাণ অসম্পৃক্ত বাষ্পকে সম্পৃক্ত অবস্থায় আনা যায়। উষ্ণতা বাড়লে তা আরও সম্পৃক্ত হয়।
গ্যাস সূত্রগুলির মান্যতা	সম্পৃক্ত বাষ্প গ্যাস সূত্রগুলি মান্য করে না।	অসম্পৃক্ত বাষ্প গ্যাস সূত্রগুলি মেনে চলে।

13. জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ কী?

আমরা জানি জল জমে বরফে পরিণত হলে তার আয়তন বাড়ে। 0°C উষ্ণতার বরফে তাপ প্রয়োগ করা হলে তা জলে পরিণত হয় এবং তার আয়তন কমতে থাকে। কারণ— বরফের মধ্যে উপস্থিত জল অণুগুলির মধ্যে যে H বন্ধন থাকে, সেগুলি তাপ প্রয়োগের ফলে ভেঙে যাওয়ায় জলের অণুগুলি কাছাকাছি চলে আসে এবং অণুগুচ্ছ তৈরি করে। ফলে, আয়তন কমার সঙ্গে ঘনত্বও বাড়তে থাকে। যখন উষ্ণতা 4°C হয় তখন বরফ মধ্যস্থ সমস্ত H বন্ধন ভেঙে যায়, আয়তন সর্বনিম্ন ও ঘনত্ব সর্বোচ্চ হয়। এরপর যখন উষ্ণতা আরো বাড়ানো হয় অর্থাৎ উষ্ণতা 4°C-এর থেকে বৃদ্ধি পায় তখন জলের অণুগুলির গতিশক্তি বাড়তে থাকে এবং আয়তনও

ধীরে ধীরে বাড়তে থাকে ও ঘনত্ব কমে। তাপ প্রয়োগ 0°C থেকে 4°C উষ্ণতা পর্যন্ত জলের আয়তন হ্রাস পাওয়ার ঘটনাই হল জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ।

14. 6800J তাপ প্রয়োগে 0°C উষ্ণতায় কত ভরের বরফ গলানো সম্ভব?

তাপের পরিমাণ (Q) = 6800J.

ধরি m kg বরফ গলানো যাবে।

গলনের লীনতাপ (L) = 3.36×10^5 J/kg

শর্তানুযায়ী Q = mL

বা, $6800 = m\times3.36\times10^5$

বা, $m = \frac{6800}{3.36\times10^5}$

বা, m = 0.02 kg

∴ 0.02 kg. ভরের বরফ গলানো সম্ভব হবে।

15. 15°C উষ্ণতার কিছু পরিমাণ জলের সঙ্গে 100°C উষ্ণতার কত লিটার জল মেশালে মিশ্রণের উষ্ণতা হবে 30°C এবং আয়তন হবে 30L.

যেহেতু মিশ্রণের আয়তন = 30L

ধরাযাক 15°C উষ্ণতার x লিটার জলের সঙ্গে 100°C উষ্ণতার (30-x) লিটার জল মেশানো হয়েছে। মিশ্রণের চূড়ান্ত উষ্ণতা 30°C.

এখন x লিটার জলের ভর = 1000x গ্রাম এবং (30–x) লিটার জলের ভর = (30 – x)×1000 গ্রাম

জলের আপেক্ষিক তাপ 1cal/g°C.

∴ 15°C উষ্ণতায় জল দ্বারা গৃহীত তাপ,

$H_1 = (1000)x \times 1 \times (30 - 15)$ cal.

$= 1000x \times 15.$

এবং 100°C উষ্ণতার জল দ্বারা বর্জিত তাপ।

$H_2 = (30 - x)\times 1000 \times 1 \times (30-15)$

$= (30 - x) \times 1000 \times 15.$ cal

ক্যালোরিমিতির মূলনীতি অনুযায়ী ⇒

$H_1 = H_2$

বা, $(1000x)\times15 = (30 - x) \times 1000 \times 15$

বা, $15x = 15(30 - x)$

বা, $15x = 450 - 15x$

বা, $15x + 15x = 450.$

বা, $30x = 450$

বা, $x = \frac{45\cancel{0}}{3\cancel{0}}$

বা, x = 15

∴ $(30 - x) = (30 - 15) = 15$

∴ 15°C উষ্ণতায় 15 লিটার জলের সঙ্গে 100°C উষ্ণতার 15 লিটার জল মেশালে মিশ্রণের উষ্ণতা হবে 30°C এবং আয়তন হবে 30 লিটার।

16. একখণ্ড বরফকে অনেক উপর থেকে ফেললে ভূমিতে আঘাতে পর বরফের কিছুটা অংশ গলে যায় কেন?

উচ্চ স্থান থেকে ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হলে প্রাথমিক অবস্থানে বরফখণ্ডের মধ্যে যে পরিমাণ স্থিতিশক্তি থাকে ভূমিতে আঘাতের ফলে তার একটি অংশ গতিশক্তি ও শব্দশক্তিতে এবং বৃহৎ অংশই তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে যায়। তাছাড়া পতনশীল অবস্থায় বরফখণ্ডের সঙ্গে বায়ুর ঘর্ষণের ফলেও কিছু পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয়। এই দুই প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের কিছু অংশ বরফে আবদ্ধ থেকে তার গলনের জন্য প্রয়োজনীয় লীনতাপ সরবরাহ করে। ফলে বরফখণ্ডের কিছু অংশ ভূমিতে আঘাতের পর গলে যায়।

17. বাষ্পীভবনের লীনতাপ, গলনের লীনতাপ অপেক্ষা বেশি হয় কেন?

কঠিন পদার্থের অণুগুলির মধ্যে আন্তরাণবিক ব্যবধান তরল পদার্থের তুলনায় কম, গ্যাসের ক্ষেত্রে গ্যাসের অণুগুলির মধ্যে আন্তরাণবিক ব্যবধান অনেক বেশি।

তাপ প্রয়োগ করে কোনো কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করতে অণুগুলির আন্তরাণবিক ব্যবধান যতটা বৃদ্ধি করতে হয়, তরল থেকে বাষ্পে পরিণত করতে অণুগুলির আন্তরাণবিক ব্যবধান তার চেয়ে অনেক বেশি বৃদ্ধি করতে হয়। ফলে তরল থেকে বাষ্পে রূপান্তরের সময় অণুগুলির মধ্যে ক্রিয়াশীল আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে অনেক বেশি

কার্য করতে হয়। যেহেতু লীনতাপ এই কার্যের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি যোগায়, তাই বেশি তাপশক্তির প্রয়োজন হয়। সেই কারণে বাষ্পীভবনের লীনতাপ গলনের লীনতাপ অপেক্ষা বেশি।

18. গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য ঃ

বিষয়	গ্যাস	বাষ্প
সংজ্ঞা	কোনো বায়বীয় পদার্থের উষ্ণতা তার সংকট উষ্ণতার থেকে বেশি হলে সেই বায়বীয় পদার্থকে গ্যাস বলা হয়।	কোনো বায়বীয় পদার্থের উষ্ণতা তার সংকট উষ্ণতার থেকে কম হলে সেই বায়বীয় পদার্থকে বাষ্প বলা হয়।
তরল অবস্থা	গ্যাস অতি নিম্ন উষ্ণতায় তরল অবস্থায় থাকে। যেমন— অক্সিজেন এবং হাইড্রোজেন এই দুটি গ্যাস যথাক্রমে $-183^{\circ}C$ এবং $-252^{\circ}C$ উষ্ণতায় তরল অবস্থায় থাকে।	বাষ্প সাধারণ উষ্ণতায় তরল অবস্থায় থাকে। যেমন— জলীয় বাষ্প, অ্যালকোহলের বাষ্প সাধারণ উষ্ণতায় তরল অবস্থায় থাকে।
চাপের প্রভাব	গ্যাসকে সাধারণ উষ্ণতায় চাপ প্রয়োগ করলে তরলে পরিণত হয় না।	বাষ্পকে সাধারণ উষ্ণতায় কেবল চাপ প্রয়োগ করে সহজে তরলে পরিণত করা হয়।

19. $0^{\circ}C$ থেকে $10^{\circ}C$ পর্যন্ত উষ্ণতা মাপার জন্য থার্মোমিটারে পারদের পরিবর্তে জল ব্যবহার করা যায় না কেন?

উষ্ণতার পরিবর্তনের সঙ্গে পারদের আয়তন পরিবর্তন নিয়মানুগ ও একমুখী হওয়ায় উষ্ণতামাপক পদার্থ হিসাবে থার্মোমিটারে পারদ ব্যবহার করা হয়। কিন্তু উষ্ণতা পরিবর্তন সাপেক্ষে জলের আয়তন পরিবর্তন নিয়মানুগ হলেও একমুখী নয়। ব্যতিক্রান্ত প্রসারণের জন্য জলের ক্ষেত্রে $0^{\circ}-4^{\circ}C$ পাল্লায় উষ্ণতা বৃদ্ধিতে আয়তন বৃদ্ধি না পেয়ে হ্রাস পায় এবং $4^{\circ}C$ এ তা সর্বনিম্ন হয়। $4^{\circ}C$ এর উপরে অন্যান্য তরলের মতো উষ্ণতা বাড়লে জলেরও আয়তন বাড়ে।

এছাড়াও দেখা যায় যে, $0^{\circ}C$ ও $10^{\circ}C$ উষ্ণতায় নির্দিষ্ট পরিমাণ জলের আয়তন প্রায় সমান। সুতরাং জল থার্মোমিটার $0^{\circ}C$ উষ্ণতায় যে পাঠ দেয় তা $10^{\circ}C$ উষ্ণতায় প্রদর্শিত পাঠের সমান হবে। বলা বাহুল্য যে, এর ফলে প্রাপ্ত পাঠ নির্ভুল হবে না। তাই এক্ষেত্রে পারদের পরিবর্তে জল ব্যবহার করা যায় না।

20. এক গ্লাস জল চাঁদের পৃষ্ঠে খোলা অবস্থায় রেখে দেওয়া হল। কী ঘটবে?

চাঁদে বায়ুমণ্ডল না থাকায় সেখানে বায়ুর চাপ শূন্য। বায়ু শূন্য স্থানে জলের স্ফুটনাঙ্ক তার স্বাভাবিক স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা অনেক কম। তাই মহাকাশচারীরা গ্লাসে জল ঢালার সময় জলের ওপর চাপ শুধুমাত্র $20^{\circ}C$ উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পচাপের সমান হয়, যা অতি নগণ্য। এই উপেক্ষণীয় চাপে জল দ্রুত ফুটে বাষ্পে পরিণত হতে শুরু করে এবং বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় লীনতাপ গ্লাসের জল থেকেই সংগ্রহ করে। ফলে, গ্লাসের অবশিষ্ট জলে উষ্ণতা দ্রুত কমবে এবং একসময় তা বরফে পরিণত হবে।