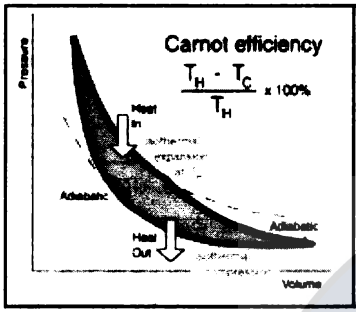
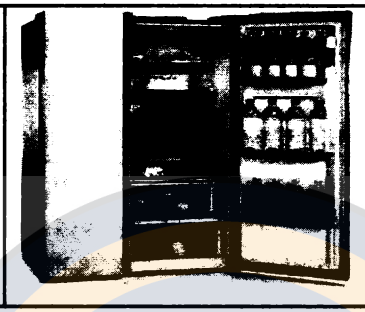
প্রথম অধ্যায়

তাপগতিবিদ্যা

THERMODYNAMICS





পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় তাপের সাথে শক্তি ও কাজের সম্পর্ক নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে তাপগতিবিদ্যা বলে।

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্রেরই একটি বিশেষ রূপ। অবশ্য শক্তির রূপান্তর ঘটবে কিনা বা ঘটলেও কোন দিকে ঘটবে তা আমরা এই সূত্র থেকে বলতে পারি না। প্রকৃতিতে শক্তির রূপান্তরের দিক নিয়ে যে অভিজ্ঞতা তা থেকেই তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের উদ্ভব। এই অধ্যায়ে আমরা তাপমাত্রা পরিমাপের নীতি, তাপমাত্রার স্কেল, অভ্যন্তরীণ শক্তি, সিস্টেম, তাপীয় সমতা, তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র, প্রসারণশীল গ্যাস দ্বারা কৃত কাজ, সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া, তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র, তাপ ইঞ্জিন, কার্নোচক্র, রেফ্রিজারেটর ও এন্ট্রপি নিয়ে আলোচনা করব।

প্রধান শব্দসমূহ :
তাপমাত্রা, থার্মোমিটার, নিম্ন স্থির বিন্দু, ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু, মৌলিক ব্যবধান, পানির ত্রৈধবিন্দু, কেলভিন, সেলসিয়াস স্কেল, অভ্যন্তরীণ শক্তি, সিস্টেম, উন্মুক্ত সিস্টেম, বদ্ধ সিস্টেম, বিচ্ছিন্ন সিস্টেম, তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র, সমচাপ প্রক্রিয়া, সমোষ্ণ প্রক্রিয়া, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া, প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া, অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া, তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র, তাপ ইঞ্জিন, তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা, কার্নোচক্র, রেফ্রিজারেটর, এন্ট্রপি।

এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা—

ক্রমিক নং	শিখনফল	অনুচ্ছেদ
১	তাপমাত্রা পরিমাপের নীতি ব্যবহার করে তাপীয় সমতা এবং তাপমাত্রার ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.১
২	তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.২; ১.৫
৩	তাপীয় সিস্টেমের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.৩
৪	অভ্যন্তরীণ শক্তির ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.৪
৫	কোনো সিস্টেমে তাপ, তার অভ্যন্তরীণ শক্তি এবং সম্পন্ন কাজের মধ্যে সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারবে।	১.৫
৬	তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.৭

৭	প্রত্যাবর্তী ও অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.৮
৮	কার্নো চক্রের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.১০; ১.১১
৯	তাপীয় ইঞ্জিন এবং রেফ্রিজারেটরের কার্যক্রমের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.৯; ১.১৩
১০	ইঞ্জিনের দক্ষতা ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.১২
১১	এন্ট্রপি ও বিশৃঙ্খলা ব্যাখ্যা করতে পারবে।	১.১৪

১.১। তাপমাত্রা পরিমাপের নীতি (Principle of Measurement of Temperature)

তাপীয় সমতা

তাপ হচ্ছে শক্তির একটি রূপ যা বস্তুর অভ্যন্তরীণ শক্তির সাথে সম্পর্কিত। দুটি বস্তুকে পরস্পরের সংস্পর্শে আনলে তাপের আদান প্রদান ঘটতে পারে। এই আদান প্রদান ঘটবে কীনা তা নির্ভর করবে বস্তুদ্বয়ের তাপীয় অবস্থার উপর।

লক্ষ্য কর : কাপে গরম চা বা দুধ রেখে দিলে কিছুক্ষণ পর তা ঠাণ্ডা হয়ে যায়। ফ্রিজ থেকে বের করে ঠাণ্ডা বস্তু বা খাবার টেবিলে রাখলে কিছুক্ষণ পর গরম হয়ে যায়। আসলে কী ঠাণ্ডা বা গরম হয়?

একটি উত্তপ্ত বস্তুকে যদি খোলা জায়গায় রাখা হয় তাহলে বস্তুটি পরিবেশে তাপ হারিয়ে শীতল হতে থাকে। আবার শীতল কোনো বস্তুকে খোলা জায়গায় রাখলে পরিবেশ থেকে তাপ গ্রহণ করে গরম হতে থাকে। কিছুক্ষণ তাপের এই আদান প্রদান চলতে থাকে। যখন আর তাপের আদান প্রদান হয় না অর্থাৎ বস্তু তাপ বর্জন করে না বা গ্রহণ করে না, আমরা তখন বলি বস্তুটি পরিবেশের সাথে তাপীয় সমতায় এসেছে। দুটি বস্তু যদি তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তাহলে তাদের মধ্যে তাপের আদান প্রদান হয় না। যে অবস্থায় পরস্পরের সংস্পর্শে থাকা বস্তুগুলোর মধ্যে তাপের আদান প্রদান ঘটে না তাকে তাপীয় সমতা বলে। কোনো বস্তু বা সিস্টেম যদি পরিবেশের সাথে তাপীয় সমতায় থাকে, তাহলে পরিবেশের সাথে ঐ সিস্টেমের তাপের কোনো আদান প্রদান হবে না। তাপের আদান প্রদান যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে তা হচ্ছে বস্তু বা সিস্টেমের তাপীয় অবস্থা, যাকে বলা হয় তাপমাত্রা। তাপমাত্রার পার্থক্য থাকলেই কেবল তাপের আদান প্রদান ঘটবে, তাপের পরিমাণ যাই থাকুক না কেন তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটলে তাপীয় সমতা বিঘ্নিত হবে না।

তাপমাত্রার ধারণা

তাপমাত্রা বা উষ্ণতা হচ্ছে বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে বস্তুটিকে অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে রাখলে তাপ দেবে না নেবে। আমরা অনেক সময় হাত দিয়ে কোনো বস্তুর উষ্ণতা বুঝতে চেষ্টা করি। কিন্তু স্পর্শ দ্বারা সব সময় বস্তুর উষ্ণতা বা তাপমাত্রা সম্পর্কে সঠিক ধারণা পাওয়া সম্ভব হয় না।

করে দেখো : ঘরের মধ্যে এক টুকরা কাঠ ও এক টুকরা লোহা কিছুক্ষণ পাশাপাশি রেখে তারপর তাদেরকে স্পর্শ কর। কী দেখলে?

লোহাকে কাঠের চেয়ে অধিকতর শীতল মনে হয়। কিন্তু বাস্তবে এগুলো একই পরিবেশে থাকায় তাপীয় সমতায় আছে এবং একই তাপমাত্রা বা উষ্ণতায় আছে।

পরীক্ষা : তিনটি পাত্রে পানি নাও। একটিতে বরফগলা ঠাণ্ডা পানি, একটিতে ঈষদোষ্ণ গরম পানি আর অন্যটিতে সাধারণ পানি তথা কক্ষ তাপমাত্রার পানি। এখন এক হাত ঠাণ্ডা পানিতে এবং অপর হাত গরম পানিতে কিছুক্ষণ ডুবিয়ে রাখো। এরপর উভয় হাত কক্ষ তাপমাত্রার পানিতে ডুবাও। কী অনুভব করলে?

কক্ষ তাপমাত্রার পানি তোমার ঠাণ্ডা পানিতে রাখা হাতের কাছে অপেক্ষাকৃত উষ্ণ এবং গরম পানিতে রাখা হাতের কাছে অপেক্ষাকৃত শীতল মনে হয়। এ থেকে বোঝা যায় শুধু স্পর্শানুভূতি দ্বারা উষ্ণতা সম্পর্কে সঠিক ধারণা পাওয়া সম্ভব নয়। আবার স্পর্শ দ্বারা কোনো সময় উষ্ণতার পার্থক্য ধরা পড়লেও মান নির্ণয় করা সম্ভব হয় না। যেমন কারো জ্বর হলে হাত দিয়ে স্পর্শ করে আমরা মোটামুটি বলতে পারি জ্বর এসেছে, কিন্তু জ্বরের পরিমাণ বের করা যায় না। তাই আমাদের যন্ত্রের প্রয়োজন হয়। উষ্ণতা বা তাপমাত্রা নির্ণয়ের এই যন্ত্রের নাম **থার্মোমিটার**।