প্যারালাল TEXT

(For HSC & Pre-Admission)

পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র

প্রথম অধ্যায় : তাপগতিবিদ্যা

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

প্রচ্ছদ
মোঃ রাকিব হোসেন

অক্ষর বিন্যাস
জায়েদ, হৃদয় ও শাওন

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
প্রথম প্রকাশ
আগস্ট, ২০২৩ ইং

অনলাইন পরিবেশক
rokomari.com

Fixed Price
১৭৫/-
(একশত পঁচাত্তর টাকা মাত্র)

কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা,

তোমরা শিক্ষা জীবনের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপে পদার্পণ করেছো। মাধ্যমিকের পড়াশুনা থেকে উচ্চ মাধ্যমিকের পড়াশুনার ধাঁচ ভিন্ন এবং ব্যাপক। মাধ্যমিক পর্যন্ত যেখানে 'বোর্ড বই'-ই ছিল সব, সেখানে উচ্চ-মাধ্যমিকে বিষয়ভিত্তিক নির্দিষ্ট কোন বই নেই। কিন্তু বাজারে বোর্ড অনুমোদিত বিভিন্ন লেখকের অনেক বই পাওয়া যায়। একারণেই শিক্ষার্থীরা পাঠ্যবই বাছাইয়ের ক্ষেত্রে দ্বিধায় ভোগে। এছাড়া, মাধ্যমিকের তুলনায় উচ্চ-মাধ্যমিকে সিলেবাস বিশাল হওয়া সত্ত্বেও প্রস্তুতির জন্য খুবই কম সময় পাওয়া যায়। জীবনের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ এই ধাপের শুরুতেই দ্বিধা-দ্বন্দ্ব থেকে মুক্তি দিতে আমাদের এই Parallel Text। উচ্চ মাধ্যমিক পর্যায়ে শিক্ষার্থীদের হতাশার একটি মুখ্য কারণ থাকে পাঠ্যবইয়ের তাত্ত্বিক আলোচনা বুঝতে না পারা। এজন্য শিক্ষার্থীদের মাঝে বুঝে বুঝে পড়ার প্রতি অনীহা তৈরি হয়। তারই ফলস্বরূপ শিক্ষার্থীরা HSC ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় ভালো ফলাফল করতে ব্যর্থ হয়।

তোমাদের লেখাপড়াকে আরও সহজ ও প্রাণবন্ত করে তোলার বিষয়টি মাথায় রেখে আমাদের Parallel Text বইগুলো সাজানো হয়েছে সহজ-সাবলীল ভাষায়, অসংখ্য বাস্তব উদাহরণ, গল্প, কার্টুন আর চিত্র দিয়ে। প্রতিটি টপিক নিয়ে আলোচনার পরেই রয়েছে গাণিতিক উদাহরণ; যা টপিকের বাস্তব প্রয়োগ এবং গাণিতিক সমস্যা সমাধান সম্পর্কে ধারণা দেয়ার পাশাপাশি পরবর্তী টপিকগুলো বুঝতেও সাহায্য করবে। তোমাদের বোঝার সুবিধার জন্য গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা, বৈশিষ্ট্য, পার্থক্য ইত্যাদি নির্দেশকের মাধ্যমে আলাদা করা হয়েছে। এছাড়াও যেসব বিষয়ে সাধারণত ভুল হয়, সেসব বিষয় 'সতর্কতা' এর মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।

তবে শুধু বুঝতে পারাটাই কিন্তু যথেষ্ট নয়, তার পাশাপাশি দরকার পর্যাপ্ত অনুশীলন। আর এই বিষয়টি আরও সহজ করতে প্রতিটি অধ্যায়ের কয়েকটি টপিক শেষে যুক্ত করা হয়েছে 'টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান'। যার মধ্যে রয়েছে বিগত বোর্ড পরীক্ষার প্রশ্নের পাশাপাশি বুয়েট, রুয়েট, কুয়েট, চুয়েট, মেডিকেল ও ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়সহ বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের ভর্তি পরীক্ষার প্রশ্ন ও সমাধান। এভাবে ধাপে ধাপে অনুশীলন করার ফলে তোমরা বোর্ড পরীক্ষার শতভাগ প্রস্তুতির পাশাপাশি ভর্তি পরীক্ষার প্রস্তুতিও নিতে পারবে এখন থেকেই। এছাড়াও অধ্যায় শেষে রয়েছে 'গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম' ও 'গাণিতিক সমস্যাবলি' যা অনুশীলনের মাধ্যমে তোমাদের প্রস্তুতি পূর্ণাঙ্গ হবে।

আশা করছি, আমাদের এই Parallel Text একই সাথে উচ্চ মাধ্যমিকে তোমাদের বেসিক গঠনে সহায়তা করে HSC পরীক্ষায় A+ নিশ্চিত করবে এবং ভবিষ্যতে বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তিযুদ্ধের জন্য প্রস্তুত রাখবে।

তোমাদের সার্বিক সাফল্য ও উজ্জ্বল ভবিষ্যত কামনায়-

উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

সূচিপত্র

পদার্থবিজ্ঞান ২য় পত্র

প্রথম অধ্যায়: তাপগতিবিদ্যা

ক্র.নং	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
০১	তাপমাত্রা পরিমাপের মূলনীতি	০১
০২	তাপমাত্রা পরিমাপ	০৩
০৩	**টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান**	১০
০৪	তাপগতীয় সিস্টেম	১২
০৫	তাপগতীয় চলরাশি	১৩
০৬	তাপগতীয় প্রক্রিয়া	১৪
০৭	তাপ, কাজ ও অভ্যন্তরীণ শক্তি	১৪
০৮	**টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান**	১৮
০৯	তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র	১৯
১০	মোলার আপেক্ষিক তাপ	২১
১১	তাপগতিবিদ্যার অবস্থাসূচক ফাংশন ও পথসূচক ফাংশন	২২
১২	বিভিন্ন তাপগতীয় প্রক্রিয়া	২৪
১৩	সমোষ্ণ প্রক্রিয়া	৩০
১৪	**টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান**	৩৯
১৫	তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের ধারণা	৪৮
১৬	প্রত্যাবর্তী ও অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া	৫৩
১৭	কার্নো চক্র	৫৫
১৮	রেফ্রিজারেটর বা হিমায়ক	৫৯
১৯	**টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান**	৬৩
২০	এনট্রপি	৭৩
২১	এনট্রপি ও বিশৃঙ্খলা	৮০
২২	**টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান**	৮১
২৩	একত্রে সব গুরুত্বপূর্ণ সূত্র	৮৭
২৪	গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম	৮৮
২৫	গাণিতিক সমস্যাবলি	৯৫

Gmail

পারস্পরিক সহযোগিতা-ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি "HSC Parallel Text" তোমাদের কাছে অনেক বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোন ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নেব ইনশাআল্লাহ্।

Email : solutionpt.udvash@gmail.com

Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) "HSC Parallel Text" এর বিষয়ের নাম, (ii) ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (iii) পৃষ্ঠা নম্বর, (iv) প্রশ্ন নম্বর, (v) ভুলটা কী,

(vi) কী হওয়া উচিৎ বলে তোমার মনে হয়।

উদাহরণ: "HSC Parallel Text" Physics 2nd Paper, Bangla Version, Page-41, Question-34, দেওয়া আছে, উত্তর: (a) কিন্তু হবে (b)।

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোন পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহর নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

অধ্যায় ০১

তাপগতিবিদ্যা

আসিফ একাদশ শ্রেণির একজন ছাত্র। সে তার কলেজের ফাইনাল পরীক্ষা শেষ করে ছুটি কাটাতে কানাডায় তার চাচার বাসায় বেড়াতে যায়। একদিন আসিফ তার চাচা ও চাচাত ভাইয়ের সাথে প্ল্যান করে পার্কে ঘুরতে যায়। রওনা দেওয়ার শুরুতেই আসিফ বিস্মিত হয়ে লক্ষ্য করে তারা যে গাড়িতে করে রওনা দিবে তা একটি টেসলা ব্র্যান্ডের গাড়ি। আসিফ কৌতূহলী হয়ে তার চাচাকে এ ব্যাপারে জিজ্ঞাসা করলে তার চাচা বলে "তুমি যে গাড়িটি দেখতে পাচ্ছ তা সম্পূর্ণ বিদ্যুতচালিত।" আসিফ তখন বলে যে আগামী প্রজন্মের সকল গাড়িই বিদ্যুতচালিত হবে যা খুবই পরিবেশবান্ধব।

তখন তার চাচা তাকে জানায় যে এসব গাড়ি ব্যবহারের ক্ষেত্রে একটি সমস্যা রয়েছে তা হল শীত প্রধান দেশগুলোতে ব্যাটারিচালিত গাড়িগুলোর ব্যাটারির শক্তির একটি বিরাট অংশ অপচয় হয়ে যায় 'ইলেকট্রিক' হিটার দিয়ে গাড়ি গরম রাখার জন্য। তখন আসিফের চাচাত ভাই আলোচনায় যোগ দিয়ে জানায় যে বাজারে এখন নতুন মডেলের টেসলা গাড়ি বের হয়েছে যেখানে ইলেকট্রিক হিটারের পরিবর্তে 'হিট পাম্প' ব্যবহৃত হয় ফলে গাড়িতে দীর্ঘ সময় ধরে ব্যাটারি থেকে শক্তি পাওয়া যায়। বিষয়টি শুনে আসিফ অনেক কৌতূহলী হয়ে ওঠে এবং পরবর্তীতে সে দ্বাদশ শ্রেণিতে পদার্থবিজ্ঞানের তাপগতিবিদ্যা অধ্যায়টি পড়ার মধ্যদিয়ে বিষয়গুলো আরও ভালভাবে বুঝতে পারে। প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা, তোমরাও যদি আসিফের মতো তাপগতিবিদ্যার বিভিন্ন বিষয়ে আগ্রহী হয়ে থাকো তবে তোমাদেরকে এই অধ্যায়ে স্বাগতম।

তাপমাত্রা পরিমাপের মূলনীতি

তাপের ধারণা

কোনো বস্তু কতটা গরম বা ঠাণ্ডা তা বোঝার জন্য প্রাচীনকাল থেকেই স্পর্শানুভূতির ধারণা ব্যবহৃত হত। আমরা যদি উত্তপ্ত কোনো বস্তুর ওপর হাত রাখি তখন আমরা হাতে গরম অনুভব করি। আবার হাত সরিয়ে নিলে ধীরে ধীরে হাত ঠাণ্ডা হয়ে যায়। প্রাচীনকালের মানুষ এ ঘটনার ব্যাখ্যা এভাবে দিয়েছিল যে, যখন কোনো বস্তু তার চেয়ে উত্তপ্ত বা শীতল বস্তুর সংস্পর্শে আসে তখন কিছু একটা বস্তুর মধ্যে প্রবেশ করে। এ কিছু একটাই হচ্ছে 'তাপ'। এ ধারণা থেকে তাপকে সেসময়ে এভাবে সংজ্ঞায়িত করা হয়েছিল যে, "তাপ হচ্ছে এক প্রকার শক্তি, যা গ্রহণ করলে বস্তু গরম হয় এবং বর্জন করলে বস্তু ঠাণ্ডা হয়"।

তোমার মাথায় এখন নিশ্চয়ই যে প্রশ্নটা ঘুরপাক খাচ্ছে তা হল দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থাকলে আমরা কীভাবে বুঝতে পারব যে, কোন বস্তু তাপ গ্রহণ করবে এবং কোন বস্তু তাপ বর্জন করবে। এটা বোঝার জন্য আমাদের তাপমাত্রা নামক রাশি সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে হবে। এই তাপমাত্রার ধারণাকে কাজে 'লাগিয়েই' তাপকে পরবর্তীতে পুনরায় সংজ্ঞায়িত করা হবে। তাহলে চলো এবার তাপমাত্রার ব্যাপারে ধারণা নেওয়া যাক।

তাপমাত্রার ধারণা

কোনো বস্তু গরম না ঠাণ্ডা অর্থাৎ, কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা স্পর্শানুভূতির সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। তবে সাধারণ অভিজ্ঞতা থেকে সহজেই বোঝা যায়, স্পর্শানুভূতি কখনোই তাপীয় অবস্থা নির্ণয়ের জন্য সম্পূর্ণ নির্ভরযোগ্য হতে পারে না। এর কারণ হল, ভিন্ন ভিন্ন মানুষের গরম-ঠাণ্ডার অনুভূতি ভিন্ন হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এছাড়াও দীর্ঘ সময় একই পরিবেশে আছে এরকম দুটি বস্তুর মধ্যে একটিকে গরম ও অন্যটিকে ঠাণ্ডা মনে হতে পারে। যেমন, অনেক সময় ধরে রোদে রাখা একটি লোহার তৈরি বস্তু ও কাঠের তৈরি বস্তুর মধ্যে লোহার তৈরি বস্তুকে স্পর্শ করলে অধিক উষ্ণ বলে মনে হয়।

এ আলোচনা থেকে আমরা বুঝতেই পারছি বস্তুর তাপীয় অবস্থা প্রকাশের জন্য আমাদের একটি রাশির প্রয়োজন। বস্তুর তাপীয় অবস্থা প্রকাশের জন্য প্রয়োজনীয় রাশিই হল 'তাপমাত্রা'।

তাপমাত্রা: কোনো বস্তু কতটুকু গরম বা ঠাণ্ডা অর্থাৎ, বস্তুর তাপীয় অবস্থা যে রাশির সাহায্যে নির্ণয় করা হয় তাকে তাপমাত্রা বলে।

কোনো বস্তু তাপ গ্রহণ করলে বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং বস্তু তাপ বর্জন করলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়। দুটি ভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে তাপমাত্রার ব্যবধান থাকলেই কেবল তাপের প্রবাহ তৈরি হবে। এছাড়া তাপের প্রবাহ কোনদিকে হবে এ বিষয়টাও বস্তুর তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে। দুটি ভিন্ন তাপমাত্রার বস্তুকে পরস্পরের সংস্পর্শে রাখলে দেখা যাবে বেশি তাপমাত্রার বস্তু থেকে কম তাপমাত্রার বস্তুতে তাপের প্রবাহ ঘটবে। যার ফলে বেশি তাপমাত্রার বস্তুর তাপমাত্রা ধীরে ধীরে কমবে এবং কম তাপমাত্রার বস্তুর তাপমাত্রা ধীরে ধীরে বাড়বে। এ ঘটনা ততক্ষণ পর্যন্ত ঘটবে যতক্ষণ পর্যন্ত দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান না হয়। অর্থাৎ, বস্তুর তাপীয় অবস্থা এবং অন্য বস্তুর সাথে তাপের আদান-প্রদানের বিষয়টি তাপমাত্রা নামক রাশি দ্বারা নির্ধারিত হয়।

তাপীয় সমতা

কোনো একটি উত্তপ্ত বস্তুকে শীতল পরিবেশে রাখলে বা একটি শীতল বস্তুকে উষ্ণ পরিবেশে রাখলে দেখা যাবে বস্তুর সাথে পরিবেশের তাপের আদান- প্রদান ঘটছে। এক্ষেত্রে তাপের আদান-প্রদান ঠিক ততক্ষণ পর্যন্ত ঘটবে যতক্ষণ পর্যন্ত দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান না হয়। দুটি ভিন্ন সিস্টেমের তাপমাত্রা সমান হয়ে গেলে তাদের মধ্যে তাপের আদান-প্রদান বন্ধ হয়ে যায়।

তাপীয় সমতা: যে অবস্থায় পরস্পরের সংস্পর্শে থাকা বস্তুগুলোর মধ্যে তাপের আদান-প্রদান ঘটে না তাকে তাপীয় সমতা বলে।

"দুটি সিস্টেম তাপীয় সাম্যে আছে" এই কথাটির অর্থ হল দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান। তাপীয় সাম্যের ধারণাটি ব্যবহার করেই কোনো বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করা হয়। তাপীয় সাম্যের ধারণার গুরুত্ব অনুধাবন করে বিজ্ঞানী আর. এইচ. ফাওলার সর্বপ্রথম বিষয়টিকে সূত্র আকারে প্রকাশ করেন এবং সূত্রটিকে 'তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র' নামে অভিহিত করা হয়। চল এবার তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র সম্পর্কে জেনে নেওয়া যাক।

তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র

ধরা যাক, A ও B দুটি বস্তু তাদের মাঝে একটি তাপ কুপরিবাহী দেয়াল দ্বারা সংযুক্ত আছে। অর্থাৎ, A ও B বস্তুদ্বয় পরস্পর থেকে তাপীয়ভাবে বিচ্ছিন্ন। এখন A ও B উভয় বস্তুর সাথে তৃতীয় একটি বস্তু C কে এমনভাবে সংযুক্ত করা হল যেন তাপের আদান-প্রদান ঘটতে পারে। A ও C বস্তুর মাঝে তাপের আদান-প্রদান ততক্ষণ ঘটবে যতক্ষণ না তাদের তাপমাত্রা সমান হয়। একই ঘটনা ঘটবে B ও C বস্তুদ্বয়ের ক্ষেত্রে। একটা সময় দেখা যাবে A ও C বস্তুদ্বয় পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যে আছে এবং B ও C বস্তুদ্বয় পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যে আছে। অর্থাৎ, A ও B বস্তু পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যে আছে। ভিন্নভাবে বললে, তাপীয় সাম্যের মাধ্যমে A ও B বস্তুর তাপমাত্রা সমান হয়ে গেছে। এটিই তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রের মূলকথা।

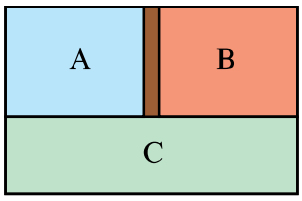

Fig 1.01

তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র: দুটি বস্তু তৃতীয় কোনো বস্তুর সাথে তাপীয় সমতায় থাকলে প্রথমোক্ত বস্তু দুটিও পরস্পরের সাথে তাপীয় সমতায় থাকবে।

তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র থেকে আমরা বুঝতে পারছি যে, কোনো বস্তু অন্য যেকোনো বস্তুর সাথে তাপীয় সমতায় আছে কিনা তা বস্তুর যে ধর্ম দ্বারা নির্ধারিত হয় তাই তাপমাত্রা।

তাপমাত্রা পরিমাপ

আমরা ইতোমধ্যেই 'তাপমাত্রা' রাশি সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা লাভ করেছি। এখন সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ আলোচনা হয়ে দাঁড়ায় যে, তাপমাত্রা কীভাবে পরিমাপ করা যায়। আমরা তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য তাপীয় সাম্যের ধারণা ব্যবহার করব।

ধরা যাক, আমাদের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করতে হবে। এ কাজের জন্য আমাদের একটি বিশেষ যন্ত্রের প্রয়োজন হবে। তাপমাত্রা নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রের নাম দেওয়া হয়েছে থার্মোমিটার।

থার্মোমিটারের সাথে আমরা কম-বেশি সবাই পরিচিত। কেননা, ছোটবেলায় থেকেই জ্বর হলে আমরা প্রথম যে কাজটি করে থাকি তা হল জ্বর বেশি নাকি কম তা থার্মোমিটারের সাহায্যে মেপে নেওয়া। তাহলে চল এখন জেনে নেওয়া যাক এই থার্মোমিটার কীভাবে কাজ করে।

থার্মোমিটার: যে যন্ত্রের সাহায্যে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় তাকে থার্মোমিটার বলে।

মূলত থার্মোমিটারের ভেতরে থাকা কোনো প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে অন্য কোনো বস্তুর অজানা তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয়। এক্ষেত্রে যে বস্তুকে প্রসঙ্গ হিসেবে বিবেচনা করা হয় তার ভৌত বৈশিষ্ট্য এমন হয় যেন তাপমাত্রার পরিবর্তনে সেই পদার্থের বিশেষ কোনো ধর্ম সুষমভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন ততক্ষণ পর্যন্ত হয় যতক্ষণ না প্রসঙ্গ বস্তু অজানা তাপমাত্রার বস্তুর সাথে তাপীয় সাম্যে পৌঁছায়। প্রসঙ্গ বস্তুটির ভৌত বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তন নির্ণয় করার মাধ্যমে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণস্বরূপ, একটি কৈশিক নলের অভ্যন্তরে তরল পারদ ভর্তি করে তাকে উত্তপ্ত কোনো বস্তুর সংস্পর্শে রাখা হলে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা বৃদ্ধি পাবে। ফলে পারদ স্তম্ভের উচ্চতার পরিবর্তন পরিমাপ করে উত্তপ্ত বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করা যাবে। এই ঘটনায় আমরা যে প্রসঙ্গ বস্তু নিয়ে আলোচনা করেছি তাপমাত্রার পরিবর্তনে তার আয়তন প্রসারণ ঘটে। এইভাবে একেক বস্তুর তাপমাত্রার পরিবর্তনে একেক ভৌত বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তন ঘটে। প্রসঙ্গ বস্তুর পদার্থের এই ধর্মের পরিবর্তনকে উষ্ণতামিতিক ধর্ম বলে। যেমন- একটি সরু কাচ নলের মধ্যে তরল পারদ স্তম্ভের দৈর্ঘ্য, স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ বা স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন, পরিবাহী বা অর্ধপরিবাহীর তড়িৎ রোধ ইত্যাদি উষ্ণতামিতিক ধর্মের উদাহরণ।

উষ্ণতামিতিক ধর্ম: তাপমাত্রার পরিবর্তনে পদার্থের যে বিশেষ ধর্ম সুষমভাবে পরিবর্তিত হয় এবং যে ধর্মের পরিবর্তন লক্ষ্য করে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায় তাকে উষ্ণতামিতিক ধর্ম বলে।

তাপমাত্রা পরিবর্তনে কিছু বিশেষ পদার্থ ব্যবহৃত হয় যাদের তাপমাত্রামিতিক পদার্থ বলা হয়। যেমন- কৈশিক নলে (পারদ, অ্যালকোহল) স্তম্ভ, স্থির আয়তনে বা চাপে গ্যাস, পরিবাহী বা অর্ধপরিবাহী ইত্যাদি হলো উষ্ণতামিতিক পদার্থ।

তাপমাত্রামিতিক পদার্থ: যেসব পদার্থের উষ্ণতামিতিক ধর্ম ব্যবহার করে থার্মোমিটার তৈরি করা হয় তাদেরকে তাপমাত্রামিতিক পদার্থ বলা হয়।

তুমি নিশ্চয়ই তাপমাত্রা পরিমাপের প্রাথমিক ধারণা পেয়ে গেছো। তারপরেও একটি সমস্যা রয়েই যায় তা হল তাপমাত্রা পরিমাপের ক্ষেত্রে আমরা যদি কোনো নির্দিষ্ট মাত্রাকে আদর্শ হিসাবে না ধরি তখন একই বস্তুর তাপমাত্রা ভিন্ন ভিন্ন থার্মোমিটার দিয়ে মেপে ভিন্ন ভিন্ন পাঠ পাওয়া যাবে। তাপমাত্রা নির্ণয়ের ক্ষেত্রে এ সমস্যা নিরসনের জন্য সহজে ও পুনরায় উৎপাদনযোগ্য কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে আদর্শ ধরা হয়। ঐ নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে স্থিরবিন্দু বা স্থিরাঙ্ক বলে। পূর্বে দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতি প্রচলিত ছিল, বর্তমানে এক স্থিরবিন্দু পদ্ধতি আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত। চল প্রথমে দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতি সম্পর্কে জেনে নেই।

দুই স্থির বিন্দু পদ্ধতি

দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতিতে দুটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে স্থিরবিন্দু হিসেবে ধরা হয় যার একটি নিম্ন স্থিরবিন্দু এবং অপরটি ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দু। নিম্ন স্থিরবিন্দু ও ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দুকে এমনভাবে সংজ্ঞায়িত করা হয় যেন দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতির ওপর ভিত্তি করে তৈরি করা সকল থার্মোমিটার অভিন্ন তাপমাত্রার পরিমাপ দেয়। এবার আমরা নিম্ন ও ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দুর সংজ্ঞা জেনে নেই,

নিম্ন স্থিরবিন্দু: স্বাভাবিক চাপে যে তাপমাত্রায় বরফ গলতে থাকে বা বিশুদ্ধ বরফ ও পানি তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তাকে নিম্ন স্থিরবিন্দু বলে।
ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দু: স্বাভাবিক চাপে যে তাপমাত্রায় পানি ফুটতে থাকে তাকে ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দু বলে।
মৌলিক ব্যবধান: ঊর্ধ্ব ও নিম্ন স্থির বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী তাপমাত্রার ব্যবধানকে মৌলিক ব্যবধান বলে।

মৌলিক ব্যবধানকে কতগুলো সমান অংশে বিভক্ত করে প্রতিটি অংশকে তাপমাত্রার একক ধরে তাপমাত্রার স্কেল প্রণয়ন করা হয়। এক্ষেত্রে একটি বিষয় খেয়াল রাখতে হয় যা হল তাপমাত্রামিতিক ধর্ম হিসেবে পদার্থের যেসব ধর্মকে ব্যবহার করা হয় তা যেন তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে সুষমভাবে পরিবর্তিত হয়। আরও সুস্পষ্টভাবে বলতে গেলে তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে পদার্থের উষ্ণতামিতিক ধর্মের সম্পর্ক সমানুপাতিক।

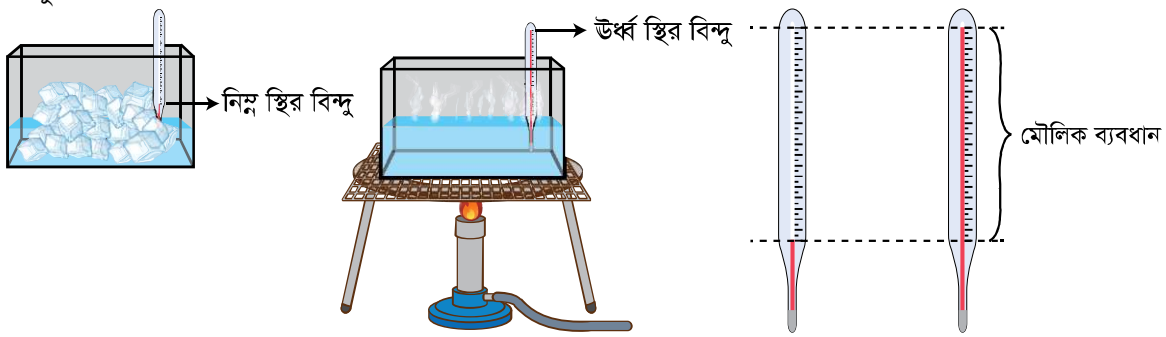

Fig 1.02

বিষয়টিকে গাণিতিকভাবে এভাবে প্রকাশ করা যায় যে কোন একটি নির্দিষ্ট পদার্থে θ, θ_{ice} ও θ_{steam} তাপমাত্রায় উষ্ণতামিতিক ধর্ম যথাক্রমে X, X_{ice} ও X_{steam}।

এখন, $(\theta - \theta_{ice}) \propto (X - X_{ice})$

$\Rightarrow \theta - \theta_{ice} = k(X - X_{ice}) \ldots\ldots\ldots$ (i) [যেখানে, k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক]

অনুরূপভাবে, $\theta_{steam} - \theta_{ice} = k(X_{steam} - X_{ice}) \ldots\ldots\ldots$ (ii)

(i) ও (ii) হতে পাই, $\frac{\theta-\theta_{ice}}{\theta_{steam}-\theta_{ice}} = \frac{X-X_{ice}}{X_{steam}-X_{ice}} \ldots\ldots\ldots$ (iii)

আবার, $(\theta_{steam}, \theta_{ice})$ হচ্ছে দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতিতে মৌলিক ব্যবধান। মৌলিক ব্যবধানকে n সংখ্যক ভাগে বিভক্ত করা হলে,

$\theta_{steam} - \theta_{ice} = n$

(iii) হতে পাই, $\frac{\theta-\theta_{ice}}{n} = \frac{X-X_{ice}}{X_{steam}-X_{ice}}$ $\therefore$ $\boxed{\theta = \frac{X-X_{ice}}{X_{steam}-X_{ice}} \times n + \theta_{ice}}$

এ সম্পর্কের সাহায্যে দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতি ব্যবহার করে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ-০১: একটি রোধ থার্মোমিটারের রোধ 0°C তাপমাত্রায় 16 Ω এবং 100°C তাপমাত্রায় 36 Ω। থার্মোমিটারটিকে একটি আধারে স্থাপন করলে রোধ 8Ω হয়। আধারের তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

সমাধান: দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতিতে তাপমাত্রা পরিমাপের নীতি থেকে আমরা জানি,

$$\theta = \frac{R-R_{ice}}{R_{steam}-R_{ice}} \times n + \theta_{ice}$$

$$\theta = \left(\frac{8-16}{36-16} \times 100 + 0\right)°C$$

$$= \left(\frac{-8}{20} \times 100\right)°C$$

$\therefore \theta = 40°C$ **(Ans.)**

এখানে,
নির্ণেয় তাপমাত্রায় রোধ, $R = 8\Omega$
নিম্ন স্থিরবিন্দুতে রোধ, $R_{ice} = 16\ \Omega$
ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দুতে রোধ, $R_{steam} = 36\ \Omega$
সেলসিয়াস স্কেলে, $\theta_{ice} = 0°C$
মৌলিক ব্যবধান, $n = 100$

দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতিতে তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেল

সেলসিয়াস স্কেল

1742 সালে সুইডেনের জ্যোতির্বিদ অ্যানডার্স সেলসিয়াস নিম্ন স্থিরবিন্দুকে 0°C এবং ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দুকে 100°C ধরে তাপমাত্রার একটি স্কেল প্রবর্তন করে। এক্ষেত্রে মৌলিক ব্যবধানকে সমান 100 ভাগে ভাগ করা হয়। এ স্কেলে তাপমাত্রার একক ডিগ্রি সেলসিয়াস, সংক্ষেপে °C। ফলে, সেলসিয়াস স্কেলের প্রতি 1 ঘরের মান হয় 1°C।

সেলসিয়াস স্কেলে, $\theta_{ice} = 0°C$

$\theta_{steam} = 100°C$

এবং $n = \theta_{steam} - \theta_{ice} = 100°C$

সুতরাং সেলসিয়াস স্কেলে কোনো বস্তুর অজানা তাপমাত্রা θ_C হলে,

$$\theta_C = \frac{X - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 100°C$$

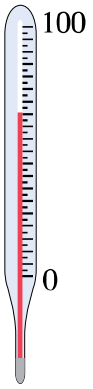

Fig 1.03

ফারেনহাইট স্কেল

1714 সালে জার্মান বিজ্ঞানী জি.ডি. ফারেনহাইট নিম্ন স্থিরবিন্দুকে 32°F এবং ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দুকে 212°F ধরে তাপমাত্রার একটি স্কেল প্রবর্তন করেন। এক্ষেত্রে মৌলিক ব্যবধানকে সমান 180 ভাগে ভাগ করা হয়। এ স্কেলে তাপমাত্রার একক ডিগ্রি ফারেনহাইট সংক্ষেপে °F। ফলে, ফারেনহাইট স্কেলের প্রতি 1 ঘরের মান হয় 1°F।

ফারেনহাইট স্কেলে, $\theta_{ice} = 32°F$

$\theta_{steam} = 212°F$

এবং $n = \theta_{steam} - \theta_{ice} = 180°F$

সুতরাং, ফারেনহাইট স্কেলে কোনো বস্তুর অজানা তাপমাত্রা θ_F হলে,

$$\theta_F = \left(\frac{X - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 180 + 32\right)°F$$

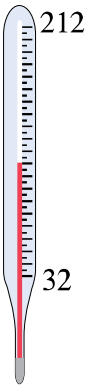

Fig 1.04

কেলভিন স্কেল

1850 সালে বিজ্ঞানী লর্ড কেলভিন ভিন্ন উপায়ে একটি তাপমাত্রার স্কেল প্রণয়ন করেন যেখানে নিম্ন স্থিরবিন্দু হল 273K এবং ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দু হল 373K। আবিষ্কারকের নামানুসারে একে কেলভিন স্কেল বলে।

এই স্কেলে সেলসিয়াস স্কেলের সমান মৌলিক ব্যবধান থাকে।

এ স্কেলে তাপমাত্রার একক কেলভিন, সংক্ষেপে K।

$\theta_{ice} = 273$ K (প্রকৃতপক্ষে 273.15 K)

$\theta_{steam} = 373$ K (প্রকৃতপক্ষে 373.15 K)

এবং $n = \theta_{steam} - \theta_{ice} = 100$ K

সুতরাং কেলভিন স্কেলে কোনো বস্তুর অজানা তাপমাত্রা θ_K হলে-

$$\theta_K = \left(\frac{X - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 100 + 273\right)K$$

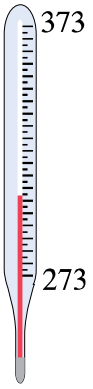

Fig 1.05

কেলভিন স্কেল সম্পর্কিত কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য হল:

- এ স্কেলের জন্য মৌলিক ব্যবধান সেলসিয়াস স্কেলের মৌলিক ব্যবধানের সমান।
- সেলসিয়াস স্কেলে সর্বনিম্ন তাপমাত্রা হল 0 K যা হল পরমশূন্য তাপমাত্রা (যে তাপমাত্রায় তাত্ত্বিকভাবে গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়ে যায়)।
- কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না। এ জন্য একে 'পরম তাপমাত্রার স্কেল' বলা হয়।

জেনে রাখো

ফারেনহাইট স্কেলের সমান মৌলিক ব্যবধান ধরে বিজ্ঞানী র‍্যাঙ্কিন একটি তাপমাত্রার স্কেল প্রণয়ন করেন যাকে র‍্যাঙ্কিন স্কেল বলে। এর স্কেলের তাপমাত্রার একক °Ra।

র‍্যাঙ্কিন স্কেলের জন্য,

$\theta_{ice} = 491.67°\ Ra$

$\theta_{steam} = 671.67°\ Ra$

এবং $n = 180$

$\theta_{Ra} = \left(\frac{X - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 180 + 491.67\right) Ra$

তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক

আমরা ইতোমধ্যেই দুই স্থিরবিন্দু পদ্ধতি ব্যবহার করে তাপমাত্রা নির্ণয়ের জন্য প্রচলিত তিনটি স্কেল সম্পর্কে জেনেছি। স্বাভাবিকভাবেই এখন আমাদের একটি সমস্যার সম্মুখীন হতে হবে তা হল কোন একটি নির্দিষ্ট স্কেলে পরিমাপকৃত তাপমাত্রা অন্য কোনো স্কেলে কত হবে তা নির্ণয় করা। অর্থাৎ, তাপমাত্রার স্কেলগুলোর মধ্যে পরিমাপকৃত তাপমাত্রার পারস্পরিক রূপান্তরের পদ্ধতি সম্পর্কে জানতে হবে। তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মধ্যে পারস্পরিক রূপান্তরের মাধ্যমে আমরা কোনো ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার দিয়ে পরিমাপকৃত তাপমাত্রার প্রকৃত মান বের করতে পারি। চল এবার এ পদ্ধতি সম্পর্কে জেনে নেওয়া যাক।

ধরা যাক, আমাদের কাছে সেলসিয়াস, ফারেনহাইট, কেলভিন স্কেলের থার্মোমিটার এবং একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার রয়েছে যারা সবাই অভিন্ন আকৃতির। সবগুলোর প্রতিটি থার্মোমিটারের জন্য,

$$\frac{\text{তাপমাত্রা} - \text{নিম্ন স্থিরবিন্দু}}{\text{ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দু} - \text{নিম্ন স্থিরবিন্দু}} = \frac{\theta - \theta_{ice}}{\theta_{steam} - \theta_{ice}}$$

$$\Rightarrow \frac{\theta_C - 0}{100 - 0} = \frac{\theta_F - 32}{212 - 32} = \frac{\theta_K - 273}{373 - 273}$$

$$\therefore \boxed{\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_K - 273}{5}}$$

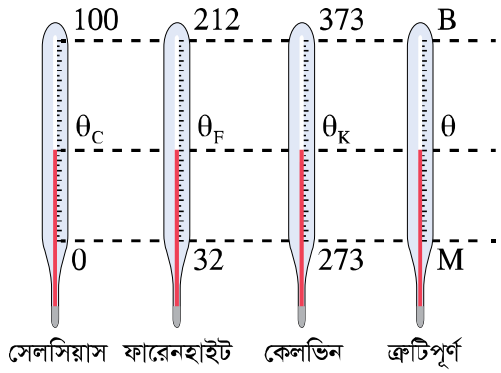

Fig 1.06

এটিই সেলসিয়াস, ফারেনটাইট ও কেলভিন স্কেলের তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক।

উদাহরণ-০২: সেলসিয়াস স্কেলে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 40°C হলে ফারেনহাইট স্কেলে বস্তুর তাপমাত্রা কত?

সমাধান: সেলসিয়াস স্কেল ও ফারেনহাইট স্কেলের তাপমাত্রার মধ্যবর্তী সম্পর্ক হল,

$$\frac{\theta_C}{100} = \frac{\theta_F - 32}{180}$$

$$\Rightarrow \frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\Rightarrow \theta_F = \frac{9\theta_C}{5} + 32$$

$$\Rightarrow \theta_F = \frac{9 \times 40}{5} + 32$$

$$\therefore \theta_F = 104°F$$

ফারেনহাইট স্কেলে বস্তুর তাপমাত্রা হবে 104°F।

উদাহরণ-০৩: ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রার ব্যবধান $81°$ হলে কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রার ব্যবধান কত হবে?

সমাধান: ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলের তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক,

$$\frac{\theta_F-32}{180}=\frac{\theta_K-273}{100}$$

$$\Rightarrow \frac{\theta_F-32}{9}=\frac{\theta_K-273}{5}$$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রার পরিবর্তন ও কেলভিন স্কেলের তাপমাত্রার পরিবর্তনের মধ্যে সম্পর্ক হল:

$$\frac{\Delta\theta_F}{9}=\frac{\Delta\theta_K}{5}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta_K=\frac{5}{9}\times\Delta\theta_F$$

$$\Rightarrow \Delta\theta_K=\frac{5}{9}\times 81$$

$$\therefore \Delta\theta_K=45\ K$$

যেখানে,
$\Delta\theta_F=81°F$

উদাহরণ-০৪: কত তাপমাত্রায় ফারেনহাইট স্কেলের তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলের তাপমাত্রার সমান ও বিপরীত চিহ্নযুক্ত হবে?

সমাধান: সেলসিয়াস স্কেল ও ফারেনহাইট স্কেলের তাপমাত্রার মধ্যবর্তী সম্পর্ক হল,

$$\frac{\theta_C}{5}=\frac{\theta_F-32}{9}$$

প্রশ্নমতে, $\theta_F=-\theta_C$

অতএব, $\frac{\theta_C}{5}=\frac{-\theta_C-32}{9}$

$$\Rightarrow \frac{\theta_C}{5}+\frac{\theta_C}{9}=-\frac{32}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{14\theta_C}{45}=-\frac{32}{9}$$

$$\therefore \theta_C=-11.43°$$

নির্ণেয় তাপমাত্রাটি হল $-11.43°C$ বা $+11.43°F$ **(Ans.)**

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার

অনেক সময় দেখা যায় যে, তাপমাত্রা পরিমাপে আমরা যে থার্মোমিটার ব্যবহার করি তা সঠিক পাঠ দেয় না। ধরা যাক, একটি সেলসিয়াস স্কেলের থার্মোমিটার $1°C$ কে বরফ বিন্দু এবং $101°C$ কে বাষ্পবিন্দু দেখাচ্ছে যা সঠিক নয়। ফলে এধরনের ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার জন্য নির্ণেয় তাপমাত্রাও ত্রুটিযুক্ত হবে।

কোনো ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের জন্য অজানা তাপমাত্রা θ, ঊর্ধ্ব স্থিরবিন্দু θ_{steam} এবং নিম্ন স্থিরবিন্দু θ_{ice} হলে-

$$\frac{\theta_C}{100}=\frac{\theta_F-32}{180}=\frac{\theta_K-273}{100}=\frac{\theta-\theta_{ice}}{\theta_{steam}-\theta_{ice}}$$

উদাহরণ-০৫: কোনো ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার প্রমাণ চাপে গলিত বরফ $5°C$ এবং শুষ্ক বাষ্পে $100°C$ পাঠ দেয়। থার্মোমিটারে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা $40°C$ হলে প্রকৃত তাপমাত্রা কত?

সমাধান: সেলসিয়াস স্কেলও ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের জন্য,

$$\frac{\theta_C}{100}=\frac{\theta-\theta_{ice}}{\theta_{steam}-\theta_{ice}}$$

$$\Rightarrow \theta_C=100\times\frac{(40-5)}{(100-5)}$$

$$\Rightarrow \theta_C=36.84°C$$

$\therefore$ বস্তুটির প্রকৃত তাপমাত্রা $36.84°C$

যেখানে,
$\theta=40°C$
$M=5°C$
$B=100°C$
$\theta_C=?$

এক স্থিরবিন্দু পদ্ধতি

তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য কেলভিন স্কেল ব্যবহারের পেছনে মূল উদ্দেশ্য ছিল পদার্থের উষ্ণতামিতিক ধর্মের ওপর নির্ভরশীলতা যাতে এড়ানো যায়। তাত্ত্বিকভাবে কেলভিন স্কেল প্রণয়ন করে এ সমস্যার সমাধান দেওয়া গেলেও বাস্তবে এরকম কোনো যন্ত্র তৈরি করা সম্ভব হয়নি। পরবর্তীতে এ সমস্যা নিরসনের লক্ষ্যে এক স্থিরবিন্দু পদ্ধতির প্রবর্তন করা হয়।

এক স্থিরবিন্দু পদ্ধতিতে একটি বিশেষ তাপমাত্রাকে আদর্শ ধরে তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয় যাকে আদর্শ স্থিরবিন্দু হিসেবে ধরা হয়। এ পদ্ধতিতে কোনো পদার্থের এমন একটি ধর্মকে উষ্ণতামিতিক ধর্ম (X) হিসেবে নির্বাচন করা হয় যা পরম তাপমাত্রার (T) সাথে সুষমভাবে বা সমানুপাতিকভাবে পরিবর্তিত হয়। বিষয়টিকে গাণিতিকরূপে এভাবে প্রকাশ করা যায় যে, $T \propto X$। ধরা যাক, T_1 ও T_2 কেলভিন তাপমাত্রায় কোনো পদার্থের উষ্ণতামিতিক ধর্ম যথাক্রমে X_1 ও X_2।

সুতরাং $\frac{T_1}{T_2} = \frac{X_1}{X_2}$ ..... (i)

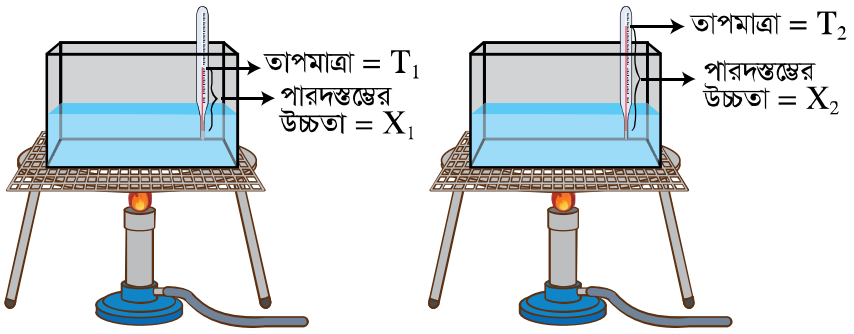

Fig 1.07

এখন, $T_1 = T$ = নির্ণেয় তাপমাত্রা

$T_2 = T_p$ = স্থিরবিন্দুর তাপমাত্রা

$X_1 = X = T$ তাপমাত্রায় উষ্ণতামিতিক ধর্ম

$X_2 = X_p = T_p$ তাপমাত্রায় উষ্ণতামিতিক ধর্ম

(i) নং হতে, $\frac{T}{T_p} = \frac{X}{Xp} \Rightarrow T = \frac{X}{X_p} \times T_p$

এক স্থিরবিন্দু পদ্ধতিতে পদার্থের এমন একটি অবস্থার তাপমাত্রাকে আদর্শ হিসেবে ধরা হয় যেন তা সবক্ষেত্রে একই হয়। এক্ষেত্রে পদার্থের ত্রৈধবিন্দুর অবস্থাকে আদর্শ হিসেবে ধরা যায়। তোমরা নিশ্চয়ই ভাবছো, ত্রৈধবিন্দু আবার কী? একটি বিশেষ তাপমাত্রা ও চাপে কোনো পদার্থের তিনটি অবস্থা তথা কঠিন, তরল ও বায়বীয়রূপে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে যাকে ত্রৈধবিন্দু হিসেবে সংজ্ঞায়িত করা হয়।

পদার্থের ত্রৈধবিন্দু: যে বিশেষ তাপমাত্রা ও চাপে কোনো পদার্থ কঠিন, তরল ও বায়বীয়রূপে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তাকে ঐ পদার্থের ত্রৈধবিন্দু (Triple point) বলে।

কোনো পদার্থের ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা নির্দিষ্ট বলে তাপমাত্রার স্কেল নির্ধারণের জন্য এ বিন্দুটি বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। পরবর্তীতে পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রাকে একমাত্র আদর্শ স্থিরবিন্দু হিসেবে নির্বাচন করা হয়।

পানির জন্য ত্রৈধবিন্দুকে এভাবে সংজ্ঞায়িত করা যায়।

পানির ত্রৈধবিন্দু: যে বিশেষ তাপমাত্রা ও চাপে বিশুদ্ধ বরফ, বিশুদ্ধ পানি ও সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে।

পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রাকে কেলভিন স্কেলের নিম্ন স্থিরবিন্দুর তাপমাত্রার সমান ধরা হয়। ফলে কেলভিন স্কেলে পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা 273.16 K। পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রাকে ব্যবহার করে কেলভিন স্কেলকে এভাবে সংজ্ঞায়িত করা যায় যে,

কেলভিন: একক পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ অংশকে এক কেলভিন বলে।

পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা T_{tr} এবং এ তাপমাত্রার উষ্ণতামিতিক ধর্ম X_{tr} হলে,

$$T = \frac{X}{X_{tr}} \times T_{tr}$$

যেহেতু, $T_{tr} = 273.16\ K$, সুতরাং $T = \frac{X}{X_{tr}} \times 273.16\ K$

উপরোক্ত সমীকরণ ব্যবহার করে কেলভিন স্কেলে কোনো বস্তুর অজানা তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়। আবার, সেলসিয়াস স্কেল ও কেলভিন স্কেলের মধ্যবর্তী সম্পর্ক হল, $\theta_K = \theta_C + 273.16$

সেলসিয়াস তাপমাত্রাকে θ এবং কেলভিন তাপমাত্রাকে T দ্বারা প্রকাশ করা হলে, $T = \theta + 273.16$

সাধারণত 273 K পরম তাপমাত্রা হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ফলে, $T = \theta + 273.16$

উদাহরণ-০৬: একটি সমআয়তন গ্যাস থার্মোমিটারে পানির ত্রৈধবিন্দুতে চাপ 80 cmHg এবং অজানা কোনো তাপমাত্রায় চাপ 60 cm Hg হলে অজানা তাপমাত্রা কত ছিল?

সমাধান: সমআয়তন গ্যাস থার্মোমিটারের জন্য এক স্থিরবিন্দু পদ্ধতি অনুসারে লেখা যায়,

$\frac{T}{T_{tr}} = \frac{P}{P_{tr}}$ [মূলত গ্যাসের আয়তন স্থির থাকায় চার্লসের সূত্রানুসারে এ সম্পর্ক পাওয়া যায়]

$\Rightarrow T = \frac{T_{tr}}{P_{tr}} \times P$

$\Rightarrow T = \frac{273.16}{80} \times 60$

$\therefore T = 204.87\ K$

অতএব, অজানা তাপমাত্রাটি হল 204.87 K **(Ans.)**

যেখানে,
ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা, $T_{tr} = 273.16\ K$
ত্রৈধবিন্দুতে চাপ, $Ptr = 80\ cm\ Hg$
অজানা চাপ, $P = 60\ cm\ Hg$
অজানা তাপমাত্রা, $T = ?$

তাপমাত্রার আন্তর্জাতিক স্কেল

পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রাকে 273.16 K এবং ওই তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ অংশকে এক কেলভিন ধরে এবং আরো কতগুলো সহজলব্ধ স্থিরবিন্দু নির্ধারণ করে আন্তর্জাতিক ওজন ও পরিমাপ সংস্থা তাপমাত্রা পরিমাপের যে ব্যবহারিক স্কেল অনুমোদন করেছে তাকে তাপমাত্রার আন্তর্জাতিক স্কেল বলে।

কয়েকটি পদার্থের তাপমাত্রার আন্তর্জাতিক স্কেলের জন্য নির্ধারিত স্থিরবিন্দু:

পদার্থ	অবস্থা	তাপমাত্রা (K)
নিয়ন	ত্রৈধবিন্দু	24.5561
অক্সিজেন	ত্রৈধবিন্দু	54.3584
আর্গন	ত্রৈধবিন্দু	83.8058
পারদ	ত্রৈধবিন্দু	234.3156
পানি	ত্রৈধবিন্দু	273.16
তামা	হিমাঙ্ক	1357.77
সোনা	হিমাঙ্ক	1337.33
রুপা	হিমাঙ্ক	1234.93
অ্যালুমিনিয়াম	হিমাঙ্ক	933.473
দস্তা	হিমাঙ্ক	692.677
টিন	হিমাঙ্ক	505.078