

## ষষ্ঠ অধ্যায়

# বস্তুর উপর তাপের প্রভাব

## LECTURE SHEET

□ তাপ (Heat) : বাহ্যিক ভৌত কারণ, যার ফলে কোনো বস্তু উষ্ণ বা শীতল অনুভূত হয় তাকে তাপ বলে। এটি এক প্রকার শক্তি।

তাপের একক (Unit of Heat) : তাপ যেহেতু শক্তির একটি রূপ, তাই তাপের একক হবে শক্তির তথা কাজের একক অর্থাৎ জুল (J)। পূর্বে তাপের একক ক্যালরি (Cal) ব্যবহার করা হতো।

1 ক্যালরি = 4.2 জুল।

□ তাপমাত্রা (Temperature) : তাপমাত্রা হচ্ছে কোনো বস্তুর এমন এক তাপীয় অবস্থা, যা নির্ধারণ করে বস্তুটি অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে এসে তাপ গ্রহণ করবে না বর্জন করবে। আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে তাপমাত্রার একক কেলভিন (K)।

□ কেলভিন (Kelvin) : পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার  $\frac{1}{273.16}$  ভাগকে এক কেলভিন (1K) বলে। যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও চাপে পানি তিনটি অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্পরূপে সহাবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু (Triple Point) বলে। এই ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা 273 K। এই হিসাবে বরফের গলনাঙ্ক 273 K এবং পানির স্ফুটনাঙ্ক 373 K। সুতরাং বরফের গলনাঙ্ক এবং পানির স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে তাপমাত্রার পার্থক্য হচ্ছে 100 K।

□ পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম : তাপমাত্রিক ধর্মগুলো হচ্ছে পদার্থের আয়তন, রোধ, চাপ ইত্যাদি। পারদ থার্মোমিটারের ক্ষেত্রে কাচের কৈশিক নলের ভেতরে রক্ষিত পারদকে তাপমাত্রিক পদার্থ এবং পারদ দৈর্ঘ্যকে তাপমাত্রিক ধর্ম বলা হয়। একইভাবে গ্যাস থার্মোমিটারের ক্ষেত্রে ধ্রুব আয়তনে পাঁতে রক্ষিত গ্যাসকে তাপমাত্রিক পদার্থ এবং গ্যাসের চাপকে তাপমাত্রিক ধর্ম বলা হয়।

□ কঠিন পদার্থের প্রসারণ (Expansion of Solids) : কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে জমাট বস্তুর মধ্যে অণুগুলো ছোঁটাছুঁটি করে। তখন একই শক্তি নিয়ে ভেতরের দিকে যতটা সরে আসতে পারে বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। এর ফলে প্রত্যেক অণুর গড় সাম্যাবস্থান বাইরের দিকে সরে যায় এবং কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্র ও আয়তনে বৃদ্ধি পায়। একেই কঠিন পদার্থের প্রসারণ বলে।

□ তাপমাত্রার প্রচলিত স্কেল তিনটি : সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও কেলভিন। সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রার একক যথাক্রমে °C, °F এবং K। সেলসিয়াস স্কেলে নিম্ন স্থিরাঙ্ক 0°C, ফারেনহাইট স্কেলে 32° F এবং কেলভিন স্কেলে 273 K। উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক সেলসিয়াস স্কেলে 100°C, ফারেনহাইট স্কেলে 212°F

এবং কেলভিন স্কেলে 373 K। অতএব,  $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$

□ **দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ (Coefficient of Linear expansion) :** 1m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের একটি দণ্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে ঐ দণ্ডের দৈর্ঘ্য যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দণ্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে। একে  $\alpha$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

একক : দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের একক হলো প্রতি কেলভিন ( $K^{-1}$ )।

□ **ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ (Coefficient of surface expansion) :**  $1m^2$  ক্ষেত্রফলের কোনো কঠিন বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ বস্তুর ক্ষেত্রফল যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ বলে। একে  $\beta$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

একক : ক্ষেত্র প্রসারণ সহগের একক হলো প্রতি কেলভিন ( $K^{-1}$ )।

□ **আয়তন প্রসারণ সহগ (Coefficient of volume expansion) :**  $1m^3$  আয়তন বিশিষ্ট কোনো কঠিন বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে ঐ বস্তুর আয়তন যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে। একে  $\gamma$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

একক : আয়তন প্রসারণ সহগের একক হলো প্রতি কেলভিন ( $K^{-1}$ )।

□ **তরলের প্রকৃত প্রসারণ (Real Expansion of Liquids) :** তরল পদার্থকে পাত্রে না রেখে উত্তপ্ত করা সম্ভব হলে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যেত তাকে তরলের প্রকৃত প্রসারণ বলে। একে  $V_r$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

□ **তরলের আপাত প্রসারণ (Apparent Expansion of Liquids) :** পাত্রের প্রসারণ বিবেচনা না করে তরলের আপাতভাবে যে প্রসারণ দেখা যায় অর্থাৎ পাত্রের সাপেক্ষে তরলের যে প্রসারণ হয় তাকে তরলের আপাত প্রসারণ বলে। একে  $V_a$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

□ **বাস্পীভবন (Vaporisation) :** কোনো পদার্থের তরল অবস্থান থেকে বায়বীয় অবস্থানে পরিবর্তনকে বাস্পীভবন বলে। বাস্পীভবন দুই প্রক্রিয়ায় হয়ে থাকে। যেমন :

◆ তাপ প্রয়োগের ফলে একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তরলের সকল স্থান থেকে বাস্পীভবন ঘটে।

◆ যেকোনো উষ্ণতায় তরলের উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাস্পীভবন ঘটে।

□ **স্ফুটনাঙ্ক (Boiling point) :** যে তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট চাপে কোনো তরল পদার্থে স্ফুটন সংঘটিত হয় অর্থাৎ তরল ফুটতে থাকে তাকে স্ফুটনাঙ্ক বলে। যেমন :  $100^\circ C$  তাপমাত্রায় পানিকে তাপ দিলে স্ফুটন শুরু হয়। অর্থাৎ পানির স্ফুটনাঙ্ক  $100^\circ C$ ।

□ **স্ফুটনাঙ্কের সাথে চাপের সম্পর্ক (Relation between boiling point and Pressure) :** চাপ বাড়লে তরলের স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায় এবং চাপ কমলে স্ফুটনাঙ্ক কমে। স্বাভাবিক চাপে পানির স্ফুটনাঙ্ক  $100^\circ C$ । কিন্তু চাপ যদি 76 cm পারদ চাপ না হয়ে কম হয় তাহলে  $100^\circ C$ -এর কম তাপমাত্রায় ফুটে।

□ তাপধারণ ক্ষমতা (**Heat Capacity**) : কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে। একে C দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

∴ তাপধারণ ক্ষমতা,  $C = \frac{Q}{\Delta\theta}$ । তাপধারণ ক্ষমতার একক জুল/কেলভিন (J/K) বা  $\text{JK}^{-1}$ ।

□ আপেক্ষিক তাপ (**Specific Heat**) : কোনো বস্তুর 1 kg ভরের তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে। আপেক্ষিক তাপকে 'S' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

সুতরাং আপেক্ষিক তাপ,  $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$ । আপেক্ষিক তাপের একক জুল/কিলোগ্রাম-কেলভিন ( $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ )।

□ কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা  $5000 \text{ JK}^{-1}$  এর অর্থ : কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা  $5000 \text{ JK}^{-1}$  বলতে যা বুঝায় তা নিম্নরূপ—

◆ বস্তুটির 1 K তাপমাত্রা বাড়াতে 5000 J তাপের প্রয়োজন হয়।

◆ বস্তুর ভর ও আপেক্ষিক তাপের গুণফলের মান হবে  $5000 \text{ JK}^{-1}$ ।

□ তাপ পরিমাপের মূলনীতি (**Fundamental Principle of Heat Measurement**) : যদি একাধিক বস্তুর মধ্যে তাদের বাইরের অন্য কোথাও থেকে তাপ এদের ভেতরে না আসে কিংবা এদের ভেতর থেকে কোনো তাপ বাইরে না যায়, কিংবা তাদের মধ্যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া না ঘটে, তাহলে শক্তির সংরক্ষণশীলতা সূত্র থেকে আমরা পাই, গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ।

□ তাপের পরিমাণ (**Quantity of Heat**) : বস্তু কর্তৃক গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিমাণ নির্ভর করে বস্তুর ভর, উপাদানের আপেক্ষিক তাপ এবং তাপমাত্রার পার্থক্যের ওপর।

সুতরাং  $Q = mS\Delta\theta$  জুল।

অর্থাৎ গৃহীত বা বর্জিত তাপ = ভর × আপেক্ষিক তাপ × তাপমাত্রার পার্থক্য।

### ● ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ॥ ১ ॥ সেলসিয়াস স্কেল কাকে বলে?

উত্তর : যে স্কেলে বরফ বিন্দুকে  $0^\circ$  এবং স্টিম বিন্দুকে  $100^\circ$  ধরে মধ্যবর্তী মৌলিক ব্যবধান সমান 100 ভাগে ভাগ করা হয় সেই স্কেলকে সেলসিয়াস স্কেল বলে।

প্রশ্ন ॥ ২ ॥ ফারেনহাইট স্কেল কাকে বলে?

উত্তর : যে স্কেলে বরফ বিন্দুকে  $32^\circ$  এবং স্টিম বিন্দুকে  $212^\circ$  ধরে মধ্যবর্তী মৌলিক ব্যবধানকে সমান 180 ভাগে ভাগ করা হয় তাকে ফারেনহাইট স্কেল বলে।

প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ পানির ত্রৈধবিন্দু কাকে বলে?

উত্তর : যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি এবং জলীয় বাষ্পরূপে অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে। এই ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা  $273 \text{ K}$  ধরা হয়।

প্রশ্ন ১৪ ৥ কেলভিন কাকে বলে?

উত্তর : পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার  $\frac{1}{273.16}$  ভাগকে এক কেলভিন বলে।

প্রশ্ন ১৫ ৥ পরম শূন্য তাপমাত্রা কী?

উত্তর : যে তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের আয়তন ও চাপ শূন্য হয় তাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে।

প্রশ্ন ১৬ ৥ তাপমাত্রিক ধর্ম কী?

উত্তর : তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন লক্ষ করে সহজ ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মকেই পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম বলে।

প্রশ্ন ১৭ ৥ বাষ্পবিন্দু কাকে বলে?

উত্তর : প্রমাণ চাপে ফুটন্ত বিশুদ্ধ পানি যে তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পে পরিণত হয় তাকে বাষ্পবিন্দু বা স্ফুটনাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ১৮ ৥ হিমাঙ্ক কী?

উত্তর : প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রার বিশুদ্ধ বরফ গলে পানি হয় অথবা পানি জমে বরফ হয় তাকে হিমাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ১৯ ৥ তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মধ্যে সম্পর্কটি লেখ।

উত্তর : তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মধ্যে সম্পর্কটি হলো :

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

প্রশ্ন ১০ ৥ গলনাঙ্ক কী?

উত্তর : স্থির চাপে কোনো পদার্থ যে তাপমাত্রায় গলতে শুরু করে এবং সম্পূর্ণ গলন পর্যন্ত যে তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে ওই পদার্থের গলনাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ১১ ৥  $1^{\circ}\text{C}$  কী?

উত্তর : স্বাভাবিক চাপে গলন্ত বরফের এবং ফুটন্ত পানির তাপমাত্রার ব্যবধানের একশত ভাগের এক ভাগই  $1^{\circ}\text{C}$  বা এক ডিগ্রি সেলসিয়াস।

প্রশ্ন ১২ ৥ ক্যালরি এবং জুলের মধ্যে সম্পর্ক কী?

উত্তর : ক্যালরি এবং জুলের মধ্যে সম্পর্ক হলো :  $1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$ ।

### ● ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১ ৥ তাপ এক প্রকার শক্তি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : তাপ এক প্রকার শক্তি কেননা তাপ দ্বারা কাজ সম্পাদন করা যায়।

বিভিন্ন প্রকার শক্তির ন্যায় তাপও এক প্রকার শক্তি। শক্তির নিত্যতা সূত্র তাপের বেলায়ও প্রযোজ্য। কোনো বস্তুর মোট তাপের পরিমাণ বস্তুর অণুগুলোর মোট গতিশক্তির সমানুপাতিক। কোনো বস্তুতে তাপ প্রদান করা হলে অণুগুলোর গতি বেড়ে যায় ফলে গতিশক্তিও বেড়ে যায়।

সুতরাং, তাপ এক প্রকার শক্তি।

প্রশ্ন ২ ৥ কোনো পদার্থের মোট তাপের পরিমাণ এর মধ্যস্থিত অণুগুলোর ওপর কীভাবে নির্ভর করে— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : পরম শূন্য তাপমাত্রার উপরের যেকোনো তাপমাত্রায় পদার্থের অণুগুলো কম বেশি কম্পমান থাকে এবং অণুগুলোর এই কম্পন আমরা তাপমাত্রা তথা তাপ হিসেবে অনুভব করি। তাপ এক প্রকার শক্তি যা বস্তুস্থিত অণুগুলোর গতিশক্তির সমষ্টির সমান। বস্তুর তাপমাত্রা বাড়ালে এর প্রতিটি অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় বলে মোট গতিশক্তি তথা তাপের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৩ ৥ কোনো উত্তপ্ত বস্তুকে শীতল বস্তুর সংস্পর্শে আনলে কী ঘটবে?

উত্তর : বস্তু দুটির মধ্যে তাপের আদান-প্রদানের ফলে উত্তপ্ত বস্তুটি তাপ হারিয়ে ক্রমশ শীতল হবে আর শীতল বস্তুটি তাপ গ্রহণ করে উত্তপ্ত হবে। এক সময় বস্তু দুটির তাপমাত্রা সমান হবে।

প্রশ্ন ৪ ৥ কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা  $18000 \text{ JK}^{-1}$ -এর অর্থ কী?

উত্তর : কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা  $18000 \text{ JK}^{-1}$ -এর অর্থ হচ্ছে—

১. বস্তুটির তাপমাত্রা  $1 \text{ K}$  বাড়াতে  $18000 \text{ J}$  তাপের প্রয়োজন হয়।

২. বস্তুর ভর এবং আপেক্ষিক তাপের গুণফল হবে  $18000 \text{ JK}^{-1}$ ।

প্রশ্ন ৫ ৥ তাপীয় প্রসারণের পরিমাণ পদার্থের অবস্থার ওপর কীভাবে নির্ভর করে— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কঠিন পদার্থের চেয়ে তরল পদার্থের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের প্রভাব কম বলে তাপের কারণে এর প্রসারণ বেশি হয়। বায়বীয় পদার্থের বেলায় তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে অণুগুলোর ছোট্টাছুটি বৃদ্ধি পায়। তাপীয় প্রসারণ গ্যাসীয় পদার্থে সবচেয়ে বেশি, তরল তার চেয়ে কম এবং কঠিন পদার্থে সবচেয়ে কম।

প্রশ্ন ৬ ৥ তরলের আপাত প্রসারণ কেন হয়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : যেকোনো তরলকে ধারণ করার জন্য পাত্রের দরকার হয়। তরলে যখন তাপ প্রয়োগ করা হয় তখন সে তাপের কিছু অংশ পাত্র শোষণ করে প্রসারিত হয়। এক্ষেত্রে তরল প্রথমত নিচে নেমে যায় অর্থাৎ আপাতভাবে সংকুচিত হয়। পরে তাপ শোষণ করার পর তরলের আয়তন প্রসারিত হয়। আপাতভাবে তরলের যে প্রসারণ ঘটে তা তরলের প্রকৃত প্রসারণ নয়। এ কারণেই তরলের আপাত প্রসারণ ঘটে।

প্রশ্ন ৭ ৥ ইস্পাতের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ  $22 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  বলতে কী বোঝ— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর :  $1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলের কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা  $1 \text{ K}$  বৃদ্ধির ফলে যতটুকু ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় তাকে ওই বস্তুর উপাদানের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ বলে।

ইস্পাতের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ  $22 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  বলতে বোঝায়  $1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলের কোনো ইস্পাত খণ্ডের তাপমাত্রা  $1 \text{ K}$  বৃদ্ধি করলে তার ক্ষেত্রফল  $22 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৮ ৥ পানির হিমাঙ্ক  $273 \text{ K}$  বলতে কী বোঝ?

উত্তর : পানির হিমাঙ্ক  $273 \text{ K}$  বলতে বোঝায় স্বাভাবিক চাপে  $273 \text{ K}$  তাপমাত্রায় তাপ বর্জনে জমাট বেঁধে তরল অবস্থা হতে কঠিন অবস্থায় পরিণত হয় এবং সমস্ত পানি কঠিন অবস্থায় পরিণত হওয়া পর্যন্ত এই তাপমাত্রা স্থির থাকে।

প্রশ্ন ৯ ৥ পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে তাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো বস্তুকে তাপ দিলে প্রথমে বস্তুর তাপমাত্রা বাড়তে থাকে এবং একপর্যায়ে তাপ প্রয়োগ করলেও বস্তুর তাপমাত্রা আর বাড়ে না। এ সময় যে তাপ বস্তু শোষণ করে তা দ্বারা কঠিন পদার্থটি তরলে পরিণত হয়। তরলে পরিণত হওয়ার পর আরও তাপ প্রয়োগ করলে উক্ত তরলের তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। আবার একপর্যায়ে এসে তরল যখন বাষ্পে পরিণত হতে থাকে তখন আর তরলের তাপমাত্রা বাড়ে না। এই সময় তরল তাপ শোষণ করে বায়বীয় অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। সুতরাং পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে তাপের প্রভাব উল্লেখযোগ্য।

প্রশ্ন ১০ ৥ জুল ও ক্যালরি বলতে কী বোঝ?

উত্তর : এসআই পদ্ধতিতে তাপের একক হলো জুল সংক্ষেপে J। পূর্বে তাপের একক হিসেবে ক্যালরি ব্যবহৃত হতো। ক্যালরি ও জুলের মধ্যে সম্পর্কে হলো  $1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$ । অর্থাৎ  $1 \text{ cal}$  তাপ দ্বারা  $4.2 \text{ J}$  কাজ করা যায় অথবা  $4.2 \text{ J}$  শক্তি ব্যয়িত হলে  $1 \text{ cal}$  তাপ উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন ১১ ৥ তামার আপেক্ষিক তাপ  $400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$  বলতে কী বোঝ?

উত্তর : তামার আপেক্ষিক তাপ  $400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$  বলতে বোঝায় :

১.  $1 \text{ kg}$  তামার তাপমাত্রা  $1 \text{ K}$  বাড়াতে  $400 \text{ J}$  তাপের প্রয়োজন হয়।
২.  $1 \text{ kg}$  ভরের তামার তৈরি কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা  $400 \text{ JK}^{-1}$ ।

প্রশ্ন ১২ ৥ তামার আয়তন প্রসারণ সহগ  $50.1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  বলতে কী বোঝায়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর :  $1 \text{ m}^3$  আয়তনের কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা  $1 \text{ K}$  বৃদ্ধির ফলে আয়তন কতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ওই বস্তুর উপাদানের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ  $50.1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  বলতে বোঝায়  $1 \text{ m}^3$  আয়তনের তামার তাপমাত্রা  $1 \text{ K}$  বৃদ্ধি করলে আয়তন  $50.1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ১৩ ৥ দুটি বস্তুর তাপ সমান হলেও এদের তাপমাত্রা পৃথক হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : তাপ সমান হওয়া সত্ত্বেও দুটি বস্তুর তাপমাত্রা পৃথক হতে পারে।

দুটি অসমান ভরের পানির পাত্রকে একই সময় ধরে তাপ দিতে থাকলে দেখা যাবে বেশি ভরের পাত্রটির তাপমাত্রা কম হয়। আবার একটি তামা ও একটি লোহার দণ্ডকে একই তাপ দিয়ে পরস্পরের সংস্পর্শে রাখলে দেখা যাবে তামা থেকে লোহা তাপ গ্রহণ করবে এবং তামা তাপ বর্জন করবে।

প্রশ্ন ১৪ ৥ আয়তন প্রসারণের গাণিতিক রাশিমালা হতে কীভাবে আয়তন প্রসারণ সহগের সংজ্ঞা দেওয়া যায়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : আয়তন প্রসারণ সহগকে  $\gamma$  দ্বারা প্রকাশ করা হয় যার রাশিমালা নিম্নরূপ :  $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1 (\theta_2 - \theta_1)}$

উপরিউক্ত সমীকরণে যদি আদি আয়তন  $V_1 = 1 \text{ m}^3$  এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি  $\theta_2 - \theta_1 = 1 \text{ K}$  হয় তবে  $\gamma = V_2 - V_1 =$  আয়তন বৃদ্ধি।

সুতরাং  $1\text{m}^3$  আয়তনের কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা  $1\text{K}$  বৃদ্ধির ফলে আয়তন যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ওই বস্তুর উপাদানের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

প্রশ্ন ১৫ ॥ দেহ থেকে ঘাম বের হলে পাখার বাতাসে ঠাণ্ডা অনুভূত হয় কেন?

উত্তর : দেহ থেকে ঘাম বের হলে পাখার দ্বারা তাড়িত হয়ে বাতাস সরাসরি ঘামের পানির সংস্পর্শে আসে। বাতাসে আর্দ্রতার পরিমাণ খুব বেশি না হলে তা এই পানির শোষণ করে নেয়। এ সময় পানি তরল হতে বাষ্পাবস্থায় রূপান্তরিত হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ শরীর হতে গ্রহণ করে বলে ঠাণ্ডা অনুভূত হয়।

প্রশ্ন ১৬ ॥ তাপমাত্রার একক উল্লেখ কর।

উত্তর : আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে (SI) তাপমাত্রার একক ডিগ্রি কেলভিন ( $^{\circ}\text{K}$ )। এ পদ্ধতি চালুর আগে তাপমাত্রার একক ছিল ডিগ্রি সেলসিয়াস ( $^{\circ}\text{C}$ ) এবং ডিগ্রি ফারেনহাইট ( $^{\circ}\text{F}$ )।

### গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
<p>দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, <math>\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)}</math></p>	<p><math>l_2 - l_1 =</math> দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  <math>l_1 =</math> আদি দৈর্ঘ্য  <math>\theta_2 - \theta_1 =</math> তাপমাত্রা বৃদ্ধি/পার্থক্য</p>
<p>ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, <math>\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}</math></p>	<p><math>A_2 - A_1 =</math> ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি  <math>A_1 =</math> আদি ক্ষেত্রফল  <math>\theta_2 - \theta_1 =</math> তাপমাত্রা বৃদ্ধি</p>
<p>আয়তন প্রসারণ সহগ, <math>\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)}</math></p>	<p><math>V_2 - V_1 =</math> আয়তন বৃদ্ধি  <math>\theta_2 - \theta_1 =</math> তাপমাত্রা বৃদ্ধি</p>
<p>প্রকৃত প্রসারণ সহগ, <math>\gamma_r = \gamma_a + \gamma_g</math></p>	<p><math>\gamma_a =</math> আপাত প্রসারণ সহগ  <math>\gamma_g =</math> পাত্রের উপাদানের আয়তন প্রসারণ সহগ</p>
<p><math>\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}</math></p>	<p><math>C =</math> সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা  <math>F =</math> ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা  <math>K =</math> কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা</p>
<p><math>\Delta l = \alpha l_0 \Delta\theta</math></p>	<p><math>\Delta l =</math> দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  <math>\alpha =</math> দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ  <math>l_0 =</math> আদি দৈর্ঘ্য  <math>\Delta\theta =</math> তাপমাত্রা বৃদ্ধি</p>

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
▶ $V_r = V_a + V_g$	$\Delta A =$ ক্ষেত্র বৃদ্ধি $\beta =$ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $A_0 =$ ক্ষেত্র বৃদ্ধি
▶ $\Delta A = \beta A_0 \Delta \theta$	$V_r =$ প্রকৃত প্রসারণ $V_a =$ আপাত প্রসারণ $V_g =$ পাত্রের প্রসারণ
▶ $C = \frac{Q}{\Delta \theta}$	$Q =$ শোষিত তাপ $\Delta \theta =$ তাপমাত্রা পরিবর্তন $C =$ তাপধারণ ক্ষমতা
▶ $S = \frac{Q}{m \Delta \theta}$	$m =$ বস্তুর ভর $S =$ আপেক্ষিক তাপ
▶ $\Delta V = \gamma V_0 \Delta \theta$	$\Delta V =$ আয়তন বৃদ্ধি $\gamma =$ আয়তন প্রসারণ সহগ $V_0 =$ আদি আয়তন
▶ $\gamma_r = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta}$	$\Delta V_r =$ প্রকৃত আয়তন প্রসারণ $\gamma_r =$ প্রকৃত প্রসারণ সহগ
▶ $\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta \theta}$	$\Delta V_a =$ আপাত আয়তন প্রসারণ $\gamma_a =$ আপাত প্রসারণ সহগ
▶ $\beta = 2\alpha$ এবং $\gamma = 3\alpha$	$\alpha =$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $\beta =$ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $\gamma =$ আয়তন প্রসারণ সহগ

গাণিতিক উদাহরণ ৬.১ : সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা  $98.4^\circ \text{ F}$  সেলসিয়াস স্কেলে এই তাপমাত্রা কত হবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা,  $F = 98.4^\circ \text{ F}$

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা,  $C = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } \frac{C}{5} = \frac{98.4 - 32}{9}$$

$$\therefore C = 36.89$$

অতএব, সেনসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা  $36.89^\circ\text{C}$ ।

গাণিতিক উদাহরণ ৬.২ :  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একটি ইস্পাতের দণ্ডের দৈর্ঘ্য  $100\text{ m}$ ।  $50^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য  $100.033\text{ m}$  হলে ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

আদি দৈর্ঘ্য,  $l_1 = 100\text{ m}$

শেষ দৈর্ঘ্য,  $l_2 = 100.033\text{ m}$

আদি তাপমাত্রা,  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$

শেষ তাপমাত্রা,  $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি,  $\theta_2 - \theta_1$

$$= 50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$$

$$= 30^\circ\text{C}$$

$$= 30\text{K}$$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l_2 - l_1 = 0.033\text{m}$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,  $\alpha = ?$

$$\text{আমরা জানি, দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

$$= \frac{0.033\text{m}}{100\text{ m} \times 30\text{K}}$$

$$= 11 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$$

অতএব, ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ  $11 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$

সমস্যা ৯ ৩ ৯ কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়?

সমাধান :

মনে করি,

ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ = কেলভিন স্কেলের পাঠ = x

তাপমাত্রা, x = ?

$$\text{আমরা জানি, } \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$$

$$\text{বা, } \frac{x - 32}{9} = \frac{x - 273}{5}$$

$$\text{বা, } 9x - 9 \times 273 = 5x - 32 \times 5$$

$$\text{বা, } 9x - 5x = 9 \times 273 - 32 \times 5$$

$$\text{বা, } 4x = 2457 - 160$$

$$\therefore x = \frac{2297}{4} = 574.25$$

অতএব, 574.25° তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়।

সমস্যা ৯ ৪ ৯ স্বাভাবিক চাপে পারদের হিমাঙ্ক -39°C এবং স্ফুটনাঙ্ক 357°C। উক্ত চাপে ফারেনহাইট স্কেলে পারদের হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক কত হবে?

সমাধান : মনে করি, ফারেনহাইট স্কেলে হিমাঙ্ক = x

এবং ফারেনহাইট স্কেলে স্ফুটনাঙ্ক = y

এখানে, সেলসিয়াস স্কেলে হিমাঙ্ক = -39°C

এবং স্ফুটনাঙ্ক = 357°C

$$x = ?$$

$$y = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \text{ [হিমাঙ্কের জন্য]}$$

$$\text{বা, } \frac{-39}{5} = \frac{x - 32}{9}$$

$$\text{বা, } 5x - 32 \times 5 = -39 \times 9$$

$$\text{বা, } 5x = 160 - 351$$

$$\therefore x = -38.2$$

$$\text{আবার, } \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \text{ [স্ফুটনাঙ্কের জন্য]}$$

$$\text{বা, } \frac{357}{5} = \frac{y - 32}{9}$$

$$\text{বা, } 5y - 32 \times 5 = 357 \times 9$$

$$\text{বা, } 5y = 160 + 3213$$

$$\therefore y = 674.6$$

অতএব, হিমাঙ্ক  $-38.2^\circ\text{F}$  এবং স্ফুটনাঙ্ক  $674.6^\circ\text{F}$ ।

সমস্যা ১৫ ৥ কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলের পাঠের পার্থক্য  $50^\circ$  হবে?

সমাধান : মনে করি, সেন্টিগ্রেড স্কেলে পাঠ =  $x$ ,

$$\therefore \text{ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ} = x \pm 50$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\text{অতএব, } \frac{x}{5} = \frac{x + 50 - 32}{9} \quad [\text{যখন ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ} = x + 50]$$

$$\text{বা, } \frac{x}{5} = \frac{x + 18}{9}$$

$$\text{বা, } 9x = 5x + 90$$

$$\text{বা, } 4x = 90$$

$$\therefore x = \frac{90}{4} = 22.5$$

$\therefore$  সেলসিয়াসের পাঠ  $22.5^\circ\text{C}$  হলে ফারেনহাইটের পাঠ হবে  $72.5^\circ\text{F}$

$$\text{আবার, } \frac{x}{5} = \frac{x - 50 - 32}{9} \quad [\text{যখন ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ} = x - 50]$$

$$\text{বা, } 9x = 5x - 410$$

$$\text{বা, } 4x = -410$$

$$\therefore x = -102.5$$

∴ সেলসিয়াসের পাঠ  $102.5^{\circ}\text{C}$  হলে ফারেনহাইটের পাঠ-  $152.5^{\circ}\text{F}$

অতএব,  $22.5^{\circ}\text{C}$  ও  $72.5^{\circ}\text{F}$  এবং  $-102.5^{\circ}\text{C}$  ও  $-152.5^{\circ}\text{C}$ ।

সমস্যা ॥ ৬ ॥ একজন সুস্থ ব্যক্তির শরীরে তাপমাত্রা  $37^{\circ}\text{C}$  হলে ফারেনহাইট স্কেলে ওই তাপমাত্রা কত হবে?

সমাধান :

এখানে, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা,  $C = 37^{\circ}\text{C}$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা,  $F = ?$

আমরা জানি,  $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

$$\begin{aligned}\text{বা, } F &= \frac{9C + 32 \times 5}{5} \\ &= \frac{9 \times 37 + 32 \times 5}{5} \\ &= 98.6\end{aligned}$$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা হবে  $98.6^{\circ}\text{F}$ ।

সমস্যা ॥ ৭ ॥ কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ সেলসিয়াস স্কেলের পাঠের দ্বিগুণ হবে?

সমাধান : মনে করি, সেলসিয়াস স্কেলের পাঠ =  $x$

এবং ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ =  $2x$

আমরা জানি,  $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

$$\text{বা, } \frac{x}{5} = \frac{2x - 32}{9}$$

$$\text{বা, } 10x - 160 = 9x$$

$$\text{বা, } 10x - 9x = 160$$

$$\therefore x = 160$$

নির্ণেয় তাপমাত্রা  $160^{\circ}\text{C}$ ।

সমস্যা ॥ ৮ ॥ তরল নাইট্রোজেন  $-196^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্যাসীয় অবস্থায় পরিবর্তিত হয়।

ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে উক্ত তাপমাত্রা কত হবে?

সমাধান :

এখানে, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা,  $C = -196^{\circ}\text{C}$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা,  $F = ?$

এবং কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা,  $K = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

$$\text{অতএব, } \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } \frac{-196}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } 5F - 32 \times 5 = -196 \times 9$$

$$\text{বা, } 5F = -1764 + 160$$

$$\text{বা, } 5F = -1604$$

$$\therefore F = -320.8$$

$$\text{আবার, } \frac{C}{5} = \frac{K - 273}{5}$$

$$\text{বা, } \frac{-196}{5} = \frac{K - 273}{5}$$

$$\text{বা, } -196 = K - 273$$

$$\therefore K = 77$$

নির্ণেয় তাপমাত্রা  $-320.4^{\circ}\text{F}$  ও  $77\text{ K}$ ।

সমস্যা ৯ ৯  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রার একটি পিতলের দণ্ডের দৈর্ঘ্য  $2\text{ m}$ ।  $100^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য  $200.38\text{ cm}$  হলে পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta &= \theta_1 - \theta_2 \\ &= (100 - 0)^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$= 100^{\circ} \text{C}$$

$$= 100 \text{ K}$$

আদি দৈর্ঘ্য,  $l_0 = 2 \text{ m}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\Delta l = (200.38 - 200) \text{ cm}$

$$= 0.38 \text{ cm}$$

$$= 0.38 \times 10^{-2} \text{ m}$$

পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,  $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta \theta$$

$$\therefore \alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta \theta}$$

$$= \frac{0.38 \times 10^{-2} \text{ m}}{2 \text{ m} \times 100 \text{ K}}$$

$$= 19 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

নির্ণেয় পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ  $19 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ।

সমস্যা ১০ ০°C তাপমাত্রার 100 cm লম্বা একটি এলুমিনিয়ামের পাতের তাপমাত্রা 200°C এ উন্নীত করা হলো। যদি এলুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ  $23.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  হয় তবে পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত হবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি,  $\Delta \theta = (200 - 0)^{\circ} \text{C}$

$$= 200^{\circ} \text{C}$$

$$= 200 \text{ K}$$

আদি দৈর্ঘ্য,  $l_0 = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,  $\alpha = 23.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta \theta}$$

$$\begin{aligned}\therefore \Delta l &= \alpha \times l_0 \times \Delta \theta \\ &= 23.8 \times 10^{-6} \text{K}^{-1} \times 1 \text{m} \times 200 \text{K} \\ &= 0.00476 \text{m} \\ &= 0.476 \text{cm}\end{aligned}$$

নির্ণেয় পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0.476 cm।

সমস্যা ॥ ১১ ॥ 0°C তাপমাত্রায় এক খণ্ড তামার পাতের দৈর্ঘ্য 50 m এবং প্রস্থ 40 m . 30°C তাপমাত্রায় এই পাতের ক্ষেত্রফল হয় 2002 m<sup>2</sup>। তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned}\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta \theta &= (30 - 0)^\circ\text{C} \\ &= 30^\circ\text{C} = 30 \text{K}\end{aligned}$$

$$\text{আদি ক্ষেত্রফল, } A_0 = 50 \text{m} \times 40 \text{m} = 2000 \text{m}^2$$

$$\text{ক্ষেত্র প্রসারণ, } \Delta A = 2002 \text{m}^2 - 2000 \text{m}^2 = 2 \text{m}^2$$

$$\text{ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, } \beta = ?$$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta \theta}$$

$$\begin{aligned}\therefore \beta &= \frac{2 \text{m}^2}{2000 \text{m}^2 \times 30 \text{K}} \\ &= 33.33 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}\end{aligned}$$

নির্ণেয় তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ  $33.33 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ।

সমস্যা ॥ ১২ ॥ 40°C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 100 m লোহার রেললাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ  $34.8 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = 40^\circ\text{C} = 40 \text{ K}$$

$$\text{আদি দৈর্ঘ্য, } l_0 = 100 \text{ m}$$

$$\text{আয়তন প্রসারণ সহগ, } \gamma = 34.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } \Delta l = ?$$

আমরা জানি,

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{34.8 \times 10^{-6}}{3} \text{ K}^{-1}$$

$$= 11.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta}$$

$$\Delta l = \alpha \times l_0 \times \Delta\theta$$

$$= 11.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 100 \text{ m} \times 40 \text{ K} = 0.0464 \text{ m}$$

নির্ণেয় রেললাইনে লোহার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0.0464 m।

সমস্যা ১৩।  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একটি সীসার গুলির আয়তন  $2.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ ।  $98^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় এর আয়তন  $0.021 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  বৃদ্ধি পায়। সীসার আয়তন, ক্ষেত্র ও দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = (98 - 0)^\circ\text{C}$$

$$= 98^\circ\text{C} = 98 \text{ K}$$

$$\text{আদি আয়তন, } V_0 = 2.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{আয়তন বৃদ্ধি, } \Delta V = 0.021 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$(i) \text{ আয়তন প্রসারণ সহগ, } \gamma = ?$$

$$(ii) \text{ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha = ? \text{ এবং}$$

$$(iii) \text{ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, } \beta = ?$$

$$(i) \text{ আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় :}$$

আমরা জানি,

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta}$$

$$= \frac{0.021 \times 10^{-6} \text{m}^3}{2.5 \times 10^{-6} \text{m}^3 \times 98 \text{K}} = 85.7 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

(ii) দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

আমরা জানি,

$$\gamma = 3\alpha$$

$$\therefore \alpha = \frac{\gamma}{3}$$

$$= \frac{85.7 \times 10^{-6}}{3} \text{K}^{-1}$$

$$= 28.6 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

(iii) ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

আমরা জানি,

$$\beta = 2\alpha$$

$$= 2 \times 28.6 \times 10^{-6} \text{K}^{-1} = 57.2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

অতএব, গুলির আয়তন, ক্ষেত্র ও দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ যথাক্রমে  $85.7 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ,  $57.2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ,  $28.6 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৪।  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একটি সিসার গুলির আয়তন  $25 \text{cm}^3$ ।  $100^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় এর আয়তন কত হবে? (সিসার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ  $27.6 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ .)

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta \theta = (100 - 0)^\circ\text{C}$$

$$= 100^\circ\text{C} = 100\text{K}$$

$$\text{আদি আয়তন, } V_0 = 25 \text{cm}^3$$

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha = 27.6 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

$$100^\circ\text{C তাপমাত্রায় গুলির আয়তন, } V_2 = ?$$

আমরা জানি,

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta}$$

$$\begin{aligned}
\therefore \Delta V &= \gamma \times V_0 \times \Delta\theta \\
&= 3\alpha \times V_0 \times \Delta\theta \quad [ \because \gamma = 3\alpha ] \\
&= 3 \times 27.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 25 \text{ cm}^3 \times 100\text{K} \\
&= 0.207 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

আবার,  $\Delta V = V_2 - V_0$

$$\begin{aligned}
\text{বা, } V_2 &= \Delta V + V_0 \\
&= 0.207 \text{ cm}^3 + 25 \text{ cm}^3 \\
&= 25.207 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

অতএব,  $100^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সিসার গুলির আয়তন হবে  $25.207 \text{ cm}^3$ ।

সমস্যা ১৫ ৥ গ্লিসারিনের প্রকৃত প্রসারণ সহগ  $53 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ।  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $200 \text{ cm}^3$  গ্লিসারিনের তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$  বাড়ালে এর প্রসারণ কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned}
\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta &= (30 - 0)^\circ\text{C} \\
&= 30^\circ\text{C} = 30 \text{ K}
\end{aligned}$$

$$\text{আদি আয়তন, } V_0 = 200 \text{ cm}^3$$

$$\text{প্রকৃত প্রসারণ সহগ, } \gamma_r = 53 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{প্রসারণ, } \Delta V = ?$$

আমরা জানি,

$$\gamma_r = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta\theta}$$

$$\begin{aligned}
\therefore \Delta V &= \gamma_r \times V_0 \times \Delta\theta \\
&= 53 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \times 200 \text{ cm}^3 \times 30\text{K} \\
&= 3.18 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

$\therefore 30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্লিসারিনের প্রসারণ হবে  $3.18 \text{ cm}^3$ ।

সমস্যা ১৬ ৥ কোন কাচ পাত্রে রাখা পারদের আপাত প্রসারণ-সহগ  $14.66 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ । এই পাত্রে রাখা  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রার  $250 \text{ cm}^3$

পারদের তাপমাত্রা  $30^{\circ}\text{C}$  এ উন্নীত করলে  
আপাত প্রসারণ কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = (30 - 0)^{\circ}\text{C}$$

$$= 30^{\circ}\text{C}$$

$$= 30 \text{ K}$$

$$\text{আদি আয়তন, } V_0 = 250 \text{ cm}^3$$

$$\text{আপাত প্রসারণ সহগ, } \gamma_a = 14.66 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$$

$$\text{আপাত প্রসারণ, } \Delta V_a = ?$$

আমরা জানি,

$$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta\theta}$$

$$\text{বা, } \Delta V_a = \gamma_a \times V_0 \times \Delta\theta$$

$$= 14.66 \times 10^{-5} \text{K}^{-1} \times 250 \text{cm}^3 \times 30 \text{K}$$

$$= 1.0995 \text{ cm}^3$$

অতএব,  $30^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় উন্নীত করলে আপাত প্রসারণ হবে  $1.995 \text{ cm}^3$ ।

সমস্যা ৯৭ চাপ স্থির রেখে  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রার  
 $500 \text{ cm}^3$  গ্যাসের তাপমাত্রা  $10^{\circ}\text{C}$  বৃদ্ধি  
করলে এর আয়তন  $518.3 \text{ cm}^3$  হয়। গ্যাসের  
আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = (10 - 0)^{\circ}\text{C}$$

$$= 10^{\circ}\text{C} = 10 \text{ K}$$

$$\text{আদি আয়তন, } V_0 = 500 \text{ cm}^3$$

$$\text{শেষ আয়তন, } V_2 = 518.3 \text{ cm}^3$$

$$\text{আয়তন বৃদ্ধি, } \Delta V = 518.3 \text{ cm}^3 - 500 \text{ cm}^3 = 18.3 \text{ cm}^3$$

$$\text{গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ, } \gamma = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \times \Delta\theta} = \frac{18.3 \text{ cm}^3}{500 \text{ cm}^3 \times 10 \text{ K}}$$

$$= 0.00366 \text{ K}^{-1}$$

∴ গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ  $3.66 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৮ ২০°C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 200m দীর্ঘ লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ  $34.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ।

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি,  $\Delta\theta = 20^\circ\text{C} = 20 \text{ K}$

আদি দৈর্ঘ্য,  $l_0 = 200 \text{ m}$

আয়তন প্রসারণ সহগ,  $\gamma = 34.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\Delta l = ?$

ধরি, লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ =  $\alpha$

আমরা জানি,

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{34.8 \times 10^{-6}}{3} \text{ K}^{-1}$$

$$= 11.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \times \Delta\theta}$$

$$\therefore \Delta l = \alpha \times l_0 \times \Delta\theta$$

$$= 11.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 200\text{m} \times 20 \text{ K}$$

$$= 0.0464 \text{ m}$$

নির্ণেয় রেললাইনে লোহার পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0.0464 m।

সমস্যা ১৯ ০°C তাপমাত্রার 100m দীর্ঘ লোহার রেল লাইনের তাপমাত্রা 40°C এ উন্নীত করা হলো। যদি লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ  $23.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  হয়, তবে লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি,  $\Delta\theta = (40 - 0)^\circ\text{C} = 40 \text{ K}$

আদি দৈর্ঘ্য,  $l_0 = 100 \text{ m}$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ,  $\beta = 23.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha &= \frac{\beta}{2} = \frac{23.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}}{2} \\ &= 11.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } \alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \times \Delta \theta}$$

$$\begin{aligned} \therefore \Delta l &= \alpha \times l_0 \times \Delta \theta \\ &= 11.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 100 \text{ m} \times 40 \text{ K} \\ &= 0.0464 \text{ m} \end{aligned}$$

নির্ণেয় রেললাইনে লোহার পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0.0464 m।

সমস্যা ৯২০ ৯২০  $-273^\circ\text{C}$  তাপমাত্রাকে  
কেলভিন স্কেলে প্রকাশ কর।

সমাধান : আমরা জানি,

কোনো কিছুর তাপমাত্রা সেনসিয়াস স্কেলে যত কেলভিন স্কেলে তার চেয়ে 273 বেশি।

$$\text{সুতরাং, } 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$1^\circ\text{C} = (1 + 273)\text{K}$$

$$\therefore -273^\circ\text{C} = (-273 + 273) \text{ K} = 0 \text{ K}$$

$$\therefore -273^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে } 0 \text{ K।}$$

