ষষ্ঠ অধ্যায়

বস্তুর উপর তাপের প্রভাব

পাঠ সম্পর্কিত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়াদি

- **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 $\frac{1}{273{\cdot}16}$ 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 পাত্রে 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 ছোটাছুটি 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। ঊর্ধ্ব 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 α 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 β 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 γ 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।

- **বাষ্পীভবন (Vaporisation) :** কোনো পদার্থের তরল অবস্থান থেকে বায়বীয় অবস্থানে পরিবর্তনকে বাষ্পীভবন বলে। বাষ্পীভবন দুই প্রক্রিয়ায় হয়ে থাকে। যেমন :
  - তাপ প্রয়োগের ফলে একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তরলের সকল স্থান থেকে বাষ্পীভবন ঘটে।
  - যেকোনো উষ্ণতায় তরলের উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পীভবন ঘটে।

- **স্ফটনাঙ্ক (Boiling point) :** যে তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট চাপে কোনো তরল পদার্থে স্ফুটন সংঘটিত হয় অর্থাৎ তরল ফুটতে থাকে তাকে স্ফুটনাঙ্ক বলে। যেমন : 100° C তাপমাত্রায় পানিকে তাপ দিলে স্ফুটন শুরু হয়। অর্থাৎ পানির স্ফুটনাঙ্ক 100° 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° C।

কিন্তু চাপ যদি 76 cm পারদ চাপ না হয়ে কম হয় তাহলে 100° C-এর কম তাপমাত্রায় ফুটে।

 তাপধারণ ক্ষমতা (Heat Capacity) : কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে তাপের পয়োজন 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 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 ($Jkg^{-1}K^{-1}$)।

 কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা 5000 JK^{-1} এর অর্থ : কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা 5000 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 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।

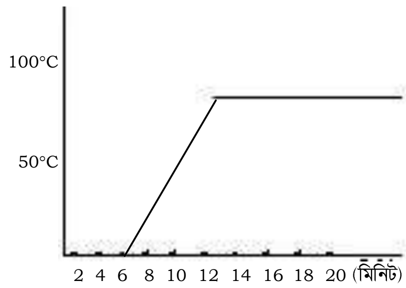
বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১. **রেল লাইন নির্মাণের সময় দুইটি রেল যেখানে মিলিত হয় সেখানে একটু ফাঁকা রাখা হয় কেন?**
ক লোহা সাশ্রয় করার জন্য
খ গ্রীষ্মকালে রেল লাইনের তাপমাত্রা বৃদ্ধি হ্রাস করার জন্য
গ রেলগাড়ি চলার সময় খট খট শব্দ করার জন্য
● তাপীয় প্রসারণের জন্য রেল লাইনের বিকৃতি পরিহার করার জন্য

২. **ঘর্মাক্ত দেহে পাখার বাতাস আরাম দেয় কেন?**
ক পাখার বাতাস গায়ের ঘাম বের হতে দেয় না তাই
● বাষ্পায়ন শীতলতার সৃষ্টি করে তাই
গ পাখার বাতাস শীতল জলীয় বাষ্প ধারণ করে তাই
ঘ পাখার বাতাস সরাসরি লোমকূপ দিয়ে শরীরে ঢুকে যায় তাই

৩. **সুপ্ততাপের মাধ্যমে–**
i. বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি হয়
ii. বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন হয়
iii. বস্তুর অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i   খ ii   ● ii ও iii   ঘ i, ii ও iii

চিত্রের সাহায্যে ৪ ও ৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৪. **সম্পূর্ণ বরফ গলতে কত সময় লেগেছিল?**
ক 2 মিনিট   খ 4 মিনিট
● 6 মিনিট   ঘ 8 মিনিট

৫. **গলিত পানির তাপমাত্রা স্ফুটনাঙ্কে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময় কত মিনিট?**
● 6   খ 8
গ 12   ঘ 18

৬. **সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা কত কেলভিন?**
ক 36·89K   খ 98·4K
গ 136·89K   ● 309·89K

৭. **সিসার আপেক্ষিক তাপ কত?**
ক 510 $Jkg^{-1}K^{-1}$ খ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$
গ 230 $Jkg^{-1}K^{-1}$ ● 130 $Jkg^{-1}K^{-1}$

৮. **100 গ্রাম পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 35°C পর্যন্ত উঠাতে কী পরিমাণ তাপের প্রয়োজন?**
ক 21 J   খ 210 J   ● 2100 J   ঘ 21000 J

৯. **নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?**
● $\Upsilon = 3\alpha$ এবং $\beta = 2\alpha$ খ $\Upsilon = 2\beta$ এবং $\beta = 2\alpha$
গ $\beta = \frac{\alpha}{2} = \frac{\Upsilon}{3}$ ঘ $\alpha = \frac{\Upsilon}{2} = \frac{\beta}{3}$

১০. **একজন সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা 98.44°F. হলে সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা কত?**
ক 36·91°C   খ 36·90°F
● 36·89°C   ঘ 36·88°C

১১. **পানির আপেক্ষিক তাপ কত?**
● 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$ খ 2800 $Jkg^{-1}K^{-1}$
গ 2100 $Jkg^{-1}K^{-1}$ ঘ 2000 $Jkg^{-1}K^{-1}$

১২. **এক জুল = কত ক্যালরী?**
ক 42   খ 4·2   গ 2·4   ● 0·24

১৩. **ক্যালরিমিতির মূলনীতি কোনটি?**
ক গৃহীত তাপ > বর্জিত তাপ   ● গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ
গ গৃহীত তাপ < বর্জিত তাপ   ঘ বর্জিত তাপ < গৃহীত তাপ

১৪. একজন মানুষের দেহের তাপমাত্রা 100ºF হলে, সেলসিয়াস স্কেলে এই তাপমাত্রা কত?

● 37·77ºC ⓚ 100ºC ⓖ 212ºC ⓘ 373ºC

১৫. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা কত?

ⓐ –273 K ● 273 K ⓖ 373 K ⓘ $\frac{1}{273}$ K

১৬. 25ºC তাপমাত্রার পানি এবং 60ºC তাপমাত্রার পানিকে মিশ্রিত করলে নিচের কোনটি ঘটবে?

● 25ºC তাপমাত্রার পানি তাপ গ্রহণ করবে
ⓚ 25ºC তাপমাত্রার পানি তাপ বর্জন করবে
ⓖ 60ºC তাপমাত্রার পানি তাপ গ্রহণ করবে
ⓘ উভয় প্রকার পানির তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকবে

১৭. কোন তাপমাত্রায় পানি ফুটতে থাকে?

ⓐ 32ºF ⓚ 100ºF ● 212ºF ⓘ 373ºF

১৮. নিচের কোনটির আপেক্ষিক তাপ $2000 Jkg^{-1}K^{-1}$?

ⓐ কেরোসিন ● জলীয় বাষ্প ⓖ বরফ ⓘ পানি

১৯. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?

ⓐ $\propto = 2\beta = 3\gamma$ ● $\propto = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$
ⓖ $2\propto = 2\beta = \gamma$ ⓘ $3\propto = 2\beta = \gamma$

২০. 2 kg ভরের পানির তাপমাত্রা 50ºC বৃদ্ধি করতে কী পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন?

ⓐ $2·1 \times 10^5$ J ● $4·2 \times 10^5$ J
ⓖ $6·72 \times 10^5$ J ⓘ $45·36 \times 10^5$ J

২১. 10 gm পানির তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে কত তাপের প্রয়োজন?

ⓐ $4·2 \times 10^4$ J ⓚ $4·2 \times 10^3$ J
ⓖ $4·2 \times 10^5$ J ⓘ $4·2 \times 10^2$ J
[সঠিক উত্তর : 42 J]

২২. বাষ্পীভবন পদ্ধতিতে পানি কত তাপমাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয়?

ⓐ 70ºC ⓚ 100ºC
ⓖ 120ºC ● যেকোনো তাপমাত্রায়

২৩. মোমের ক্ষেত্রে–

i. চাপ বাড়ালে গলনাঙ্ক হ্রাস পায়
ii. চাপ বাড়ালে গলনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়
iii. গলে তরলে পরিণত হলে আয়তন বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓐ i ও ii ● ii ও iii ⓖ i ও iii ⓘ i, ii ও iii

২৪. সুপ্ত তাপের মাধ্যমে–

i. বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়
ii. বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন হয়
iii. বস্তুর আন্তঃআণবিক বন্ধন শিথিল হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓐ i ও ii ⓚ i ও iii ● ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

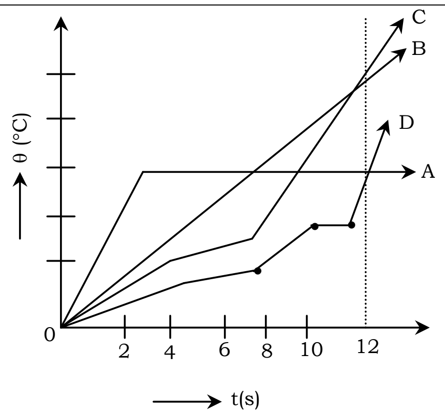
২৫. দুই টুকরো বরফের স্পর্শতলে চাপ বৃদ্ধি করলে–

i. বরফের গলনাঙ্ক কমে যাবে
ii. স্পর্শতলের উষ্ণতা বৃদ্ধি পাবে
iii. স্পর্শতলের বরফ গলে যাবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓐ i ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

নিচের চিত্র হতে ২৬ ও ২৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



চিত্র ঃ সময়ের সাপেক্ষে বিভিন্ন তাপমাত্রার চারটি কঠিন পদার্থের (A, B, C, D) অবস্থার পরিবর্তনের লেখচিত্র।

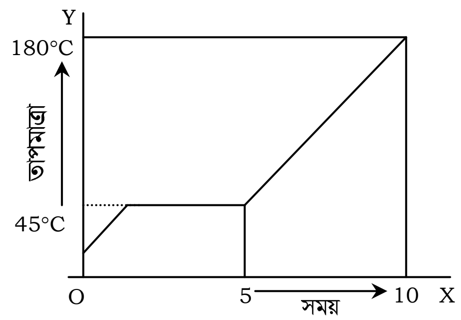
২৬. কোন পদার্থের গলনাঙ্ক সবচেয়ে বেশি?

● A ⓚ B
ⓖ C ⓘ D

২৭. 12s পরে পদার্থগুলোর অবস্থা কিরূপ হবে?

ⓐ A কঠিন, B তরল ⓚ B তরল, C কঠিন
ⓖ A তরল, D তরল ● B কঠিন, C তরল

একটি টেস্ট টিউবে কিছু মোম নিয়ে তার মধ্যে থার্মোমিটার রেখে ধীরে ধীরে সুষমভাবে তাপ দেওয়া হলো এবং প্রতি ৫ মিনিট অন্তর অন্তর পাঠ লিপিবদ্ধ করা হলো। এভাবে প্রাপ্ত তথ্য থেকে নিম্নের লেখচিত্রটি পাওয়া গেল।



উল্লিখিত তথ্য থেকে ২৮ ও ২৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

২৮. মোমের স্ফুটনাংক কত?

ⓐ 45 K ● 453 K
ⓖ 0°C ⓘ –273 K

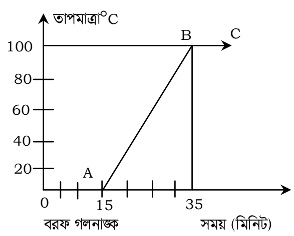
২৯. লেখচিত্র থেকে পাওয়া যায় মোমের–

i. আপেক্ষিক তাপ
ii. গলনাঙ্ক
iii. স্ফুটনাঙ্ক

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓐ i ⓚ i ও ii
● ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্রটি লক্ষ করে ৩০ ও ৩১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৩০. সম্পূর্ণ বরফ গলতে প্রয়োজনীয় সময় কত মিনিট?
ক 5 খ 10
● 15 ঘ 20

৩১. বরফ গলা পানির তাপমাত্রা স্ফুটনাংককে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময় কত মিনিট?
ক 15 ● 20
গ 25 ঘ 35

৬.১ তাপ ও তাপমাত্রা

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৩২. তাপের আদান–প্রদান কিসের ওপর নির্ভর করে? (অনুধাবন)
ক তাপের পরিমাণ ● তাপীয় অবস্থা
গ পরিবেশ ঘ উপাদান

৩৩. কোনো বস্তুতে তাপ প্রদান করলে অণুগুলোর গতি কেমন হয়? (জ্ঞান)
● বেড়ে যায় খ কমে যায়
গ স্থির থাকে ঘ কখনো বাড়ে, কখনো কমে

৩৪. পদার্থের অণুগুলো সবসময় কোন অবস্থায় থাকে? (জ্ঞান)
ক স্থিতিশীল ● গতিশীল
গ স্থির ঘ প্রথমে গতিশীল, পরে স্থিতিশীল

৩৫. ত্রৈধবিন্দু তাপমাত্রায় পানি কয়টি অবস্থায় অবস্থান করে? (জ্ঞান)
ক 2 ● 3
গ 4 ঘ 5

৩৬. নিচের কোনটি এক প্রকার শক্তি? (জ্ঞান)
● তাপ খ তাপমাত্রা
গ জুল ঘ ক্যালরি

৩৭. উষ্ণতার পার্থক্যের জন্য যে শক্তি এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে প্রবাহিত হয় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)
● তাপ খ তাপমাত্রা
গ বিভব শক্তি ঘ প্রসারণ

৩৮. পদার্থের অণুগুলোতে নিচের কোনটি আছে? (জ্ঞান)
ক বিভব শক্তি ● গতিশক্তি
গ তাপশক্তি ঘ শব্দশক্তি

৩৯. নিচের কোনটির গতিশক্তি আছে? (অনুধাবন)
● অণুর খ তাপমাত্রার
গ তাপের ঘ শব্দের

৪০. কোনো পদার্থের মোট তাপের পরিমাণ এর মধ্যস্থিত অণুগুলোর মোট গতিশক্তির– (জ্ঞান)
● সমানুপাতিক খ সমান
গ ব্যস্তানুপাতিক ঘ বর্গের সমানুপাতিক

৪১. নিচের কোনটির কারণে অণুর গতি বেড়ে যায়? (অনুধাবন)
ক তাপমাত্রা ● তাপ
গ বিভব শক্তি ঘ গলন

৪২. অণুর গতি বেড়ে গেলে নিচের কোনটি বেড়ে যাবে? (অনুধাবন)
● গতিশক্তি খ বিভব শক্তি
গ বিভব শক্তি ও গতিশক্তি ঘ আয়তন

৪৩. SI পদ্ধতিতে তাপের একক কী? (জ্ঞান)
ক ওয়াট ● জুল
গ ক্যালরি ঘ কেলভিন

৪৪. পূর্বে তাপের একক হিসেবে কী ব্যবহৃত হতো? (জ্ঞান)
● ক্যালরি খ ওয়াট
গ জুল ঘ কেলভিন

৪৫. 1 J = কত? (জ্ঞান)
ক 4.2 cal খ 4.1 cal
গ 4.4 cal ● 0.24 cal

৪৬. নিচের কোনটির পার্থক্যের জন্য তাপশক্তি এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে প্রবাহিত হয়? (অনুধাবন)
ক তাপের ● উষ্ণতার
গ শক্তির ঘ ক্ষমতার

৪৭. দুইটি বস্তুর তাপমাত্রা এক হলে কী ঘটবে? (অনুধাবন)
ক তাপের পরিমাণও একই হবে
● তাপের পরিমাণ সমান কিংবা ভিন্ন হবে
গ তাপের পরিমাণ সর্বদা ভিন্ন হবে
ঘ বস্তুদ্বয়ের ভর সমান হবে

৪৮. দুটি পাত্রে সমান ভরের পানির তাপমাত্রা ভিন্ন হলে তাপের কী ঘটবে? (জ্ঞান)
ক যে পাত্রের তাপমাত্রা কম তার তাপ বেশি
● যে পাত্রের তাপমাত্রা বেশি তার তাপ বেশি
গ যে পাত্রের তাপমাত্রা বেশি তার তাপ কম
ঘ উভয় পাত্রের পানির তাপ সমান

৪৯. তাপমাত্রা পরিমাপক যন্ত্র কোনটি? (জ্ঞান)
● থার্মোমিটার খ ক্যালরিমিটার
গ ব্যারোমিটার ঘ অ্যামিটার

৫০. আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে তাপমাত্রার একক কোনটি? (জ্ঞান)
ক সেলসিয়াস ● কেলভিন
গ ফারেনহাইট ঘ সেন্টিগ্রেড

৫১. যদি এক টুকরা গরম লোহা ঠান্ডা পানির পাত্রে ডুবানো হয় তবে কোনটি তাপ হারাবে? (অনুধাবন)
● গরম লোহা খ পানি
গ পানি ও গরম লোহা দুটিই ঘ পাত্র

৫২. পানির ত্রৈধবিন্দু বলতে কোন তাপমাত্রাকে বোঝায়? (উচ্চতর দক্ষতা)
● যে তাপমাত্রায় পানি, বরফ এবং জলীয় বাষ্পরূপে সহাবস্থান করে
খ যে তাপমাত্রায় পানি বরফে পরিণত হয়
গ যে তাপমাত্রায় পানির আয়তন শূন্য হয়ে যায়
ঘ যে তাপমাত্রায় পানি সরাসরি জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়

৫৩. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273{\cdot}16}$ ভাগকে কী বলা হয়? (জ্ঞান)
● 1 K খ 1° C
গ 1° F ঘ 1° R

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৫৪. নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর– (অনুধাবন)
i. তাপ এক প্রকার শক্তি
ii. তাপের একক কেলভিন
iii. 1 cal = 4.2 J
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii ● i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৫৫. তাপের প্রবাহ নির্ভর করে– (অনুধাবন)
i. তাপের পরিমাণের ওপর
ii. তাপমাত্রার পার্থক্যের ওপর
iii. বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক তাপীয় অবস্থার ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
● ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৫৬. **তাপমাত্রা হচ্ছে–** (অনুধাবন)
i. বস্তুর উষ্ণতার নির্দেশক
ii. বস্তুর তাপীয় অবস্থা
iii. বস্তুর তাপ নির্দেশক একটি সংখ্যা
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii ⓖ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii

৫৭. **তাপমাত্রার ক্ষেত্রে–** (প্রয়োগ)
i. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা 273 K
ii. তাপমাত্রার একক কেলভিন
iii. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273{\cdot}16}$ ভাগই 1 K
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ও ii ⓖ i ও iii ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ৫৮ ও ৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :
ভিন্ন তাপমাত্রায় দুইটি বস্তুকে তাপীয় সংস্পর্শে আনলে তাদের মধ্যে তাপের আদান–প্রদান ঘটে। বেশি তাপমাত্রার বস্তু তাপ বর্জন করে এবং কম তাপমাত্রার বস্তু তাপ গ্রহণ করে।

৫৮. **বস্তুদ্বয়ের মধ্যে কতক্ষণ তাপের আদান–প্রদান ঘটবে?** (অনুধাবন)
ⓚ কম তাপমাত্রার বস্তুর তাপ বেশি না হওয়া পর্যন্ত
ⓖ বেশি তাপমাত্রার বস্তর তাপ কম না হওয়া পর্যন্ত
● দুইটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান না হওয়া পর্যন্ত
ⓖ কম তাপমাত্রার বস্তুর তাপমাত্রা বেশি না হওয়া পর্যন্ত

৫৯. **উদ্দীপকের তথ্য অনুসারে নিচের কোনটি সঠিক?** (উচ্চতর দক্ষতা)
ⓚ গৃহীত তাপ > বর্জিত তাপ
ⓖ গৃহীত তাপ < বর্জিত তাপ
● বর্জিত তাপ = গৃহীত তাপ
ⓖ গৃহীত তাপ ≠ বর্জিত তাপ

৬.২ পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৬০. **তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন লক্ষ করে সহজ ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মকেই পদার্থের কী বলা হয়?** (জ্ঞান)
● তাপমাত্রিক ধর্ম ⓖ তাপ
ⓖ স্ফুটনাঙ্ক ⓖ গলনাঙ্ক

৬১. **যে পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম আছে তাকে কী বলে?** (জ্ঞান)
● তাপমাত্রিক পদার্থ ⓖ তাপমাত্রিক ধর্ম
ⓖ অপরিবাহী ⓖ পরিবাহী

৬২. **নিচের কোন যন্ত্রে তাপমাত্রিক পদার্থ ব্যবহার করা হয়?** (জ্ঞান)
ⓚ ক্যালরিমিটারে ● থার্মোমিটারে
ⓖ ব্যারোমিটারে ⓖ ক্রোনোমিটারে

৬৩. **পদার্থের আয়তন, রোধ, চাপ ইত্যাদি ধর্মগুলো কোন প্রকৃতির?** (অনুধাবন)
ⓚ ভৌত ● তাপমাত্রিক
ⓖ রাসায়নিক ⓖ আয়তনিক

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৬৪. **তাপমাত্রিক ধর্ম হচ্ছে–** (অনুধাবন)
i. আয়তন
ii. রোধ
iii. চাপ
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ও ii ⓖ i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

৬৫. **পারদ থার্মোমিটারে–** (উচ্চতর দক্ষতা)
i. পারদস্তম্ভের দৈর্ঘ্য তাপমিতিক ধর্ম
ii. ধ্রুব আয়তনে পাত্রে রক্ষিত গ্যাসের চাপ পরিবর্তিত হয়
iii. পারদ তাপমিতিক পদার্থ
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ও ii ⓖ i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

৬৬. **গ্যাস থার্মোমিটারের ক্ষেত্রে–** (অনুধাবন)
i. ধ্রুব আয়তনে পাত্রে রক্ষিত গ্যাসকে তাপমাত্রিক পদার্থ বলে
ii. গ্যাসের চাপকে তাপমাত্রিক ধর্ম বলে
iii. পারদ হলো তাপমাত্রিক পদার্থ
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ⓖ ii
● i ও ii ⓖ ii ও iii

৬.৩ সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৬৭. **সেলসিয়াস স্কেলে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 30ºC হলে ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে?** (প্রয়োগ)
ⓚ 80ºF ⓖ 82ºF
ⓖ 84ºF ● 86ºF

৬৮. **একজন রোগীর দেহের তাপমাত্রা 102ºF। কেলভিন স্কেলে এটি কত?** (প্রয়োগ)
● প্রায় 312K ⓖ প্রায় 322K
ⓖ প্রায় 332K ⓖ প্রায় 342K

৬৯. **–20ºC কে কেলভিনে প্রকাশ করলে কত হবে?** (প্রয়োগ)
ⓚ –253 ● 253
ⓖ –293 ⓖ 293

৭০. **কোনো দিনের তাপমাত্রা 28ºC হলে ফারেনহাইটে ঐ তাপমাত্রা কত হবে?** (প্রয়োগ)
ⓚ 373K ⓖ 273K
● 100K ⓖ 0K

৭১. **তাপমাত্রার স্কেল তৈরি করার জন্য কয়টি নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে স্থির ধরে নেওয়া হয়?** (জ্ঞান)
ⓚ একটি ● দুইটি
ⓖ তিনটি ⓖ চারটি

৭২. **তাপমাত্রার স্কেল তৈরি করার জন্য যে দুটি তাপমাত্রাকে স্থির ধরে নেওয়া হয় সে তাপমাত্রা দুটিকে কী বলা হয়?** (অনুধাবন)
● স্থিরাঙ্ক ⓖ উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক
ⓖ নিম্ন স্থিরাঙ্ক ⓖ হিমাঙ্ক

৭৩. **প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলে পানি হয় অথবা বিশুদ্ধ পানি জমে বরফ হয় তাকে কী বলে?** (জ্ঞান)
ⓚ উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক ● নিম্ন স্থিরাঙ্ক
ⓖ সুপ্ততাপ ⓖ হিমাঙ্ক

৭৪. প্রমাণ চাপে ফুটন্ত বিশুদ্ধ পানির যে তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পে পরিণত হয় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)
● ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক ⓐ নিম্ন স্থিরাঙ্ক
ⓖ হিমাঙ্ক ⓘ স্থিরাঙ্ক

৭৫. দুটি স্থিরাঙ্কের মধ্যবর্তী তাপমাত্রার ব্যবধানকে কী বলে? (জ্ঞান)
● মৌলিক ব্যবধান ⓐ তাপমাত্রা ব্যবধান
ⓖ তাপ ব্যবধান ⓘ যৌগিক ব্যবধান

৭৬. তাপমাত্রার প্রচলিত স্কেল কয়টি? (জ্ঞান)
ⓚ ২ ● ৩ ⓖ ৪ ⓘ ৫

৭৭. সেলসিয়াস স্কেলের তাপমাত্রার একক কী? (জ্ঞান)
ⓚ °F ● °C
ⓖ K ⓘ C

৭৮. কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রার একক কী? (জ্ঞান)
● K ⓐ °F
ⓖ °C ⓘ R

৭৯. সেলসিয়াস স্কেলের নিম্ন স্থিরাঙ্ক কত? (জ্ঞান)
ⓚ 100°C ● 0°C
ⓖ 32°F ⓘ 273°K

৮০. সেলসিয়াস স্কেলের উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক কত? (জ্ঞান)
ⓚ 0°C ● 100°C
ⓖ 212F ⓘ 373K

৮১. ফারেনহাইট স্কেলের নিম্ন স্থিরাঙ্ক কত? (জ্ঞান)
ⓚ 0°F ● 32°F
ⓖ 273°F ⓘ −273°F

৮২. ফারেনহাইট স্কেলের উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক কত? (জ্ঞান)
ⓚ 373°F ● 212°F
ⓖ 100°F ⓘ 72°F

৮৩. কেলভিন স্কেলের উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক কত? (জ্ঞান)
ⓚ 100K ⓐ 212K
● 273K ⓘ 373K

৮৪. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রার পাঠ একই হবে? (প্রয়োগ)
ⓚ −273° ● −40°
ⓖ 0° ⓘ 90°

৮৫. কোনোকিছুর তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে যত কেলভিন স্কেলে তার চেয়ে কত বেশি? (প্রয়োগ)
● 273 K ⓐ 100 K
ⓖ −273 K ⓘ −100 K

৮৬. 1°C তাপমাত্রা সমান কত কেলভিন? (প্রয়োগ)
● 274 K ⓐ 273 K
ⓖ 1 K ⓘ – 273 K

৮৭. তাপমাত্রার পার্থক্য 1°C কত কেলভিনের সমান? (প্রয়োগ)
● 1 K ⓐ 1°F
ⓖ 2°C ⓘ 274 K

৮৮. সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা কত? (জ্ঞান)
ⓚ 98°F ● 98·4°F
ⓖ 89F ⓘ 89·4°F

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৮৯. উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ককে বলে– (অনুধাবন)
i. স্ফুটনাঙ্ক
ii. বাষ্পবিন্দু
iii. হিমাঙ্ক
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ⓐ ii
ⓖ iii ● i ও ii

৯০. হিমাঙ্ক বলতে বুঝায় প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রা– (অনুধাবন)
i. বিশুদ্ধ বরফ গলে পানি হয়
ii. পানি জমে বরফ হয়
iii. পানি ফুটে বাষ্প হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii ⓐ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

৬.৪ বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি ও অভ্যন্তরীণ শক্তি

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৯১. আণবিক গতিতত্ত্ব অনুসারে পদার্থের অণুগুলো সর্বদা কেমন? (জ্ঞান)
● গতিশীল ⓐ স্থিতিশীল
ⓖ মাঝে মাঝে স্থিতিশীল ⓘ মাঝে মাঝে গতিশীল

৯২. পদার্থের অণুগুলোর অভ্যন্তরীণ শক্তির কয়টি অংশ বিদ্যমান? (অনুধাবন)
● ২ ⓐ ৩
ⓖ ৪ ⓘ ৫

৯৩. কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে কোন বল বিদ্যমান? (জ্ঞান)
● আকর্ষণ-বিকর্ষণ ⓐ আকর্ষণ
ⓖ বিকর্ষণ ⓘ মহাকর্ষ

৯৪. কোন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ-বিকর্ষণ বল নেই? (প্রয়োগ)
● অক্সিজেন ⓐ পানি
ⓖ লোহা ⓘ পারদ

৯৫. গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে নিচের কোনটি নেই? (অনুধাবন)
● বিভব শক্তি ⓐ বিকর্ষণ বল
ⓖ আকর্ষণ বল ⓘ গতিশক্তি

৯৬. পদার্থের অণুগুলোর গতিশক্তি ও বিভব শক্তির সমষ্টিকে কী বলে? (অনুধাবন)
● অভ্যন্তরীণ শক্তি ⓐ বাহ্যিক শক্তি
ⓖ বিভব শক্তি ⓘ গতিশক্তি

৯৭. কোনো বস্তুতে তাপীয় শক্তি প্রদান করলে নিচের কোনটি বাড়ে? (অনুধাবন)
● অভ্যন্তরীণ শক্তি ⓐ বিভব শক্তি
ⓖ গতিশক্তি ⓘ চাপ

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৯৮. কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে– (জ্ঞান)
i. আকর্ষণ–বিকর্ষণ বল আছে
ii. আকর্ষণ–বিকর্ষণ বল নেই
iii. বিভব শক্তি আছে
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ও ii ● i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

৯৯. অভ্যন্তরীণ শক্তি– (অনুধাবন)
i. শুধু বিভব শক্তি
ii. তাপ প্রদানে বৃদ্ধি পায়
iii. বিভব ও গতিশক্তির সমষ্টি
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii ⓐ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১০০. একটি ধাতব বলকে উত্তপ্ত করলে– (প্রয়োগ)

i. এর অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায়
ii. এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়
iii. এর বিভব শক্তি হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii ● i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৬.৫ পদার্থের তাপীয় প্রসারণ

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১০১. **কোনো কঠিন বস্তুকে উত্তপ্ত করলে এর মধ্যস্থিত অণুগুলোর কী ঘটে?** (অনুধাবন)
ক স্থিতিশক্তি বাড়ে ● গতিশক্তি বাড়ে
গ স্থির থাকে ঘ সংকুচিত হয়

১০২. **একটি অণু যখন পার্শ্ববর্তী অণুর কাছাকাছি যেতে চায় তখন অণুটি কী অনুভব করে?** (অনুধাবন)
● বিকর্ষণ বল খ আকর্ষণ বল
গ তাপ ঘ তাপমাত্রা

১০৩. **দুইটি অণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেড়ে গেলে নিচের কোনটি বেড়ে যায়?** (অনুধাবন)
● আকর্ষণ খ বিকর্ষণ
গ তাপমাত্রা ঘ স্পন্দন

১০৪. **তাপ প্রয়োগে কোন ধরনের পদার্থের প্রসারণ সবচেয়ে বেশি হয়?** (অনুধাবন)
● গ্যাসীয় খ তরল
গ কঠিন ঘ কঠিন ও গ্যাসীয়

১০৫. **কঠিন পদার্থের প্রসারণের তুলনায় তরলের প্রসারণ বেশি হয়– কারণ কী?** (অনুধাবন)
ক তরলের অণুগুলোর গতিশক্তি স্বভাবতই বেশি থাকে
● তরলের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের প্রভাব কম
গ তরলের সাথে সাথে পাত্রের প্রসারণ হয়
ঘ তরলের ক্ষেত্রে আন্তঃআণবিক বলের প্রভাব থাকে না

১০৬. **দুই অণুর মধ্যে দূরত্ব সাম্যাবস্থার তুলনায় কমে গেলে বিকর্ষণ বলের কী ঘটবে?** (জ্ঞান)
ক শূন্য হয় খ হ্রাস পায়
● দ্রুত বৃদ্ধি পায় ঘ অপরিবর্তিত থাকে

১০৭. **কোনো বস্তুর গড় সাম্যাবস্থায় বাইরের দিকে সরে গেলে বস্তু কী লাভ করে?** (অনুধাবন)
● প্রসারণ খ সংকোচন
গ সাম্যাবস্থা ঘ আকর্ষণ

১০৮. **তাপীয় প্রসারণ কোন পদার্থের সবচেয়ে কম?** (অনুধাবন)
ক হাইড্রোজেনের ● লোহার
গ পানির ঘ পারদের

১০৯. **তাপ প্রয়োগে কোন পদার্থের প্রসারণ সবচেয়ে কম?** (জ্ঞান)
ক তরল ● কঠিন
গ বায়বীয় ঘ বাষ্পীয়

১১০. **কোনো পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে পদার্থের অণুগুলোর–** (অনুধাবন)
● গতিশক্তি বেড়ে যায় খ স্থিতিশক্তি বেড়ে যায়
গ আন্তঃআণবিক শক্তি বেড়ে যায় ঘ বিভব শক্তি বেড়ে যায়

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১১১. **তাপ প্রয়োগে প্রায় সকল পদার্থই–** (অনুধাবন)
i. প্রসারিত হয়
ii. সংকুচিত হয়
iii. গতিশীল হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
● i খ ii
গ iii ঘ i ও iii

১১২. **পদার্থের তাপীয় প্রসারণ–** (অনুধাবন)
i. তরল পদার্থের বেশি
ii. গ্যাসীয় পদার্থের বেশি
iii. কঠিন পদার্থের বেশি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ● ii
গ iii ঘ i, ii ও iii

৬.৬ কঠিন পদার্থের প্রসারণ

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১১৩. **কঠিন পদার্থের প্রসারণ কত প্রকার?** (জ্ঞান)
ক এক খ দুই
● তিন ঘ চার

১১৪. **একটি কঠিন বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে যদি এর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় তাহলে তাকে কী বলা হয়?** (জ্ঞান)
ক দৈর্ঘ্য প্রসারণ খ আয়তন প্রসারণ
● ক্ষেত্র প্রসারণ ঘ প্রস্থ প্রসারণ

১১৫. **1 m^2 ক্ষেত্রফলের কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের কী বলে?** (জ্ঞান)
● ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ খ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ
গ আয়তন প্রসারণ সহগ ঘ প্রস্থ প্রসারণ সহগ

১১৬. **30°C তাপমাত্রায় একটি ধাতব পাত্রের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পেলে পদার্থটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত?** (প্রয়োগ)
ক $11 \times 10^{-6} K^{-1}$ ● $33.33 \times 10^{-6} K^{-1}$
গ $39.3 \times 10^{-6} K^{-1}$ ঘ $42.3 \times 10^{-6} K^{-1}$

১১৭. **তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $33.4 \times 10^{-6} K^{-1}$ হলে, আয়তন প্রসারণ সহগ কত?** (প্রয়োগ)
ক $33.4 \times 10^{-6} K^{-1}$ খ $46.8 \times 10^{-6} K^{-1}$
গ $66.8 \times 10^{-6} K^{-1}$ ● $50.1 \times 10^{-6} K^{-1}$

১১৮. **কোনো পদার্থের আয়তন প্রসারণ সহগ $12 \times 10^{-6} K^{-1}$ হলে, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কত?** (প্রয়োগ)
● $8 \times 10^{-6} K^{-1}$ খ $9 \times 10^{-6} K^{-1}$
গ $10 \times 10^{-6} K^{-1}$ ঘ $11 \times 10^{-6} K^{-1}$

১১৯. **কঠিন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে নির্দিষ্ট দিকে দৈর্ঘ্য বরাবর যে প্রসারণ হয় তাকে ঐ বস্তুটির কী বলে?** (জ্ঞান)
ক ক্ষেত্র প্রসারণ ● দৈর্ঘ্য প্রসারণ
গ আয়তন প্রসারণ ঘ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

১২০. **1 m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের দণ্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দণ্ডের উপাদানের কী বলে?** (জ্ঞান)
● দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ খ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ
গ আয়তন প্রসারণ সহগ ঘ গলনাঙ্ক

১২১. **কঠিন পদার্থের প্রসারণ সহগের একক কী?** (জ্ঞান)
ক C খ K
● K^{-1} ঘ m^{-1}

১২২. **তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত?** (জ্ঞান)
ক $16.7 \times 10^{-6} K$ খ $14.7 \times 10^{-6} K^{-1}$

● $16.7 \times 10^{-6} K^{-1}$ (ঘ) $14.7 \times 10^{-6} K$

১২৩. তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কোনটি? (অনুধাবন)

● $33.4 \times 10^{-6} K^{-1}$ (খ) $33.3 \times 10^{-6} K^{-1}$

(গ) $33.2 \times 10^{-6} K^{-1}$ (ঘ) $33.4 \times 10^{-6} K$

১২৪. কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে এর আয়তন বৃদ্ধি পায়— একে কী বলা হয়? (জ্ঞান)

● আয়তন প্রসারণ (খ) ক্ষেত্র-প্রসারণ

(গ) দৈর্ঘ্য প্রসারণ (ঘ) আপেক্ষিক তাপ

১২৫. $1\ m^3$ আয়তনের কোনো পদার্থের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু আয়তন বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের কী বলা হয়? (জ্ঞান)

● আয়তন প্রসারণ সহগ

(খ) ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ

(গ) দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

(ঘ) আয়তন প্রসারণ

১২৬. কোনটি সঠিক সম্পর্ক? (প্রয়োগ)

(ক) $\alpha = 2\beta = \gamma$ ● $6\alpha = 3\beta = 2\gamma$

(গ) $2\alpha = \beta = \gamma$ (ঘ) $2\alpha = 3\gamma = \beta$

১২৭. কোনো পদার্থের আয়তন প্রসারণ-সহগ এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগের কত গুণ? (জ্ঞান)

(ক) দ্বিগুণ ● তিনগুণ

(গ) চারগুণ (ঘ) পাঁচগুণ

১২৮. তামার আয়তন প্রসারণ সহগ নিচের কোনটি? (প্রয়োগ)

(ক) $50 \times 10^{-6} k^{-1}$ (খ) $50 \times 10^{-6} K$

● $50.1 \times 10^{-6} k^{-1}$ (ঘ) $50.2 \times 10^{-6} K^{-1}$

১২৯. 1m দৈর্ঘ্যের লোহার কোনো দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির জন্য এর দৈর্ঘ্য কত বৃদ্ধি পাবে? (প্রয়োগ)

(ক) $11.6 \times 10^{-6} K^{-1}$ ● $6 \times 10^{-6} m$

(গ) $11 \times 10^{-6} m$ (ঘ) $1.16 \times 10^{-6} K$

১৩০. ইস্পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ $33 \times 10^{-6} K^{-1}$ হলে এর ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কত? (প্রয়োগ)

(ক) $11 \times 10^{-6} K^{-1}$ (খ) $22 \times 10^{-6} K^{-1}$

● $66 \times 10^{-6} K^{-1}$ (ঘ) $22 \times 10^{-4} K^{-1}$

১৩১. 20°C তাপমাত্রায় একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 100 m। 50°C তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য 100.033 m হলে ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত? (প্রয়োগ)

(ক) $1.1 \times 10^{-6} K^{-1}$ (খ) $11 \times 10^{5} K^{-1}$

● $11 \times 10^{-6} K^{-1}$ (ঘ) $1.1 \times 10^{-5} K^{-1}$

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৩২. রেল লাইনে দুটি রেলের সংযোগস্থলে ফাঁক থাকে, কারণ— (অনুধাবন)

i. রেল লাইন সংকোচনের জন্য যথেষ্ট জায়গা দরকার

ii. রেল লাইন প্রসারণের জন্য যথেষ্ট জায়গা দরকার

iii. এরূপ ফাঁক মারাত্মক দুর্ঘটনা রোধ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i (খ) ii

(গ) i ও ii ● ii ও iii

১৩৩. 1m দৈর্ঘ্যের তামার দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়— (প্রয়োগ)

i. $16.7 \times 10^{-6} K^{-1}$

ii. $0.0000167\ K^{-1}$

iii. $18.7 \times 10^{-6} K^{-1}$

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৩৪. তাপ প্রয়োগে ধাতব দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ— (অনুধাবন)

i. সকল ধাতুর সমান হয়

ii. একই পদার্থের সুষম হয়

iii. আদি দৈর্ঘ্য ও তাপমাত্রা বৃদ্ধির সমানুপাতিক

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii

(গ) i ও iii ● i, ii ও iii

৬.৭ তরল পদার্থের প্রসারণ

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৩৫. তরল পদার্থের নিচের কোনটি আছে? (জ্ঞান)

(ক) দৈর্ঘ্য (খ) প্রস্থ

(গ) ক্ষেত্রফল ● আয়তন

১৩৬. তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে এর কোনটি বৃদ্ধি পায়? (অনুধাবন)

(ক) ক্ষেত্রফল ● আয়তন

(গ) প্রস্থ (ঘ) দৈর্ঘ্য

১৩৭. তরলের প্রসারণ বলতে কোন প্রসারণ বোঝায়? (অনুধাবন)

(ক) ক্ষেত্র প্রসারণ (খ) দৈর্ঘ্য প্রসারণ

● আয়তন প্রসারণ (ঘ) পার্শ্ব প্রসারণ

১৩৮. একই তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সমআয়তনের বিভিন্ন তরল পদার্থের প্রসারণ কেমন হয়? (অনুধাবন)

● বিভিন্ন (খ) একই

(গ) অভিন্ন (ঘ) দ্বিগুণ

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৩৯. তরল পদার্থের নির্দিষ্ট— (অনুধাবন)

i. আকার আছে

ii. ক্ষেত্রফল নেই

iii. আয়তন নেই

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৪০. একই তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য— (অনুধাবন)

i. সমআয়তনের বিভিন্ন তরলের প্রসারণ বিভিন্ন হয়

ii. সমআয়তনের বিভিন্ন তরলের প্রসারণ একই হয়

iii. সমআয়তনের অ্যালকোহল ও কেরোসিনের প্রসারণ বিভিন্ন

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii ● i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৬.৮ তরলের প্রকৃত ও আপাত প্রসারণ

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৪১. তরলকে কোনো পাত্রে রেখে উত্তপ্ত করলে তরলের যে প্রসারণ হয় তা কোন ধরনের প্রসারণ? (জ্ঞান)

● আপাত প্রসারণ (খ) প্রকৃত প্রসারণ

(গ) ক্ষেত্র প্রসারণ (ঘ) মৌলিক প্রসারণ

১৪২. পাত্রের প্রসারণ বিবেচনায় না এনে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক প্রকৃত প্রসারণ ● আপাত প্রসারণ
গ আয়তন প্রসারণ ঘ ক্ষেত্র প্রসারণ

১৪৩. পাত্রের প্রসারণ বিবেচনা করে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● প্রকৃত প্রসারণ খ আপাত প্রসারণ
গ আয়তন প্রসারণ ঘ ক্ষেত্র প্রসারণ

১৪৪. তরল ও পাত্র সমান প্রসারণশীল হলে তরলের আপাত প্রসারণ কিরূপ হবে? (অনুধাবন)

● শূন্য খ ধনাত্মক
গ ঋণাত্মক ঘ অসীম

১৪৫. তরলের প্রসারণ কত প্রকার? (জ্ঞান)

● দুই খ তিন
গ চার ঘ ছয়

১৪৬. প্রকৃত প্রসারণ ও আপাত প্রসারণের মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোনটি? (অনুধাবন)

ক $Va = Vr + Vg$ ● $Vr = Va + Vg$
গ $Va = Vg - Vr$ ঘ $Vr = Va - Vg$

১৪৭. একটি ফ্লাস্কে A দাগ পর্যন্ত তরল নেওয়া হয়েছে। ফ্লাস্কের তলায় তাপ দেওয়ার ফলে তরলের পৃষ্ঠ B দাগ পর্যন্ত নেমে আসল। তারপর আবার তরল পৃষ্ঠ A অতিক্রম করে C দাগে পৌঁছল। পাত্রের প্রসারণ কোনটি? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক AC ● AB
গ BC ঘ AB + AC

১৪৮. তরলের প্রকৃত প্রসারণকে কী দ্বারা প্রকাশ করা হয়? (জ্ঞান)

● Vr খ Va
গ Vg ঘ Vi

১৪৯. তরলের আপাত প্রসারণকে কী দ্বারা প্রকাশ করা হয়? (জ্ঞান)

ক Vg ● Va
গ Vr ঘ Vp

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৫০. কোনো পাত্রে তরল নিয়ে উত্তপ্ত করলে– (অনুধাবন)

i. আগে পাত্র এবং পরে তরল প্রসারিত হয়
ii. আগে তরল এবং পরে পাত্র প্রসারিত হয়
iii. পাত্র এবং তরল উভয়ই তাপ গ্রহণ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫১. তরল ও পাত্রের প্রসারণ সমান হলে তরলের আপাত প্রসারণ– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. ধনাত্মক হতে পারে
ii. ঋণাত্মক হতে পারে
iii. শূন্য হতে পারে

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫২. তরলের প্রসারণ বলতে বোঝায়– (অনুধাবন)

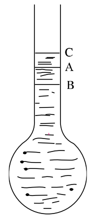
i. প্রকৃত প্রসারণকে
ii. আপাত প্রসারণকে
iii. প্রকৃত প্রসারণ ও আপাত প্রসারণকে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ● i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

পাশের চিত্র হতে ১৫৩ ও ১৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



ফ্লাস্কটিতে তাপ প্রয়োগে ফ্লাস্ক এবং তরল উভয়েরই প্রসারণ ঘটে। ফ্লাস্কের প্রসারণ বিবেচনা না করলে তরলটির উপর পৃষ্ঠ A হতে C-তে পৌঁছে। আবার শুধু ফ্লাস্কের প্রসারণ বিবেচনা করে তরল পৃষ্ঠ A হতে B-তে নেমে আসে।

১৫৩. BC প্রসারণকে কী বলে? (প্রয়োগ)

ক তরলের আপাত প্রসারণ ● তরলের প্রকৃত প্রসারণ
গ পাত্রের আপাত প্রসারণ ঘ পাত্রের প্রকৃত প্রসারণ

১৫৪. AB প্রসারণকে কী বলে? (প্রয়োগ)

ক তরলের আপাত প্রসারণ খ তরলের প্রকৃত প্রসারণ
গ পাত্রের প্রকৃত প্রসারণ ● পাত্রের প্রসারণ

৬.৯ তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপ

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৫৫. গাড়ির ইঞ্জিন ঠান্ডা রাখার জন্য পানি ব্যবহার করা হয় কেন? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক পানির নিম্ন আপেক্ষিক তাপ ● পানির উচ্চ আপেক্ষিক তাপ
গ পানির সুপ্ততাপ বেশি ঘ পানির তাপ পরিবহনাঙ্ক বেশি

১৫৬. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর কী বলা হয়? (জ্ঞান)

● তাপধারণ ক্ষমতা খ আপেক্ষিক তাপ
গ সুপ্ততাপ ঘ গলন তাপ

১৫৭. তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর কোনটির ওপর নির্ভর করে? (জ্ঞান)

ক অবস্থা ● উপাদান
গ ঘনত্ব ঘ আয়তন

১৫৮. তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর কোনটির ওপর অনির্ভরশীল? (অনুধাবন)

ক উপাদান খ ভর
গ তাপমাত্রা ● বস্তুর আকার

১৫৯. তাপধারণ ক্ষমতার একক কী? (জ্ঞান)

ক Js^{-1} ● JK^{-1}
গ J ঘ K^{-1}

১৬০. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে তাপ লাগে 10K বাড়াতে তার চেয়ে কতগুণ তাপ লাগবে? (প্রয়োগ)

ক 5 ● 10
গ 20 ঘ 25

১৬১. তাপধারণ ক্ষমতা নির্ণয়ের সঠিক সূত্র কোনটি? (জ্ঞান)

ক $Q = \frac{C}{\Delta\theta}$ ● $C = \frac{Q}{\Delta\theta}$
গ $\Delta\theta = CQ$ ঘ $C = \frac{\Delta\theta}{Q}$

১৬২. 1 kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের কী বলা হয়? (জ্ঞান)

● আপেক্ষিক তাপ খ তাপধারণ ক্ষমতা
গ সুপ্ততাপ ঘ আপেক্ষিক সুপ্ততাপ

১৬৩. বস্তুর প্রতি একক ভরের তাপধারণ ক্ষমতাকে কী বলা হয়? (জ্ঞান)

ক সুপ্ততাপ ● আপেক্ষিক তাপ
গ ক্যালরি ঘ আপেক্ষিক গুরুত্ব

১৬৪. আপেক্ষিক তাপ কী? (অনুধাবন)
● বস্তুর উপাদানের বৈশিষ্ট্য খ বস্তুর বৈশিষ্ট্য
গ তাপমাত্রার বৈশিষ্ট্য ঘ আয়তনের বৈশিষ্ট্য

১৬৫. আপেক্ষিক তাপের একক কী? (জ্ঞান)
ক JK^{-1} খ Js^{-1}
গ Jkg^{-1} ● $Jkg^{-1}K^{-1}$

১৬৬. জলীয়বাষ্পের আপেক্ষিক তাপ কত? (জ্ঞান)
ক $1040\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ● $2000\ Jkg^{-1}K^{-1}$
গ $1000\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ঘ $950\ Jkg^{-1}K^{-1}$

১৬৭. তামার আপেক্ষিক তাপ কত? (জ্ঞান)
● $400\ Jkg^{-1}K^{-1}$ খ $230\ Jkg^{-1}K^{-1}$
গ $210\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ঘ $460\ Jkg^{-1}K^{-1}$

১৬৮. কোনো বস্তুর আপেক্ষিক তাপ কোনটির ওপর নির্ভর করে? (জ্ঞান)
● উপাদান খ আয়তন
গ ভর ঘ ঘনত্ব

১৬৯. নিচের কোন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ সর্বাধিক? (অনুধাবন)
ক বরফ ● পানি
গ তামা ঘ লোহা

১৭০. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? (প্রয়োগ)
ক $Q = \frac{S}{m\Delta\theta}$ ● $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$
গ $\Delta\theta = \frac{SQ}{m}$ ঘ $S = \frac{Q\Delta\theta}{m}$

১৭১. রুপার আপেক্ষিক তাপ কত $Jkg^{-1}K^{-1}$? (প্রয়োগ)
ক 460 ● 230
গ 400 ঘ 670

১৭২. 1kg পানির তাপমাত্রা 1K কমালে যে পরিমাণ তাপ নির্গত হয় তা দিয়ে কতটুকু বরফের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করা যাবে? (প্রয়োগ)
● 2 kg খ 0.5 kg
গ 0.1 kg ঘ 10 kg

১৭৩. 10kg ভরের পানির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে কত তাপের প্রয়োজন? (প্রয়োগ)
ক $4.2 \times 10^3 J$ ● $4.2 \times 10^4 J$
গ $4.2 \times 10^5 J$ ঘ $4.2 \times 10^2 J$

১৭৪. সিসার আপেক্ষিক তাপ 130 $kg^{-1}K^{-1}$ হলে 4 kg ভরের সিসার তাপমাত্রা 20°C বাড়াতে কত জুল তাপের প্রয়োজন? (প্রয়োগ)
● 10400 খ 38090
গ 2600 ঘ 520

১৭৫. আপেক্ষিক তাপ ও তাপধারণ ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? (প্রয়োগ)
ক আপেক্ষিক তাপ = $\frac{\text{ভর}}{\text{তাপধারণ ক্ষমতা}}$
খ তাপধারণ ক্ষমতা = $\frac{\text{ভর}}{\text{আপেক্ষিক তাপ}}$
● আপেক্ষিক তাপ = $\frac{\text{তাপধারণ ক্ষমতা}}{\text{ভর}}$
ঘ ভর = তাপধারণ ক্ষমতা × আপেক্ষিক তাপ

১৭৬. mkg ভরের তাপধারণ ক্ষমতা কত জুল? (অনুধাবন)
● mS জুল খ S জুল
গ $mS\Delta\theta$ জুল ঘ $S\Delta\theta$ জুল

১৭৭. তাপধারণ ক্ষমতা, আপেক্ষিক তাপ ও ভরের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক কোনটি? (প্রয়োগ)
ক m = CS ● C = mS
গ S = mC ঘ $C = \frac{m}{S}$

১৭৮. তাপধারণ ক্ষমতা নির্ণয়ের সম্পর্ক কোনটি? (প্রয়োগ)
ক আপেক্ষিক তাপ = $\frac{\text{ভর}}{\text{তাপধারণ ক্ষমতা}}$
খ তাপধারণ ক্ষমতা = $\frac{\text{ভর}}{\text{আপেক্ষিক তাপ}}$
● তাপধারণ ক্ষমতা = ভর × আপেক্ষিক তাপ
ঘ আপেক্ষিক তাপ = ভর × তাপধারণ ক্ষমতা

১৭৯. কোনো বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ S হলে m kg ভরের ওপর বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে কত জুল তাপের প্রয়োজন হবে? (প্রয়োগ)
ক S খ $\frac{S}{m}$
● mS ঘ $\frac{m}{S}$

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৮০. তাপধারণ ক্ষমতার ক্ষেত্রে– (অনুধাবন)
i. এটি বস্তুর উপাদানের ধর্ম
ii. এটি একক ভরের সাথে সংশ্লিষ্ট
iii. তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তিত হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
● ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৮১. তাপধারণ ক্ষমতা নির্ভর করে বস্তুর– (অনুধাবন)
i. উপাদানের ওপর
ii. ভরের ওপর
iii. প্রকৃতির ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৮২. আপেক্ষিক তাপের ক্ষেত্রে– (প্রয়োগ)
i. পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$
ii. তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$
iii. আপেক্ষিক তাপ = $\frac{\text{ভর}}{\text{তাপধারণ ক্ষমতা}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৮৩. সমান ভরের কিছু পদার্থের মধ্যে আপেক্ষিক তাপ বেশি– (উচ্চতর দক্ষতা)
i. যাদের তাপধারণ ক্ষমতা বেশি
ii. যাদের তাপধারণ ক্ষমতা ও ভরের অনুপাত বেশি
iii. যাদের তাপধারণ ক্ষমতা ও তাপমাত্রার পার্থক্যের অনুপাত বেশি
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৮৪. আপেক্ষিক তাপের ক্ষেত্রে– (অনুধাবন)
i. পানির সবচেয়ে বেশি
ii. গ্লিসারিনের সবচেয়ে বেশি
iii. গ্লিসারিন অপেক্ষা বেনজিনের কম
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii ● i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১৮৫. আপেক্ষিক তাপ– (প্রয়োগ)

i. $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$

ii. $S = \frac{CQ}{m}$

iii. $S = \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta\theta}\right)$

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ● i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

৬.১০ তাপ পরিমাপের মূলনীতি

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৮৬. ভিন্ন তাপমাত্রার দুটি বস্তুকে তাপীয় সংস্পর্শে আনা হলে তাদের মধ্যে কিসের আদান প্রদান হয়? (অনুধাবন)

ⓚ তাপমাত্রা ● তাপের

ⓖ চাপের ⓘ আয়তনের

১৮৭. কোনো বস্তু থেকে যদি তাপ অপসারণ করা হয় তবে কী ঘটে? (অনুধাবন)

ⓚ তাপ বাড়ে ⓛ তাপমাত্রা বাড়ে

● তাপমাত্রা কমে ⓘ কোনো পরিবর্তন হয় না

১৮৮. তাপ পরিমাপের মূলনীতি কোনটি? (জ্ঞান)

● গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

ⓛ গৃহীত তাপ > বর্জিত তাপ

ⓖ গৃহীত তাপমাত্রা = বর্জিত তাপমাত্রা

ⓘ গৃহীত তাপ < বর্জিত তাপ

১৮৯. অসম তাপমাত্রার দুটি বস্তু তাপীয় সংস্পর্শে থাকলে বেশি তাপমাত্রার বস্তু কোনটি করে? (অনুধাবন)

ⓚ তাপ গ্রহণ ⓛ তাপমাত্রা গ্রহণ

● তাপ বর্জন ⓘ তাপমাত্রা বর্জন

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৯০. তাপ পরিমাপের মূলনীতি নির্দেশ করে– (অনুধাবন)

i. গরম বস্তুর বর্জিত তাপ = ঠান্ডা বস্তুর গৃহীত তাপ

ii. শক্তির সংরক্ষণ সূত্র

iii. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii ⓛ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

৬.১১ পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে তাপের প্রভাব

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৯১. সমভরের পানি ও বরফের তাপমাত্রা একই পরিমাণ বৃদ্ধি করতে পানির তুলনায় বরফের কতগুণ তাপ দরকার? (প্রয়োগ)

ⓚ $\frac{1}{4}$ ⓛ $\frac{1}{2}$

ⓖ 1 ● 2

১৯২. পদার্থ কয়টি অবস্থায় থাকতে পারে? (অনুধাবন)

ⓚ দুই ● তিন

ⓖ চার ⓘ পাঁচ

১৯৩. পানি তিন অবস্থায় থাকে নিচের কোনটির কারণে? (অনুধাবন)

ⓚ চাপ ● তাপমাত্রা

ⓖ আর্দ্রতা ⓘ তাপ

১৯৪. কোনো কঠিন পদার্থকে তাপ প্রয়োগ করে তরলে পরিণত করাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ⓚ ঘনীভবন ● গলন

ⓖ বাষ্পীভবন ⓘ স্ফুটন

১৯৫. 0°C তাপমাত্রার নিচের বরফকে তাপ দিলে প্রথমে কোন অবস্থা প্রাপ্ত হবে? (অনুধাবন)

● 0°C তাপমাত্রার বরফ ⓛ 0°C তাপমাত্রার পানি

ⓖ 0°C তাপমাত্রার বাষ্প ⓘ 100°C তাপমাত্রার পানি

১৯৬. কঠিন অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় রূপান্তরের সময় পদার্থ যে তাপ শোষণ করে তা কোন কাজে লাগে? (অনুধাবন)

ⓚ আন্তঃআণবিক বন্ধনযুক্ত করতে

● আন্তঃআণবিক বন্ধন ভাঙতে

ⓖ আন্তঃআণবিক শক্তি বাড়াতে

ⓘ ঘনীভবন

১৯৭. তরলের আন্তঃআণবিক বন্ধন ভাঙতে কোনটির প্রভাব বিদ্যমান? (অনুধাবন)

ⓚ চাপের ● তাপের

ⓖ জলীয় বাষ্পের ⓘ গলনের

১৯৮. পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য কোনটির প্রভাব উল্লেখযোগ্য? (অনুধাবন)

ⓚ চাপ ● তাপ

ⓖ কম্পন ⓘ ঘনত্ব

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৯৯. পানির তিনটি অবস্থা নির্ভর করে– (অনুধাবন)

i. বায়ুচাপের ওপর

ii. তাপমাত্রার ওপর

iii. আয়তনের ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii ⓛ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

২০০. বায়বীয় পদার্থ থেকে তাপ অপসারণ করলে তা– (প্রয়োগ)

i. তরল হয়

ii. কঠিন হয়

iii. গ্যাসীয় হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ⓛ ii

ⓖ iii ⓘ i ও iii

৬.১২ গলন, বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২০১. তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● গলন ⓛ বাষ্পায়ন

ⓖ ঘনীভবন ⓘ স্ফুটন

২০২. যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ গলতে শুরু করে ওই তাপমাত্রাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● গলনাঙ্ক ⓛ গলন

ⓖ স্ফুটনাঙ্ক ⓘ বাষ্পায়ন

২০৩. বাষ্পীভবন কয়টি পদ্ধতিতে হতে পারে? (অনুধাবন)

ⓚ ১টি ● ২টি

গ) ৩টি ঘ) ৪টি

২০৪. নিচের কোনটি বাষ্পীভবন পদ্ধতি? (জ্ঞান)

● বাষ্পায়ন ও স্ফুটন ঘ) স্ফুটন

গ) বাষ্পায়ন ঘ) গলন

২০৫. তরলের উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়াকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক) স্ফুটন ● বাষ্পায়ন

গ) ঊর্ধ্বপাতন ঘ) গলন

২০৬. পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে কোনটির ভূমিকা উল্লেখযোগ্য? (অনুধাবন)

ক) তাপমাত্রার ● তাপের

গ) আয়তনের ঘ) ঘনত্বের

২০৭. তাপ প্রয়োগে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলকে বায়বীয় অবস্থায় রূপান্তর করার প্রক্রিয়াকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক) গলন ● স্ফুটন

গ) বাষ্পায়ন ঘ) পাতন

২০৮. তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রুত বাষ্পে পরিণত হওয়ার ঘটনাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● স্ফুটন খ) বাষ্পায়ন

গ) বাষ্পীভবন ঘ) ঘনীভবন

২০৯. যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো তরলের স্ফুটন হয়, তাকে ওই তরলের কী বলে? (জ্ঞান)

ক) বাষ্পীভবন ● স্ফুটনাঙ্ক

গ) স্ফুটন ঘ) বাষ্পায়ন

২১০. বাষ্প থেকে তরল হওয়ার প্রক্রিয়া কোনটি? (অনুধাবন)

● ঘনীভবন খ) স্ফুটন

গ) বাষ্পায়ন ঘ) ঊর্ধ্বপাতন

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২১১. বাষ্পায়ন নির্ভর করে– (অনুধাবন)

i. বায়ুর আর্দ্রতার ওপর

ii. তরলের প্রকৃতির ওপর

iii. তরলের তাপমাত্রার ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii

গ) ii ও iii ● i, ii ও iii

২১২. স্ফুটন সম্পর্কে নিচের উক্তিগুলো লক্ষ কর– (অনুধাবন)

i. তরলের সকল অংশে সংঘটিত হয়

ii. এটি একটি মন্থর প্রক্রিয়া

iii. শুধু নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঘটে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) ii ও iii

● i ও iii ঘ) i, ii ও iii

২১৩. ভেজা কাপড় রোদে শুকিয়ে যায়, কারণ– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. বাষ্পীভবনের জন্য

ii. স্বতঃবাষ্পীভবনের জন্য

iii. তাপমাত্রার জন্য

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) ii ও iii

● i ও iii ঘ) i, ii ও iii

২১৪. স্ফুটন প্রভাবিত হওয়ার কারণ– (অনুধাবন)

i. তরল পদার্থের প্রকৃতি

ii. তরলের মুক্ততলের ওপর চাপ

iii. বায়ুপ্রবাহ

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ) ii ও iii

গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii

৬.১৩ গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২১৫. দুই টুকরো বরফকে চাপ দিলে ওদের সংযোগস্থলের গলনাঙ্ক কত হবে? (জ্ঞান)

ক) 0°C ● 0°C এর নিচে

গ) 0.0078 °C ঘ) 0.078°C

২১৬. চাপ দিয়ে কঠিন বস্তুকে তরলে পরিণত করেও চাপ হ্রাস করে আবার কঠিন অবস্থায় আনাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● পুনঃশিলীভবন খ) গলন ও ঘনীভবন

গ) ঘনীভবন ঘ) বাষ্পীভবন

২১৭. চাপ প্রয়োগে বস্তুর গলনাঙ্ক কী হয়? (অনুধাবন)

ক) বেড়ে যায় খ) কমে যায়

● পরিবর্তিত হয় ঘ) অপরিবর্তিত থাকে

২১৮. নিচের কোন পদার্থটি তরল থেকে কঠিনে রূপান্তরিত করা হলে আয়তন কমে যায়? (অনুধাবন)

● মোম খ) বরফ

গ) লোহা ঘ) এন্টিমনি

২১৯. গলনের ফলে নিচের কোনটির আয়তন বৃদ্ধি পায়? (অনুধাবন)

ক) বিসমাথ খ) বরফ গ) ঢালাই লোহা ● মোম

২২০. নিচের কোনটির চাপ বাড়লে গলনাঙ্ক কমে? (অনুধাবন)

● বরফ খ) মোম

গ) তামা ঘ) সোনা

২২১. নিচের কোনটির চাপ বাড়লে গলনাঙ্ক বাড়ে? (অনুধাবন)

ক) বরফ ● মোম

গ) ঢালাই লোহা ঘ) পিতল

২২২. কোনটি কম তাপমাত্রায় গলে? (অনুধাবন)

ক) মোম ● বরফ

গ) তামা ঘ) লোহা

২২৩. মোম, তামা ইত্যাদি বস্তুর গলনের সময় আয়তন হ্রাস পায়। এদের গলনাঙ্কের ওপর চাপের প্রভাব কী রকম? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক) চাপ বাড়লে এদের গলনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়

● চাপ বাড়লে এদের গলনাঙ্ক হ্রাস পায়

গ) এদের গলনাঙ্কের ওপর চাপের কোনো প্রভাব নেই

ঘ) চাপ কমলে এদের গলনাঙ্ক হ্রাস পায়

২২৪. পুনঃশিলীভবনের জন্য নিচের কোন কথাটি সর্বাধিক মানানসই? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক) দুটি বরফের টুকরায় চাপ দিলে ওদের সংযোগস্থলের গলনাঙ্ক 0°C-এর চেয়ে বেশি হয়

● চাপ প্রয়োগে কঠিন বস্তু গলে যায় এবং চাপ প্রত্যাহারে আবার এটি কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়

গ) বায়ুশূন্য স্থানে বরফের গলনাঙ্ক 0.0078°C বলেই চাপ প্রয়োগে বরফ গলে যায়

ঘ) চাপ প্রয়োগে কঠিন বস্তু গলে যায়। ফলে আয়তন বেড়ে যায়, এজন্য চাপ প্রত্যাহার করলে পুনরায় কঠিন অবস্থায় ফিরে আসে

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২২৫. দুই টুকরা বরফ একত্রে ধীরে ধীরে চাপ দিলে জোড়া লেগে যাওয়ার কারণ–

i. গলনাঙ্কের পরিবর্তন

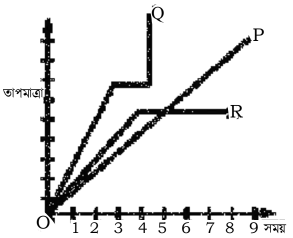
ii. এর বাষ্পীভবন

iii. পুনঃশিলীভবন

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii ● i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২২৬.



উপরের লেখচিত্র অনুসারে– *(উচ্চতর দক্ষতা)*

i. P বস্তুটি গলছে না

ii. R বস্তুটির পূর্বে P বস্তুটি গলতে শুরু করেছে

iii. Q বস্তুটির পূর্বে P বস্তুটি গলতে শুরু করেছে

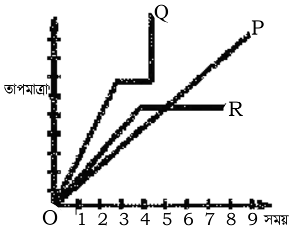
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii ● i ও ii ঘ ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

নিচের তথ্যের আলোকে ২২৭ ও ২২৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

কঠিন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে বস্তুটি গলতে শুরু করে এবং গলা সম্পন্ন না হওয়া পর্যন্ত বস্তুটির তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন ঘটে না। বস্তুটি সম্পূর্ণ গলে গেলে এবং তাপ সরবরাহ অব্যাহত থাকলে বস্তুটির তাপমাত্রা পুনরায় বৃদ্ধি পেতে থাকে। বিভিন্ন উপাদানের তিনটি কঠিন বস্তুতে (P, Q এবং R) তাপ প্রয়োগের ফলে গলনের ফলাফল নিচের লেখচিত্রে প্রদর্শিত হলো।



২২৭. উপরের লেখচিত্র অনুসারে নিচের কোন বিবৃতি সঠিক? (অনুধাবন)

● P বস্তুটি গলছে না

খ R বস্তুটির পূর্বে P বস্তুটি গলতে শুরু করে

গ Q বস্তুটির পূর্বে P বস্তুটি গলতে শুরু করে

ঘ Q বস্তুটির পূর্বে R বস্তুটির গলা সম্পন্ন হয়

২২৮. 3 মিনিট পর P, Q এবং R বস্তুটির জন্য গ্রাফ হতে কী সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক R এবং Q বস্তুটি গলনাঙ্কে পৌঁছায়নি কিন্তু R বস্তুটির অবস্থার পরিবর্তন হয়েছে

● P বস্তুটি গলছে না, Q বস্তুটির অবস্থার পরিবর্তন হয়েছে এবং R বস্তুটি গলন প্রক্রিয়ায় রয়েছে

গ P বস্তুটি গলছে Q বস্তুটির অবস্থার পরিবর্তন হয়েছে কিন্তু R বস্তুটি সম্পূর্ণ গলে গেছে

ঘ P বস্তু R বস্তুটি গলন প্রক্রিয়ায় রয়েছে এবং Q বস্তুটির অবস্থান পরিবর্তন ঘটেছে

৬.১৪ গলনের সুপ্ততাপ ও বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২২৯. সুপ্ততাপের ফলে কী হয়? (অনুধাবন)

ক তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় ● অবস্থার পরিবর্তন হয়

গ তাপমাত্রা হ্রাস পায় ঘ অভ্যন্তরীণ শক্তি অপরিবর্তিত থাকে

২৩০. যে পরিমাণ তাপ কঠিন পদার্থকে তরল অবস্থায় রূপান্তর করে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক গলনাঙ্ক খ স্ফুটনাঙ্ক

গ গলন ● গলনের সুপ্ততাপ

২৩১. তরল পদার্থকে তাপ প্রয়োগ করলে যখন তাপমাত্রা স্ফুটনাঙ্কে চলে আসে তখন কোনটি স্থির থাকে? (অনুধাবন)

● তাপমাত্রা খ তাপ

গ গলনাঙ্ক ঘ হিমাঙ্ক

২৩২. যে তাপ পদার্থের তাপমাত্রার বৃদ্ধি না করে শুধু অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক গলনাঙ্ক ● সুপ্ততাপ

গ স্ফুটনাঙ্ক ঘ হিমাঙ্ক

২৩৩. যে পরিমাণ তাপ তরল পদার্থকে বাষ্পীয় অবস্থায় রূপান্তর করে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক তাপ ● বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ

গ গলনের সুপ্ততাপ ঘ তাপমাত্রা

২৩৪. কোন পাত্রে পানি বেশি ঠান্ডা থাকবে? (অনুধাবন)

● মাটির কলসিতে খ কাচের পাত্রে

গ পিতলের কলসিতে ঘ প্লাস্টিকের পাত্রে

২৩৫. নিচের কোনটি তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রাখে? (অনুধাবন)

● সুপ্ততাপ খ তাপ

গ চাপ ঘ আয়তন

২৩৬. কোন পাত্রের পানির বাষ্পায়ন সম্ভব? (জ্ঞান)

● মাটি খ পিতল

গ কাচ ঘ কাসা

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২৩৭. নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর– (অনুধাবন)

i. মাটির কলসির গায়ে অসংখ্য ছিদ্র থাকে

ii. মাটির কলসিতে পানি ঠান্ডা থাকে

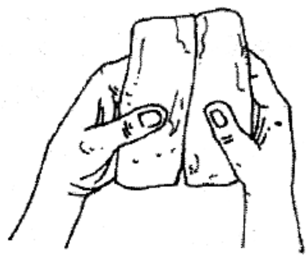
iii. কাচ বা পিতলের পাত্রের পানির বাষ্পায়নের সুযোগ থাকে না

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ● i, ii ও iii

২৩৮.



i. স্পর্শতলে চাপ পড়ায় সেখানে গলনাঙ্ক কমে যায়

ii. স্পর্শতলে গলনাঙ্ক 0°C এর চেয়ে কম হয়

iii. চাপ অপসারণ করলে গলনাঙ্ক 0°C হয়

নিচের কোনটি সঠিক? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক i ও ii খ ii ও iii

ⓖ i ও iii ● i, ii ও iii

৬.১৫ বিভিন্ন বিষয়ের উপর বাষ্পায়নের নির্ভরশীলতা

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২৩৯. তরলের ওপর বায়ুপ্রবাহ বেড়ে গেলে বাষ্পায়ন কেমন হয়? (অনুধাবন)
ⓚ কমে যায় ● বেড়ে যায়
ⓖ স্থির থাকে ⓘ শূন্য হয়

২৪০. তরলের ওপর বায়ুমন্ডলের চাপ বাড়লে বাষ্পায়নের হার কেমন হয়? (অনুধাবন)
ⓚ বেড়ে যায় ● কমে যায়
ⓖ স্থির থাকে ⓘ সর্বোচ্চ হয়

২৪১. চাপ কমলে বাষ্পায়নের হার কেমন হয়? (অনুধাবন)
ⓚ কমে যায় ● বেড়ে যায়
ⓖ স্থির থাকে ⓘ সর্বনিম্ন হয়

২৪২. তরলের স্ফুটনাঙ্ক কম হলে বাষ্পায়নের হার কেমন হয়? (অনুধাবন)
ⓚ কম হয় ● বেশি হয়
ⓖ স্থির থাকে ⓘ সর্বনিম্ন হয়

২৪৩. কোন তরলের বাষ্পায়নের হার সর্বাধিক? (অনুধাবন)
● উদ্বায়ী তরল ⓧ অনুদ্বায়ী তরল
ⓖ মিশ্র তরল ⓘ অবিশুদ্ধ তরল

২৪৪. কোনটির বাষ্পায়নের হার সর্বাধিক? (অনুধাবন)
ⓚ পানি ● নিশাদল
ⓖ অ্যালকোহল ⓘ গ্লিসারিন

২৪৫. শীতকালে ভেজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকায় কেন? (অনুধাবন)
ⓚ বায়ু আর্দ্র থাকে ● বায়ু শুষ্ক থাকে
ⓖ বায়ু ভেজা থাকে ⓘ বায়ুতে জলীয় বাষ্প বেশি থাকে

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২৪৬. নিম্নলিখিত বিষয়ের ওপর বাষ্পায়ন নির্ভর করে— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. বায়ুপ্রবাহ
ii. তরলের উপরিতলের ক্ষেত্রফল
iii. তরলের উচ্চতার ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ও ii ● i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

২৪৭. বায়ুতে যত জলীয় বাষ্প থাকবে বাষ্পায়ন তত— (অনুধাবন)
i. দ্রুত হবে
ii. ধীরে হবে
iii. সর্বোচ্চ হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ● ii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

নির্বাচিত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২৪৮. 4.2 J শক্তি ব্যয়িত হলে কত ক্যালরি তাপ উৎপন্ন হয়?
ⓚ 4 ⓧ 3
ⓖ 2 ● 1

২৪৯. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?
ⓚ $\frac{C}{100} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$ ⓧ $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{8}$
● $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$ ⓘ $\frac{C}{9} = \frac{F-32}{5} = \frac{K-273}{9}$

২৫০. সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা 30°C হলে কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা কত?
ⓚ 273 K ⓧ 300 K
● 303 K ⓘ 373 K

২৫১. 30°C তাপমাত্রার 1kg বিশুদ্ধ পানির তাপমাত্রা 1°C বাড়াতে কী পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হবে?
ⓚ 3.9×10^3 J ● 4.2×10^3 J
ⓖ 1.228×10^5 J ⓘ 1.26×10^5 J

২৫২. বরফের আপেক্ষিক তাপ কত?
ⓚ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$ ⓧ 2000 $Jkg^{-1}K^{-1}$
● 2100 $Jkg^{-1}K^{-1}$ ⓘ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$

২৫৩. 3 kg পানির তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করতে কী পরিমাণ তাপের প্রয়োজন?
ⓚ 3000 J ⓧ 6300 J
ⓖ 8400 J ⓘ 12600J

২৫৪. তরলের উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হলে, বাষ্পায়ন কেমন হয়?
ⓚ ধীরে হয় ● দ্রুত হয়
ⓖ হয় না ⓘ অসীম হয়

২৫৫. কোথায় বাষ্পায়নের হার সর্বাধিক?
ⓚ বায়ুতে ⓧ মাটিতে
ⓖ বাংলাদেশে ● শূন্যস্থানে

২৫৬. বায়ুতে কম পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকলে বাষ্পায়নের হার—
ⓚ ধীরে হবে ● দ্রুত হবে
ⓖ স্থির হবে ⓘ কমে যাবে

২৫৭. বাষ্পায়নের ক্ষেত্রে—
i. তরলের উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়
ii. অনুদ্বায়ী পদার্থের বাষ্পায়নের হার সর্বাধিক
iii. তরলের উপর বায়ুমন্ডলের চাপ বাড়লে বাষ্পায়নের হার বেড়ে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ⓧ i ও ii
ⓖ i ও iii ⓘ i, ii ও iii

২৫৮. তাপ হচ্ছে— (অনুধাবন)
i. এক প্রকার শক্তি
ii. এর একক জুল
iii. উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু হতে নিম্ন তাপমাত্রায় প্রবাহিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ও ii ⓧ i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

২৫৯. দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্র ও আয়তন প্রসারণ সহগ যথাক্রমে α, β এবং γ হলে—
i. $6\alpha = 2\gamma$
ii. $3\alpha = 2\beta$
iii. $3\beta = 6\alpha$
নিচের কোনটি সঠিক?
ⓚ i ● i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ২৬০ ও ২৬১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

A, B ও C তিনটি পাত্রের A–তে 4° ও C–তে 20°C তাপমাত্রার পানি আছে। A ও C পাত্রের কিছু পানি B পাত্রে নেওয়া হলো। 'পৌষি' A পাত্রে ডান হাত ও C পাত্রে বাম হাত কিছুক্ষণ ডুবিয়ে পুনরায় হাত দুইটিকে B পাত্রে ডুবালো।

২৬০. C পাত্রের তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে কত?

ক 36°F খ 39.2°F
গ 52°F ● 68°F

২৬১. 'পৌষির' ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?

● C পাত্র তাপ ছাড়ে, ডান হাত ও পানি তাপ গ্রহণ করে
খ বাম হাত B পাত্র থেকে তাপ গ্রহণ করে
গ ডান হাতের চেয়ে B পাত্রের পানির তাপমাত্রা কম
ঘ B পাত্রে ডান হাতের চেয়ে বাম হাত গরম অনুভূত হয়

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং আলোকে ২৬২ ও ২৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

পিন্টু রেল লাইনের উপর দিয়ে হাঁটছে। হাঁটার সময় সে নিচের দিকে তাকাল এবং লক্ষ করল দুটো লাইন যেখানে মিলিত হয়েছে সেখানে একটু ফাঁকা রাখা হয়েছে।

২৬২. রেল লাইনের মাঝে ফাঁকা রাখার কারণ কী?

● লোহার প্রসারণের জন্য খ লোহার সংকোচনের জন্য
গ লোহার গলনের জন্য ঘ লোহার বাস্পীভবনের জন্য

২৬৩. রেল লাইনের প্রসারণের কারণ–

i. রৌদ্রের তাপ
ii. চাকার ঘর্ষণের ফলে
iii. লোহার গলনের ফলে

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ২৬৪ ও ২৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

একই ভরের বরফ ও ফুটন্ত পানি একত্রে মিশ্রিত করা হলো। এতে সম্পূর্ণ বরফ পানিতে পরিণত হলো এবং মিশ্রণের তাপমাত্রা হলো 10°C।

২৬৪. 0°C হতে 10°C এ উঠতে পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ কত? বরফের ভর m kg.

ক 200 mJ খ 400 mJ
গ 4200 mJ ● 42000 mJ

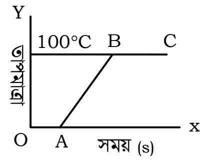
২৬৫. বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপের পরিমাণ–

i. 3600 Jkg^{-1}
ii. 336000 Jkg^{1}
iii. 336520 Jkg^{-1}

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ● ii গ iii ঘ i, ii ও iii

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ২৬৬ ও ২৬৭ প্রশ্নের উত্তর দাও :



একটি বিকারে কিছু পরিমাণ বরফ নেওয়া হলো এবং একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর থার্মোমিটার দিয়ে তাপমাত্রার পাঠ নেওয়া হয়। বরফের তাপমাত্রা 100°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করে সময় তাপমাত্রার উপরিউক্ত লেখচিত্র পাওয়া গেল।

২৬৬. গ্রাফের AB অংশ কী?

ক বরফ ● পানি গ বাষ্প ঘ কেলাস

২৬৭. গ্রাফের ক্ষেত্রে–

i. তাপমাত্রা বাড়লে বরফের তাপমাত্রা বাড়ে
ii. BC অংশ হচ্ছে বাষ্প
iii. BC অংশ তাপমাত্রা 100°C

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ i ও iii ● ii ও iii ঘ i, ii ও iii

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২৬৮. নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর : (অনুধাবন)

i. আপেক্ষিক তাপের একক $Jkg^{-1}k^{-1}$
ii. তরলের প্রকৃতির ওপর বাষ্পায়ন বৃদ্ধি পায়
iii. সুপ্ততাপের মাধ্যমে বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ● i, ii ও iii

২৬৯. একটি ধাতব বলকে উত্তপ্ত করলে – (অনুধাবন)

i. এর অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায়
ii. এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়
iii. এর বিভবশক্তি হ্রাস পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২৭০. নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর : (অনুধাবন)

i. তাপধারণ ক্ষমতার একক Jk^{-1}
ii. তামার আপেক্ষিক তাপ 230 $Jkg^{-1}k^{-1}$
iii. গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপের একক Jkg^{-1}

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ● i, ii ও iii

২৭১. চাপ বাড়লে – (অনুধাবন)

i. মোমের গলনাঙ্ক কমে
ii. বরফের গলনাঙ্ক বাড়ে
iii. কঠিন বস্তু তরলে পরিণত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ● i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ২৭২ – ২৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

25°C তাপমাত্রার 2 kg পানির মধ্যে 455°C তাপমাত্রার এক খন্ড তামা ছেড়ে দেয়া হলো। এতে পানির তাপমাত্রা বেড়ে 35°C হলো।

২৭২. উদ্দীপকের ধাতব পদার্থটির আপেক্ষিক তাপ কত? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক 480 Jkg^{-1} খ 4500 $Jkg^{-1}K^{-1}$
গ 2300 Jkg^{-1} ● 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$

২৭৩. পানি কী পরিমাণ তাপ শক্তি গ্রহণ করেছে? (প্রয়োগ)

ক 42000 J ● 84000 J
গ 21000 J ঘ 323400 J

২৭৪. ধাতব খণ্ডটির ভর কত? (প্রয়োগ)

ক 200 g ● 500 g
গ 50 g ঘ 20 g

নিচের তথ্য থেকে ২৭৫ ও ২৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

5°C তাপমাত্রার 5 kg পানির একখণ্ড গরম ধাতব তামা ডুবানো হলো। এতে পানির তাপমাত্রা বেড়ে 10°C হলো।

২৭৫. পানি কী পরিমাণ তাপশক্তি গ্রহণ করবে? (প্রয়োগ)

ক 2100 J খ 4200 J

Ⓖ 10500 K[1] ● 105000 J

২৭৬. **ধাতব খণ্ডটির ভর 800 g হলে, তার প্রাথমিক তাপমাত্রা কত ছিল?**(প্রয়োগ)

Ⓚ 609 K ● 611 K
Ⓖ 613 K Ⓖ 615 K

সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন –১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 m। খুঁটি দুইটির সাথে 30.001 m দৈর্ঘ্যের তামার তার যেদিন সংযোগ দেওয়া হয় ঐদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 16.7×10^{-6} K^{-1}। শীতকালে যেদিন বায়ুর তাপমাত্রা 4°C হলো সেদিন তারটি ছিঁড়ে গেল।

ক. পানির ত্রৈধবিন্দুর সংজ্ঞা দাও।
খ. দুটি বস্তুর তাপ সমান হলেও এদের তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর।
গ. বায়ুর তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর।
ঘ. তারটি ছিঁড়ে যাবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিনটি অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি এবং জলীয় বাষ্পরূপে সহাবস্থান করতে পারে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে।

খ. দুটি বস্তুর তাপ সমান হলেও তাদের তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে। কারণ বস্তুর তাপমাত্রা তাদের তাপের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে না, নির্ভর করে বস্তুর তাপীয় অবস্থার ওপর। একই উপাদানের কিন্তু ভিন্ন আকারের দুটি বস্তুর তাপের পরিমাণ সমান হলে ক্ষুদ্রতর বস্তুটির তাপমাত্রা বেশি হবে।

গ. সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেল তাপমাত্রা পরিমাপের দুটি স্কেল, যাদের মৌলিক ব্যবধান এবং যেকোনো তাপমাত্রা ও নিম্ন স্থিরাঙ্কের পার্থক্যের অনুপাত সবসময় সমান।

এখানে,
সেলসিয়াসে বায়ুর তাপমাত্রা, C = 30°C
ফারেনহাইটে বায়ুর তাপমাত্রা, F = ?

আমরা জানি,

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

বা, $9C = 5(F - 32)$
বা, $9C = 5F - 160$
বা, $5F = 9C + 160$
বা, $F = \frac{9C + 160}{5}$
বা, $F = \frac{9 \times 30 + 160}{5}$
বা, $F = \frac{270 + 160}{5}$
$\therefore$ $F = \frac{430}{5} = 86$
$\therefore$ বায়ুর তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে 86°F।

ঘ. উদ্দীপক হতে, তারের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 30.001$ m
তারের শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = ?$
আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30°C$
পরিবর্তিত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 4°C$
$\therefore$ তাপমাত্রার পার্থক্য, $(\theta_1 - \theta_2) = (30°C - 4°C) = 26$ K
তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 16.7 \times 10^{-6}$ K^{-1}

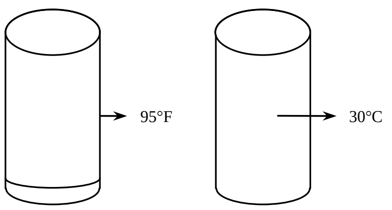
আমরা জানি, $\alpha = \frac{l_1 - l_2}{l_1(\theta_1 - \theta_2)}$

বা, $l_1 - l_2 = \alpha l_1(\theta_1 - \theta_2)$
বা, $l_2 = l_1 - \alpha l_1(\theta_1 - \theta_2)$
$= (30.001 - 16.7 \times 10^{-6} \times 30.001 \times 26)$ m
$= 29.988$ m

দেখা যাচ্ছে, শীতকালে তাপমাত্রা কমে যাওয়ায় তারের দৈর্ঘ্য হ্রাস পেয়ে হয় 29.988 m যা বৈদ্যুতিক খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 m অপেক্ষা কম। তাই তারটি ছিঁড়ে গিয়েছে।

সকল বোর্ডের এসএসসি পরীক্ষার সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন –২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র : ১নং পাত্র চিত্র : ২নং পাত্র [ঢা. বো. '১৫]

ক. পদার্থের প্লাজমা অবস্থা কাকে বলে? ১
খ. তামার আপেক্ষিক তাপ 400 J kg^{-1}K^{-1} বলতে কী বোঝায়? ২
গ. ১নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে কত? ৩
ঘ. ২য় পাত্রের তরলের তাপামাত্রা 10°F বৃদ্ধি করে দুই পাত্রের তরল তাপীয় সংস্পর্শে আনলে তাপ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে কী ঘটবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম প্লাজমা। এই প্লাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস।

খ. তামার আপেক্ষিক তাপ 400 Jkg^{-1}K^{-1} বলতে বোঝায়–
i. 1kg তামার তাপমাত্রা 1K বাড়াতে 400 J তাপের প্রয়োজন।
ii. 1kg ভরের তামার তাপধারণ ক্ষমতা 400 J

গ. উদ্দীপকের ১নং পাত্রের
ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = 95° K
কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা, K = ?

আমরা জানি, $\frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{5}$

বা, $\frac{95-32}{180} = \frac{K-273}{5}$

বা, $\frac{63}{180} = \frac{K-273}{5}$

বা, $180(K-273) = 63 \times 5$

বা, $K-273 = \frac{63 \times 5}{180}$

বা, $K-273 = 1{\cdot}75$

বা, $K = 1{\cdot}75 + 273$

$\therefore K = 274{\cdot}75$

অতএব, ১নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা 274·75K

ঘ. উদ্দীপক চিত্রের ২নং পাত্রের তরলের সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা C = 30°C

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{30}{5} = \frac{F-32}{9}$

বা, $6 = \frac{F-32}{9}$

বা, $F-32 = 54$

বা, $F = 54 + 32$

$\therefore F = 86$

যদি ২নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা 10°F বৃদ্ধি করা হয় তবে ২নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা হবে = 86° F + 10° F = 96° F এবং উদ্দীপক চিত্রের ১নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা = 95° F

আমরা জানি, ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রার দুইটি বস্তুর মধ্যে তাপীয় সংযোগ স্থাপন করলে উষ্ণতর বস্তু থেকে শীতলতর বস্তুতে তাপ প্রবাহিত হয় যতক্ষণ না উভয়ের তাপমাত্রা সমান হয়। যে বস্তুর তাপমাত্রা বেশি সে তাপ হারায় আর যে বস্তুর তাপমাত্রা কম সে তাপ গ্রহণ করে।

যেহেতু ১নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা ২নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা অপেক্ষা কম সেহেতু ২নং পাত্রের তরল তাপ হারাবে এবং ১নং পাত্রের তরল সেই তাপ গ্রহণ করবে। উভয় পাত্রের তরলের তাপমাত্রা সমান না হওয়া পর্যন্ত তাপের এই আদান-প্রদান অব্যাহত থাকবে।

প্রশ্ন -৩ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি রেললাইনে 200m দৈর্ঘ্যের লোহার পাত ব্যবহৃত হয়েছে। দুইটি পাতের মধ্যে 4 সে.মি. ফাঁকা রাখা হয়েছে। তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে 10°C বেড়ে গেল। লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11{\cdot}5 \times 10^{-6}K^{-1}$.

[রা. বো. '১৫]

ক. হুকের সূত্রটি লেখ। ১

খ. একটি পানিপূর্ণ পাত্রে একটি ডিম ছেড়ে দিলে ডিমটি ডুবে যাবে। কিন্তু পাত্রটিতে পরিমাণমত লবণ মিশ্রিত করে ডিমটি ছেড়ে দিলে ভেসে উঠবে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা 15°C বেড়ে গেলে রেল লাইনটির উপর কী প্রভাব পড়বে? গাণিতিকভাবে ইহার ফলাফল বিশ্লেষণ কর। ৪

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. হুকের সূত্রটি হলো–

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ. কোনো বস্তু পানিতে ভাসবে না ডুববে তা নির্ভর করে বস্তুটির ঘনত্বের ওপর। যদি বস্তুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের চেয়ে বেশি হয় তাহলে বস্তুটি পানিতে ডুবে যাবে এবং কম হলে অর্থাৎ পানির ঘনত্ব বেশি হলে বস্তুটি পানিতে ভাসবে।

ডিমের ঘনত্ব পানির ঘনত্ব থেকে বেশি তাই পানিতে ডিম ছেড়ে দিলে ডিমটি ডুবে যাবে।

আবার পাত্রটিতে পরিমাণমতো লবণ মিশ্রিত করলে পানির ঘনত্ব ডিমের তুলনায় বেড়ে যায়, তাই ডিম ভেসে উঠবে।

গ. দেওয়া আছে,

লোহার পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $l_o = 200$ m

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11{\cdot}5 \times 10^{-6}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 10°C = 10K$

লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

$\Delta l = \alpha l_o \Delta\theta$

$= 11{\cdot}5 \times 10^{-6}K^{-1} \times 200\ m \times 10\ K$

$= 0{\cdot}023\ m$

অতএব, লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 0·023 m

ঘ. দেওয়া আছে,

লোহার পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $l_o = 200$ m

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11{\cdot}5 \times 10^{-6}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 15°C = 15K$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

$\Delta l = \alpha l_o \Delta\theta$

$= 11{\cdot}5 \times 10^{-6}K^{-1} \times 200\ m \times 15K$

$= 0{\cdot}0345\ m$

$= 3{\cdot}45\ cm$

অর্থাৎ, রেল লাইনের প্রতিটি পাত 3·45 cm বেড়ে যায়। কিন্তু দুটি পাতের মধ্যে 4 cm ফাঁকা রাখা হয়েছে। এ কারণে রেললাইনের পাতগুলো বেঁকে যাবে না। ফলে রেললাইন ট্রেন চলাচলের জন্য নিরাপদ।

প্রশ্ন -৪ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

36.89°C তাপমাত্রায় একটি দণ্ডের দৈর্ঘ্য 100m। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 66.89°C হওয়ায় এর দৈর্ঘ্য 100.033m হয়। [কু. বো. '১৫]

ক. বরফ বিন্দু কাকে বলে? ১

খ. রেললাইনে যেখানে দুইটি লোহার বার মিলিত হয় সেখানে ফাঁক থাকে কেন? ২

গ. সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা 36.89°C হলে ঐ তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দণ্ডটি কিসের তৈরি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলে পানি হয় অথবা বিশুদ্ধ পানি জমে বরফ হয় তাকে নিম্নস্থিরাঙ্ক বলে। একে হিমাঙ্ক বা বরফ বিন্দু বলে।

খ. সূর্যের তাপে কিংবা যখন ট্রেন চলে তখন চাকার ঘর্ষণের ফলে উৎপন্ন তাপে রেললাইন প্রসারিত হয়। রেললাইনের দুটি রেলের সংযোগস্থলে তাই ফাঁকা রাখা হয়, যাতে রেললাইন প্রসারণের জন্য যথেষ্ট জায়গা পায়। এরূপ ফাঁকা না রাখলে এ প্রসারণের ফলে লাইন বেঁকে গিয়ে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা থাকে।

গ. দেওয়া আছে,

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $C = 36{\cdot}89°C$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $F = ?$

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

বা, $\frac{36{\cdot}89}{5} = \frac{A - 32}{9}$

বা, $5(A - 32) = 36{\cdot}89 \times 9$

বা, $A - 32 = \frac{36{\cdot}89 \times 9}{5}$

বা, $F - 32 = 66{\cdot}4$

বা, $F = 66{\cdot}4 + 32$

$\therefore F = 98{\cdot}4$ F

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা $98{\cdot}4F$

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে, দণ্ডটির আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 100$ m

দণ্ডটির চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100{\cdot}033$ m

দণ্ডটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = l_1 - l_0 = 100{\cdot}33 \text{ m} - 100 \text{ m}$

$= 0{\cdot}033$ m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 66.89°C - 36{\cdot}89°C$

$= 30°C$

$= 30K$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta}$

$= \frac{0{\cdot}033 \text{ m}}{100 \text{ m} \times 30 \text{ K}}$

$= 1{\cdot}1 \times 10^{-5} K^{-1}$

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

আমরা জানি, ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11 \times 10^{-6} K^{-1}$ যা উদ্দীপকের দণ্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের সমান। অতএব উদ্দীপকের দণ্ডটি ইস্পাতের।

প্রশ্ন –৫ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

2 m দৈর্ঘ্যের একটি লোহার দণ্ডে তাপ দিয়ে তার তাপমাত্রা 10°C বৃদ্ধি করা হলো। এতে দণ্ডের দৈর্ঘ্য সামান্য বৃদ্ধি পেল। লোহা ও তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ যথাক্রমে $11{\cdot}6 \times 10^{-6} K^{-1}$ এবং $16{\cdot}7 \times 10^{-6} K^{-1}$।

[চ. বো. '১৫]

ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১

খ. রুপার আপেক্ষিক তাপ 230 $Jkg^{-1} K^{-1}$ বলতে কী বোঝায়? ২

গ. বর্ধিত তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে তা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি দণ্ডটি তামার হতো তবে তার দৈর্ঘ্য প্রসারণ কি একই হতো? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন বস্তুর গলে যাওয়া এবং চাপ অপসারণে তা আবার কঠিনে পরিণত হওয়াকে পুনঃশিলীভবন বলে।

খ. রুপার আপেক্ষিক তাপ 230 $JKg^{-1}K^{-1}$ বলতে বোঝায়–

1 kg ভরের রুপার তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে 230 J তাপের প্রয়োজন এবং 1 kg ভরের রুপার তাপধারণ ক্ষমতা 230 JK^{-1}।

গ. দেওয়া আছে,

সেলসিয়াস স্কেলে বর্ধিত তাপমাত্রা, $C = 10°C$

ফারেনহাইট স্কেলে বর্ধিত তাপমাত্রা, $F = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{10}{5} = \frac{F - 32}{9}$

বা, $F - 32 = 18$

বা, $F = 32 + 18$

$\therefore F = 50°F$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে বর্ধিত তাপমাত্রা 50°F।

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

লোহার দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 2m$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 10°C = 10$ K

লোহার দৈঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha_1 = 11{\cdot}6 \times 10^{-6} K^{-1}$

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha_2 = 16{\cdot}7 \times 10^{-6} K^{-1}$

তামার দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l_2 = 2m$

লোহার দণ্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $= \Delta l_1$

তামার দণ্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $= \Delta l_2$

আমরা জানি,

লোহার ক্ষেত্রে,

$\alpha_1 = \frac{\Delta l_1}{l_1 \Delta\theta}$

বা, $\because \Delta l_1 = \alpha_1 l_1 \Delta\theta$

$= 11{\cdot}6 \times 10^{-6} K^{-1} \times 2 \text{ m} \times 10 \text{ K}$

$\therefore \Delta l_1 = 2{\cdot}32 \times 10^{-4}$ m

আবার,

তামার দণ্ডের ক্ষেত্রে,

$\alpha_2 = \frac{\Delta l_2}{l_2 \Delta\theta}$

বা, $\Delta l_2 = \alpha_2 l_2 \Delta\theta$

$= 16{\cdot}7 \times 10^{-6} K^{-1} \times 2 \text{ m} \times 10 \text{ K}$

$\therefore \Delta l_2 = 3{\cdot}34 \times 10^{-4}$ m

এখানে, $\Delta l_2 = \Delta l_1$

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায়, লোহার দণ্ডের চেয়ে তামার দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ $(3{\cdot}34 \times 10^{-4} - 2.32 \times 10^{-4})$ m

বা, 1.02×10^{-4} m বেশি হবে।

প্রশ্ন –৬ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রাকিব A, B, C তিনটি পাত্র নিয়ে A পাত্রে 5 kg এবং C পাত্রে 10kg পানি নিল। উভয় পাত্রের পানি কক্ষ তাপমাত্রায় (20°C) ছিল। এবার উভয় পাত্রে 1MJ তাপ প্রয়োগ করল। A পাত্রের অর্ধেক পানি এবং C পাত্রের অর্ধেক পানি B পাত্রে ঢালল। অতঃপর সে A পাত্রে তার ডান হাত এবং C পাত্রে বাম হাত ডুবাল। এক মিনিট পর হাত দুটি উঠিয়ে একসাথে দুই হাত B পাত্রে ডুবাল।

ক. তাপের একক কী? ১

খ. বাষ্পায়নে শীতলতার উদ্ভব হয় কেন– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. B পাত্রের পানির তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. B পাত্রে এক সাথে দুই হাত ডুবানোর ফলে সে কিরূপ অনুভব করবে বলে তোমার ধারণা? মতামতের যৌক্তিকতা বিশ্লেষণ কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এসআই পদ্ধতিতে তাপের একক হলো জুল (J)।

খ. বাষ্পায়নের সময় পদার্থ তরল হতে গ্যাসীয় অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। এ রূপান্তরের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ তরল সংলগ্ন পাত্র বা বস্তু হতে গ্রহণ করা হয় বলে উক্ত পাত্র বা বস্তু বাষ্পায়নের ফলে শীতল হয়ে যায় বা শীতলতার উদ্ভব হয়।

গ. A পাত্র এবং C পাত্র হতে B পাত্রে যে পানি ঢালা হয়েছে তার আদি তাপমাত্রা ছিল 20°C এবং এই পানির মোট ভর,

$$m = \frac{5\text{ kg}}{2} + \frac{8\text{ kg}}{2} = 2.5\text{ kg} + 4\text{ kg} = 6.5\text{ kg}$$

উভয় পাত্রের অর্ধেক পানি ঢালা হয়েছে বলে B পাত্রের পানিতে উদ্দীপকে বর্ণিত মোট তাপের অর্ধেক পরিমাণ প্রয়োগ করা হয়েছে।

অর্থাৎ B পাত্রের পানিতে প্রযুক্ত তাপ

$$Q = \frac{1\text{ MJ} + 1\text{ MJ}}{2} = 1\text{ MJ} = 10^6\text{J}$$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি $\Delta\theta$ হলে,

আমরা জানি,

$$Q = mS\,\Delta\theta$$

$$\text{বা, } \Delta\theta = \frac{Q}{mS} = \frac{10^6\text{ J}}{6.5\text{ kg} \times 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}}$$

$$= 36.63°\text{C}$$

তাপ প্রয়োগের আগে এই পানির তাপমাত্রা 20°C ছিল বলে তাপ প্রয়োগের পর এর চূড়ান্ত তাপমাত্রা তথা B পাত্রে মিশ্রিত পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা = 20°C + 36.63°C = 56.63°C

∴ B পাত্রের পানির তাপমাত্রা 56.63°C।

ঘ. A পাত্রে শুরুতে 5 kg এবং C পাত্রে শুরুতে 8 kg পানি ছিল। উভয় পাত্রে 1MJ = 10^6J তাপ প্রয়োগ করলে,

A পাত্রের পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_A = \frac{Q}{m_A S}$

[S = পানির আপেক্ষিক তাপ]

$$= \frac{10^6\text{J}}{5\text{kg} \times 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}}$$

$$= 47.6°\text{C}$$

এবং C পাত্রের পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি,

$$\Delta\theta_c = \frac{Q}{m_c S}$$

$$= \frac{10^6\text{ J}}{8\text{ kg} \times 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}} = 29.76°\text{C}$$

যেহেতু পূর্বে উভয় পাত্রের তাপমাত্রা 20°C ছিল

সুতরাং তাপ প্রদানের পর A পাত্রের পানির তাপমাত্রা হয়েছিল

$$= 20°\text{C} + 47.6°\text{C} = 67.6°\text{C}$$

এবং C পাত্রের পানির তাপমাত্রা হয়েছিল $= 20°\text{C} + 29.76°\text{C}$

$$= 49.76°\text{C}$$

49.76°C মোটামুটি সহনীয় তাপমাত্রা হলেও 67.6°C হলো উচ্চমানের তাপমাত্রা। ফলে রাকিব যখন A পাত্রে তার ডান হাত ডুবিয়ে রেখেছিল, তখন তার তীব্র যন্ত্রণা হচ্ছিল। তাই সে উভয় হাত A ও C হতে বের করে যখন B পাত্রে ডুবাল তখন বাম হাতের তুলনায় ডান হাতে বেশি স্বস্তি বা আরাম অনুভব করছিল। পক্ষান্তরে অপেক্ষাকৃত বেশি তাপমাত্রার পানিতে ডুবানোর ফলে বাম হাতের অস্বস্তি বা যন্ত্রণা তীব্রতর হবে।

প্রশ্ন –৭ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

পার্বতীপুরে দেশের একটি বিখ্যাত রেল জংশন অবস্থিত। সেখানকার শীতকালের রেকর্ডকৃত সর্বনিম্ন তাপমাত্রা 2°C। কেলভিন স্কেলে বিবেচনা করলে সেখানে গ্রীষ্মকালীন সর্বোচ্চ তাপমাত্রা শীতকালের সর্বনিম্ন তাপমাত্রার চেয়ে 13.82% বেশি। তদুপরি রেল লাইনের ওপর দিয়ে রেল যাওয়ার সময় কেলভিন স্কেলে লাইনের তাপমাত্রা 10% বৃদ্ধি পায়। লাইনের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$।

ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ কী? ১

খ. পদার্থের অভ্যন্তরীণ শক্তি বলতে কী বোঝ? ২

গ. পার্বতীপুরে গ্রীষ্মকালীন সর্বোচ্চ তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে কত? ৩

ঘ. উক্ত রেল জংশনে প্রতি 200 মিটার লাইনে কতটুকু ফাঁক থাকা দরকার তার গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কঠিন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে নির্দিষ্ট দিকে দৈর্ঘ্য বরাবর যে প্রসারণ হয় তাকে বস্তুটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ বলে।

খ. পদার্থের অণুগুলো সর্বদা গতিশীল। কঠিন পদার্থের অণুগুলো একস্থান থেকে এদিক-ওদিক স্পন্দিত হয়। তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলো এলোমেলোভাবে ছোটাছুটি করে। অণুগুলোর এই গতির জন্য গতিশক্তির সঞ্চার হয়। অপর পদার্থের অণুগুলোর মধ্যকার ক্রিয়ারত আকর্ষণ-বিকর্ষণ বলের দরুন বিভব শক্তির উদ্ভব ঘটে। পদার্থের অণুগুলোর গতিশক্তি ও বিভব শক্তির সমষ্টিকে অভ্যন্তরীণ শক্তি বলে।

গ. আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } F - 32 = \frac{9}{5}(K - 273)$$

$$\text{বা, } F = \frac{9}{5}(K - 273) + 32$$

বা, $F = \frac{9}{5}(313 - 273) + 32$

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

$\therefore \quad F = 104$

অতএব, পার্বতীপুর গ্রীষ্মকালীন সর্বোচ্চ তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে 104°F।

ঘ. রেল লাইনের ওপর দিয়ে ট্রেন চলাচলের সময় লাইনের সম্ভাব্য সর্বোচ্চ তাপমাত্রা = 313K × (100 + 10)% = 344.3K যেহেতু ট্রেন চলাচল করছে না এরূপ শীতকালীন সময়ে লাইনের সর্বনিম্ন তাপমাত্রা হতে পারে 275K, তাই সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রার মধ্যকার ব্যবধান,

$\Delta\theta = 344.3\text{K} - 275\text{ K} = 69.3\text{ K}$

প্রশ্নমতে, তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর লাইনের বিবেচ্য অংশের দৈর্ঘ্য,

$l_2 = 200\text{m}$

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

সুতরাং আদি দৈর্ঘ্য l_1 হলে, $l_2 = l_1(1 + \alpha\,\Delta\theta)$

বা, $l_1 = \frac{l_2}{1 + \alpha\,\Delta\theta}$

$= \frac{200\text{ m}}{1 + 11 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1} \times 69.3\text{ K}}$

$= 199.85\text{ m}$

অতএব, প্রতি 200m লাইনে ফাঁক থাকতে হবে

$= l_2 - l_1$

$= 200\text{m} - 199.85\text{m}$

$= 0.15\text{ m}$

$= 15\text{ cm}$

অতএব, উক্ত রেল জংশনে 15 cm ফাঁক থাকা দরকার।

প্রশ্ন –৮ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রিফাত একটি বাটিতে কিছু পানি নিয়ে ঘরের এক কোণে রেখে দিল। দুইদিন পর দেখল বাটির পানি কিছুটা কমে গেছে। এবার সে একটি পাত্রে কিছু পানি নিয়ে গরম করতে শুরু করল। কিছুক্ষণ পর পানি ফুটতে শুরু করল। তাপমাত্রা 100°C এ পৌঁছলে এরপর তা জলীয় বাষ্পে রূপান্তরিত হওয়া শুর‌ু করল। সুতরাং বোঝা গেল তরল যেকোনো তাপমাত্রায় বায়বীয় অবস্থায় যেতে পারে আবার স্ফুটনাঙ্কের তাপমাত্রায় ও বায়বীয় অবস্থায় যেতে পারে। রিফাত পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য 4200 $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ আপেক্ষিক তাপের 0°C তাপমাত্রার 200 gm পানি নিল।

ক. বাষ্পায়ন কী? ১

খ. আপেক্ষিক তাপ বলতে কী বোঝ? ২

গ. পাত্রের পানির তাপমাত্রা 100°C করতে তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে রিফাতের বাটির পানি কমে যাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

▸◂ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধু উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে।

খ. 1kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ওই বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে। একে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

যেমন, কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা C, শোষিত তাপ Q, তাপমাত্রার পরিবর্তন $\Delta\theta$ এবং বস্তুর ভর m হলে,

গাণিতিকভাবে আপেক্ষিক তাপ, $S = \frac{C}{m} = \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta\theta}\right) = \frac{Q}{m\Delta\theta}$

আপেক্ষিক তাপের একক $\text{Jkg}^{-1}\text{k}^{-1}$

গ. এখানে,

তাপমাত্রার পরিবর্তন,

$\theta_2 - \theta_1 = 100°\text{C} - 0°\text{C} = 100°\text{C} = 100\text{ K}$

আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

ভর, m = 200 gm = 0.2 kg

প্রয়োজনীয় তাপ, Q = ?

আমরা জানি, $Q = mS(\theta_2 - \theta_1)$

$= 0.2\text{ kg} \times 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 100\text{ K}$

$= 84000\text{ J}$

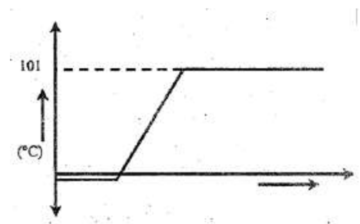
নির্ণেয় প্রয়োজনীয় তাপ 84000 J।

ঘ. ঘরের কোণে রাখা রিফাতের বাটির পানি স্বতঃবাষ্পীভবনের জন্য কমে যায়।

স্বতঃবাষ্পীভবন খুব ধীর পদ্ধতি। যেকোনো তাপমাত্রায় তরল পদার্থের উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার পদ্ধতিকে স্বতঃবাষ্পীভবন বলে। স্বতঃবাষ্পীভবনের হার তরলের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে। এটি তরলের উপরিতল থেকে সংঘটিত হয়। এটি যেকোনো তাপমাত্রায় হতে পারে। তবে তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে স্বতঃবাষ্পীভবনের হার বাড়তে থাকে। গরমকালে নদী ও পুকুরের পানি কমে যাওয়া, ভিজা কাপড় রোদে দিলে শুকিয়ে যাওয়া ইত্যাদি স্বতঃবাষ্পীভবনের জন্য হয়।

প্রশ্ন –৯ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মোস্তাক এক টুকরা বরফ নিয়ে তাতে তাপ প্রদান করতে থাকল এবং কিছুক্ষণ পরপর সংলগ্ন থার্মোমিটারের পাঠ নিতে থাকল। এতে সে নিম্নোক্ত তাপমাত্রা-সময় লেখ পেল।



ক. বরফের আপেক্ষিক তাপ কত? ১

খ. পদার্থের তাপধারণ ক্ষমতা বলতে কী বোঝ? ২

গ. পরীক্ষণীয় পদার্থের গলনাঙ্ক এবং স্ফুটনাঙ্কের ফারেনহাইট স্কেলের পাঠের পার্থক্য কত হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চাপ আরও বৃদ্ধি করা হলে উপরিউক্ত লেখ কিরূপ হবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

▸◂ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. বরফের আপেক্ষিক তাপ 2100 J $kg^{-1}K^{-1}$।

খ. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর ভর এবং উপাদানের ওপর নির্ভরশীল। কোনো বস্তুর তাপমাত্রা $\Delta\theta$ বাড়াতে Q পরিমাণ তাপ লাগলে 1K তাপমাত্রা বাড়াতে তাপ লাগে $= \frac{Q}{\Delta\theta}$।

সুতরাং এক্ষেত্রে তাপধারণ ক্ষমতা, $C = \frac{Q}{\Delta\theta}$।

গ. লেখচিত্র অনুসারে, প্রদত্ত অবস্থায় (চাপে) বরফের গলনাঙ্ক −2°C এবং স্ফুটনাঙ্ক 101°C

আমরা জানি, সেলসিয়াস এবং ফারেনহাইট স্কেলের সম্পর্ক,

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

$$F - 32 = \frac{180}{100}C$$

$$\therefore F = \frac{9}{5}C + 32$$

সুতরাং ফারেনহাইট স্কেলে গলনাঙ্ক $= \frac{9}{5} \times (-2) + 32$

$= -3.6 + 32$

$= 28.4°F$

সুতরাং ফারেনহাইট স্কেলে স্ফুটনাঙ্ক $= \frac{9}{5}(101) + 32$

$= 213.8°F$

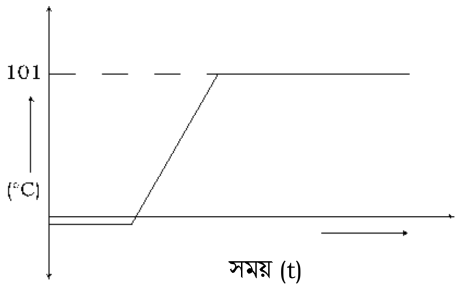
সুতরাং পরীক্ষণীয় পদার্থের গলনাঙ্ক এবং স্ফুটনাঙ্কের ফারেনহাইট স্কেলের পাঠের পার্থক্য $= (213.8 - 28.4)°$ F

$= 185.4°F$

ঘ. আমরা জানি, বরফ যখন গলে তখন আয়তনে হ্রাস পায়। তাই বরফের ওপর চাপ বৃদ্ধি করা হলে গলনাঙ্ক আরও কমে যাবে। এক্ষেত্রে পরিবর্তিত গলনাঙ্ক −4°C হতে পারে।

আবার চাপ বৃদ্ধি করা হলে তরলের বাষ্পায়নের হার কমে যায়, সুতরাং স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পাবে। তাই এক্ষেত্রে বর্ধিত চাপে পানির স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে 103°C বা 104°C হতে পারে।

সুতরাং চাপ আরও বৃদ্ধি করা হলে প্রাপ্ত তাপমাত্রা–সময় লেখ দেখতে নিম্নরূপ হবে :



প্রশ্ন –১০ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বিজ্ঞান স্যার ব্যবহারিক ক্লাসে তিনটি পাত্রে গ্লিসারিন, পানি ও তার্পিন তেল 50°C তাপমাত্রায় 400 g করে নিয়ে পাত্র তিনটিতে তাপ দিয়ে প্রত্যেকটির তাপমাত্রা 100°C –এ উন্নীত করলেন। উক্ত পদার্থ তিনটির আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$, 2350 $Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং 1800 $Jkg^{-1}K^{-1}$।

ক. তাপধারণ ক্ষমতার একক কী? ১

খ. থার্মোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো লেখ। ২

গ. পানি কর্তৃক শোষিত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. গ্লিসারিন ও তার্পিন তেলের মধ্যে কোনটি বেশি তাপ শোষণ করবে– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

▸◂ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. তাপধারণ ক্ষমতার একক JK^{-1}।

খ. থার্মোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো হলো–

i. পারদ তাপ সুপরিবাহী ফলে এটি খুব দ্রুত তাপ সঞ্চালন করতে পারে।

ii. এটি উজ্জ্বল এবং অস্বচ্ছ পদার্থ, তাই কাচের মধ্য দিয়ে সহজেই দেখা যায়।

iii. পারদ কাচের গায়ে লেগে থাকে না।

গ. এখানে, পানির ভর, $m_l = 400 \text{ g} = \frac{400}{1000} \text{ kg} = 0.4 \text{ kg}$

পানির আপেক্ষিক তাপ $S_l = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানি কর্তৃক শোষিত তাপ, $Q_l = ?$

আমরা জানি, $Q_l = m_l S_l \Delta\theta$

$= 0.4 \text{ kg} \times 4200 \text{ Jkg}^{-1} \times 70 \text{ K}$

$= 117600 \text{ J}$

অতএব, পানি কর্তৃক শোষিত তাপের পরিমাণ 117600 J।

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে, গ্লিসারিন ও তার্পিন তেলের ভর যথাক্রমে

$m_g = m_t = 0.4$ kg

গ্লিসারিনের আপেক্ষিক তাপ, $S_g = 2350 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

তার্পিন তেলের আপেক্ষিক তাপ, $S_t = 1800 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = 70$ K

$\therefore$ গ্লিসারিনের শোষিত তাপ, $Q_g = m_g S_g \Delta\theta$

$= 0.4 \text{ kg} \times 2350 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 70 \text{ K}$

$= 65800 \text{ J}$

তার্পিন তেলের শোষিত তাপ, $Q_t = m_t S_t \Delta\theta$

$= 0.4 \text{ kg} \times 1800 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 70 \text{ K}$

$= 50400 \text{ J}$

এখানে, $Q_g > Q_t$

অতএব, গ্লিসারিন ও তার্পিন তেলের মধ্যে গ্লিসারিন বেশি তাপ শোষণ করে।

প্রশ্ন –১১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

120° C তাপমাত্রার 100 g ভরের একটি বস্তুকে 50 g ভরবিশিষ্ট একটি তামার পাত্রে 30° C এ পৌঁছায়। তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$।

ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

খ. খড়ের ছাদযুক্ত ঘর গরমকালে ঠান্ডা থাকার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বস্তুটি যদি তামার তৈরি হতো তাহলে মিশ্রণের তাপমাত্রার ওপর কী ধরনের প্রভাব পড়ত? বিশ্লেষণ কর। ৪

▸◂ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. 1 kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ. খড়ের ছাদযুক্ত ঘর গরমকালে ঠান্ডা থাকার কারণ খড়ের তাপ কুপরিবাহিতা।

খড় তাপের কুপরিবাহক। ছাদ খড়ের তৈরি হলে খড়ের মাঝে মাঝে অনেক ফাঁক থাকে যাতে বায়ু আবদ্ধ থাকে। বায়ু তাপের কুপরিবাহক বলে গরমের দিনে বাইরের তাপমাত্রা বেশি হলেও খড়ের মধ্য দিয়ে তাপ ভিতরে আসতে পারে না বলে ঘর ঠান্ডা মনে হয়।

গ. দেওয়া আছে,

বস্তুর ভর = $100 \text{ g} = 0{\cdot}1 \text{ kg}$

তামার পাত্রের ভর = $50 \text{ g} = 0{\cdot}05 \text{ kg}$

তামার পাত্রের তাপমাত্রা বৃদ্ধি = $(30 - 20)° \text{C} = 10°\text{C} = 10 \text{ K}$

পানির ভর = $30 \text{ g} = 0{\cdot}3 \text{ kg}$

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি = $(30 - 20)° \text{C} = 10°\text{C} = 10\text{K}$

তামার আপেক্ষিক তাপ = $400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানির আপেক্ষিক তাপ = $4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ, $S = ?$

এখানে, বস্তু তাপ বর্জন করে আর ক্যালরিমিটার ও এর মধ্যস্থিত পানি তাপ গ্রহণ করে।

যেহেতু গৃহীত বা বর্জিত তাপ = ভর × আপেক্ষিক তাপ × তাপমাত্রার পার্থক্য

∴ বস্তুর বর্জিত তাপ, $Q_1 = 0{\cdot}1\text{kg} \times S \times 90 \text{ K}$

তামার পাত্রের গৃহীত তাপ, $Q_2 = 0{\cdot}05 \text{ kg} \times 400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 10 \text{ K} = 200 \text{ J}$

পানির গৃহীত তাপ, $Q_3 = 0{\cdot}3 \text{ kg} \times 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 10 \text{ K} = 12600 \text{ J}$

আমরা জানি, বর্জিত তাপ = গৃহীত তাপ

বা, $Q_1 = Q_2 + Q_3$

বা, $0{\cdot}1 \text{ kg} \times S \times 90 \text{ K} = 200 \text{ J} + 12600 \text{ J}$

বা, $9 \text{ kgK} \times S = 12800 \text{ J}$

∴ $S = 1422{\cdot}22 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

অতএব, বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ $1422{\cdot}22 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

ঘ. বস্তুটি যদি তামার তৈরি হতো তাহলে মিশ্রণের তাপমাত্রার ওপর যে পভাব পড়বে তা নিচে বিশ্লেষণ করা হলো :

উদ্দীপক থেকে পাই, বস্তুটির ভর = $100 \text{ g} = 0{\cdot}1 \text{ kg}$

তাপমাত্রা = $120° \text{ C}$

এখন মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা $\theta°\text{C}$ হলে,

বস্তুটির তাপমাত্রা হ্রাস পাবে $(120 - \theta)°\text{C} = (120 - \theta) \text{ K}$

আবার বস্তুটি তামার হলে এর আপেক্ষিক তাপ হবে = $400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

∴ বস্তুটি দ্বারা বর্জিত তাপ,

$Q_1 = 0{\cdot}1 \text{ kg} \times 400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times (120 - \theta) \text{ K}$

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে = $(\theta - 20)° \text{ C} = (\theta - 20) \text{ K}$

∴ পানির গৃহীত তাপ $Q_2 = 0{\cdot}05 \text{ kg} \times 400\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1} \times (\theta - 20) \text{ K}$

এখন, $Q_1 = Q_2 + Q_3$

বা, $0{\cdot}1 \times 400 \times (120 - \theta) = \{(0{\cdot}3 \times 4200 \times (\theta - 20)\} + \{0{\cdot}05 \times 400 \times (\theta - 20)\}$

বা, $4800 - 40\theta = 1260\theta - 25200 + 20\theta - 400$

বা, $- 40\theta - 1260\theta - 20\theta = - 25200 - 400 - 4800$

$\therefore \theta = 23°\text{C}$

এখানে, $\theta < 30°\text{C}$

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায় যে, বস্তুটি তামার তৈরি হলে মিশ্রণের তাপমাত্রা কমে যেত।

প্রশ্ন –১২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

করিম পরীক্ষাগারে 0°C তাপমাত্রায় 100 cm লম্বা একখন্ড অ্যালুমিনিয়ামের পাতকে উত্তপ্ত করে 200°C এ উন্নীত করল। অতঃপর সে বর্ধিত অংশের দৈর্ঘ্য হিসাব করল। তরল পদার্থের ক্ষেত্রে সে জানে যে, প্রকৃত প্রসারণ তরলের আপাত প্রসারণ ও পাত্রের প্রসারণের যোগফলের সমান।

ক. ফারেনহাইট স্কেলে সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা কত? ১

খ. উষ্ণতার পার্থক্যের ওপর তাপের প্রবাহ কীভাবে নির্ভর করে? ২

গ. অ্যালুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $23.8 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ হয় তবে পাতটির দৈর্ঘ্য কত বৃদ্ধি পাবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তরল পদার্থের ক্ষেত্রে করিমের ধারণার যথার্থতা প্রমাণ কর। ৪

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফারেনহাইট স্কেলে সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা 98° F।

খ. এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে তাপের প্রবাহ বস্তুদ্বয়ের তাপের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে না, বরং বস্তুদ্বয়ের উষ্ণতার পার্থক্যের ওপর নির্ভর করে।

বেশি উষ্ণতার বস্তু হতে তাপ নিম্ন উষ্ণতার বস্তুতে প্রবাহিত হয়। তাপ প্রবাহের ফলে বস্তুদ্বয়ের উষ্ণতার ব্যবধান কমতে কমতে এক সময় সমান হয়ে যায়। উষ্ণতা সমান হলে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে তাপের প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়।

গ. দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 200°\text{C} - 0°\text{C} = 200°\text{C} = 200 \text{ K}$

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

পাতটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta}$

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

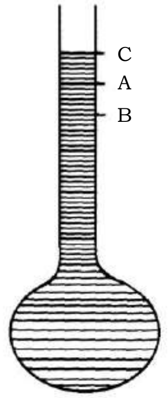
$= 23.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 1 \text{ m} \times 200 \text{ K}$

$= 0.00476 \text{ m} = 0.476 \text{ cm}$

অতএব, অ্যালুমিনিয়াম পাতের দৈর্ঘ্য 0.476 cm বৃদ্ধি পাবে।

ঘ. তরল পদার্থের ক্ষেত্রে করিমের ধারণা তরলের প্রকৃত প্রসারণ, আপাত প্রসারণ ও পাত্রের প্রসারণের যোগফলের সমান।

নিচে একটি পরীক্ষার সাহায্যে তরল পদার্থের প্রকৃত প্রসারণ ও আপাত প্রসারণের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা হলো :



একটি দাগ কাটা সরু নলবিশিষ্ট কাচের বাল্ব নিয়ে তার A দাগ পর্যন্ত কোনো তরল দ্বারা পূর্ণ করা হলো। এখন তরল স্তম্ভের দিকে লক্ষ রেখে বাল্বটিকে গরম করলে দেখা যাবে যে, তরলের উপরিতল A থেকে B দাগ পর্যন্ত নেমে আসে। তারপর আবার B দাগ থেকে শুরু করে A দাগ অতিক্রম করে C দাগ পর্যন্ত ওঠে। এর কারণ তাপ প্রয়োগে প্রথমে বাল্বটির আয়তন বৃদ্ধি পায়। যার জন্য তরল A থেকে B তে নেমে যায়। পরে তরল যেই গরম হয় সেই তার আয়তন বৃদ্ধি শুরু হয় এবং B থেকে C পর্যন্ত ওঠে। কঠিন পদার্থের চেয়ে তরলের প্রসারণ বেশি বিধায় এরূপ ঘটে। আপাত দৃষ্টিতে মনে হবে তরল প্রথমে A দাগ পর্যন্ত ছিল এবং সবশেষে C দাগে উঠেছে। তাই CA হলো আপাত প্রসারণ। CB হলো প্রকৃত প্রসারণ এবং AB হলো পাত্রের প্রসারণ।

চিত্র থেকে দেখা যায় যে, CB = CA + AB

অর্থাৎ প্রকৃত প্রসারণ = আপাত প্রসারণ + পাত্রের প্রসারণ

অতএব, উপরিউক্ত পরীক্ষা থেকে এটা প্রমাণিত হলো যে তরল পদার্থের ক্ষেত্রে করিমের ধারণাটি যথার্থ।

প্রশ্ন –১৩ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

তাপ প্রয়োগের ফলে সকল প্রকার পদার্থের অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। এজন্য অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব বেড়ে যাওয়ার ফলে সকল পদার্থের প্রসারণ ঘটে। মনে কর, 0°C তাপমাত্রায় 1000 cm^3 আয়তনের একখণ্ড ইস্পাতকে 100°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করলে এর আয়তন 1003.3 cm^3 হয়।

ক. পদার্থের প্রসারণ কত প্রকার? ১

খ. কোন প্রসারণ দ্বারা কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থ শনাক্ত করা যাবে এবং কেন? ২

গ. ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত? ৩

ঘ. কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের মান দৈর্ঘ্যের এককের ওপর নির্ভর করে না। ব্যাখ্যা কর। ৪

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পদার্থের প্রসারণ তিন প্রকার।

খ. আয়তন প্রসারণ দ্বারা কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থকে শনাক্ত করা যায়।

কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্র ও আয়তন প্রসারণ নির্ণয় করা যায় কিন্তু তরল ও বায়বীয় পদার্থের শুধু আয়তন প্রসারণ নির্ণয় করা যায়।

গ. এখানে,

আদি আয়তন, $V_0 = 1000\ cm^3$

চূড়ান্ত আয়তন, $V_1 = 1003.3\ cm^3$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = V_1 - V_0 = (1003.3 - 1000)\ cm^3 = 3.3\ cm^3$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100 - 0)^\circ C = 100\ K$.

ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $$\gamma = \frac{3.3\ cm^3}{100\ cm^3 \times 100\ K}$$

$$= 3.3 \times 10^{-5} K^{-1}$$

আবার আমরা পাই,

$$\gamma = 3\alpha$$

$$\therefore \alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{3.3 \times 10^{-5} K^{-1}}{3}$$

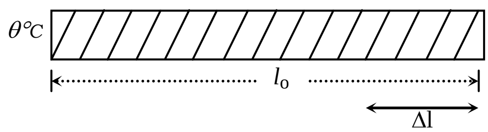
$$= 1.1 \times 10^{-5} K^{-1}$$

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

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

ঘ. তাপ প্রয়োগে বিভিন্ন কঠিন পদার্থের প্রসারণ বিভিন্ন হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে তাপ প্রয়োগে একই কঠিন পদার্থের প্রসারণ বেশ সুষম হয় এবং ব্যবহারিক কাজকর্মের জন্য একটি ধাতব দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ এর আদি দৈর্ঘ্য এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধির সমানুপাতিক হয়।

ধরা যাক, একটি ধাতব দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য l_0। $\Delta\theta$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ Δl হলে



$$\Delta l \propto l_0 \Delta\theta$$

বা, $\Delta l = \alpha\, l_0 \Delta\theta$ .... (i)

এখানে, α একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান দণ্ডটির উপাদানের ওপর নির্ভর করে। একে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলা হয়।

(i) নং সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}} \ ....(ii)$$

এই সমীকরণে $l_0 = 1m$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে

$\alpha = \Delta l$ হয়। এর থেকে দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের নিম্নোক্ত সংজ্ঞা দেয়া হয়।

lm দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের একটি দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ দণ্ডের দৈর্ঘ্য যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দণ্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

(ii) নং সমীকরণের ডান পাশের রাশিগুলোর একক বসিয়ে দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ এর একক পাওয়া যায়। এই সমীকরণ থেকে দেখা যায় এর একক প্রতি কেলভিন (K^{-1})।

অতএব, উপরিউক্ত আলোচনা থেকে এটা প্রমাণিত হয় যে, কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের মান দৈর্ঘ্যের এককের ওপর নির্ভর করে না।

প্রশ্ন –১৪ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দুইটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 m। খুঁটি দুইটির সাথে 30.01 m দৈর্ঘ্যের তামার তার যেদিন সংযোগ দেয়া হয় সেদিন ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 16.7×10^{-6} K^{-1}। শীতকালে যেদিন বায়ুর তাপমাত্রা 4°C হলো সেদিন তারটি ছিঁড়ে গেল।

ক. জলীয় বাষ্পের আপেক্ষিক তাপ কত? ১

খ. দুইটি বস্তুর তাপ সমান হলেও এদের তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বায়ুর তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. তারটি ছিঁড়ে যাবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. জলীয় বাষ্পের আপেক্ষিক তাপ 2000 Jkg^{-1} K^{-1}।

খ. দুইটি বস্তুর তাপ সমান হলেও তাদের তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে।

বস্তুর তাপমাত্রা তাদের তাপের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে না, বরং তাপমাত্রা নির্ভর করে বস্তুর তাপীয় অবস্থার ওপর। একই উপাদানে তৈরি দুইটি ভিন্ন আকারের বস্তুর তাপের পরিমাণ সমান হলে অপেক্ষাকৃত ছোট বস্তুটির তাপমাত্রা বেশি হবে।

গ. দেওয়া আছে,

সেলসিয়াস স্কেলে বায়ুর তাপমাত্রা, C = 30°C

ফারেনহাইট স্কেলে বায়ুর তাপমাত্রা, F = ?

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

বা, $5(F - 32) = 9C$

বা, $5F - 160 = 9C$

বা, $5F = 9C + 160$

বা, $F = \frac{9C + 160}{5}$

$= \frac{9 \times 30 + 160}{5}$

$= \frac{270 + 160}{5}$

$= \frac{430}{5}$

$\therefore F = 86$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে বায়ুর তাপমাত্রা 86°F

ঘ. এখানে,

তারের আদি দৈর্ঘ্য $l_1 = 30.01$m

তারের শেষ দৈর্ঘ্য $l_2 = ?$

$\theta_1 - \theta_2 = 30°C - 4°C = 26°C = 26$ K

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 16.7 \times 10^{-6}$ K^{-1}

আমরা জানি,

$\alpha = \frac{l_1 - l_2}{l_1 \Delta\theta}$

বা, $l_1 - l_2 = \alpha \times l_1 \Delta\theta$

বা, $l_2 = l_1 - \alpha l_1 \Delta\theta$

$= 30.01 \text{ m} - 16.7 \times 10^{-6} \text{k}^{-1} \times 30.01\text{m} \times 26 \text{ K}$

$= 30.01\text{m} - 0.013 \text{ m}$

$= 29.997 \text{ m}$

যেহেতু সংকোচনের পর তারের নতুন দৈর্ঘ্য 29.997m হয় যা খুঁটিদ্বয়ের দূরত্বের চেয়ে কম। তাই প্রচণ্ড টানের সৃষ্টি হয় এবং তারটি ছিঁড়ে যায়।

প্রশ্ন -১৫ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

অবস্থার পরিবর্তন কীভাবে হয় তা দেখানোর জন্য ক্লাসে পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষক একটি পাত্রে কিছু বরফ নিয়ে তার তাপমাত্রা মাপলেন। প্রথম অবস্থায় তাপমাত্রা ছিল –5°C। তিনি যখন তাপ বাড়াতে থাকলেন তখন তাপমাত্রা সময়ের সাথে বাড়তে থাকল। তাপমাত্রা 0°C এ আসার পর কিছু সময়ের জন্য স্থির হয়ে গেল। সমস্ত বরফ গলে যাওয়ার পর দেখা গেল আবার তাপমাত্রা বাড়া শুরু করেছে। পরে শিক্ষক ছাত্রীদের ব্যাপারটা বুঝিয়ে দিলেন।

ক. গলন কী? ১

খ. বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে তুলনা কর। ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনাটি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. ঘটনাটির তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর এবং তাপমাত্রা আরও বাড়ালে কী হতে পারে বলে তুমি মনে কর? ৪

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করাকে গলন বলে।

খ. নিচে বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে তুলনা করা হলো :

১. যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের মুক্ততল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে রূপান্তর হওয়াকে বাষ্পায়ন বলে এবং স্থির চাপে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সমস্ত স্তর হতে দ্রুত বাষ্পে রূপান্তরিত হওয়াকে স্ফুটন বলে।

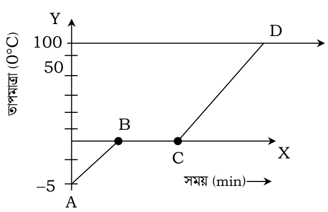
২. বাষ্পায়ন যেকোনো তাপমাত্রায় ঘটে কিন্তু স্ফুটন কেবল নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে ঘটে।

৩. বাষ্পায়ন তরলের উপরিতলে ঘটে কিন্তু স্ফুটন তরলের সর্বত্র ঘটে।

গ. উদ্দীপকে সুপ্ততাপের ঘটনা বর্ণিত হয়েছে।

উদ্দীপক অনুযায়ী প্রথমে –5°C তাপমাত্রার বরফকে তাপ দেওয়ায় এর আন্তঃআণবিক বল কমে যেতে থাকে এবং 0°C তাপমাত্রায় এ আন্তঃআণবিক বল এত কমে যায় যে, অণুগুলো সীমিত আয়তনের মধ্যে মুক্তভাবে ঘোরাফেরা শুরু করে বলে এটি বরফ হতে পানিতে পরিণত হয়। আমরা জানি, যখন বরফ থেকে পানি হয় তখন তা সুপ্ততাপ গ্রহণ করে এবং সুপ্ততাপ বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাস করে না। তাই উদ্দীপকের পরীক্ষায় তাপমাত্রা 0°C। এ তাপমাত্রায় সমস্ত বরফ গলে পানিতে পরিণত না হওয়া পর্যন্ত তাপমাত্রা স্থির থাকে।

ঘ.



উদ্দীপক অনুযায়ী –5°C তাপমাত্রার বরফ A বিন্দু থেকে শুরু করে B বিন্দু পর্যন্ত তাপমাত্রা বেড়ে 0°C এ পরিণত হয়। এরপর 0°C তাপমাত্রার বরফ B

বিন্দু থেকে C বিন্দু পর্যন্ত তাপমাত্রা স্থির থেকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হয়।

এরপর তাপমাত্রা আরও বাড়ালে পানির তাপমাত্রা সরলরৈখিকভাবে 100°C পর্যন্ত বাড়বে। এরপর পানি বাষ্পে পরিণত হবে এবং সমস্ত পানি বাষ্পে পরিণত না হওয়া পর্যন্ত তাপমাত্রা স্থির থাকবে।

প্রশ্ন –১৬ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

আমরা জানি, তাপ প্রয়োগে কঠিন ও তরলের আয়তন প্রসারিত হয় কিন্তু বায়বীয় পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে এর আয়তন ও চাপ উভয়ই প্রসারিত হয়।

ক. গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে আপাত প্রসারণ বিবেচনা করা হয় না কেন? ২

গ. 0°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন 500 cm^3 হলে 100°C তাপমাত্রায় এর আয়তন কত হবে? (স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ $0.00366K^{-1}$।) ৩

ঘ. স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগের মান চাপের এককের ওপর নির্ভর করে না। ৪

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্থির চাপে 0° তাপমাত্রার নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $1m^3$ আয়তনের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ গ্যাসের আয়তন যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

খ. তরলের ন্যায় বায়বীয় পদার্থকেও কোনো পাত্রে রেখে তাপ প্রয়োগ করতে হয়। কিন্তু তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ পাত্রের প্রসারণের চেয়ে অনেক গুণ বেশি হওয়ায় পাত্রের প্রসারণকে বিবেচনায় ধরা হয় না। এর ফলে বায়বীয় পদার্থের প্রকৃত প্রসারণের সাথে আপাত প্রসারণের কোনো পার্থক্য থাকে না। তাই বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে আপাত প্রসারণ বিবেচনা করা হয় না।

গ. এখানে,

0°C তাপমাত্রায় আয়তন, $V_0 = 500\ cm^3$

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

স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma_p = 0.00366\ K^{-1}$

শেষ আয়তন, $V_\theta = ?$

আমরা জানি,

$$V_\theta = V_0 (1 + \gamma_p \Delta\theta)$$
$$= 500\ cm^3 (1 + 0.00366\ K^{-1} \times 100\ K)$$
$$= 500 (1 + .366)\ cm^3$$
$$= 683\ cm^3$$

অতএব, আয়তন হবে 683 cm^3।

ঘ. পরীক্ষা করে দেখা গেছে, আয়তন স্থির রেখে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে এর চাপের প্রসারণ ঐ গ্যাসের 0°C তাপমাত্রার আদি চাপ এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধির সমানুপাতিক। 0°C তাপমাত্রার নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ P_o এবং আয়তন স্থির রেখে এর তাপমাত্রা $\Delta\theta$ বৃদ্ধি করলে এর চাপের প্রসারণ ΔP হলে,

$$\Delta P \propto P_o \Delta\theta$$

বা, $\Delta P = \gamma_v P_o \Delta\theta$ .... (i)

এখানে γ_v একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগ বলা হয়।

$$\gamma_v = \frac{\Delta P}{P_o \Delta\theta} = \frac{\text{চাপের প্রসারণ}}{\text{আদি চাপ} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}} \text{ .... (ii)}$$

এই সমীকরণের $P_o = 1P_a$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে $\gamma_v = \Delta P$ হয়। এর থেকে স্থির আয়তনের গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগের নিম্নোক্ত সংজ্ঞা লেখা যায়।

0°C তাপমাত্রার নির্দিষ্ট ভরের $1P_a$ চাপের কোনো গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে এর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ গ্যাসের চাপ যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগ বলে।

সিদ্ধান্ত : (ii)নং সমীকরণের ডান পাশের রাশিগুলোর একক বসিয়ে স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ-সহগের একক পাওয়া যায়। এই সমীকরণ থেকে দেখা যায় এর একক প্রতি কেলভিন (K^{-1})। স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগের মান চাপের এককের ওপর নির্ভর করে না।

প্রশ্ন–১৭ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

1 kg ভরের তামার পাত্রের দৈর্ঘ্য 50 cm প্রস্থ 30 cm এবং উচ্চতা 20 cm। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ এবং আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$।

ক. এক কেলভিন কী? ১

খ. কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ২

গ. 50°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পাত্রের আয়তন কত ঘন মিটার বৃদ্ধি পাবে? ৩

ঘ. তামার পাত্রের তাপমাত্রা 20°C বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন সেই তাপ দিয়ে 500 g পানির (40°C তাপমাত্রার) তাপমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি ঘটানো যাবে? ৪

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273{\cdot}16}$ ভাগকে এক কেলভিন (1K) বলে।

খ. কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর ওপর নির্ভর করে–

i. বস্তুর ভরের ওপর

ii. বস্তুর উপাদানের ওপর এবং

iii. বস্তুর তাপমাত্রার পার্থক্যের ওপর।

গ. দেওয়া আছে,

তামার আদি দৈর্ঘ্য, $a = 50\ cm = 0{\cdot}5\ m$

তামার আদি প্রস্থ, $b = 30\ cm = 0{\cdot}3\ m$

তামার আদি উচ্চতা, $c = 20\ cm = 0{\cdot}2\ m$

∴ তামার আদি আয়তন, $V_1 = a \times b \times c$

$$= 0{\cdot}5\ m \times 0{\cdot}3\ m \times 0{\cdot}2\ m$$
$$= 0{\cdot}03\ m^3$$

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 16{\cdot}7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

∴ আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 3\alpha = 3 \times 16{\cdot}7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

$$= 50{\cdot}1 \times 10^{-6}\ K^{-1}$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 50^\circ\ C = 50\ K$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = ?$

আমরা জানি,

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_1\theta}$$

বা, $\Delta V = \gamma V_1 \Delta\theta$

$= 50{\cdot}1 \times 10^{-6} K^{-1} \times 0{\cdot}03\ m^3 \times 50\ K$

$= 7{\cdot}515 \times 10^{-5} m^3$

অতএব, পাত্রের আয়তন $7{\cdot}515 \times 10^{-5} m^3$ বৃদ্ধি পাবে।

ঘ. দেওয়া আছে,

তামার ভর, $m_c = 1\ kg$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_c = 400\ Jkg^{-1}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 20°C = 20\ K$

$\therefore$ তামার তাপমাত্রা 20°C বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q = m_c S_c \Delta\theta$

$= 1\ kg \times 400\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 20\ K$

$= 8000\ J$

আবার, পানির ভর, $m_w = 500\ g = 0{\cdot}5\ kg$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_w = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = ?$

প্রশ্নমতে, $Q = m_w S_w \Delta\theta$

বা, $\Delta\theta = \frac{Q}{m_w S_w}$

$= \frac{8000\ J}{0{\cdot}5\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}}$

$= 3{\cdot}81\ K$

অতএব, পানির তাপমাত্রা 3·81°C বৃদ্ধি ঘটানো যাবে।

প্রশ্ন-১৮ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

50 g ভরের কোনো বস্তুকে 20°C থেকে 120°C তাপমাত্রা উত্তপ্ত করা হলো। উত্তপ্ত এই বস্তুকে 50 g ভরের কোনো অ্যালুমিনিয়াম ক্যালরিমিটারে 20°C তাপমাত্রায় 0·15 kg পানির মধ্যে নিক্ষেপ করলে মিশ্রণের তাপমাত্রা 30°C পাওয়া গেল। অ্যালুমিনিয়ামের আপেক্ষিক তাপ 900 $Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তার 1500 $Jkg^{-1}K^{-1}$।

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. চাপের জন্য গলনাঙ্কের কীরূপ পরিবর্তন ঘটে? ২

গ. বস্তুটিকে 120°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যগুলো তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

খ. পদার্থের উপর চাপের হ্রাস-বৃদ্ধির জন্য গলনাঙ্ক পরিবর্তিত হয়। চাপের জন্য গলনাঙ্ক পরিবর্তন দুইভাবে হতে পারে।

১. কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময় যেসব পদার্থের আয়তন হ্রাস পায় (যেমন বরফ), চাপ বাড়লে তাদের গলনাঙ্ক কমে যায় অর্থাৎ কম তাপমাত্রায় গলে।

২. কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময় যেসব পদার্থের আয়তন বেড়ে যায় (যেমন মোম), চাপ বাড়লে তাদের গলনাঙ্ক বেড়ে যায় অর্থাৎ বেশি তাপমাত্রায় গলে।

গ. দেওয়া আছে,

বস্তুটির ভর, $m = 50\ g = 0{\cdot}05\ kg$

আপেক্ষিক তাপ, $S = 1500\ Jkg^{-1}K^{-1}$

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 120°C$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = (120 - 20)°C$

$= 100°C = 100\ K$

প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = ?$

আমরা জানি,

$Q = mS\ \Delta\theta$

বা, $Q = 0{\cdot}05\ kg \times 1500\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 100\ K$

$\therefore Q = 7500\ J$

অতএব, উদ্দীপকের বস্তুটিকে 120°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ 7500 J।

ঘ. উদ্দীপকের মোট গৃহীত তাপ মোট বর্জিত তাপের সমান হলে, ঘটনাটি তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন করবে।

গাণিতিক বিশ্লেষণ :

বস্তুটির ভর, m_1 $= 50\ g = 0{\cdot}05\ kg$

বস্তুটির উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 1500\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বস্তুর আদি তাপমাত্রা $= 120°C$

মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা $= 30°C$

$\therefore$ বস্তুর তাপমাত্রা হ্রাস পায়, $\Delta\theta_1 = (120 - 30)°C$

$= 90°C$

$= 90\ K$

$\therefore$ বস্তু দ্বারা বর্জিত তাপ,

$Q_1 = m_1 S_1 \Delta\theta$

বা, $Q_1 = 0.05\ kg \times 1500\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 90\ K$

$\therefore Q_1 = 6750\ J$

আবার, ক্যালরিমিটারের ভর, m_2 $= 50g = 0.05\ kg$

ক্যালরিমিটারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, S_2 $= 900\ Jkg^{-1}K^{-1}$

ক্যালরিমিটারের প্রাথমিক তাপমাত্রা $= 20°C$

ক্যালরিমিটারের চূড়ান্ত তাপমাত্রা $= 30°C$

ক্যালরিমিটারের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_2$ $= (30 - 20)°C$

$= 10°C$

$= 10\ K$

$\therefore$ ক্যালরিমিটার কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q_2 = m_2 S_2 \Delta\theta_2$

বা, $Q_2 = 0{\cdot}05\ kg \times 900\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 10\ K$

$\therefore Q_2 = 450\ J$

আবার, পানির ভর, m_3 $= 0{\cdot}15\ kg$

পানির আপেক্ষিক তাপ, S_3 $= 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা $= 20°C$

পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা $= 30°C$

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_3 = (30 - 20)°C$

$= 10°C$
$= 10K$

∴ পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q_3 = m_3S_3\,\Delta\theta_3$

বা, $Q_3 = 0{\cdot}15\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 10\ K$

বা, $Q_3 = 6300\ J$

∴ মোট গৃহীত তাপ $= Q_2 + Q_3$
$= (450 + 6300)\ J$
$= 6750\ J$

মোট বর্জিত তাপ, $Q_1 = 6750\ J$

$\therefore Q_1 = Q_2 + Q_3$

∴ গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

অতএব, উদ্দীপকের ঘটনাটি তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন –১৯ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

অপর্ণা 1 cm ব্যাসার্ধের একটি তামার বলকে তাপ দিয়ে উহার তাপমাত্রা 50°C বৃদ্ধি করায় উহার আয়তন 4.1993 cm^3 এবং পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল 12.5874 cm^2 হলো।

ক. বাষ্পীভবন কী কী পদ্ধতিতে হতে পারে? ১

খ. তাপ ও তাপমাত্রার দুইটি পার্থক্য লেখ। ২

গ. তামার বলটির তাপমাত্রা কত ফারেনহাইট বৃদ্ধি করা হয়েছিল? ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ ও আয়তন প্রসারণ সহগ এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ৪

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বাষ্পীভবন বাষ্পায়ন ও স্ফুটন এই দুই পদ্ধতিতে হতে পারে।

খ. তাপ ও তাপমাত্রার দুইটি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো :

তাপ	তাপমাত্রা
১. উষ্ণতার পার্থক্যের জন্য যে শক্তি এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে প্রবাহিত হয় তাকে তাপ বলে।	১. তাপমাত্রা হচ্ছে কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে ঐ বস্তুটি অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে এলে বস্তুটি তাপ হারাবে না গ্রহণ করবে।
২. তাপ পরিমাপের একক জুল, ক্যালরি ইত্যাদি।	২. তাপমাত্রা পরিমাপের একক কেলভিন, সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ইত্যাদি।

গ. দেওয়া আছে,

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $C = 50°C$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $F = ?$

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

বা, $\frac{50}{5} = \frac{F - 32}{9}$

বা, $5\,(F - 32) = 50 \times 9$

বা, $F - 32 = \frac{50 \times 9}{5}$

বা, $F - 32 = 90$

বা, $F = 90 + 32$

$\therefore F = 122$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ 122°F।

ঘ. দেওয়া আছে,

তামার বলের ব্যাসার্ধ, $r = 1\ cm = 1 \times 10^{-2}\ m$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $= \beta$

আয়তন প্রসারণ সহগ $= \gamma$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 50°C = 50\ K$

বলের চূড়ান্ত আয়তন,

$V_2 = 4.1993\ cm^3 = 4.1993 \times 10^{-6}\ m^3$

বলের চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল,

$A_2 = 12.5874\ cm^2 = 12.5874 \times 10^{-4}\ m^2$

তামার বলের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল,

$A_1 = 4\pi r^2 = 4 \times 3.1416 \times (1 \times 10^{-2} m)^2$
$= 12.5664 \times 10^{-4}\ m^2$

∴ ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি,

$\Delta A = 12.5874 \times 10^{-4}\ m^2 - 12.5664 \times 10^{-4}\ m^2$
$= 2.1 \times 10^{-6}\ m^2$

তামার বলের আয়তন, $V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3$
$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (1 \times 10^{-2}\ m)^3$
$= 4.1888 \times 10^{-6}\ m^3$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = (4.1993 \times 10^{-6} - 4.1888 \times 10^{-6}) m^3$
$= 1.05 \times 10^{-8}\ m^3$

আমরা জানি, $\beta = \frac{\Delta A}{A_1 \times \Delta\theta}$
$= \frac{2.1 \times 10^{-6}\ m^2}{12.5664 \times 10^{-4}\ m^2 \times 50\ K}$
$= 33.4 \times 10^{-6} K^{-1}$

আবার, $\gamma = \frac{\Delta V}{V_1 \times \Delta\theta} = \frac{1.05 \times 10^{-8}}{4.1888 \times 10^{-6}\ m^3 \times 50\ K}$
$= 50.1 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

এখন, $\frac{\beta}{\gamma} = \frac{33.4 \times 10^{-6}\ K^{-1}}{50.1 \times 10^{-6}\ K^{-1}} = \frac{2}{3}$

$\therefore 3\beta = 2\gamma$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় উদ্দীপকের আলোকে ক্ষেত্র প্রসারণ সহগের তিনগুণ আয়তন প্রসারণ সহগের দ্বিগুণের সমান।

প্রশ্ন –২০ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি ধাতব পাতের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ যথাক্রমে 40 m ও 30 m।

ক. সুপ্ততাপ কী? ১

খ. বরফ গলনের সময় তাপমাত্রা পরিবর্তন হয় না কেন? ২

গ. ঐ ধাতুর তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধি করলে এর ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ঘটে 2 m^2। ধাতুটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঐ ধাতুর আয়তন 2% বৃদ্ধি করতে কত তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে? ৪

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তাপ কোনো বস্তুর তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটিয়ে শুধু অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় তাকে সুপ্ততাপ বলে।

খ. আমরা জানি, বরফ গলনের সময় তাপমাত্রা $0°C$ এ স্থির থাকে। এ সময় তাপ দিলেও তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। প্রদত্ত তাপ শক্তি বরফের মধ্যকার বন্ধন ভাঙতে ব্যয় হয়। এ কারণে বরফ গলনের সময় তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না।

গ. দেওয়া আছে,

ধাতুটির দৈর্ঘ্য $= 40\ m$

প্রস্থ $= 30\ m$

$\therefore$ ধাতুটির আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = 40\ m \times 30\ m$
$= 120\ m^2$

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = 2\ m^2$

তাপমাত্রা পরিবর্তন, $\Delta\theta = 30°C = 30\ K$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি,

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = \frac{\Delta A}{A_0\Delta\theta}$

$= \frac{2\ m^2}{1200\ m^2 \times 30\ K}$

$= 5.56 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

আবার, দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\beta}{2}$

$= \frac{5.56 \times 10^{-5}\ K^{-1}}{2}$

$= 2.78 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

অতএব ধাতুটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $2.78 \times 10^{-5}\ K^{-1}$।

ঘ. ধাতুটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 2.78 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

$\therefore$ ধাতুটির আয়তন প্রসারণ সহগ

$\gamma = 3\alpha$

$= 3 \times 2.78 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

এখন, ধরি, ধাতুটির আদি আয়তন, $V_0 = V$

$\therefore$ ধাতুটির আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = V$ এর 2%

বা, $\Delta V = \frac{V \times 2}{100}$

$\therefore\ \Delta V = \frac{V}{50}$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = ?$

আমরা জানি, $\gamma = \frac{\Delta V}{V_0\Delta\theta}$

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta V}{V_0\gamma} = \frac{\frac{V}{50}}{V \times 8.33 \times 10^{-5}\ K^{-1}}$

বা, $\Delta\theta = \frac{1}{50 \times 8.33 \times 10^{-5}\ K^{-1}}$

$\therefore\ \Delta\theta = 240\ K$

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে পাই, ঐ ধাতুর আয়তন 2% বৃদ্ধি করতে হলে তাপমাত্রা 240 K বৃদ্ধি করতে হবে।

প্রশ্ন –২১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

সাকিব তার ছোট ভাই সোহেলের শরীরের তাপমাত্রা মাপার পর তার মাকে জানাল শরীরের তাপমাত্রা $38°C$। সাকিবের মা তাকে চিকিৎসকদের ভাষায় শরীরের তাপমাত্রা প্রকাশ করতে বলেন।

ক. সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা কত? ১

খ. তাপমাত্রার প্রতীক লেখার নিয়ম ব্যাখ্যা কর। ২

গ. চিকিৎসকদের ভাষায় সোহেলের শরীরের তাপমাত্রা কত? ৩

ঘ. কোন তাপমাত্রায় স্কেল দুটির পাঠের ব্যবধান 20° হবে গাণিতিক সমাধান দাও। ৪

২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা $98.4°F$।

খ. সাধারণ তাপমাত্রা °C (ডিগ্রি সেলসিয়াস) এ পরিমাপ করা হলে একে θ দিয়ে এবং কেলভিনে পরিমাপ করা হলে T দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

তাপমাত্রা পরিমাপের যন্ত্র থার্মোমিটারগুলো ডিগ্রি সেলসিয়াসে দাগাঙ্কিত থাকে এবং দুটি তাপমাত্রার পার্থক্য সেলসিয়াস স্কেল এবং কেলভিনে একই হয়, তাই ব্যবহারিক ক্ষেত্রে সাধারণত তাপমাত্রার প্রতীক θ–ই ব্যবহার করা হয়। কিন্তু যেসব সমীকরণ বা সূত্র কেবল তাপমাত্রার কেলভিন এককের জন্য প্রযোজ্য সেসব ক্ষেত্রে তাপমাত্রা লেখার জন্য T ব্যবহার করা হয়।

গ. ডাক্তারি থার্মোমিটার হলো ফারেনহাইট থার্মোমিটার।

এখানে,

সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ, $C = 38°C$

ডাক্তারি থার্মোমিটারে পাঠ, $F = ?$

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

বা, $\frac{38}{5} = \frac{F-32}{9}$

বা, $5F - 160 = 342$

বা, $5F = 342 + 160$

বা, $5F = 502$

বা, $F = \frac{502}{5}$

$\therefore\ F = 100.4°F$

অতএব, সোহেলের শরীরের তাপমাত্রা 100.4

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত তাপমাত্রা পরিমাপের স্কেল দুটি সেলসিয়াস স্কেল এবং ডাক্তারি স্কেল বা ফারেনহাইট স্কেল। যে তাপমাত্রায় এই দুই স্কেলে তাপমাত্রার ব্যবধান 20° হয় তা নিচে নির্ণয় করা হলো :

ধরি,

সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ,

$C = x°C$

$\therefore$ ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ,

$F = (x \pm 20)°F$

আমরা জানি,

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

যখন $F = (x + 20)°F$ তখন

$\frac{x}{5} = \frac{x + 20 - 32}{9}$

বা, $9x = 5x + 100 - 160$

২য় ক্ষেত্রে,

যখন $F = (x - 20)°F$ তখন

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

বা, $\frac{x}{5} = \frac{x - 20 - 32}{9}$

বা, $\frac{x}{5} = \frac{x - 52}{9}$

বা, $9x = 5x - 260$

বা, $4x = -260$

বা, $x = \frac{-260}{4}$

বা, $4x = -60$

বা, $x = -\frac{60}{4}$

$\therefore x = -15°C$

এবং $F = (-15 + 20)°F$ বা $5°F$

$\therefore x = -65°C$

এবং $F = (-65 - 20)°F$

$= -85°F$

সুতরাং $-15°C$ ও $5°F$ অথবা $-65°C$ ও $-85°F$ তাপমাত্রায় উক্ত স্কেল দুইটির তাপমাত্রার ব্যবধান $20°$ হয়।

প্রশ্ন –২২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

গ্রীষ্মের ছুটিতে হিমেল ট্রেনে করে গ্রামের বাড়িতে যাচ্ছিল। প্রায় অর্ধেক দূরত্ব অতিক্রম করার পর ট্রেনটি হঠাৎ থেমে গেল। কৌতূহলী লোকজন নেমে দেখল যে, রেললাইনটি বেঁকে গেছে। হিমেল লোকজনের সাথে আলাপ করে জানতে পারল ওই দিনের তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে কিছুটা বৃদ্ধির কারণে 400 m দীর্ঘ লোহার লাইনটির দৈর্ঘ্য 9.2 cm বেড়ে সমস্যাটির সৃষ্টি হয়েছে।

ক. তাপ অপসারণে পদার্থের কী পরিবর্তন হয়? ১

খ. পিতলের আয়তন প্রসারণ সহগ $56.7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ বলতে কী বোঝ? ২

গ. লোহার প্রসারণ সহগ $11.5 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ হলে ঐদিনের তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে কত বেড়েছিল? ৩

ঘ. রেল লাইনটির সংযোগের ক্ষেত্রে কোনো ত্রুটি ছিল কি না যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ অপসারণে পদার্থের দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল এবং আয়তন কমে গিয়ে সংকুচিত হয়।

খ. আমরা জানি,

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = \frac{\text{আয়তন বৃদ্ধি}}{\text{আদি আয়তন} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}}$

বা, $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)}$

বা, $V_o = 1\ m^3$ এবং $(\theta_2 - \theta_1) = 1\ K$ হয়,

তবে $\gamma = (V_2 - V_1)$

অর্থাৎ, পিতলের আয়তন প্রসারণ সহগ $56.7 \times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে বোঝায় $1\ m^3$ আয়তনের পিতলের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে এর আয়তন $56.7 \times 10^{-6}m^3$ বৃদ্ধি পায়।

গ. উদ্দীপক থেকে,

রেললাইনের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 400$ m

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $l_2 - l_1 = 9.2$ cm

$= 9.2 \times 10^{-2}$ m

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$\alpha = 11.5 \times 10^{-6}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\theta_2 - \theta_1 = ?$

আমরা জানি,

$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)}$

বা, $\alpha\, l_1 (\theta_2 - \theta_1) = l_2 - l_1$

বা, $(\theta_2 - \theta_1) = \frac{l_2 - l_1}{\alpha l_1}$

$= \frac{9.2 \times 10^{-2}m}{11.5 \times 10^{-6}K^{-1} \times 400\ m}$

$= 20K$

$= 20°C$

অতএব, ওই দিনের তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে $20°C$ বেড়েছিল।

ঘ. আমরা জানি, তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে কঠিন পদার্থের প্রসারণ ঘটে এবং তাপ অপসারণ করলে পদার্থ সংকুচিত হয়। পদার্থের এ প্রসারণ সবদিকে হয়। রেললাইনের ক্ষেত্রেও তাই ঘটেছে। কারণ রেল লাইনটির প্রসারণের জন্য প্রস্থ বরাবর ফাঁকা জায়গা যথেষ্ট ছিল কিন্তু দৈর্ঘ্য বরাবর প্রসারণের জন্য যথেষ্ট জায়গা ছিল না।

'গ' নং উত্তর থেকে আমরা জানতে পারি যে, ওই দিনের তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে $20°C$ বৃদ্ধি পেয়েছিল, এই $20°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে দুটি রেললাইনের মাঝে যতটুকু ফাঁকা জায়গা রাখার জন্য দরকার ছিল তার চেয়ে কম রেখেছিল। কারণ উদ্দীপক থেকে আমরা দেখি যে, রেললাইনটির দৈর্ঘ্য 9.2 cm বৃদ্ধিতেই তা বেঁকে গিয়েছিল। তাহলে অবশ্যই ফাঁকা জায়গা 9.2 cm এর কম ছিল। এছাড়াও রেললাইনটি সংযোগ দেওয়ার সময় তাপমাত্রা বৃদ্ধিজনিত বিষয়টির হিসাবেও ভুল ছিল। কারণ হিসাবের সময় কর্তৃপক্ষ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সীমাটি কম ধরেছিল যার ফলে দুর্ঘটনাটি ঘটেছে। কারণ হিসাবের সময় তাপমাত্রা বৃদ্ধির সীমা বাড়িয়ে ধরলে আর দুর্ঘটনা ঘটত না। যেমন তারা যদি তাপমাত্রা বৃদ্ধির সীমা $45°–50°C$ এর মধ্যে হিসাব করত তাহলে প্রয়োজনীয় ফাঁকা জায়গার পরিমাণও বেশি রাখত এবং দুর্ঘটনা থেকে ট্রেনটি রক্ষা পেত।

অতএব, উপরিউক্ত আলোচনা থেকে আমরা নিশ্চিত হলাম যে, রেল লাইনটি সংযোগের ক্ষেত্রে অবশ্যই ত্রুটি ছিল, যার ফলে লাইনটি বেঁকে গেছে।

প্রশ্ন –২৩ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক্রমিক নং	পদার্থের নাম	আপেক্ষিক তাপ (S), $Jkg^{-1}K^{-1}$
1	রুপা	230
2	সিসা	130
3	তামা	400
4	পানি	4200

ক. আপেক্ষিক তাপের একক কী? ১

খ. তাপ পরিমাপে আপেক্ষিক তাপ জানা গুরুত্বপূর্ণ কেন? ২

গ. এক কেজি তামায় 4200 J তাপ প্রদান করলে তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি পাবে বের কর। ৩

ঘ. 4নং পদার্থটির আপেক্ষিক তাপ বেশি হওয়ার গুরুত্ব আলোচনা কর। ৪

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আপেক্ষিক তাপের একক $Jkg^{-1}K^{-1}$।

খ. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর উপাদানের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য। তাই সমান ভরের বিভিন্ন বস্তুর একই পরিমাণ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বিভিন্ন পরিমাণ তাপ দরকার। তাই কেবল কোনো বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ জানা

থাকলেই ওই বস্তুর নির্দিষ্ট পরিমাণের জন্য নির্দিষ্ট তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ নির্ণয় করা সম্ভব।

গ. এখানে, গৃহীত তাপ, $Q = 4200$ J

ভর, $m = 1$ kg

আপেক্ষিক তাপ, $S = 400\ Jkg^{-1}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = ?$

আমরা জানি,

$Q = mS\Delta\theta$

বা, $\Delta\theta = \frac{Q}{mS}$

বা, $\Delta\theta = \frac{4200\ J}{1\ kg \times 400\ Jkg^{-1}K^{-1}}$

বা, $\Delta\theta = 10.5\ K = 10.5°C$

সুতরাং তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে 10.5°C।

ঘ. অন্যান্য পদার্থের তুলনায় 4 নং পদার্থটি অর্থাৎ পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$ যা অন্য যেকোনো পদার্থের তুলনায় বেশি।

মাটির আপেক্ষিক তাপ প্রায় 800 $Jkg^{-1}K^{-1}$ অর্থাৎ নির্দিষ্ট পরিমাণ মাটির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন; সমপরিমাণ পানির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে প্রায় পাঁচগুণ বেশি তাপ প্রয়োজন তেমনি 1K তাপমাত্রা হ্রাস করার জন্য মাটির চেয়ে পানিকে পাঁচগুণ বেশি তাপ বর্জন করতে হয়। এর ফলে স্থলভাগের তুলনায় সামুদ্রিক অঞ্চলের তাপমাত্রার পরিবর্তন ধীরে ধীরে হয়। এ কারণে মরুভূমির তুলনায় দ্বীপ অঞ্চলে তাপমাত্রার পার্থক্য কম হয়। আবার পানির উচ্চ আপেক্ষিক তাপের কারণে গাড়ির ইঞ্জিন ঠান্ডা রাখার জন্য তথা শীতলীকারক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয়।

অতএব, উপরিউক্ত আলোচনা থেকে দেখা যাচ্ছে যে, 4 নং পদার্থ অর্থাৎ পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি হওয়ার গুরুত্ব অপরিসীম।

প্রশ্ন–২৪ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

উপরের পাত্র তিনটিতে 90°C তাপমাত্রা পর্যন্ত তাপ দেয়া হলো। পানি, গ্লিসারিন এবং তার্পিন তেলের আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে 4200J/kg·K, 2350J/kg· K এবং 1800 J/kg·K।

ক. পানির ত্রৈধবিন্দু কাকে বলে? ১

খ. পাহাড়ের উপর রান্না করা অসুবিধাজনক কেন? ২

গ. তার্পিন তেল কর্তৃক শোষিত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. একই পরিমাণ পানিকে সমপরিমাণ উত্তপ্ত করতে অন্য দুটি তরলের চেয়ে বেশি তাপের প্রয়োজন হয়েছে– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি এবং জলীয় বাষ্পরূপে অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে।

খ. পানির স্ফুটনাঙ্ক বায়ুচাপের ওপর নির্ভরশীল। আবার বায়ুচাপ ভূপৃষ্ঠ থেকে উচ্চতার ওপর নির্ভরশীল। পাহাড়ের উপর বায়ুচাপ কম হওয়ায় পানির স্ফুটনাঙ্ক কমে যায় অর্থাৎ 100°C এর কম তাপমাত্রায় পানি ফুটতে শুরু করে। কিন্তু মাছ, মাংস, ডিম ইত্যাদি সিদ্ধ হবার জন্য যে তাপের প্রয়োজন, পানি কম তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হয় বলে মাছ, মাংস, ডিম পর্যাপ্ত তাপ পায় না। তাই পাহাড়ের উপর রান্না করা অসুবিধাজনক।

গ. দেওয়া আছে,

তার্পিনের ভর, $m = 500\ g = 0{\cdot}5\ kg$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = 90°C - 50°C = 40°C = 40\ K$

তার্পিনের আপেক্ষিক তাপ, $S = 1800\ Jkg^{-1}K^{-1}$

শোষিত তাপ, $Q = ?$

আমরা জানি, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$

বা, $Q = mS\Delta\theta$

$= 0{\cdot}5\ kg \times 1800\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 40\ K$

$\therefore Q = 36000\ J$

অতএব, তার্পিন কর্তৃক শোষিত তাপ 36000 J।

ঘ. দেওয়া আছে,

পানির ভর, $m = 500\ g$

$= 0{\cdot}5\ kg$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = 90°C - 50°C = 40°C = 40\ K$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

শোষিত তাপ, $Q = ?$

আমরা জানি, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$

বা, $Q = mS\Delta\theta$

$= 0{\cdot}5\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 40\ K$

$\therefore Q = 84000\ J$

আবার, গ্লিসারিনের ভর, $m = 500\ g = 0{\cdot}5\ kg$

তাপামত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = 90°\ C - 50°\ C = 40°C = 40\ K$

শোষিত তাপ, $Q = ?$

আমরা জানি, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$

বা, $Q = mS\Delta\theta$

$= 0{\cdot}5\ kg \times 2250\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 40\ K$

$= 47000\ J$

'গ' নং থেকে পাই,

তার্পিন কর্তৃক শোষিত তাপ 36000 J

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়–

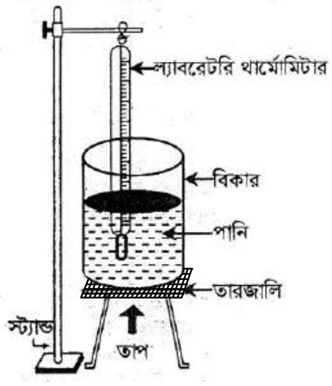
500 g গ্লিসারিনকে 50°C থেকে 90°C তাপমাত্রায় উনীত করতে 47000 J তাপ শোষণ করতে হয় এবং 500 g তার্পিনকে 50°C থেকে 90°C তাপমাত্রায় উন্নীত করতে 36000 J তাপ শোষণ করতে হয়।

গ্লিসারিন ও তারপিন কর্তৃক মোট শোষিত তাপের পরিমাণ (47000 J + 36000 J) = 83000 J।

অপরপক্ষে 500 g পানিকে 50°C থেকে 90°C তাপমাত্রায় উন্নীত করতে 84000 J তাপ শোষণ করতে হয়।

অতএব, একই পরিমাণ পানিকে সমপরিমাণ উত্তপ্ত করতে অন্য দুইটি তরলের চেয়ে বেশি তাপের প্রয়োজন হয়েছে।

প্রশ্ন –২৫ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



নাহিদ পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য চিত্রানুযায়ী যন্ত্রপাতি নিয়ে 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$ আপেক্ষিক তাপের 0°C তাপমাত্রার 500 gm পানি নিল।

ক. স্ফুটন কী? ১

খ. বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 3.36×10^5 Jkg^{-1} বলতে কী বোঝ? ২

গ. বিকারের পানির তাপমাত্রা 100°C করতে তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. নাহিদ পরীক্ষাটি করে কী সিদ্ধান্তে আসতে পারবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তরলের সমস্ত অংশ থেকে দ্রুত বাষ্পে পরিণত হওয়াকে স্ফুটন বলে।

খ. বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 3.36×10^5 Jkg^{-1} বলতে বোঝায় 0°C তাপমাত্রার 1 kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে 3.36×10^5J তাপের প্রয়োজন হয়।

গ. 0°C তাপমাত্রার 500 gm ভরের পানির তাপমাত্রা 100°C-এ উন্নীত করতে প্রয়োজনীয় তাপ হিসাব করতে হবে।

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\theta_2 - \theta_1$ =100°C – 0°C =100°C = 100 K

আপেক্ষিক তাপ, S = 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$

ভর, m = 500 gm = 0.5 kg

প্রয়োজনীয় তাপ, Q = ?

আমরা জানি, $Q = mS(\theta_2 - \theta_1)$

$= 0.5 \text{ kg} \times 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 100 \text{ K}$

$= 210000\text{J}$

নির্ণেয় প্রয়োজনীয় তাপ 210000 J।

ঘ. নাহিদ একটি বিকারে 0°C তাপমাত্রার 500gm পানি নিয়ে থার্মোমিটারের পাঠ গ্রহণের মাধ্যমে স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করে। নাহিদের পরীক্ষা পদ্ধতিটি নিচে বর্ণনা করা হলো :

১. বিকারে 0°C তাপমাত্রার 500 gm পানি নিই।

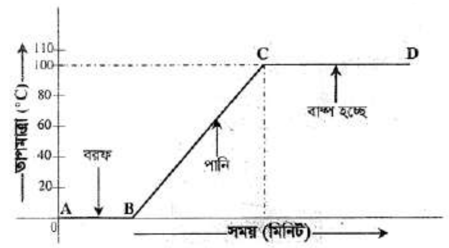
২. থার্মোমিটারকে পানির মধ্যে সতর্কতার সাথে স্থাপন করি যেন থার্মোমিটার বিকারের গায়ে স্পর্শ না করে।

৩. তাপ দেয়া শুরু করি এবং প্রতি মিনিটে তাপমাত্রা লিপিবদ্ধ করি।

৪. তাপমাত্রা 100°C হলে সময় অতিবাহিত হলেও তাপমাত্রা আর বাড়ছে না যদিও তাপ দেয়া হচ্ছে।

৫. তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র আঁকি এবং লেখচিত্রটি থেকে পানির স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করি।

গ্রাফ কাগজে X অক্ষ বরাবর সময় এবং Y অক্ষ বরাবর তাপমাত্রা বসিয়ে নিচের লেখচিত্র পাওয়া যায়–



পর্যবেক্ষণ :

১. গ্রাফের B বিন্দু 0°C তাপমাত্রার পানি। তাপমাত্রা বাড়ালে BC অংশে পানির তাপমাত্রা বেড়েছে।

২. CD অংশ অনুভূমিক। এখানে তাপ দিলেও তাপমাত্রা বাড়েনি। পানি বাষ্পে রূপান্তরিত হয়েছে। এ সময় তাপমাত্রা 100°C ছিল।

সিদ্ধান্ত : লেখচিত্রের CD অংশে তাপ দিলেও তাপমাত্রা বাড়েনি এবং পানি বাষ্পে রূপান্তরিত হয়েছে। সুতরাং পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C।

প্রশ্ন–২৬ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

20°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য 100 m দীর্ঘ একটি লোহার রেললাইন বৃদ্ধি পেয়ে 100·0232 m হয়। যদি কোনো অঞ্চলের গড় তাপমাত্রার বৃদ্ধি 34°C হয় তবে একটি নিরাপদ রেললাইনের (লোহার) জন্য সংযোগস্থলে 3·94 cm ফাঁকা রাখা প্রয়োজন।

ক. তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থের কী রকম পরিবর্তন হয়? ১

খ. ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 11×10^{-6} K^{-1} বলতে কী বোঝায়? ২

গ. রেল লাইনটির উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দুই লাইনের সংযোগ স্থলে 3·94 cm ফাঁকা রাখা যুক্তিযুক্ত কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল ও আয়তন বৃদ্ধি পায়।

খ. 1m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দণ্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 11×10^{-6} K^{-1} বলতে বোঝায় 1m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট কোনো ইস্পাতের দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর দৈর্ঘ্য 11×10^{-6} m বৃদ্ধি পায়।

গ. দেওয়া আছে,

রেললাইনের আদি দৈর্ঘ্য, l_0 = 100 m

রেললাইনের চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য, l_1 = 100·0232 m

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\triangle l$ = (100·0232 – 100) m

= 0·0232 m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\triangle\theta$ = 20°C = 20K

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α = ?

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\triangle l}{l_0 \triangle\theta}$

$= \frac{0.0232 \text{ m}}{100 \text{ m} \times 20 \text{ K}}$

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

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

ঘ. তথ্যানুযায়ী,

রেল লাইনের আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 100$ m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি $\triangle\theta = 34°$ C = 34 K

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11{\cdot}6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ['গ' হতে]

বৃদ্ধিপ্রাপ্ত রেললাইনের দৈর্ঘ্য, $\triangle l$ = ?

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\triangle l}{l_0 \triangle\theta}$

বা, $11{\cdot}6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} = \frac{\triangle l}{100 \text{ m} \times 34 \text{ K}}$

বা, $\triangle l = 11{\cdot}6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 100 \text{ m} \times 34 \text{ K}$

বা, $\triangle l = 0{\cdot}0394$ m

$\therefore \triangle l = 3{\cdot}94$ cm

অতএব, প্রতিটি লাইন 3·94 cm করে বৃদ্ধি পাবে। তাই দুই লাইনের সংযোগস্থলে 3·94 m × 2 = 7·88 cm ফাঁক রাখতে হবে। ফাঁক এর চেয়ে কম হলে দুর্ঘটনা ঘটবে।

অতএব, উদ্দীপকের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দুই লাইনের সংযোগস্থলে 3·94 cm ফাঁক রাখা যুক্তিযুক্ত নয়।

প্রশ্ন -২৭ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

30° C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে 1 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট রুপা, তামা ও লোহার ভরের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নিম্নরূপ :

উপাদান	রুপা	তামা	লোহা
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি (m)	0·000561	0·000510	0·000348

ক. তাপ পরিমাপের মূলনীতি কী? ১

খ. আপেক্ষিক তাপ বলতে কী বোঝ? ২

গ. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. রুপা ও লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ তুলনা করে দেখাও যে, রুপার দৈর্ঘ্য সহগ লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের 1.6 গুণ। ৪

২৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ পরিমাপের মূলনীতি হলো, মোট বর্জিত তাপ = মোট গৃহীত তাপ।

খ. 1 kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বলে। আপেক্ষিক তাপকে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

গাণিতিকভাবে, কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা C, শোষিত তাপ Q, তাপমাত্রার পরিবর্তন $\Delta\theta$ এবং ভর m হলে,

আপেক্ষিক তাপ, $S = \frac{C}{m} = \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta\theta}\right)$ $\left[\because C = \frac{Q}{\Delta\theta}\right]$

$= \frac{Q}{m\Delta\theta}$

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

তামার তারের আদি দৈর্ঘ্য, $l = 1$ m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30°\text{C} = 30$ K

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = 0{\cdot}000510$ m

তামার তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α = ?

আমরা জানি,

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

$\therefore \alpha = \frac{0{\cdot}000510 \text{ m}}{1 \text{ m} \times 30 \text{ K}}$

$= 17 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

অতএব, তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $17 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$।

ঘ. উদ্দীপক থেকে পাই,

রুপা ও লোহার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে

$\Delta l_1 = 0{\cdot}000561$ m ও $\Delta l_3 = 0{\cdot}000348$ m

রুপা ও লোহার আদি দৈর্ঘ্য যথাক্রমে $l_1 = l_3 = 1$ m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30°\text{C} = 30$ K

রুপা ও লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ যথাক্রমে α_1 ও α_3 হলে

$\alpha_1 = \frac{\Delta l_1}{l_1\Delta\theta} = \frac{0{\cdot}000561 \text{ m}}{1 \text{ m} \times 30 \text{ K}}$

$= 18{\cdot}7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

আবার, $\alpha_3 = \frac{\Delta l_3}{l_3\Delta\theta}$

$= \frac{0.000348 \text{ m}}{1 \text{ m} \times 30 \text{ K}}$

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

এখন, $\frac{\alpha_1}{\alpha_3} = \frac{18{\cdot}7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}}{11{\cdot}6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}}$

বা, $\frac{\alpha_1}{\alpha_3} = 1{\cdot}6$

$\therefore \alpha_1 = 1{\cdot}6\, \alpha_3$

অতএব, রুপার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের 1·6 গুণ।

প্রশ্ন -২৮ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

30°C তাপমাত্রায় পারদের আয়তন 500 cm^3। 850 g ভরের এবং 120°C তাপমাত্রার এক টুকরা অ্যালুমিনিয়াম পারদের মধ্যে নিক্ষেপ করা হলো। এতে পারদের আয়তন 0·035 cm^3 বৃদ্ধি পায়। পারদ ও অ্যালুমিনিয়ামের আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে 140 $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ও 896 $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$। পারদের ঘনত্ব ও আয়তন প্রসারণ সহগ যথাক্রমে 1300 kgm^{-3} এবং $1{\cdot}45 \times 10^{-8}\text{K}^{-1}$।

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. আপেক্ষিক সুপ্ততাপ বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে না কেন? ২

গ. পারদের চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত উদ্দীপকটি তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন

করে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

খ. কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যকার প্রবল আকর্ষণের জন্য অণুগুলো নিয়মিতভাবে সাজানো থাকে। আকর্ষণ প্রবল হওয়ায় অণুগুলো স্থান ত্যাগ করতে পারে না, কিন্তু নিজ নিজ অবস্থানে থেকে দ্রুত কাঁপতে থাকে। ফলে, অণুগুলোর গতিশক্তি বেড়ে যায় যখন কঠিন পদার্থটি তরলে পরিণত হয়, তখন আর এদের নিয়মিত সজ্জা থাকে না। অণুগুলোর জ্যামিতিক সজ্জা ভেঙে ফেলতে শক্তির প্রয়োজন হয়। সুপ্ততাপই এ শক্তি সরবরাহ করে, তাই আপেক্ষিক সুপ্ততাপ পদার্থের তাপমাত্রা বাড়াতে পারে না।

গ. উদ্দীপক হতে,

পারদের প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30°C = (30 + 273)K = 303\ K$

পারদের প্রাথমিক আয়তন, $V_0 = 500\ cm^3 = 500 \times 10^{-6}m^3$

পারদের আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 0{\cdot}035\ cm^3 = 3{\cdot}5 \times 10^{-8}m^3$

পারদের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 1{\cdot}45 \times 10^{-8}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta$ = ?

আমরা জানি,

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

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta V}{V_0\Delta r}$

$$= \frac{3{\cdot}5 \times 10^{-8}m^3}{500 \times 10^{-6}m^3 \times 1{\cdot}45 \times 10^{-6}K^{-1}} = 48{\cdot}3\ K$$

∴ পারদের চূড়ান্ত তাপমাত্রা $= (303 + 48{\cdot}3)\ K$

$= 351{\cdot}.3\ K$

$= (351{\cdot}3 - 273)°\ C$

$= 78{\cdot}3°\ C$

ঘ. উদ্দীপকটি তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন করে কিনা তা নিচে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো :

উদ্দীপক হতে,

পারদের ঘনত্ব, $\rho = 13600\ kgm^{-3}$

পারদের আয়তন, $V = 500\ cm^3 = 500 \times 10^{-6}m^3$

পারদের আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 140\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

অ্যালুমিনিয়ামের ভর, $m_2 = 850\ g = 0{\cdot}85\ kg$

আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 896\ Jkg^{-1}K^{-1}$

অ্যালুমিনিয়ামের

'গ' হতে পাই, মিশ্রণের তাপমাত্রা = পারদের চূড়ান্ত তাপমাত্রা = 78°C

পারদের তাপমাত্রা বৃদ্ধি $= (78{\cdot}3 - 30)°C = 48{\cdot}3°C = 48{\cdot}3\ K$

অ্যালুমিনিয়ামের তাপমাত্রা হ্রাস $= (120 - 78{\cdot}3)°C = 41{\cdot}7°C = 41{\cdot}7\ K$

পারদের ভর, $m = \rho V = 13600\ kgm^{-3} \times 500 \times 10^{-6}m^3 = 6{\cdot}8\ kg$

পারদ কর্তৃক গৃহীত তাপ Q_1 হলে,

$Q_1 = m_1S_1\ \Delta\theta = 6{\cdot}8\ kg \times 140\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 48{\cdot}3\ K = 45981{\cdot}6\ J$

অ্যালুমিনিয়াম কর্তৃক বর্জিত তাপ Q_2 হলে,

$Q_2 = m_2S_2\Delta\theta = 0{\cdot}85\ kg \times 896\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 41{\cdot}7\ K = 31758{\cdot}72\ J$

এখানে, $Q_1 \neq Q_2$

উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায়, যেহেতু গৃহীত তাপ এবং বর্জিত তাপের পরিমাণ সমান নয়। তাই উদ্দীপকটি তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন করে না।

প্রশ্ন –২৯ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি রেল সেতুর উপর 2000 m দীর্ঘ রেললাইন এমনভাবে স্থাপিত যে 10°C তাপমাত্রায় রেললাইনের এক প্রান্তে 6·96 cm ফাঁকা রাখা আছে। লোহার রেলের উপর দিয়ে রেলগাড়ি যাওয়ায় এর তাপমাত্রা 40°C এ উন্নীত হয়।

ক. পুনঃশিলীভবন কাকে বলে? ১

খ. বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে দুইটি পার্থক্য লেখ। ২

গ. রেললাইনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি রেললাইনের আয়তন প্রসারণ সহগ $3.48 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ হয় তবে ঐ তাপমাত্রায় ঐ লাইনে রেল চলাচল করতে পারবে কিনা গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও। ৪

২৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চাপ দিয়ে কঠিন বস্তুকে তরলে পরিণত করে ও চাপ হ্রাস করে আবার কঠিন অবস্থায় আনাকে পুনঃশিলীভবন বলে।

খ. নিচে বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে পার্থক্য দেওয়া হলো :

বাষ্পায়ন	স্ফুটন
১. যে প্রক্রিয়ায় কোনো তরল পদার্থ যেকোনো তাপমাত্রায় শুধু তার উপরিতল হতে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হয়, তাকে বাষ্পায়ন বলে।	১. যে প্রক্রিয়ায় কোনো তরল পদার্থ স্থির চাপে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পৌঁছে এর সর্বত্র হতে দ্রুত বাষ্পে পরিণত হয়, তাকে স্ফুটন বলে।
২. বাষ্পায়নে তরল পদার্থ ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হয়।	২. স্ফুটনে তরল পদার্থ দ্রুত বাষ্পে পরিণত হয়।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

রেল লাইনের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 2000\ m$

রেল লাইনের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = 6{\cdot}96\ cm = 6{\cdot}96 \times 10^{-2}\ m$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (40 - 10)°C = 30°C = 30\ K$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α = ?

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1\Delta\theta}$$

$$= \frac{6{\cdot}96 \times 10^{-2}\ m}{2000\ m \times 30\ K}$$

$= 1{\cdot}16 \times 10^{-6}K^{-1}$

অতএব, রেল লাইনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $1{\cdot}16 \times 10^{-6}\ K^{-1}$।

ঘ. এখানে,

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 3.48 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\gamma}{3}$

$$= \frac{3.48 \times 10^{-6}}{3} K^{-1}$$

$$= 1.16 \times 10^{-6} K^{-1}$$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = 30$ K

আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 2000$ m

দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta\theta}$

বা, $\Delta l = \alpha l_1 \Delta\theta$

$$= 1.16 \times 10^{-6} K^{-1} \times 2000 \text{ m} \times 30 \text{ K}$$

$$= 0{\cdot}0696 \text{ m} = 6.96 \text{ cm}$$

এখানে, $\Delta l = 6{\cdot}96$ cm।

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, ঐ তাপমাত্রায় রেল চলাচল করতে পারবে কারণ এতে প্রসারণের জন্য প্রয়োজনীয় ফাঁকা জায়গা থাকায় রেললাইন বেঁকে যাবে না।

প্রশ্ন –৩০ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 m। খুঁটি দুটির সাথে 30·01 m দৈর্ঘ্যের তামার তার যেদিন সংযোগ দেওয়া হয় ঐ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16{\cdot}7 \times 10^{-6}$ K^{-1}। শীতকালে যেদিন বায়ুর তাপমাত্রা 4°C হলো সেদিন তারটি ছিঁড়ে গেল।

?

ক. আপেক্ষিক তাপের মাত্রা কী? ১

খ. তরলের প্রকৃতির ওপর বাষ্পায়নের হার কীভাবে নির্ভর করে– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বায়ুর তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. তারটি ছিঁড়ে যাবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

▸◂ ৩০নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. আপেক্ষিক তাপের মাত্রা $[ML^2T^{-2} K^{-1}]$।

খ. আমরা জানি, যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধু উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে। বিভিন্ন তরলের বাষ্পায়নের হার বিভিন্ন। তরলের স্ফুটনাঙ্ক কম হলে বাষ্পায়নের হার বেশি হয়। উদ্বায়ী তরলের বাষ্পায়নের হার সর্বাধিক। যেমন : স্বাভাবিক চাপে পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C এবং ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক 78°C। সুতরাং ইথানল পানি অপেক্ষা বেশি উদ্বায়ী বলে পানি অপেক্ষা ইথানলের উপরিতলে বাষ্পায়নের হার বেশি হবে।

গ. এখানে,

বস্তুর তাপমাত্রা, C = 30°C

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = ?

কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা, K = ?

আমরা জানি,

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

বা, $5(F - 32) = 9 \times C$

বা, $F - 32 = \frac{9 \times C}{5}$

বা, $F = \frac{9 \times C}{5} + 32$

$$= \frac{9 \times 30}{5} + 32$$

$$= \frac{270}{5} + 32$$

$$= 54 + 32 = 86$$

$\therefore F = 86$

আবার,

$$\frac{C}{5} = \frac{K - 273}{5}$$

বা, $C = K - 273$

বা, $K = C + 273 = 30 + 273 = 303$

$\therefore K = 303$

অতএব, ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা যথাক্রমে 86°F ও 303 K হবে।

ঘ. উদ্দীপক থেকে দেখা যায়,

সংযোগ দেওয়ার সময় তামার তারের দৈর্ঘ্য, $l_1 = 30{\cdot}01$ m

বায়ুর তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30$°C

ছিঁড়ে যাওয়ার দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল, $\theta_2 = 4$°C

$\therefore$ তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2 = (30 - 4)°C = 26°C = 26$ K

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 16{\cdot}7 \times 10^{-6} K^{-1}$

তাপমাত্রা কমায় তারের দৈর্ঘ্য সংকোচনের পরিমাণ, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta\theta}$$

বা, $\Delta l = \alpha l_1 \Delta\theta$

$$= 16{\cdot}7 \times 10^{-6} K^{-1} \times 30{\cdot}01 \text{ m} \times 26 \text{ K}$$

$$= 0{\cdot}01303 \text{ m}$$

সংকোচনের ফলে তারটির দৈর্ঘ্য হয় = (30·01 – 0·01303) m

= 29·997 m।

উদ্দীপক হতে দেখা যায়, বৈদ্যুতিক খুঁটিদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 m যা সংকুচিত তারের দৈর্ঘ্য অপেক্ষা বেশি। ফলে তারটি টান সহ্য করতে না পেরে ছিঁড়ে যায়।

প্রশ্ন –৩১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

25°C তাপমাত্রার 4 cm ধারবিশিষ্ট তামার নিরেট ঘনককে তাপ দিয়ে এর তাপমাত্রা 65°C-এ উন্নীত করা হলে এর আয়তন হয় 64·0032064 cm^3 অতঃপর উত্তপ্ত ঘনকটিকে 100 g ভরের তামার ক্যালরিমিটারে রাখা 20°C তাপমাত্রার 200 g পানিতে রাখা হলে মিশ্রণের তাপমাত্রা 29·27°C হলো। তামার আপেক্ষিক তাপ ও ঘনত্ব যথাক্রমে 400 $Jkg^{-1} K^{-1}$ এবং 8920 kgm^{-3}।

ক. তাপমাত্রার SI এককের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. তাপ প্রয়োগে সাধারণত কঠিন পদার্থের তুলনায় তরল পদার্থের প্রসারণ বেশি হয় কেন? ২

গ. তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে ঘটনাটি তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন করে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৩১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপমাত্রার SI একক হলো কেলভিন। পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273{\cdot}16}$ ভাগকে 1 কেলভিন বা সংক্ষেপে শুধু কেলভিন (K) বলে।

খ. আমরা জানি, কঠিন পদার্থের তুলনায় তরল পদার্থের মধ্যকার অণুসমূহের আন্তঃআণবিক বলের মান কম থাকে। ফলে সমপরিমাণ তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের তুলনায় তরল পদার্থের অণুসমূহ আন্তঃআণবিক বলকে অতিক্রম করে প্রসারিত হতে পারে। তাই তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থের তুলনায় তরল পদার্থের প্রসারণ বেশি হয়।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

তামার আদি আয়তন, $V_1 = 4^3\ cm^3 = 64\ cm^3 = 64 \times 10^{-6}\ m^3$

তামার চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = 64{\cdot}0032064\ cm^3$

$= 64{\cdot}0032064 \times 10^{-6}\ m^3$

আয়তনের পরিবর্তন, $\Delta V = (64{\cdot}0032064 \times 10^{-6} - 64 \times 10^{-6})\ m^3$

$= 3{\cdot}2064 \times 10^{-9}\ m^3$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = (65 - 25)°C = 40°C = 40\ K$

তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

আমরা জানি,

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta\theta}$$

$$= \frac{3{\cdot}2064 \times 10^{-9}\ m^3}{64 \times 10^{-6}\ m^3 \times 40\ K}$$

$$= 1{\cdot}2525 \times 10^{-6}\ K^{-1}$$

$\therefore$ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = \frac{2}{3}\gamma$

$$= \frac{2}{3} \times 1{\cdot}2525 \times 10^{-6}\ K^{-1}$$

$$= 8{\cdot}35 \times 10^{-7}\ K^{-1}$$

অতএব, তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $8{\cdot}35 \times 10^{-7}\ K^{-1}$।

ঘ. এখানে, তামার টুকরার আয়তন, $V = 64 \times 10^{-6}\ m^3$

তামার ঘনত্ব, $\rho = 8920\ kgm^{-3}$

$\therefore$ তামার টুকরার ভর, $m_1 = \rho V$

$= 8920\ kgm^{-3} \times 64 \times 10^{-6}\ m^3$

$= 0{\cdot}57088\ kg$

$\Delta\theta_1 = (65 - 29.27)°C = 35.73°C = 35.73\ K$

ক্যালরিমিটারের ভর, $m_2 = 100\ g = 0{\cdot}1\ kg$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = S_2 = 400\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

পানির ভর, $m_3 = 200\ g = 0{\cdot}2\ kg$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_3 = 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

তামার টুকরার তাপমাত্রা হ্রাস, $\Delta\theta_2 = \Delta\theta_3$

$= (29{\cdot}27 - 20)°C$

$= 9{\cdot}27°C = 9{\cdot}27\ K$

$\therefore$ তামার টুকরা কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$Q = m_1 S_1 \Delta\theta_1$

$= 0{\cdot}57088\ kg \times 400\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 35{\cdot}73\ K$

$= 8159{\cdot}017\ J$

ক্যালরিমিটার কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q_2 = m_2 S_2 \Delta\theta_2$

$= 0{\cdot}1\ kg \times 400\ Jkg^{-1}\ K^{-1} \times 9{\cdot}27\ K$

$= 370{\cdot}8\ J$

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q_3 = m_3 S_3 \Delta\theta_3$

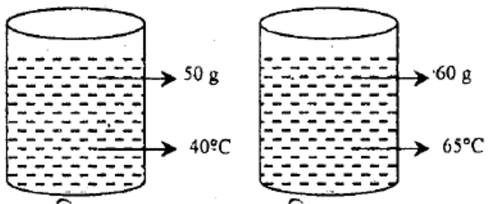
$= 0{\cdot}2\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1} \times 9{\cdot}27\ K$

$= 7786{\cdot}8\ J$

$\therefore$ মোট গৃহীত তাপ $= Q_2 + Q_3 = 370{\cdot}8\ J + 7786{\cdot}8\ J = 8157{\cdot}6\ J$।

এখানে, গৃহীত তাপের পরিমাণ বর্জিত তাপের তুলনায় সামান্য কম কারণ তামার টুকরা কর্তৃক বর্জিত তাপের সামান্য অংশ প্রসারণজনিত কাজে ব্যয় হয়। অতএব, গৃহীত তাপ ≈ বর্জিত তাপ। সুতরাং উদ্দীপকের ঘটনাটি তাপ পরিমাপের মূলনীতিকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন –৩২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র : A চিত্র : B

A ও B পাত্রের তরলের আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে 4200 $Jkg^{-1}\ K^{-1}$ এবং 800 $Jkg^{-1}K^{-1}$।

ক. থার্মোমিটারের মধ্যে কী ব্যবহার করা হয়? ১

খ. দুই টুকরো বরফ এক সঙ্গে নিয়ে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায় কেন? ২

গ. A ও B পাত্রের তরলের তাপমাত্রার পার্থক্য ফারেনহাইট স্কেলে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উভয় তরলের তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধি করলে কোন পাত্রে বেশি তাপ প্রয়োগ করতে হবে; গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. থার্মোমিটারের মধ্যে তাপমাত্রিক পদার্থ ব্যবহার করা হয়।

খ. দুই টুকরো বরফকে চাপ দিলে স্পর্শতলের গলনাঙ্ক কমে যায় অর্থাৎ গলনাঙ্ক 0°C এর চেয়ে কমে যায়। কিন্তু স্পর্শতলের উষ্ণতা 0°C থাকে। তাই স্পর্শতলের বরফ গলে যায়। আবার, চাপ অপসারণ করলে গলনাঙ্ক

পুনরায় 0°C হয় এবং স্পর্শতলের গলিত বরফ জমে বরফে পরিণত হয়। তাই দুই টুকরো বরফ এক সাথে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায়।

গ. A পাত্রের তরলের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 40°C$

B পাত্রের তরলের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 65°C$

∴ সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রার পার্থক্য, $C = \theta_2 - \theta_1$

$= 65°C - 40°C = 25°C$

আমরা জানি,

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

বা, $(F - 22) \times 5 = C \times 9$

বা, $F - 32 = \frac{C \times 9}{5}$

বা, $F = \frac{C \times 9}{5} + 32 = \frac{25 \times 9}{5} + 32 = 45 + 32 = 77$

∴ $F = 77$

অর্থাৎ ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রার পার্থক্য 77°F।

ঘ. এখানে, A পাত্রের ক্ষেত্রে–

তরলের ভর, $m_1 = 50 \text{ g} = 0{\cdot}05 \text{ kg}$

তরলের আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 4200 \text{ Jkg}^{-1} \text{K}^{-1}$

তাপমাত্রার ব্যবধান, $\Delta\theta = 30°C = 30 \text{ K}$

প্রয়োজনীয় তাপ, $Q_1 = ?$

আমরা জানি, $Q_1 = m_1S_1\Delta\theta = 0{\cdot}05 \text{ kg} \times 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 30 \text{ K}$

∴ $Q_1 = 6300 \text{ J}$

আবার, B পাত্রের ক্ষেত্রে–

তরলের ভর, $m_2 = 60 \text{ g} = 0{\cdot}06 \text{ kg}$

তরলের আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 800 \text{ Jkg}^{-1} \text{K}^{-1}$

তাপমাত্রার ব্যবধান, $\Delta\theta = 30°C = 30 \text{ K}$

প্রয়োজনীয় তাপ, $Q_2 = ?$

আমরা জানি,

$Q_2 = m_2S_2\Delta\theta = 0{\cdot}06 \text{ kg} \times 800 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 30 \text{ K}$

∴ $Q_2 = 1440 \text{ J}$

উপরিক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, $Q_1 > Q_2$

সুতরাং A পাত্রে বেশি তাপ প্রয়োগ করতে হবে।

প্রশ্ন–৩৩ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

5°C তাপমাত্রায় একটি লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য 100 m। সূর্যের তাপে ও রেলের চাকার ঘর্ষণে তাপমাত্রা 60°C বৃদ্ধি পায়। দুর্ঘটনা এড়াতে রেল লাইনে দুটি লোহার বারের মধ্যে ফাঁকা রাখা হয়। লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ $34{\cdot}8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$।

ক. পুনঃশিলীভবন কাকে বলে? ১

খ. 'একক ভরের তাপধারণ ক্ষমতাই আপেক্ষিক তাপ' ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তথ্যে প্রদত্ত বর্ধিত তাপমাত্রা কেলভিন স্কেল ও ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে? নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দুর্ঘটনা এড়াতে উক্ত রেল লাইনের জন্য দুটি লোহার বারের মধ্যে কতটুকু ফাঁকা রাখতে হবে? গাণিতিক হিসাবসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চাপ প্রয়োগ করে কোনো কঠিন বস্তুকে তরলে পরিণত করা ও চাপ হ্রাস করে আবার কঠিন অবস্থায় আনাকে পুনঃশিলীভবন বলে।

খ. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

আবার, 1kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

অর্থাৎ একক ভরের কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতাই ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপ।

গ. দেওয়া আছে,

বর্ধিত তাপমাত্রা, $C = 60°C$

কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা, $K = ?$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $F = ?$

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

বা, $\frac{60}{5} = \frac{F-32}{9}$

বা, $F - 32 = 12 \times 9$

∴ $F = 140$

আবার, $\frac{C}{5} = \frac{K-273}{5}$

বা, $\frac{60}{5} = \frac{K-273}{5}$

বা, $K - 273 = 12 \times 5$

বা, $K = 333$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা 140°F এবং কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা 333 K হবে।

ঘ. দেওয়া আছে,

রেল লাইনের আদি দৈর্ঘ্য, $d_1 = 100 \text{ m}$

তাপমাত্রার বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 60°C = 60 \text{ K}$

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 34{\cdot}8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

∴ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\gamma}{3}$

$= \frac{34.8 \times 10^{-6}}{3} \text{ K}^{-1}$

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

এখন, দৈর্ঘ্য প্রসারণ Δl হলে,

$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1\Delta\theta}$

বা, $\Delta l = \alpha l_1 \Delta\theta$

$= 11{\cdot}6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 100 \text{ m} \times 60 \text{ K}$

$= 0{\cdot}0696 \text{ m}$।

অতএব, দুর্ঘটনা এড়াতে হলে দুটি লোহার বারের মধ্যে কমপক্ষে 0·0696 m ফাঁকা রাখতে হবে।

প্রশ্ন –৩৪ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

6 m দৈর্ঘ্য ও 4 m প্রস্থ একটি লোহার আয়তাকার খন্ডের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে 70°C করায় এর ক্ষেত্রফল 24.5 m^2 হলো। ঐ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 40°C।

ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কী? ১

খ. শরীরে ঘাম নিয়ে ফ্যানের বাতাসে বসলে বেশি ঠান্ডা অনুভব হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের লোহার আয়তন 3% বৃদ্ধি করতে কত তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে, বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. 1m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের দন্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দন্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

খ. পাখার বাতাস শরীরের ঘাম দ্রুত বাষ্পায়নে সহায়তা করে। এ ঘাম বাষ্পীভূত হওয়ার সময় বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ শরীর থেকে সংগ্রহ করে। ফলে শরীর কিছু তাপ হারায়। এ তাপ হারানোর ফলে ঠান্ডা অনুভূত হয়। এজন্য দেহ থেকে ঘাম বের হলে পাখার বাতাস ঠান্ডা অনুভূত হয়।

গ. এখানে, লোহার দৈর্ঘ্য = 6 m, প্রস্থ = 4 m

∴ লোহার আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 6\text{ m} \times 4\text{ m} = 24\text{ m}^2$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (70 - 40)°C = 30°C = 30\text{ K}$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = 24.5\text{ m}^2$

∴ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

আমরা জানি, $\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1\Delta\theta} = \frac{24.5\text{ m}^2 - 24\text{ m}^2}{24\text{ m}^2 \times 30\text{ K}}$

$= 69.44 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$

অতএব, উদ্দীপকের লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $69.44 \times 10^{-5}\text{K}^{-1}$।

ঘ. উদ্দীপকের লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ,

$\beta = 69.44 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ [‘গ’ হতে]

∴ আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = \frac{2}{3} \times 69.44 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$

$= 46.3 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$

লোহার আদি আয়তন V_1 হলে, আয়তন বৃদ্ধি,

$\Delta V = V$ এর 3% $= \frac{3V}{100}$

এখন, তাপমাত্রা বৃদ্ধি $\Delta\theta$ হলে,

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

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta V}{V\gamma} = \frac{\frac{3V}{100}}{V \times 46.3 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}}$

$= 64.8\text{ K} = 64.8°C$

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে $= (64.8 - 40)°C = 24.8°C$।

প্রশ্ন –৩৫ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

0°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার ফলে এর ক্ষেত্রফল 100 cm^2। একে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার ফলে এর ক্ষেত্রফল 100.22 cm^2 হলো।

ক. এক ক্যালরি সমান কত জুল? ১

খ. পুরু কাচের গ্লাসে গরম পানি ঢাললে গ্লাসটি ফেটে যায় কেন? ২

গ. ইস্পাতের খন্ডটির ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ইস্পাতের খন্ডটির আদি উচ্চতা 10 cm হলে এর চূড়ান্ত আয়তন কত হবে নির্ণয় কর। ৪

৩৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক ক্যালরি সমান 4.2 জুল।

খ. পুরু কাচের গ্লাসে গরম পানি ঢাললে গ্লাসটি ফেটে যায়। কারণ– গ্লাসের মধ্যে গরম পানি ঢালার পর ঐ গ্লাসের ভেতরের অংশ গরমে প্রসারিত হয়, কিন্তু কাচ তাপের কুপরিবাহী হওয়ায় তাপ বাইরের অংশে সঞ্চালিত হতে পারে না। তাই গ্লাসের ভেতরের অংশ প্রসারিত হয় কিন্তু বাইরের অংশ প্রসারিত হতে পারে না। ফলে প্রসারণ বলের কারণে গ্লাসটি ফেটে যায়।

গ. দেওয়া আছে,

ইস্পাতের খন্ডটির আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = 100\text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4}\text{ m}^2$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_1 = 100.22\text{ cm}^2 = 100.22 \times 10^{-4}\text{ m}^2$

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি $\Delta A = (100.22 \times 10^{-4} - 100 \times 10^{-4})\text{ m}^2$

$= 0.22 \times 10^{-4}\text{ m}^2$

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 0°C$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 100°C$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = (100 - 0)°C = 100°C = 100\text{ K}$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

আমরা জানি, $\beta = \frac{\Delta A}{A_0 A\theta}$

বা, $\beta = \frac{0.22 \times 10^{-4}\text{ m}^2}{100 \times 10^{-4}\text{ m}^2 \times 100\text{ K}}$

∴ $\beta = 22 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$

অতএব, ইস্পাত খন্ডটির ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$।

ঘ. দেওয়া আছে,

ইস্পাত খন্ডটির আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = 100\text{ cm}^2$

আদি উচ্চতা, $h_0 = 10\text{ cm}$

ইস্পাত খন্ডটির আদি আয়তন, $V_0 = A_0 h_0$

$= 100\text{ cm}^2 \times 10\text{ cm}$

$= 1000\text{ cm}^3$

$= 1 \times 10^{-3}\text{ m}^3$

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

ইস্পাত খন্ডটির চূড়ান্ত আয়তন, $V_1 = ?$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = V_1 - V_0$

ইস্পাত খন্ডটির ক্ষেত্রপ্রসারণ সহগ, $\beta = 22 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ [‘গ’ থেকে]

আমরা জানি,

$2\gamma = 3\beta$

বা, $\gamma = \frac{3 \times 22 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}}{2}$

বা, $\gamma = 33 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$

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

বা, $\gamma V_0 \Delta\theta = \Delta V$

বা, $\gamma V_0 \Delta\theta = V_1 - V_0$

বা, $V_1 = V_0 + \gamma V_0 \Delta\theta$

বা, $V_1 = V_0 (1 + \gamma\Delta\theta)$

বা, $V_1 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 (1 + 33 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 100 \text{ K})$

বা, $V_1 = 1.0033 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$\therefore V_1 = 1003.3 \text{ cm}^3$

অতএব, ইস্পাতের খন্ডটির আদি উচ্চতা 10 cm হলে এর চূড়ান্ত আয়তন হবে 1003.3 cm^3।

প্রশ্ন –৩৬ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

অম্লান দশম শ্রেণির শিক্ষার্থী, সে ব্যবহারিক ক্লাসে 400 g ভরের তামার পাত্রে রক্ষিত 30° C তাপমাত্রার 300 g পানিতে 0° C তাপমাত্রার বরফ মিশ্রিত করছিল। এক সময় দেখল পানিতে আর বরফ মিশ্রিত হচ্ছে না। মিশ্রণের তাপমাত্রা 0° C।

ক. বাষ্পায়ন কী? ১

খ. বাষ্পায়ন কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে? ২

গ. অম্লান কী পরিমাণ বরফ মিশ্রিত করতে পেরেছিল? ৩

ঘ. মিশ্রণকে তাপ দিয়ে বাষ্পে পরিণত করতে কী পরিমাণ তাপের প্রয়োজন? ৪

৩৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধু উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে।

খ. বাষ্পায়ন যেসব বিষয়ের ওপর নির্ভর করে সেগুলো হলো :
বায়ু প্রবাহ, তরলের উপরিতলের ক্ষেত্রফল, তরলের প্রকৃতি, তরল ও তরল সংলগ্ন বায়ুর উষ্ণতার, বায়ুর শুষ্কতা ইত্যাদি।

গ. এখানে, পানির ভর, $m_w = 300 \text{ g} = 0.3 \text{ kg}$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_w = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

তামার পাতের ভর, $m_c = 400 \text{ g} = 0.4 \text{ kg}$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_c = 400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানির ও তামার পাতের তাপমাত্রা 30°C

মিশ্রণের তাপমাত্রা 0°C

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $l_f = 336000 \text{ Jkg}^{-1}$

এখন, পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$Q_w = 0{\cdot}3 \text{ kg} \times 4200 \text{ kg}^{-1}\text{K}^{-1} \times (30 - 0) \text{ K}$
$= 37800 \text{ J}$

তামার পাত্র কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$Q_c = 0.4 \text{ kg} \times 400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times (30 - 0) \text{ K}$
$= 4800 \text{ J}$

বরফের ভর m_l হলে, $m_l = \frac{Q_w + Q_c}{l_f}$

বা, $m_l = \frac{Q_w + Q_c}{l_f} = \frac{37800 \text{ J} + 4800 \text{ J}}{336000 \text{ Jkg}^{-1}}$
$= 0.127 \text{ kg}$

$\therefore$ অম্লান 0.127 kg বরফ মিশ্রিত করতে পেরেছিল।

ঘ. এখন, মিশ্রণে মোট পানির পরিমাণ হবে,

$m = (0{\cdot}3 + 0{\cdot}127) \text{kg} = 0{\cdot}427 \text{ kg}$

0°C তাপমাত্রায় পানিকে 100°C তাপমাত্রায় পানিতে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q_1 = 0.427 \text{ kg} \times 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 100 \text{ K}$
$= 179340 \text{ J}$

আবার, 100°C তাপমাত্রার পানিকে জলীয় বাষ্পে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q_2 = 0{\cdot}427 \text{ kg} \times 2268000 \text{ Jkg}^{-1}$
$= 968436 \text{ J}$

$\therefore$ মোট প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = Q_1 + Q_2$
$= (179340 + 968436) \text{ J}$
$= 1147776 \text{ J}$

অতএব, মিশ্রণকে তাপ দিয়ে বাষ্পে পরিণত করতে 1147776 J তাপের প্রয়োজন।

প্রশ্ন–৩৭ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

0°C তাপমাত্রার একটি ইস্পাতের খন্ডের ক্ষেত্রফল 100 cm^2। একে 100°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করার ফলে এর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পেয়ে $100{\cdot}22 \text{ cm}^2$ হয়ে গেছে।

ক. তাপমাত্রিক পদার্থ কাকে বলে? ১

খ. তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় কেন? ২

গ. ইস্পাতের পাতটির ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ইস্পাতের পাতটির আদি উচ্চতা 10 cm হলে এর চূড়ান্ত আয়তন কত হবে নির্ণয় কর। ৪

৩৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. 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।

খ. যখন কোনো বস্তু উত্তপ্ত হয়, তখন বস্তুটির প্রত্যেক অণুর তাপশক্তি তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবার ফলে কঠিন বস্তুর মধ্যে অণুগুলো যখন কাঁপতে থাকে তখন এই শক্তি নিয়ে ভিতর দিকে যতটা সরে আসতে পারে, বাইরের দিক তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। এর ফলে প্রত্যেক অণুর গড় সাম্যাবস্থান বাইরের দিকে সরে যায় এবং উক্ত বস্তুটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

গ. দেওয়া আছে,

ইস্পাতের খন্ডটির আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = 100 \text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_1 = 100{\cdot}22 \text{ cm}^2 = 100{\cdot}22 \times 10^{-4} \text{m}^2$

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = (100{\cdot}22 \times 10^{-4} - 100 \times 10^{-4}) \text{ m}^2$
$= 0{\cdot}22 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 0°\text{C}$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 100°\text{C}$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_2 = (100 - 0)° \text{ C}$
$= 100°\text{C} = 100 \text{ K}$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

আমরা জানি, $\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta\theta}$

বা, $\beta = \frac{0.22 \times 10^{-4}\ m^2}{100 \times 10^{-4} m^2 \times 100\ K}$

$\therefore \beta = 22 \times 10^{-6} K^{-1}$

অতএব, ইস্পাত খণ্ডটির ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22 \times 10^{-6} K^{-1}$।

ঘ. দেওয়া আছে,

ইস্পাত খণ্ডটির আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = 10\ cm^2$

এবং আদি উচ্চতা = 10 cm

∴ ইস্পাতের খণ্ডটির আদি আয়তন,

$V_0 = 100\ cm^2 \times 10\ cm$

বা, $V_0 = 1000\ cm^3$

$\therefore V_0 = 1 \times 10^{-3} m^3$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100 - 0)\ °C = 100°C = 100\ K$

ধরি, ইস্পাতের খণ্ডটির চূড়ান্ত আয়তন হবে V_1

∴ আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = V_1 - V_0$

'গ' নং হতে পাই, ইস্পাত খণ্ডটির ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ,

$\beta = 22 \times 10^{-6} K^{-1}$

এখন, ইস্পাত খণ্ডটির আয়তন প্রসারণ সহগ γ হলে

আমরা জানি,

$2\gamma = 3\beta$

বা, $\gamma = \frac{3\beta}{2}$

বা, $\gamma = \frac{3 \times 22 \times 10^{-6} K^{-1}}{2}$

$\therefore \gamma = 33 \times 10^{-6} K^{-1}$

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

বা, $\gamma V_0 \Delta\theta = \Delta V$

বা, $\gamma V_0 \Delta\theta = V_1 - V_0$

বা, $V_1 = V_0 + \gamma V_0 \Delta\theta$

বা, $V_1 = V_0 (1 + \gamma\Delta\theta)$

বা, $V_1 = 1 \times 10^{-3}\ m^3 (1 + 33 \times 10^{-6} K^{-1} \times 100\ K)$

বা, $V_1 = 1.0033 \times 10^{-3}\ m^3$

$\therefore V_1 = 1003.3\ cm^3$

অতএব, ইস্পাতের খণ্ডটির আদি উচ্চতা 10 cm হলে এর চূড়ান্ত আয়তন হবে $1003.3\ cm^3$।

প্রশ্ন –৩৮ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

4°C তাপমাত্রার 2 kg পানির মধ্যে 50°C তাপমাত্রার 0·5 kg ভরের তামার টুকরা ফেলা হলো। পানি ও তামার আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে $4200\ Jkg^{-1} K^{-1}$ ও $400\ Jkg^{-1} K^{-1}$।

ক. তাপমাত্রা কাকে বলে? ১

খ. রুপার আপেক্ষিক তাপ $230\ Jkg^{-1} K^{-1}$ বলতে কী বোঝ? ২

গ. তামার তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. পানি ও তামার চূড়ান্ত তাপমাত্রা কীরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যা কোনো বস্তুর এমন এক তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে ঐ বস্তুটি অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে এলে তাপ হারাবে না গ্রহণ করবে, একে তাপমাত্রা বলে।

খ. কপারের আপেক্ষিক তাপ $230\ Jkg^{-1} K^{-1}$ বলতে বোঝায়–

i. 1 kg কপারের তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে 230 J তাপের প্রয়োজন।

ii. 1 kg ভরের কপারের তাপধারণ ক্ষমতা 230 J।

গ. এখানে,

তামার তাপমাত্রা, C = 50°C

ফারেনহাইটে তাপমাত্রা, F = ?

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

বা, $\frac{50}{5} = \frac{F - 32}{9}$

বা, $10 = \frac{F - 32}{9}$

বা, $F - 32 = 90$

$\therefore F = 122$

অতএব, তামার তাপমাত্রা ফারেনহাইটে 122°F।

ঘ. এখানে, পানির ভর, $m_w = 2\ kg$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_w = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

তামার ভর, $m_c = 0.5\ kg$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_c = 400\ Jkg^{-1} K^{-1}$

এখন,

পানি ও তামার চূড়ান্ত তাপমাত্রা θ°C হলে,

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ, $Q_w = m_w S_w (\theta - 4)$ J

এবং তামা কর্তৃক বর্জিত তাপ, $Q_c M_c S_c (50 - 4)$ J

আমরা জানি,

তাপ পরিমাপের মূলনীতি অনুযায়ী,

$Q_w = Q_c$

বা, $m_w S_w (\theta - 4) = m_c S_c (50 - \theta)$

বা, $2\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times (\theta - 4)\ K = 0.5\ kg \times 400\ Jkg^{-1}K^{-1} \times (50 - \theta)\ K$

বা, $8400\ JK^{-1} \times (\theta - 4)\ K = 200\ JK^{-1} \times (50 - \theta)\ K$

বা, $(50 - \theta) = 42 (\theta - 4)$

বা, $50 - \theta = 42\theta - 168$

বা, $43\theta = 218$

$\therefore \theta = 5.07°C$

অতএব, পানি ও তামার চূড়ান্ত তাপমাত্রা 5·07°C।

প্রশ্ন –৩৯ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি বৈদ্যুতিক লাইনের তার ছিঁড়ে যাওয়ার কারণে অনুসন্ধান করতে গিয়ে দেখা গেল যে, নির্মাণজনিত ত্রুটির কারণে এরূপ হয়েছে। ঐ সময়ে শীতকালে তাপমাত্রা 30°C হ্রাস পায়। এতে 500 m লম্বা তামার তারের দৈর্ঘ্য 25 cm হ্রাস পায় যা তার যতটুকু ঢিলা থাকার কথা ছিল তার চেয়ে কম। চুক্তিনামায় দেখা যায়

যে, তাপমাত্রা 50°C হ্রাস পেলেও যেন তার ছিঁড়ে না যায় সে হিসাব করেই তার টানার কথা ছিল।

ক. বস্তুর অভ্যন্তরীণ শক্তি কখন বাড়ে? ১

খ. উত্তপ্ত বস্তুকে কোনো শীতল বস্তুর সংস্পর্শে আনলে কী ঘটবে? ২

গ. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চুক্তি মোতাবেক তার কতটুকু ঢিলা থাকার কথা ছিল? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুতে তাপীয় শক্তি প্রদান করলে অভ্যন্তরীণ শক্তি বাড়ে।

খ. কোনো উত্তপ্ত বস্তুকে শীতল বস্তুর সংস্পর্শে আনলে বস্তু দুইটির মধ্যে তাপের আদান-প্রদান ঘটবে। এর ফলে শীতল বস্তুটি উত্তপ্ত বস্তুটি থেকে তাপ গ্রহণ করে উত্তপ্ত হবে। এক্ষেত্রে উত্তপ্ত বস্তুটি তাপ হারাবে এবং শীতল বস্তুটি তাপ গ্রহণ করবে। উভয় বস্তুদ্বয়ের মধ্যে তাপমাত্রা সমান না হওয়া পর্যন্ত এ প্রক্রিয়া চলতে থাকবে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

তাপমাত্রার হ্রাস, $\Delta\theta = 30°C = 30\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 500\ m$

দৈর্ঘ্য হ্রাস, $\Delta l = 25\ cm = 0{\cdot}25\ m$

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta\theta}$$

$$= \frac{0{\cdot}25\ m}{500\ m \times 30\ K}$$

$$= 1{\cdot}67 \times 10^{-5}\ K^{-1}$$

অতএব, তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $1{\cdot}67 \times 10^{-5}\ K^{-1}$।

ঘ. এখানে, তাপমাত্রা হ্রাস, $\Delta\theta = 50°C = 50\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 500\ m$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 1{\cdot}67 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

দৈর্ঘ্য হ্রাস, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

$$\Delta l = \alpha l_1 \Delta\theta$$

$$= 1{\cdot}67 \times 10^{-5}\ K^{-1} \times 500\ m \times 50\ K$$

$$= 0{\cdot}4175\ m = 41{\cdot}75\ cm$$

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে বলা যায়, চুক্তি অনুযায়ী তারটি 41·75 cm বা এর বেশি ঢিলা থাকার কথা ছিল।

প্রশ্ন -৪০ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি রেললাইনে 100 m দৈর্ঘ্যের লোহার পাত ব্যবহার করা হয়। দুটি পাতের মধ্যে 2 cm ফাঁকা রাখা হয়েছে। কোনো একদিন ঐ স্থানের তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে 10°C বেড়ে গেল। লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$।

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. হুকের সূত্রটি বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর। ২

গ. রেললাইনে ব্যবহৃত লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ কত? নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা 20°C বেড়ে গেলে ঐ রেললাইনটি নিরাপদ কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

খ. বিজ্ঞানী রবার্ট হুক স্থিতিস্থাপকতার মূল সূত্রটি আবিষ্কার করেন। এ সূত্রানুসারে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

গাণিতিকভাবে-

পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

$\therefore$ পীড়ন = ধ্রুবক $\times$ বিকৃতি

বা, $\dfrac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক

এ ধ্রুবকটিকে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

লোহার পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 100\ m$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 10°C = 10\ K$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l = \alpha l_0 \Delta\theta$

$$= 11{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1} \times 100\ m \times 10\ K$$

$$= 0{\cdot}0116\ m$$

অতএব, ব্যবহৃত লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 0·0116 m।

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

লোহার পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 100\ m$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 20°C = 20\ K$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

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

$$= 11{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1} \times 100\ m \times 20\ K$$

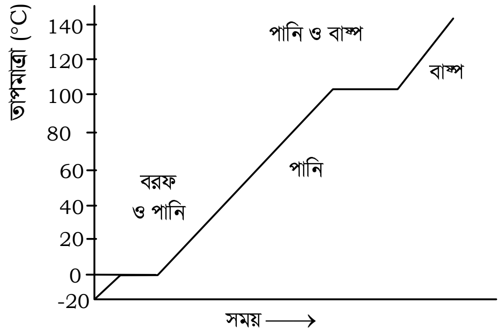
$$= 0{\cdot}023\ m$$

$$= 2{\cdot}3\ cm$$

অর্থাৎ, রেললাইনের প্রতিটি পাত 2·3 cm বেড়ে যায়। কিন্তু দুটি পাতের মধ্যে 2 cm ফাঁকা রাখা হয়েছে। এ কারণে রেললাইনের পাতগুলো বেঁকে যাবে। এতে কোনো ট্রেন চলাচল করলে তা দুর্ঘটনায় পড়বে। তাই রেললাইনটি নিরাপদ নয়।

প্রশ্ন -৪১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

1·5 kg ভরের এক টুকরা বরফকে তাপ পয়োগ করা হলো এবং এর অবস্থার পরিবর্তন নিচের লেখচিত্রে দেখানো হলো :



ক. সুপ্ততাপের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16{\cdot}7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ বলতে কী বুঝ? ২

গ. পঞ্চম ধাপে পরিবর্তনের ক্ষেত্রে তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দেখাও যে দ্বিতীয় ও চতুর্থ ধাপে তাপমাত্রার পরিবর্তন অপরিবর্তিত থাকলেও প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ সমান নয়। ৪

৪১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তাপ বস্তুর তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটিয়ে অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় সে তাপকেই সুপ্ততাপ বলে।

খ. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16{\cdot}7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ বলতে বোঝায় 1 m দৈর্ঘ্যের তামার কোনো দন্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে এর দৈর্ঘ্য $16{\cdot}7 \times 10^{-6}$ m বৃদ্ধি পায়।

গ. পঞ্চম ধাপে 100°C তাপমাত্রার জলীয় বাষ্প 140°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়েছে।

এখানে,

জলীয় বাষ্পের ভর, $m = 1{\cdot}5$ kg

জলীয় বাষ্পের আপেক্ষিক তাপ, $S = 2000\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = (140 - 100)°C = 40°C = 40\ K$

প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = ?$

আমরা জানি,

$$Q = mS\,\Delta\theta$$
$$= 1{\cdot}5\ kg \times 2000\ Jkg^{-1}\ K^{-1} \times 40\ K$$
$$= 1{\cdot}2 \times 10^5\ J$$

অতএব, তাপের পরিমাণ $1{\cdot}2 \times 10^5$ J।

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় ধাপে 0°C তাপমাত্রার বরফ 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হয় এবং চতুর্থ ধাপে 100°C তাপমাত্রার পানি 100°C তাপমাত্রার জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। অর্থাৎ উভয় ধাপে তাপমাত্রার পরিবর্তন অপরিবর্তিত থাকে।

এখন, দ্বিতীয় ধাপে

বরফের ভর, $m_i = 1{\cdot}5$ kg

গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $L_f = 336000\ Jkg^{-1}$

অতএব, প্রয়োজনীয় তাপ, $Q_2 = m_iL_f$

$$= 1{\cdot}5\ kg \times 336000\ Jkg^{-1}$$
$$= 5{\cdot}04 \times 10^5\ J$$

আবার, চতুর্থ ধাপে পানির ভর, $m_w = 1{\cdot}5$ kg

বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ = $2268000\ Jkg^{-1}$

∴ প্রয়োজনীয় তাপ, $Q_4 = 1{\cdot}5\ kg \times 2268000\ Jkg^{-1}$

$$= 34{\cdot}02 \times 10^5\ J$$

এখানে, $Q_2 \neq Q_4$

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকলেও প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ সমান নয়।

(দেখানো হলো)

সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

প্রশ্ন-৪২ 20°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য 100 m দীর্ঘ একটি লোহার রেললাইন বৃদ্ধি পেয়ে 100.0232 m হয়। যদি কোনো অঞ্চলের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধি 34°C হয় তবে একটি নিরাপদ রেললাইনের জন্য সংযোগস্থলে 3.94 cm ফাঁক রাখা প্রয়োজন।

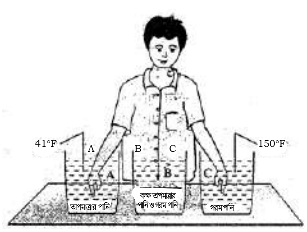
ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

খ. দস্তার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $59.6 \times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে কী বোঝায়? ২

গ. রেললাইনটির উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ধারণ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দুই লাইনের সংযোগস্থলে 3.94 cm ফাঁক রাখা যুক্তিযুক্ত কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

প্রশ্ন-৪৩



ক. তাপমাত্রার একক কী? ১

খ. তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় কেন? ২

গ. C পাত্রের পানির তাপমাত্রা কত ডিগ্রি সেলসিয়াস হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত চিত্রটি দ্বারা তুমি কী বোঝ তা যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন–৪৪ ▸ শাকিল 30°C তাপমাত্রায় 2 লিটার পানি এবং 2 লিটার দুধ তার বাসার ফ্রিজে রাখল। পানি ও দুধের আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ও $3900\ Jkg^{1}K^{-1}$ এবং বরফের ঘনত্ব $917\ kgm^{-3}$।

ক. তাপমাত্রা কী? ১

খ. 30°C তাপমাত্রার পানি বাষ্পে পরিণত হওয়ার সময় তাপমাত্রার অবস্থার কী পরিবর্তন হয়– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. শাকিল ফ্রিজে যে দুধ রেখেছিল তা 0°C তাপমাত্রার বরফে পরিণত হতে কী পরিমাণ তাপ হারাবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে পানি বরফে পরিণত হলে বরফের আয়তন পানির আয়তনের কত গুণ হবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ উল্লেখ কর। ৪

প্রশ্ন–৪৫ ▸ O°C তাপমাত্রা $1000\ m^3$ আয়তনের একখন্ড ইস্পাতকে 100°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করায় এর আয়তন বেড়ে $1003.3m^3$ হলো।

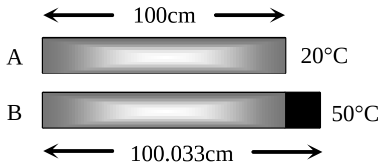
ক. বাস্পীভবন কাকে বলে? ১

খ. পুরু কাচের গ্লাসে গরম পানি ঢাললে ফেটে যায় কেন? ২

গ. ইস্পাত খণ্ডটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে প্রমাণ কর ইস্পাত খণ্ডটির ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের দ্বিগুণ। ৪

প্রশ্ন–৪৬ ▸ A একটি ইস্পাতের দন্ড তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় যা B অবস্থানে দেখানো হলো।



ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ দৈর্ঘ্য প্রসারণে সহগের দ্বিগুণ হয় কেন? ২

গ. ইস্পাতের দণ্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. $1m^3$ আয়তনের উক্ত দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে কতটুকু বৃদ্ধি পাবে গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

প্রশ্ন–৪৭ ▸ রাফি 0°C তাপমাত্রার এবং স্বাভাবিক চাপে 20 gm ভরের দুই টুকরা বরফ হাতের তালুর মাঝে রেখে ও বায়ুমন্ডলীয় চাপ প্রয়োগ করে। ফলে বরফ গলে তালুর ভেতর থেকে পানি পড়তে দেখল। হাতের তালু খুলে দেখল দুই টুকরো বরফ এক সঙ্গে লেগে গেছে। এ থেকে সে সিদ্ধান্ত নিতে পারে বরফ চাপ প্রয়োগে পানিতে পরিণত হয় এবং চাপ অপসারণে আবার বরফে পরিণত হয়।

ক. সুপ্ততাপ কী? ১

খ. পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন ঘটাতে সুপ্ততাপের প্রয়োজন হয় কেন? ২

গ. রাফির বরফ টুকরোগুলোর গলনাঙ্ক বের কর। ৩

ঘ. একটি পরীক্ষার সাহায্যে রাফির সিদ্ধান্তের সত্যতা যাচাই কর। ৪

প্রশ্ন–৪৮ ▸ 0°C তাপমাত্রায় একটি বেলুনের আয়তন $500\ cm^3$। আবহাওয়ার তাপমাত্রা পরিবর্তিত হয়ে 4°C এ উন্নীত হয়। ফলে বেলুনটি আকাশে ভাসতে থাকে।

ক. গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ কী? ১

খ. গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব কী ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 4°C তাপমাত্রায় বেলনের আয়তন কত বৃদ্ধি পাবে? ৩

ঘ. ভূপৃষ্ঠ থেকে যতই উপরে ওঠা যাক না কেন ততই তাপমাত্রা কমে যায়, তবুও কেন বেলুনটি উপরে ওঠার পর ফেটে যায় মতামত দাও। ৪

প্রশ্ন–৪৯ ▸ রনি 30°C তাপমাত্রার 1 কেজি পানি ফ্রিজে রাখল। কিছুক্ষণ পর সে লক্ষ করল পানি ধীরে ধীরে বরফে পরিণত হচ্ছে এবং বরফের উপরিতলের উচ্চতা বৃদ্ধি পাচ্ছে। বরফের ঘনত্ব $917\ kg\ m^{-3}$।

ক. সুপ্ততাপ কাকে বলে? ১

খ. তরলের প্রকৃত প্রসারণ বলতে কী বোঝায়? ২

গ. ফ্রিজে যে পানি রাখা হয়েছে তা 0°C তাপমাত্রার বরফে পরিণত হতে কত তাপ হারাবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পদার্থটি পরে যে আয়তন দখল করে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তার সাথে পূর্বের আয়তনের তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

প্রশ্ন–৫০ ▸ 25°C তাপমাত্রার একটি পিতলের গোলাকার চাকতির ব্যাস 30 cm। পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ = $1{\cdot}8 \times 10^{-5}\ K^{-1}$.

ক. তাপ পরিবাহকত্ব কাকে বলে? ১

খ. পানির ঘনত্ব বনাম তাপমাত্রা লেখচিত্রে পানির ব্যতিক্রম প্রসারণ দেখাও। ২

গ. 50°C তাপমাত্রায় চাকতিটির ব্যাস কত হবে? ৩

ঘ. চাকতির কেন্দ্রে 10 cm ব্যাসের একটি গোল ছিদ্র করে 50°C তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে ছিদ্রের ব্যাস কত বৃদ্ধি পাবে? ৪

প্রশ্ন–৫১ ▸ একটি রেল সেতুর ওপর 2000 মি. দীর্ঘ রেললাইন এমনভাবে স্থাপিত যে, 10°C তাপমাত্রায় রেললাইনের এক প্রান্তে 6·96 সেমি ফাঁক রাখা আছে। লোহার রেলের উপর দিয়ে রেলগাড়ি যাওয়ায় এর তাপমাত্রা 40°C এ উন্নতি হয়।

ক. গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ কী? ১

খ. সিসার তাপ পরিবাহকত্ব $35\ W\ m^{-1}K^{-1}$ বলতে কী বোঝ? ২

গ. রেললাইনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলতে কী বোঝ? ৩

ঘ. যদি রেলপাতের ক্ষেত্রে প্রসারণ সহগ $24 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ হয় তাহলে ওই তাপমাত্রায় ওই লাইনে রেল চলাচল করতে পারবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

প্রশ্ন–৫২ ▸ একটি রেললাইনে 100 m দৈর্ঘ্যের লোহার পাত ব্যবহার করা হয়। দুটি পাতের মধ্যে 2 cm ফাঁকা রাখা হয়েছে। কোনো একদিন ঐ স্থানের তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে 10°C বেড়ে গেল। লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11{\cdot}6 \times 10^{6}K^{-1}$

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. হুকের সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর। ২

গ. রেললাইনে ব্যবহৃত লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ কত? নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা 20°C বেড়ে গেলে ঐ রেললাইনটি নিরাপদ কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন–৫৩ ▸ একটি পাত্রের মধ্যে স্ট্যান্ড দিয়ে উল্লম্বভাবে দুইটি সমআয়তন কাচের বাল্ব রাখা আছে। একটিতে $50\ cm^3$ গ্লিসারিন এবং অপরটিতে $50\ cm^3$ কেরোসিন রাখা হলো। কক্ষ তাপমাত্রা 25°C। 65°C তাপমাত্রার পানি ঐ পাত্রে ঢালা হলো দেখা গেল গ্লিসারিনের আয়তন $51.06\ cm^3$ হলো। কাচের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $0{\cdot}00001K^{-1}$ কেরোসিনের প্রকৃত পসারণ সহগ $5 \times 10^{-5}K^{-1}$

ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১

খ. দুই টুকরা বরফ একসাথে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায় কেন? ২

গ. গ্লিসারিনের প্রকৃত প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

প্রশ্ন -৫৪ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

0·5kg ভরের একটি তারে 1950J তাপ প্রয়োগ করায় এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং শেষ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 30K এবং 100·033m হলো।

ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১

খ. 317K তাপমাত্রায় পানি ফুটানো সম্ভব– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তারের আদি দৈর্ঘ্য দ্বারা তৈরি একটি রিং 32m উচ্চতাবিশিষ্ট কোনো ফাঁপা ঘনকের ভিতরে প্রবেশ করানো সম্ভব হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৫৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ. আমরা জানি, পানি 0°C তাপমাত্রায় বরফে পরিণত হয় এবং 100°C তাপমাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয়। বরফের মধ্যে তাপমাত্রা বাড়াতে থাকলে বরফ গলে পানিতে রূপান্তরিত হয় এবং ফুটতে থাকে। 100°C তাপমাত্রা অর্থাৎ (273 + 100)K = 373K তাপমাত্রায় পানি বাষ্পে পরিণত হয়।
অর্থাৎ 371K বা 98° C তাপমাত্রায় পানি ফুটতে থাকবে একথা স্বাভাবিকভাবে বলা যায়।
সুতরাং 371K তাপমাত্রায় পানি ফুটানো সম্ভব।

গ. উদ্দীপক অনুসারে
তারের ভর, m = 0·5kg
তাপের পরিমাণ, Q = 1950J
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta$ = 30K
তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, S = ?
আমরা জানি,
$Q = mS\Delta\theta$
বা, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$
$= \frac{1950J}{0{\cdot}5kg \times 30K}$
$\therefore S = 130Jkg^{-1}K^{-1}$
অতএব, তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ $130Jkg^{-1}K^{-1}$

ঘ. দেওয়া আছে,
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta$ = 30K
শেষদৈর্ঘ্য, l_2 = 100·033 m
'গ' থেকে পাই, উদ্দীপকের তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ $130Jkg^{-1}K^{-1}$ যা সিসার আপেক্ষিক তাপের সমান।
∴ সিসার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 27{\cdot}6 \times 10^{-6}K^{-1}$ [জানা আছে]
আমরা জানি,
$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1\Delta\theta}$

বা, $27{\cdot}6 \times 10^{-6}K^{-1} = \frac{100{\cdot}033m - l_1}{l_1 \times 30K}$
বা, $27{\cdot}8 \times 10^{-6}K^{-1} \times l_1 \times 30K = 100{\cdot}033m - l_1$
বা, $8{\cdot}28 \times 10^{-4} \times l_1 = 100.033m - l_1$
বা, $8{\cdot}28 \times 10^{-4} \times l_1 + l_1 = 100.033m$
বা, $l_1 (8{\cdot}28 \times 10^{-4} + 1) = 100{\cdot}033m$
বা, $l_1 \times 1{\cdot}000828 = 100{\cdot}033m$
বা, $l_2 = \frac{100{\cdot}033m}{1{\cdot}000828}$
$\therefore l_1 = 100m$
আদি দৈর্ঘ্য l_1 =100m দ্বারা একটি রিং তৈরি করলে রিংটির পরিধি = $2\pi r$
$\therefore 2\pi r = 100m$
বা, $r = \frac{100m}{2\pi}$
$\therefore r = 16m$
আবার,
রিংটি যেহেতু একটি গোলক,
তাই এর আয়তন, $V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3$
$= \frac{4}{3}\pi \times (16m)^3$
$= 17157m^3$
আবার, 32m উচ্চতাবিশিষ্ট ঘনকটির আয়তন,
$V_2 = (32m)^3$
$= 32768m^3$
যেহেতু $V_2 > V_1$
সেহেতু আদি দৈর্ঘ্য দ্বারা তৈরিকৃত রিংটি 32m উচ্চতাবিশিষ্ট ফাঁপা ঘনকের ভেতরে প্রবেশ করানো সম্ভব হবে।

প্রশ্ন -৫৫ ▸ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

21 kg ভরের একটি তামার গোলকের ব্যাস পরিমাপের জন্য 0·01 cm ভার্নিয়ার ধ্রুবকবিশিষ্ট স্লাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করা হলো। প্রধান স্কেল পাঠ ও ভার্নিয়ার সমপাতন যথাক্রমে 20 cm ও 6। এরপর গোলকটিকে একটি চুল্লিতে রেখে এর তাপীয় প্রসারণ পর্যবেক্ষণ করা হলো। তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $50{\cdot}1 \times 10^{-6} K^{-1}$ এবং আপেক্ষিক তাপ 400 J $kg^{-1} k^{-1}$।

ক. সেলসিয়াস স্কেলে ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা কত? ১

খ. লঘিষ্ঠ গণন বলতে কী বোঝ? ২

গ. গোলকটির প্রাথমিক আয়তন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. গোলকটির ব্যাসার্ধ 1mm বৃদ্ধি করতে কী পরিমাণ তাপ দিতে হবে? ৪

৫৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সেলসিয়াস স্কেলে ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা 0°C।

খ. বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্ক্রুটি যতটুকু সরে আসে তাকে ঐ যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন বলে।

ঘ. উক্ত ব্যবস্থাপনায় দুই তরলের প্রসারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

যন্ত্রের স্ক্রু পিচকে বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে লঘিষ্ঠ গণন পাওয়া যায়।

অতএব, লঘিষ্ঠ গণন = $\frac{\text{যন্ত্রের স্ক্রু পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $VC = 0{\cdot}01$ cm

প্রধান স্কেল পাঠ, $M = 20$ cm

ভার্নিয়ার সমপাতন, $V = 6$

গোলকের ব্যাস = d

গোলকের প্রাথমিক আয়তন, V = ?

আমরা জানি, $d = M + V \times VC$

$= 20\text{ cm} + 6 \times 0{\cdot}01\text{ cm}$

$= 20\text{ cm} + 0{\cdot}06\text{ cm}$

$= 20{\cdot}06\text{ cm}$

আবার, গোলকের আয়তন,

$V = \frac{1}{6}\pi d^3$

$= \frac{1}{6} \times 3{\cdot}1416 \times (20{\cdot}06\text{ cm})^3$

$= 4226{\cdot}61\text{ cm}^3$

$= 4{\cdot}23 \times 10^{-3}\text{ cm}^3$

অতএব, গোলকের প্রাথমিক আয়তন $4{\cdot}23 \times 10^{-3}\text{ m}^3$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

গোলকের ভর, $m = 21$ kg

গোলকের ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি = 1mm

$\therefore$ গোলকের ব্যাস বৃদ্ধি, $d' = 2 \times 1\text{mm}$

$= 2\text{mm}$

$= 2 \times 10^{-3}\text{ m}$

$\therefore$ গোলকের আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = \frac{1}{6}\pi d'^3$

$= \frac{1}{6} \times 3{\cdot}1416 \times (2 \times 10^{-3}\text{m})^3$

$= 4{\cdot}19 \times 10^{-9}\text{m}^3$

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50{\cdot}1 \times 10^{-6}\text{ k}^{-1}$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S = 400\text{ Jkg}^{-1}\text{k}^{-1}$

গোলকের প্রাথমিক আয়তন, $V = 4{\cdot}23 \times 10^{-3}\text{m}^3$ ['গ' নং থেকে]

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = ?$

আমরা জানি, $\Delta V = \gamma V \Delta\theta$

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta V}{\gamma V}$

$= \frac{4{\cdot}19 \times 10^{-9}\text{ m}^3}{50{\cdot}1 \times 10^{-6}\text{K}^{-1} \times 4{\cdot}23 \times 10^{-3}\text{ m}^3}$

$= 0{\cdot}02\text{ K}$

তাপমাত্রা $0{\cdot}02$ K বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q = mS\Delta\theta$

$= 21\text{ kg} \times 400\text{ Jkg}^{-1}{\cdot}\text{K}^{-1} \times 0{\cdot}02\text{ K}$

$= 288\text{ J}$

অতএব, গোলকটির ব্যাসার্ধ 1mm বৃদ্ধিতে 288 J তাপ দিতে হবে।

প্রশ্ন –৫৬ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

36 kg ভরের একটি তামার গোলকের ব্যাস পরিমাপের জন্য $0{\cdot}01$ cm ভার্নিয়ার ধ্রুবক বিশিষ্ট স্লাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করা হলো। প্রধান স্কেল পাঠ ও ভার্নিয়ার সমপাতন যথাক্রমে 20 cm ও 8। এরপর গোলকটিকে একটি চুল্লিতে রেখে এর তাপীয় প্রসারণ পর্যবেক্ষণ করা হলো। তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $50{\cdot}1 \times 10^{-6}$ K^{-1} এবং আপেক্ষিক তাপ $400\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$।

ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কী? ১

খ. পদার্থের তাপীয় প্রসারণ ঘটে কেন? ২

গ. গোলকটির প্রাথমিক আয়তন কত? ৩

ঘ. গোলকটির ব্যাসার্ধ 1 mm বৃদ্ধি করতে কী পরিমাণ তাপ দিতে হবে? ৪

▸◂ ৫৬নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের একভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলা হয়।

খ. তাপ প্রয়োগে পদার্থ উত্তপ্ত হলে এর প্রতিটি অণুর তাপশক্তি তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। এতে আন্তঃআণবিক বলের বিপরীতে অণুগুলো বর্ধিত শক্তিতে স্পন্দিত হতে থাকে, ফলে সাম্যাবস্থা থেকে অণুগুলোর সরণ বেড়ে যায়। ফলে জমাট পদার্থের মধ্যে অণুগুলো যখন ছোটাছুটি করে তখন একই শক্তি নিয়ে ভিতর দিকে যতটা সরে আসতে পারে বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। এ কারণে প্রত্যেক অণুর গড় সাম্যাবস্থান বাইরের দিকে সরে যায় এবং পদার্থটি তাপে প্রসারণ লাভ করে। কঠিন ও তরল পদার্থের ক্ষেত্রে আন্তঃআণবিক বলের প্রকৃতি তাপজনিত প্রসারণ নির্ধারণ করে কিন্তু গ্যাসের বেলায় চাপ তাপের সঙ্গে বৃদ্ধি পায়।

গ. উদ্দীপক হতে,

ভার্নিয়ার ধ্রুবক, VC $= 0{\cdot}01$ cm

প্রধান স্কেল পাঠ, M $= 20$ cm

ভার্নিয়ার সমপাতন, V $= 8$

গোলকের ব্যাস, d = ?

গোলকটির প্রাথমিক আয়তন, V = ?

আমরা জানি,

$d = M + V \times VC$

$= 20\text{ cm} + 8 \times 0{\cdot}01\text{ cm}$

$= 20\text{ cm} + 0{\cdot}08\text{ cm}$

$= 20{\cdot}08\text{ cm}$

আবার গোলকের আয়তন,

$V = \frac{1}{6}\pi d^3$

$= \frac{1}{6} \times 3{\cdot}1416 \times (20{\cdot}08\text{ cm})^3$

$= 4239{\cdot}27\text{ cm}^3$

$= 4{\cdot}24 \times 10^{-3}\text{ m}^3$

সুতরাং, গোলকের প্রাথমিক আয়তন $4{\cdot}24 \times 10^{-3}\text{ m}^3$।

ঘ. উদ্দীপক হতে,

গোলকের ভর, $m = 36$ kg

গোলকের ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি, $\Delta r = 1$ mm

∴ গোলকের ব্যাস বৃদ্ধি, $d' = 2\Delta r = 2 \times 10^{-3}$ m

∴ গোলকের আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = \frac{1}{6}\pi d'^3$

$= \frac{1}{6} \times 3{\cdot}1416 \times (2 \times 10^{-3}\text{ m})^3$

$= 4{\cdot}19 \times 10^{-9}\text{ m}^3$

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50{\cdot}1 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S = 400\text{ Jkg}^{-1}\text{ K}^{-1}$

'গ' নং হতে, গোলকের প্রাথমিক আয়তন, $V = 4{\cdot}24 \times 10^{-3}\text{ m}^3$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = ?$

আমরা জানি,

$\Delta V = \gamma V \Delta\theta$

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta V}{\gamma V}$

$= \frac{4{\cdot}19 \times 10^{-9}\text{ m}^3}{50{\cdot}1 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1} \times 4{\cdot}24 \times 10^{-3}\text{ m}^3}$

$= 0{\cdot}02$ K

অতএব, তাপমাত্রা 0·02 K বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ,

$Q = mS\Delta\theta$

$= 36\text{ kg} \times 400\text{ Jkg}^{-1}\text{ K}^{-1} \times 0{\cdot}02\text{ K}$

$= 288$ J

সুতরাং, গোলকটির ব্যাসার্ধ 1 mm বৃদ্ধিতে 288 J তাপ দিতে হবে।

অনুশীলনের জন্য দক্ষতাস্তরের প্রশ্ন ও উত্তর

●■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■●

প্রশ্ন ॥ ১ ॥ সেলসিয়াস স্কেল কাকে বলে?

উত্তর : যে স্কেলে বরফ বিন্দুকে 0° এবং স্টিম বিন্দুকে 100° 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° এবং স্টিম বিন্দুকে 212° 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 K ধরা হয়।

প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ কেলভিন কাকে বলে?

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

প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ পরম শূন্য তাপমাত্রা কী?

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

প্রশ্ন ॥ ৬ ॥ 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 ॥ ৭ ॥ বাষ্পবিন্দু কাকে বলে?

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

প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ হিমাঙ্ক কী?

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

প্রশ্ন ॥ ৯ ॥ 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°C কী?

উত্তর : স্বাভাবিক চাপে গলন্ত বরফের এবং ফুটন্ত পানির তাপমাত্রার ব্যবধানের একশত ভাগের এক ভাগই 1°C বা এক ডিগ্রি সেলসিয়াস।

প্রশ্ন ॥ ১২ ॥ ক্যালরি এবং জুলের মধ্যে সম্পর্ক কী?

উত্তর : ক্যালরি এবং জুলের মধ্যে সম্পর্ক হলো : 1 cal = 4.2 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 অণুগলোর 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 JK^{-1}-এর অর্থ কী?

উত্তর : কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা 18000 JK^{-1}-এর অর্থ হচ্ছে–

১. বস্তুটির তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে 18000 J তাপের প্রয়োজন হয়।

২. বস্তুর ভর এবং আপেক্ষিক তাপের গুণফল হবে 18000 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 ছোটাছুটি 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 $22 \times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে কী বোঝ– ব্যাখ্যা কর।

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

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

প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ পানির হিমাঙ্ক 273 K বলতে কী বোঝ?

উত্তর : পানির হিমাঙ্ক 273 K বলতে বোঝায় স্বাভাবিক চাপে 273 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 cal = 4.2 J। অর্থাৎ 1 cal তাপ দ্বারা 4.2 J কাজ করা যায় অথবা 4.2 J শক্তি ব্যয়িত হলে 1 cal তাপ উৎপন্ন হয়।

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

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

১. 1 kg তামার তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে 400 J তাপের প্রয়োজন হয়।

২. 1 kg ভরের তামার তৈরি কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা 400 JK^{-1}।

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

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

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $50.1 \times 10^{-6} K^{-1}$ বলতে বোঝায় 1 m^3 আয়তনের তামার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে আয়তন $50.1 \times 10^{-6}m^3$ 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 γ দ্বারা প্রকাশ করা হয় যার রাশিমালা নিম্নরূপ : $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1 (\theta_2 - \theta_1)}$

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

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

প্রশ্ন ॥ ১৫ ॥ দেহ থেকে ঘাম বের হলে পাখার বাতাসে ঠান্ডা 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 ঠান্ডা অনুভূত হয়।

প্রশ্ন ॥ ১৬ ॥ তাপমাত্রার একক উল্লেখ কর।

উত্তর : আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে (SI) তাপমাত্রার একক ডিগ্রি কেলভিন (°K)। এ পদ্ধতি চালুর আগে তাপমাত্রার একক ছিল ডিগ্রি সেলসিয়াস (°C) এবং ডিগ্রি ফারেনহাইট (°F)।

গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
➧ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)}$	$l_2 - l_1$ = দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l_1 = আদি দৈর্ঘ্য $\theta_2 - \theta_1$ = তাপমাত্রা বৃদ্ধি/পার্থক্য
➧ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}$	$A_2 - A_1$ = ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি A_1 = আদি ক্ষেত্রফল $\theta_2 - \theta_1$ = তাপমাত্রা বৃদ্ধি
➧ আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)}$	$V_2 - V_1$ = আয়তন বৃদ্ধি $\theta_2 - \theta_1$ = তাপমাত্রা বৃদ্ধি
➧ প্রকৃত প্রসারণ সহগ, $\gamma_r = \gamma_a + \gamma_g$	γ_a = আপাত প্রসারণ সহগ γ_g = পাত্রের উপাদানের আয়তন প্রসারণ সহগ
➧ $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$	C = সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা F = ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা K = কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা
➧ $\Delta l = \alpha l_0 \Delta\theta$	Δl = দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি α = দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ l_0 = আদি দৈর্ঘ্য $\Delta\theta$ = তাপমাত্রা বৃদ্ধি
➧ $V_r = V_a + V_g$	ΔA = ক্ষেত্র বৃদ্ধি β = ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ A_0 = ক্ষেত্র বৃদ্ধি
➧ $\Delta A = \beta A_0 \Delta\theta$	V_r = প্রকৃত প্রসারণ V_a = আপাত প্রসারণ Vg = 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
➧ $\Delta V = \gamma V_0 \Delta\theta$	ΔV = আয়তন বৃদ্ধি γ = আয়তন প্রসারণ সহগ V_0 = আদি আয়তন
➧ $\gamma_r = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta\theta}$	ΔV_r = প্রকৃত আয়তন প্রসারণ γ_r = প্রকৃত প্রসারণ সহগ
➧ $\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta\theta}$	ΔV_a = আপাত আয়তন প্রসারণ γ_a = আপাত প্রসারণ সহগ
➧ $\beta = 2\alpha$ এবং $\gamma = 3\alpha$	α = দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ β = ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ γ = আয়তন প্রসারণ সহগ

গাণিতিক উদাহরণ ৬.১ : সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা 98·4° F সেলসিয়াস স্কেলে এই তাপমাত্রা কত হবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = 98·4° F

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, C = ?

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{C}{5} = \frac{98{\cdot}4 - 32}{9}$

$\therefore$ C = 36·89

অতএব, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা 36·89°C।

গাণিতিক উদাহরণ ৬.২ : 20°C তাপমাত্রায় একটি ইস্পাতের দণ্ডের দৈর্ঘ্য 100 m। 50° C তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য 100·033 m হলে ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

আদি দৈর্ঘ্য, l_1 = 100 m

শেষ দৈর্ঘ্য, l_2 = 100·033 m

আদি তাপমাত্রা, θ_1 = 20°C

শেষ তাপমাত্রা, θ_2 = 50°C

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\theta_2 - \theta_1$

= 50°C – 20°C

= 30°C

= 30K

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 - l_1$ = 0·033m

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α = ?

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

$= \frac{0{\cdot}033\text{m}}{100\text{ m} \times 30\text{K}}$

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

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

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

সমাধান :

মনে করি,

ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ = কেলভিন স্কেলের পাঠ = x

তাপমাত্রা, x = ?

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

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

বা, 9x – 9 × 273 = 5x – 32 × 5

বা, 9x – 5x = 9 × 273 – 32 × 5

বা, 4x = 2457 – 160

$\therefore x = \frac{2297}{4} = 574{\cdot}25$

অতএব, 574·25° তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়।

সমস্যা ॥ ৪ ॥ 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 = ?

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

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

বা, 5x – 32 × 5 = – 39 × 9

বা, 5x = 160 – 351

$\therefore$ x = – 38·2

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

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

বা, 5y – 32 × 5 = 357 × 9

বা, 5y = 160 + 3213

$\therefore$ y = 674·6

অতএব, হিমাঙ্ক –38·2°F এবং স্ফুটনাঙ্ক 674°6F।

সমস্যা ॥ ৫ ॥ কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলের পাঠের পার্থক্য 50° হবে?

সমাধান : মনে করি, সেন্টিগ্রেড স্কেলে পাঠ = x,

$\therefore$ ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ = x ± 50

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

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

বা, $\frac{x}{5} = \frac{x + 18}{9}$

বা, 9x = 5x + 90

বা, 4x = 90

$\therefore x = \frac{90}{4} = 22{\cdot}5$

$\therefore$ সেলসিয়াসের পাঠ 22·5°C হলে ফারেনহাইটের পাঠ হবে 72·5°F

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

বা, 9x = 5x – 410

বা, 4x = – 410

$\therefore$ x = – 102·5

$\therefore$ সেলসিয়াসের পাঠ 102·5°C হলে ফারেনহাইটের পাঠ– 152·5°F

অতএব, 22·5°C ও 72·5°F এবং –102·5°C ও – 152·5°C।

সমস্যা ॥ ৬ ॥ একজন সুস্থ ব্যক্তির শরীরে তাপমাত্রা 37°C হলে ফারেনহাইট স্কেলে ওই তাপমাত্রা কত হবে?

সমাধান :

এখানে, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, C = 37°C

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = ?

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

বা, $F = \frac{9C + 32 \times 5}{5}$

$= \frac{9 \times 37 + 32 \times 5}{5}$

$= 98{\cdot}6$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা হবে 98·6°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, $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

বা, $\frac{x}{5} = \frac{2x - 32}{9}$

বা, $10x - 160 = 9x$

বা, $10x - 9x = 160$

$\therefore x = 160$

নির্ণেয় তাপমাত্রা 160°C।

সমস্যা ॥ ৮ ॥ তরল নাইট্রোজেন –196°C তাপমাত্রায় গ্যাসীয় অবস্থায় পরিবর্তিত হয়। ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে উক্ত তাপমাত্রা কত হবে?

সমাধান :

এখানে, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, C = – 196°C

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = ?

এবং কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা, K = ?

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

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

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

বা, $5F - 32 \times 5 = a - 196 \times 9$

বা, $5F = -1764 + 160$

বা, $5F = -1604$

$\therefore F = -320{\cdot}8$

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

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

বা, $-196 = K - 273$

$\therefore K = 77$

নির্ণেয় তাপমাত্রা –320·4°F ও 77 K।

সমস্যা ॥ ৯ ॥ 0°C তাপমাত্রার একটি পিতলের দণ্ডের দৈর্ঘ্য 2 m। 100°C তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য 200·38 cm হলে পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$

$= (100 - 0)°\ C$

$= 100°\ C$

$= 100\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 2\ m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = (200{\cdot}38 - 200)\ cm$

$= 0{\cdot}38\ cm$

$= 0{\cdot}38 \times 10^{-2} m$

পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$\Delta l = a l_0 \Delta\theta$

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

$= \frac{0{\cdot}38 \times 10^{-2} m}{2m \times 100k}$

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

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

সমস্যা ॥ ১০ ॥ 0°C তাপমাত্রার 100 cm লম্বা একটি এলুমিনিয়ামের পাতের তাপমাত্রা 200°C এ উন্নীত করা হলো। যদি এলুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 23·8 × 10⁻⁶K⁻¹ হয় তবে পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত হবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (200 - 0)°\ C$

$= 200°C$

$= 200\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 100\ cm = 1m$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 23{\cdot}8 \times 10^{-6} K^{-1}$

পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

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

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

$= 23{\cdot}8 \times 10^{-6} K^{-1} \times 1m \times 200\ K$

$= 0{\cdot}00476\ m$

$= 0{\cdot}476\ cm$

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 m²। তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (30 - 0)°C$

$= 30°C = 30\ K$

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

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

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

আমরা জানি,

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

$\therefore \beta = \frac{2m^2}{2000\ m^2 \times 30\ K}$

$= 33{\cdot}33 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

নির্ণেয় তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $33{\cdot}33 \times 10^{-6}\ K^{-1}$।

সমস্যা ॥ ১২ ॥ 40°C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 100 m লোহার রেললাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ $34{\cdot}8 \times 10^{-6}K^{-1}$।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 40°C = 40\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 100\ m$

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 34{\cdot}8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{34{\cdot}8 \times 10^{-6}}{3}\ K^{-1}$

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

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

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

$= 11{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1} \times 100m \times 40\ K = 0{\cdot}0464\ m$

নির্ণেয় রেললাইনে লোহার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0·0464 m।

সমস্যা ॥ ১৩ ॥ 0°C তাপমাত্রায় একটি সীসার গুলির আয়তন $2{\cdot}5 \times 10^{-6}m^3$। 98°C তাপমাত্রায় এর আয়তন $0{\cdot}021 \times 10^{-6}m^3$ বৃদ্ধি পায়। সীসার আয়তন, ক্ষেত্র ও দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (98 - 0)°C$

$= 98°C = 98\ K$

আদি আয়তন, $V_0 = 2{\cdot}5 \times 10^{-6}\ m^3$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 0{\cdot}021 \times 10^{-6}\ m^3$

(i) আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

(ii) দৈঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$ এবং

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

(i) আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

আমরা জানি,

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

$= \frac{0{\cdot}021 \times 10^{-6}m^3}{2{\cdot}5 \times 10^{-6}m^3 \times 98K} = 85{\cdot}7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

(ii) দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

আমরা জানি,

$\gamma = 3\alpha$

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

$= \frac{85{\cdot}7 \times 10^{-6}}{3}\ K^{-1}$

$= 28{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

(iii) ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

আমরা জানি,

$\beta = 2\alpha$

$= 2 \times 28{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1} = 57{\cdot}2 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

অতএব, গুলির আয়তন, ক্ষেত্র ও দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ যথাক্রমে $85{\cdot}7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$, $57{\cdot}2 \times 10^{-6}\ K^{-1}$, $28{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$।

সমস্যা ॥ ১৪ ॥ 0°C তাপমাত্রায় একটি সিসার গুলির আয়তন 25 cm^3। 100°C তাপমাত্রায় এর আয়তন কত হবে? (সীসার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $27{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$.)

সমাধান :

দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100 - 0)°C$

$= 100°C = 100K$

আদি আয়তন, $V_0 = 25\ cm^3$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 27{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

100°C তাপমাত্রায় গুলির আয়তন, $V_2 = ?$

আমরা জানি,

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

$\therefore \Delta V = \gamma \times V_0 \times \Delta\theta$

$= 3\alpha \times V_0 \times \Delta\theta \quad [\because \gamma = 3\alpha]$

$= 3 \times 27{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1} \times 25\ cm^3 \times 100K$

$= 0{\cdot}207\ cm^3$

আবার, $\Delta V = V_2 - V_0$

বা, $V_2 = \Delta V + V_0$

$= 0{\cdot}207\ cm^3 + 25\ cm^3$

$= 25{\cdot}207\ cm^3$

অতএব, 100°C তাপমাত্রায় সিসার গুলির আয়তন হবে $25{\cdot}207\ cm^3$।

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

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (30 - 0)°C$

$= 30°C = 30\ K$

আদি আয়তন, $V_0 = 200\ cm^3$

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

প্রসারণ, $\Delta V = ?$

আমরা জানি,

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

$\therefore \Delta V = \gamma_r \times V_0 \times \Delta\theta$

$= 53 \times 10^{-5}K^{-1} \times 200\ cm^3 \times 30K$

$= 3{\cdot}18\ cm^3$

$\therefore$ 30°C তাপমাত্রায় গ্লিসারিনের প্রসারণ হবে $3{\cdot}18\ cm^3$।

সমস্যা ॥ ১৬ ॥ কোন কাচ পাত্রে রাখা পারদের আপাত প্রসারণ–সহগ

$14\cdot66 \times 10^{-5}$ K^{-1}। এই পাত্রে রাখা 0°C তাপমাত্রার 250 cm^3 পারদের তাপমাত্রা 30°C এ উন্নীত করলে আপাত প্রসারণ কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (30 - 0)°C$

$= 30°C$

$= 30$ K

আদি আয়তন, $V_0 = 250$ cm^3

আপাত প্রসারণ সহগ, $\gamma_a = 14\cdot66 \times 10^{-5}K^{-1}$

আপাত প্রসারণ, $\Delta V_a = ?$

আমরা জানি,

$\gamma a = \dfrac{\Delta V_a}{V_0 \Delta\theta}$

বা, $\Delta V_a = \gamma_a \times V_0 \times \Delta\theta$

$= 14\cdot66 \times 10^{-5}K^{-1} \times 250cm^3 \times 30K$

$= 1\cdot0995$ cm^3

অতএব, 30°C তাপমাত্রায় উন্নীত করলে আপাত প্রসারণ হবে 1·995 cm^3।

সমস্যা ॥ ১৭ ॥ চাপ স্থির রেখে 0°C তাপমাত্রার 500 cm^3 গ্যাসের তাপমাত্রা 10°C বৃদ্ধি করলে এর আয়তন 518·3 cm^3 হয়। গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (10 - 0)°C$

$= 10°C = 10K$

আদি আয়তন, $V_0 = 500$ cm^3

শেষ আয়তন, $V_2 = 518\cdot3$ cm^3

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 518\cdot3$ cm$^3 - 500$ cm$^3 = 18\cdot3$ cm^3

গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

আমরা জানি, $\gamma = \dfrac{\Delta V}{V_0 \times \Delta\theta} = \dfrac{18\cdot3 \text{ cm}^3}{500 \text{ cm}^3 \times 10K}$

$= 0\cdot00366$ K^{-1}

∴ গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ $3\cdot66 \times 10^{-3}$ K^{-1}।

সমস্যা ॥ ১৮ ॥ 20°C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 200m দীর্ঘ লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ $34\cdot8 \times 10^{-6}$ K^{-1}।

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 20°C = 20$ K

আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 200$ m

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 34\cdot8 \times 10^{-6}$ K^{-1}

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

ধরি, লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ = α

আমরা জানি,

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \dfrac{\gamma}{3} = \dfrac{34\cdot8 \times 10^{-6}}{3}$ K^{-1}

$= 11\cdot6 \times 10^{-6}$ K^{-1}

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

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

$= 11\cdot6 \times 10^{-6}$ K$^{-1} \times 200$m $\times 20$ K

$= 0\cdot0464$ m

নির্ণেয় রেললাইনে লোহার পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0·0464 m।

সমস্যা ॥ ১৯ ॥ 0°C তাপমাত্রার 100m দীর্ঘ লোহার রেল লাইনের তাপমাত্রা 40°C এ উন্নীত করা হলো। যদি লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $23\cdot2 \times 10^{-6}$ K^{-1} হয়, তবে লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (40 - 0)°C = 40$ K

আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 100$ m

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 23\cdot2 \times 10^{-6}$ K^{-1}

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \dfrac{\beta}{2} = \dfrac{23\cdot2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}}{2}$

$= 11\cdot6 \times 10^{-6}$ K^{-1}

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

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

$= 11\cdot6 \times 10^{-6}$ K$^{-1} \times 100$ m $\times 40$ K

$= 0\cdot0464$ m

নির্ণেয় রেললাইনে লোহার পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0·0464 m।

সমস্যা ॥ ২০ ॥ –273°C তাপমাত্রাকে কেলভিন স্কেলে প্রকাশ কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

সুতরাং, 0°C = 273 K

1°C = (1 + 273)K

∴ – 273°C = (– 273 + 273) K = 0 K

∴ – 273°C তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে 0 K।