

মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

ষষ্ঠ অধ্যায়: বস্তুর উপর তাপের প্রভাব



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১ 10°C তাপমাত্রায় বর্গাকার একটি তামা ও একটি ইস্পাতের পাতের প্রতিটির ক্ষেত্রফল 9m²। তাপ দিয়ে ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করায় ক্ষেত্রফল 9.012024m² হলো। (তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ 22.0 × 10⁻⁶K⁻¹)

◀শিখনফল-৫ ও ৬/ক. বো. ২০১৬/

- ক. এক কেলভিন কাকে বলে? ১
খ. সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি কী ধরনের গতি? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. তামার আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে তামার পাতটিকে ইস্পাতের পাতের ওপর সমাপতিত করা সম্ভব হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি পর্যাবৃত্ত গতি, কারণ প্রতি 365 দিনে পৃথিবী সূর্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসে এবং পুনরায় একই দিকে চলতে থাকে।

গ দেওয়া আছে, তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 22.0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$
তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে,

আমরা জানি, $\beta = 2\alpha$

$$\text{বা, } \alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{22.0 \times 10^{-6}}{2}$$

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

আবার, $\gamma = 3\alpha$

$$= 3 \times 1.1 \times 10^{-5}$$

$$= 3.3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ তামার পাতের প্রাথমিক ক্ষেত্রফল, $A_1 = 9 \text{ m}^2$

তামার পাতের প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = 10^\circ\text{C} = 283 \text{ K}$

তামার পাতটি 50°C তাপমাত্রার ইস্পাতের পাতের সাথে সমাপতিত

হতে হলে তামার পাতের চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল হতে হবে, $A_2 = 9.012024 \text{ m}^2$

তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 22.0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

তামার পাতের চূড়ান্ত তাপমাত্রা T_2 হলে,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(T_2 - T_1)}$$

$$\text{বা, } T_2 - T_1 = \frac{A_2 - A_1}{A_1\beta}$$

$$\therefore T_2 = \frac{A_2 - A_1}{A_1\beta} + T_1 = \frac{9.012024 - 9}{9 \times 22.0 \times 10^{-6}} + 283 \text{ K}$$

$$= (60.73 + 283) \text{ K} = 343.73 \text{ K} = 70.73^\circ\text{C}$$

তামার পাতটির তাপমাত্রা 70.73°C করা হলে 50°C তাপমাত্রার ইস্পাতের পাতের উপর সমাপতিত হবে।

প্রশ্ন ▶ ২ একটি কারখানায় তিনটি সীসার পাতের উপর 1, 2 এবং 3 নং লেবেল লাগানো আছে। প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল 4 m²। 1 নং পাতটিকে 175°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করায় ক্ষেত্রফল হয় 4.033 m²। 2 নং এবং 3 নং পাত দুইটিকে যথাক্রমে 150°C এবং 170°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হলো। [কক্ষ তাপমাত্রা ছিল 25°C]

◀শিখনফল-৫ ও ৬/চ. বো. ২০১৬/

- ক. বাষ্পায়নের সংজ্ঞা দাও। ১
খ. একই উচ্চতাবিশিষ্ট একটি বড় পাত্র ও একটি ছোট পাত্রে সমপরিমাণ পানি রাখলে, কোন পাত্রের পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে এবং কেন? ২
গ. 1 নং পাতটির ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. তাপ প্রয়োগে 2 ও 3 নং পাত দুইটির ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন সমান নয়; গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধু উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে।

খ পানির বাষ্পায়ন এর উষ্ণতা, এর ওপর বায়ুর চাপ, বায়ুর শুষ্কতা, পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে। একই উচ্চতাবিশিষ্ট পানি একই স্থানে রাখা হলে বায়ুর চাপ, শুষ্কতা একই হয় কিন্তু পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হলে বেশি স্থান জুড়ে পানি বাষ্পায়িত হওয়ার সুযোগ পায়। একই পরিমাণ পানি বড় ও ছোট পাত্রে রাখলে বড় পাত্রের পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হয় বলে বড় পাত্রের পানির বাষ্পায়ন দ্রুত হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই, 1নং পাতের

আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4 \text{ m}^2$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = 4.033 \text{ m}^2$

কক্ষ তাপমাত্রা, $T_1 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 175^\circ\text{C} = 448 \text{ K}$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{4.033 - 4}{4(448 - 298)}$$

$$= 5.5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ 2 ও 3 নং পাতের, আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4 \text{ m}^2$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 25^\circ\text{C}$

2 নং পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = (150 - 25)^\circ\text{C}$

$$= 125^\circ\text{C} = 125 \text{ K}$$

3 নং পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_3 - T_1 = (170 - 25)^\circ\text{C}$

$$= 145^\circ\text{C} = 145 \text{ K}$$

‘গ’ অংশ হতে পাই,

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 5.5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

২নং পাতের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন $A_2 - A_1$ হলে, $\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1 (T_2 - T_1)}$

$$\begin{aligned} \text{বা, } A_2 - A_1 &= \beta \times A_1 \times (T_2 - T_1) \\ &= 5.5 \times 10^{-5} \times 4 \times 125 \\ &= 0.0275 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

৩নং পাতের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন $A_3 - A_1$ হলে, $\beta = \frac{A_3 - A_1}{A_1 (T_3 - T_1)}$

$$\begin{aligned} \text{বা, } A_3 - A_1 &= \beta \times A_1 \times (T_3 - T_1) \\ &= 5.5 \times 10^{-5} \times 4 \times 145 \\ &= 0.0319 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

লক্ষ্য করি, $A_2 - A_1 \neq A_3 - A_1$

অতএব, তাপ প্রয়োগে ২ এবং ৩ নং পাত দুইটির ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন সমান নয়।

প্রশ্ন ▶ ৩ একটি তামার তারের দৈর্ঘ্য 25°C তাপমাত্রায় 100m. তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে তারটির দৈর্ঘ্য 100.02m হয়। তারটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-৫ ও ৬ / ব. বো. ২০১৬/

- আপেক্ষিক তাপ কী? ১
- তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পদার্থের প্রসারণ ঘটে কেন? ২
- তারটির তাপমাত্রা কত ডিগ্রি বৃদ্ধি করা হয়েছিল? ৩
- উপরের তারটি যদি অ্যালুমিনিয়ামের হতো এবং তারটির দৈর্ঘ্য 100.02m হওয়ার জন্য 875°C তাপমাত্রা প্রয়োজন হতো তবে তুমি কি তারটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় করতে পারতে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে সকল পদার্থই প্রসারিত হয়। যখন কোনো বস্তু উত্তপ্ত হয় তখন বস্তুর প্রত্যেক অণুর তাপশক্তি তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। কঠিন পদার্থের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের বিপরীতে অণুগুলো আরো বর্ধিত শক্তিতে স্পন্দিত হতে থাকে ফলে সাম্যাবস্থা থেকে অণুগুলোর সরণ বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে কঠিন বস্তুর মধ্যে অণুগুলো যখন কাঁপতে থাকে তখন একই শক্তি নিয়ে ভিতর দিকে যতটা সরে আসতে পারে, বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। এর ফলে প্রত্যেক অণুর গড় সাম্যাবস্থান বাইরের দিকে সরে যায় এবং বস্তুটি প্রসারণ লাভ করে।

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

গ উদ্দীপক হতে পাই,

তারের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100 \text{ m}$

তারের শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.02 \text{ m}$

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

তারের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 (T_2 - T_1)}$

$$\begin{aligned} \text{বা, } (T_2 - T_1) &= \frac{l_2 - l_1}{l_1 \times \alpha} \\ &= \frac{100.02 - 100}{100 \times 16.7 \times 10^{-6}} \\ &= 11.97 \text{ K} \\ &= 11.97^\circ \text{ C (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

অ্যালুমিনিয়ামের তারের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100 \text{ m}$

শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.02 \text{ m}$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 25^\circ\text{C}$
= 298 K

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 875^\circ\text{C}$
= 1148 K

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } \alpha &= \frac{l_2 - l_1}{l_1 (T_2 - T_1)} \\ &= \frac{100.02 - 100}{100(1148 - 298)} \\ &= 2.35 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{আবার, } \gamma &= 3\alpha = 3 \times 2.35 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1} \\ &= 7.06 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

প্রশ্ন ▶ ৪ একটি রেললাইনে 200m দৈর্ঘ্যের লোহার পাত ব্যবহৃত হয়েছে। দুইটি পাতের মধ্যে 4 সে.মি. ফাঁকা হয়েছে। তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে 10°C বেড়ে গেল। লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-৬ / ব. বো. ২০১৫/

- হুকের সূত্রটি লিখ। ১
- 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
- লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ নির্ণয় কর। ৩
- তাপমাত্রা 15°C বেড়ে গেলে রেল লাইনটির উপর কী প্রভাব পড়বে? গাণিতিকভাবে ইহার ফলাফল বিশ্লেষণ কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ পরিষ্কার পানির ঘনত্ব (প্রায় 1000 kgm^{-3}) অপেক্ষা লবণাক্ত পানির ঘনত্ব (প্রায় 1024 kgm^{-3}) বেশি হওয়ায় লবণ মিশ্রিত পানির প্লবতা বেশি অর্থাৎ পরিষ্কার পানির তুলনায় লবণ মিশ্রিত পানিতে চাপের জন্য বস্তু উপরের দিকে বেশি লম্বি বল অনুভব করবে। তাই লবণ মিশ্রিত পানিতে ডিম ছেড়ে দিলে ভেসে উঠবে।

গ এখানে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 200 \text{ m}$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta T = 10^\circ\text{C} = 10 \text{ K}$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta L = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$$

$$\text{বা, } \Delta L = \alpha L_1 \Delta T = 11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 200 \text{ m} \times 10 \text{ K}$$

$$\therefore \Delta L = 0.023 \text{ m}$$

$$\therefore \text{লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ } 0.023 \text{ m. (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{আদি দৈর্ঘ্য, } L_1 = 200\text{m}$$

$$\text{তাপমাত্রার পার্থক্য, } \Delta T = 15^\circ\text{C} = 15\text{ K}$$

$$\text{লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } \alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$$

$$\text{বা, } \Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

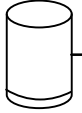
$$= 11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 200\text{m} \times 15\text{K}$$

$$= 0.0345 \text{ m}$$

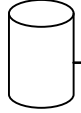
$$= 3.45 \text{ cm}$$

∴ লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 3.45 cm। কিন্তু দুই পাতের মাঝে 4 সে.মি. ফাঁকা থাকায় এই দৈর্ঘ্য প্রসারণ রেল লাইনটির উপর কোনো প্রভাব ফেলবে না। তাই বলা যায়, 15°C তাপমাত্রা বাড়লে রেল লাইনে কোনো সমস্যা সৃষ্টি হবে না।

প্রশ্ন ▶ ৫



চিত্র: ১ নং পাত্র



চিত্র: ২ নং পাত্র

◀ শিখনফল-১ ও ৩ / জা. বো. ২০১৫/

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

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থের চতুর্থ অবস্থা হলো প্লাজমা। এই প্লাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস।

খ তামার আপেক্ষিক তাপ $400 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ বলতে বোঝায়, 1kg তামার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে 400J তাপ প্রয়োজন হয়।

গ

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{95 - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

$$\text{বা, } K - 273 = \frac{5}{9} \times 63 = 35$$

$$\therefore K = 273 + 35 = 308\text{K (Ans.)}$$

ঘ ২নং পাত্রের তরলের বর্তমান তাপমাত্রা, $C = 30^\circ\text{C}$

ফারেনহাইট স্কেলে এই তাপমাত্রা F হলে,

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

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

$$\therefore F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + 1.8 \times 30 = 86^\circ\text{F}$$

সুতরাং ২নং পাত্রের তাপমাত্রা 10°F বৃদ্ধি করলে নতুন তাপমাত্রা হবে $= 86^\circ\text{F} + 10^\circ\text{F} = 96^\circ\text{F} > 95^\circ\text{F}$ (১ম পাত্রের তরলের তাপমাত্রা)

অতএব ২নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা 10°F বৃদ্ধি করে দুই পাত্রের তরল তাপীয় সংস্পর্শে আনলে ২নং পাত্রের তরল হতে কিছু পরিমাণ তাপ সঞ্চারিত হয়ে ১নং পাত্রের তরলে প্রবেশ করবে। এতে এক সময় উভয় পাত্রের তরলের তাপমাত্রা সমান হয়ে যাবে এবং তখন তাপের সঞ্চার বন্ধ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৬ 36.89°C তাপমাত্রায় একটি দণ্ডের দৈর্ঘ্য 100m। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 66.89°C হওয়ায় এর দৈর্ঘ্য 100.033m হয়।

◀ শিখনফল-৩ ও ৬ / জা. বো. ২০১৫/

- ক. বরফ বিন্দু কাকে বলে? ১
খ. রেল লাইনে 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 কীসের তৈরি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় এক টুকরা বরফ গলতে শুরু করে তাকে বরফ বিন্দু বলে।

খ রেল লাইন ইস্পাতের তৈরি হয়। লাইনের ওপর দিয়ে যখন ট্রেন চলে তখন ঘর্ষণের কারণে এবং সূর্যের উত্তাপে লাইনের তাপমাত্রা অনেক খানি বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রার এই বৃদ্ধির ফলে ধাতব উপাদানে তৈরি রেল লাইন দৈর্ঘ্যে প্রসারিত হয়। এ সময় পাশাপাশি অবস্থিত দুটি লাইনের মাঝে ফাঁকা না থাকলে রেললাইন বাঁকা হয়ে যেতো এবং ট্রেন দুর্ঘটনা ঘটতো। এ কারণে রেললাইনে যেখানে দুটি লোহার বার মিলিত হয় সেখানে ফাঁকা থাকে।

গ

আমরা জানি,

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

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

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

$$= 1.8 \times 36.89 + 32 = 98.402^\circ\text{F (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক মতে,

দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100\text{m}$

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

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T = T_2 - T_1 = 66.89^\circ\text{C} - 36.89^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C} = 30\text{K}$

উদ্দীপকের দণ্ডটির উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে,

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \Delta T} = \frac{100.033 - 100}{100 \times 30} = \frac{0.033}{3000} = 11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

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

সুতরাং উদ্দীপকের দণ্ডটি ইস্পাতের তৈরি।

এখানে,

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $C = 36.89^\circ\text{C}$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $F = ?$

প্রশ্ন ▶ ৭ 0.5 kg ভরের একটি তারে 1950J তাপ প্রয়োগ করায় এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং শেষ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 30K এবং 100.033m হলো।

◀শিখনফল-৬ ও ৮/য. বো.-২০১৫/

- ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১
খ. 371K 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 কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ $371\text{ K} = (371 - 273)^\circ\text{C} = 98^\circ\text{C} = 100^\circ\text{C} - 2^\circ\text{C}$
আমরা জানি, বায়ুচাপ 2.7 cm পরিমাণ হ্রাস পেলে পানির স্ফুটনাংক 1°C পরিমাণ হ্রাস পায়। সুতরাং বায়ুচাপ $2.7\text{ cm} \times 2 = 5.4\text{ cm}$ পরিমাণ হ্রাস পেয়ে $(76\text{ cm} - 5.4\text{ cm}) = 70.6\text{ cm}$ হলে পানির স্ফুটনাংক 2°C হ্রাস পাবে। তখন পানির স্ফুটনাংক হবে 98°C বা 371K । সুতরাং 371K তাপমাত্রায় পানি ফুটানো সম্ভব।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{প্রযুক্ত তাপ, } Q = 1950\text{ J}$$

$$\text{তারের ভর, } m = 0.5\text{ kg}$$

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta T = 30\text{ K}$$

বের করতে হবে, তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, $S = ?$

আমরা জানি, $Q = mS\Delta T$

$$\therefore S = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{1950\text{J}}{0.5\text{kg} \times 30\text{K}} = 130\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, সীসার আপেক্ষিক তাপ $130\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

সুতরাং তারটি সীসার তৈরি। এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$$\alpha = 27.6 \times 10^{-6}\text{K}^{-1} \text{ (জানা আছে)}$$

$$\text{শেষ দৈর্ঘ্য, } L_2 = 100.033\text{ m}$$

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি, } \Delta\theta = 30\text{ K}$$

$$\text{আদি দৈর্ঘ্য } L_1 \text{ হলে, } \alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1\Delta}$$

$$\text{বা, } L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$$

$$\text{বা, } L_1 = \frac{L_2}{1 + \alpha\Delta\theta}$$

$$= \frac{100.033\text{m}}{1 + 27.6 \times 10^{-6}\text{K}^{-1} \times 30\text{K}}$$

$$= 99.95\text{ m}$$

99.95m দৈর্ঘ্যের তার দ্বারা রিং তৈরি করা হলে মনে করি, ঐ রিংয়ের ব্যাস D

$$\therefore \pi D = 99.95\text{m}$$

$$\therefore D = \frac{99.95\text{m}}{\pi} = \frac{99.95\text{m}}{3.1416} = 31.815\text{ m} < 32\text{ m} \text{ (ঘনকের উচ্চতা)}$$

সুতরাং তারের আদি দৈর্ঘ্য দ্বারা তৈরি একটি রিং 32m উচ্চতা বিশিষ্ট কোনো ফাঁপা ঘনকের ভেতরে প্রবেশ করানো সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ৮ 2m 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 $11.6 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ এবং $16.7 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$

◀শিখনফল-৩ ও ৬/চ. বো.-২০১৫/

- ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১
খ. রূপার আপেক্ষিক তাপ $230\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ 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

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপ দিয়ে কঠিন বস্তুকে তরলে পরিণত করে ও তাপ হ্রাস করে আবার কঠিন অবস্থায় আনাকে পুনঃশিলীভবন বলে।

খ রূপার আপেক্ষিক তাপ $230\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ বলতে বোঝায় 1kg রূপার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে 230J পরিমাণ তাপের দরকার হয়।

গ সেলসিয়াসে স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি $= 10^\circ\text{C}$

আমরা জানি,

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রার 1° পরিবর্তনে ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা $\frac{9}{5}$ পরিবর্তিত হয়।

$$\therefore \text{ফারেনহাইট স্কেলের তাপমাত্রার পরিবর্তন} = \frac{9}{5} \times 10^\circ$$

$$= 18^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ লোহার দণ্ডের জন্য,

আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2\text{m}$

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11.6 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T = 10^\circ\text{C} = 10\text{K}$

$$\therefore \text{লোহার দণ্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } \Delta L = L_1 \alpha \Delta T$$

$$= 2\text{m} \times 11.6 \times 10^{-6}\text{K}^{-1} \times 10\text{K}$$

$$= 0.000232\text{ m}$$

তামার দণ্ডের জন্য,

আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2\text{m}$

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

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T = 10\text{K}$

$$\therefore \text{তামার দণ্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } \Delta L' = L_1 \alpha' \Delta T$$

$$= 2\text{m} \times 16.7 \times 10^{-6} \times 10\text{K}$$

$$= 0.000334\text{m}$$

যেহেতু $0.000232\text{m} \neq 0.000334\text{m}$

অর্থাৎ $\Delta L \neq \Delta L'$

সুতরাং যদি দণ্ডটি তামার হতো তবে তার দৈর্ঘ্য প্রসারণের পরিমাণ একই হতো না।

প্রশ্ন ▶ ৯ দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 50m, খুঁটি দুটির সাথে 50.01m দৈর্ঘ্যের তামার তার যেদিন সংযোগ দেয়া হয়, সেদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 35°C । তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $33.4 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ । শীতকালে যেদিন বায়ুর তাপমাত্রা 5°C হলো সেদিন তারটি ছিড়ে গেল।

◀শিখনফল-৩ ও ৬

- ক. আপেক্ষিক তাপের সংজ্ঞা লিখ। ১
খ. তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ২
গ. বায়ুর তাপমাত্রা (35°C) ফারেনহাইট স্কেলে কত পাওয়া যাবে? ৩
ঘ. শীতকালে তারটি ছিড়ে যাওয়ার কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বলে।

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

আবার, 1 kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বলে।

∴ তাপধারণ ক্ষমতা = ভর × আপেক্ষিক তাপ

গ

আমরা জানি,

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

বা, $5F - 160 = 35 \times 9$

বা, $5F = 475$

∴ $F = 95^\circ\text{F}$ (Ans.)

ঘ এখানে,

তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 50.01 \text{ m}$

তারের আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 35^\circ\text{C}$

তারের শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 5^\circ\text{C}$

তারের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 33.4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$

দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $s = 50 \text{ m}$

মনে করি,

তারের শীতকালে পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L_2 = ?$

তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{33.4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}}{2} = 16.7 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{L_1 - L_2}{L_1(T_1 - T_2)}$$

$$\text{বা, } 16.7 \times 10^{-6} = \frac{50.01 - L_2}{50.01(35 - 5)}$$

$$\text{বা, } 50.01 - L_2 = 16.7 \times 10^{-6} \times 50.01 \times 30$$

$$\text{বা, } L_2 = 50.01 - 0.02506$$

$$\therefore L_2 = 49.98 \text{ m} > s$$

তারের শীতকালে হ্রাসকৃত দৈর্ঘ্য খুঁটি দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব অপেক্ষা কম হওয়ায় তারটি ছিঁড়ে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ১০ A ও B পাত্র আমার তৈরি। A পাত্রে 40°C তাপমাত্রার 50gm পানি এবং B পাত্রে 15°C তাপমাত্রার 60gm বেনজিন আছে। বেনজিনের আপেক্ষিক তাপ $1700 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ।

ক. বাষ্পীভবন কয় পদ্ধতিতে সংঘটিত হতে পারে? ১

খ. সীসার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $55.2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ বলতে কী বুঝ? ২

গ. A ও B পাত্রের তরলের তাপমাত্রার পার্থক্য ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. উভয় পাত্রের তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধির জন্য কোন পাত্রে অধিক তাপ পয়োগ করতে হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুই পদ্ধতিতে।

খ সীসার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $55.2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ বলতে বুঝায়, সীসার 1m^2 ক্ষেত্রফলের কোনো পাতের তাপমাত্রা 1K বাড়ালে এর ক্ষেত্রফল $55.2 \times 10^{-6} \text{m}^2$ পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

গ A পাত্রে, সেলসিয়াস স্কেলের তাপমাত্রা, $C_A = 40^\circ\text{C}$
ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা = F_A (ধরি)

আমরা পাই,

$$\frac{C_A - 0}{100 - 0} = \frac{F_A - 32}{212 - 32}$$

$$\text{বা, } \frac{C_A}{100} = \frac{F_A - 32}{180}$$

$$\text{বা, } F_A = \frac{9}{5} C_A + 32$$

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

$$\therefore F_A = 104^\circ\text{F}$$

আবার, B পাত্রে, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $C_B = 15^\circ\text{C}$
ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা F_B (ধরি)

আমরা জানি, $F_B = \frac{9}{5} \times C_B + 32$

$$= \frac{9}{5} \times 15 + 32$$

$$= 59^\circ\text{F}$$

∴ ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রার পার্থক্য = $(104 - 59)^\circ\text{F}$
 $= 45^\circ\text{F}$ (Ans.)

ঘ উভয় পাত্রের তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T = 30^\circ\text{C} = 30\text{K}$

উদ্দীপকমতে, পানির ভর, $m_w = 50 \text{gm} = 0.05 \text{kg}$

এবং পানির আঃ তাপ, $S_w = 4200 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

বেনজিনের ভর, $m_B = 60 \text{gm} = 0.06 \text{kg}$

এবং বেনজিনের আঃ তাপ, $S_B = 1700 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

∴ উক্ত পানির তাপমাত্রা $\Delta T = 30\text{K}$ বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ, $Q_1 = m_w S_w \Delta T = 0.05 \text{kg} \times 4200 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 30\text{K}$
 $= 6300 \text{J}$

এবং উক্ত বেনজিনের তাপমাত্রা $\Delta T = 30\text{K}$ বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ,

$$Q_2 = m_B S_B \Delta T = 0.06 \text{kg} \times 1700 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 30\text{K}$$

$$= 3060 \text{J}$$

যেহেতু $6300 \text{J} > 3060 \text{J}$

বা, $Q_1 > Q_2$

সুতরাং উভয় পাত্রের তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধির জন্য পানির পাত্রে (A) অধিক তাপ প্রয়োগ করতে হবে।

প্রশ্ন ▶ ১১ একটি মহিষের গাড়ির কাঠের তৈরি চাকার ব্যাসার্ধ 1m এবং এতে যে ধাতব বেড় পরানো হবে 20°C তাপমাত্রায় তার ব্যাসার্ধ 0.997m। বেড়ের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $1.16 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-৬

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. কোনো বস্তুর উপাদানের ক্ষেত্রফল প্রসারণ সহগ $1.16 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ বলতে কী বুঝ? ২

গ. 0°C তাপমাত্রায় ধাতব বেড়ের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ধাতব বেড়টিকে কাঠের চাকায় পড়াতে বেড়ের তাপমাত্রা সর্বনিম্ন কত করতে হবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোনো বস্তুর উপাদানের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $1.16 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ বলতে বোঝায়, 1m^2 ঐ ক্ষেত্রফলের বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর ক্ষেত্রফল $1.16 \times 10^{-5} \text{K}^{-1} \text{m}^2$ বৃদ্ধি পায়।

গ এখানে,

$$\text{ধাতব বেড়ের আদি ব্যাসার্ধ, } r_1 = 0.997\text{m}$$

$$\text{আদি তাপমাত্রা, } T_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$\text{পরিবর্তিত তাপমাত্রা, } T_2 = 0^\circ\text{C}$$

$$\text{এবং পরিবর্তিত ব্যাসার্ধ, } r_2 = ?$$

বেড়ের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 1.16 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$

$$\text{এক্ষেত্রে } \alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta T} \text{ সূত্র হতে পাই,}$$

$$\alpha = \frac{\Delta r}{r_1 \Delta T}$$

$$\text{বা, } \alpha = \frac{r_1 - r_2}{r_1(T_1 - T_2)}$$

$$\text{বা, } r_1 - r_2 = 1.16 \times 10^{-5} \times 0.997 \times (20 - 0)$$

$$\text{বা, } 0.997 - r_2 = 2.313 \times 10^{-4}$$

$$\therefore r_2 = 0.99677\text{m}$$

সুতরাং, 0°C তাপমাত্রায় ধাতব বেড়ের ব্যাসার্ধ 0.99677m (Ans.)

ঘ এখানে,

$$\text{ধাতব বেড়ের আদি ব্যাসার্ধ } r_1 = 0.99677\text{m}$$

$$\text{ধাতব বেড়ের আদি তাপমাত্রা } T_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$\text{ধাতব বেড়ের পরিবর্তিত ব্যাসার্ধ } r_2 = 1\text{m}$$

$$\text{বেড়ের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ } \alpha = 1.16 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$$

ধরি,

$$\text{বেড়টিকে কাঠের চাকায় পরাতে তাপমাত্রা } T_2^\circ\text{C লাগে।}$$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{r_2 - r_1}{r_1(T_2 - T_1)}$$

$$\text{বা, } T_2 - T_1 = \frac{r_2 - r_1}{\alpha r_1}$$

$$\text{বা, } T_2 - T_1 = \frac{1 - 0.99677}{1.16 \times 10^{-5} \times 0.99677}$$

$$\text{বা, } T_2 = 279.35 + 20$$

$$\text{বা, } T_2 = 299.35^\circ\text{C}$$

সুতরাং, বেড়টিকে চাকায় পরাতে তাপমাত্রা 279.4°C করতে হয়।

প্রশ্ন ▶ ১২ ভারত ও বাংলাদেশের যৌথ চুক্তির আওতায় উভয় দেশ তাদের সীমান্তবর্তী শহরগুলোতে রেলযোগাযোগ স্থাপনের বিষয়ে ঐক্যমতে পৌঁছাল। নতুন রেলপথ স্থাপনের জন্য একটি ঠিকাদার প্রতিষ্ঠানকে এ দায়িত্ব দেওয়া হলে তারা উভয় দেশের ভৌগোলিক অবস্থা ও তাপমাত্রার পরিবর্তন মাথায় রেখে 37°C তাপমাত্রার ব্যবধানে 1000m দৈর্ঘ্যের পাতের রেলপথ স্থাপন করল এবং পাতগুলোর সংযোগ স্থলে মোট 15.3cm ফাঁক রাখল।

◀ শিখনফল-৬

- ক. 1°C কী? ১
 খ. তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় কেন? ২
 গ. স্থাপনকৃত রেলপাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. যদি পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $12 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ হয় তাহলে 40°C তাপমাত্রা ব্যবধানে ঐ লাইনে রেল চলাচল করতে পারবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্বাভাবিক চাপে গলন্ত বরফের এবং ফুটন্ত পানির তাপমাত্রার ব্যবধানের একশত ভাগের এক ভাগই 1°C বা এক ডিগ্রি সেলসিয়াস।

খ কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে বস্তুর মধ্যে অণুগুলোর গতিশক্তির বৃদ্ধি পায়। তখন একই কম্পন শক্তি নিয়ে প্রতিটি অনু ভিতরের দিকে যতটা সরে আসে বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে আসে। এর ফলে প্রত্যেক অণু গড় সাম্যাবস্থান থেকে বাইরের দিকে সরে যায় এবং কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

গ

আমরা জানি,

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

$$= \frac{15.3 \times 10^{-2}}{1000 \times 37}$$

$$= 4.135 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

এখানে,

$$\text{পাতের দৈর্ঘ্য, } l_1 = 1000 \text{ m}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, } l_2 - l_1 = 15.3 \text{ cm} = 15.3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{তাপমাত্রার ব্যবধান, } \Delta T = 37^\circ\text{C} = 37\text{K}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, } \alpha = ?$$

স্থাপনকৃত পাতের নির্ণেয় দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $4.135 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ । (Ans.)

ঘ আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta T}$$

$$\text{বা, } \Delta l = \alpha \times l_1 \times \Delta \theta$$

$$= 12 \times 10^{-6} \times 1000 \times 40$$

$$= 0.48 \text{ m}$$

$$= 48 \text{ cm}$$

অতিরিক্ত দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি

$$= (48 - 15.3) \text{ cm}$$

$$= 32.7 \text{ cm}$$

এখানে,

$$\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,}$$

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

$$\text{তাপমাত্রার ব্যবধান,}$$

$$\Delta T = 40^\circ\text{C} = 40\text{K}$$

$$\text{পাতের আদি দৈর্ঘ্য,}$$

$$l_1 = 1000\text{m}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি} = ?$$

সুতরাং 40°C তাপমাত্রা ব্যবধানে রেল পাতটি বেঁকে যাবে, ফলে ঐ লাইন দিয়ে রেল চলাচল করতে পারবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৩ ইস্পাতের একটি কাচ গোলকের ভেতরের এবং বাইরের পৃষ্ঠের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 2cm ও 2.5cm । চুল্লীতে উত্তপ্ত করে এর তাপমাত্রা 50°C পর্যন্ত বাড়ানো হলো। ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-৬

- ক. ভূ-তাপীয় শক্তি কী? ১
 খ. শীতকালে কাপড় দুত শুকায় কেন? ২
 গ. গোলকের ভিতর ও বাইরের পৃষ্ঠের ক্ষেত্র প্রসারণ বের করো। ৩
 ঘ. গোলকটির আয়তন প্রসারণ নির্ণয় করো। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পৃথিবীর অভ্যন্তরে রয়েছে উত্তপ্ত আগ্নেয়গিরি। এ সকল আগ্নেয়গিরির তাপ ব্যবহার করে এখনো ব্যাপকভাবে শক্তি উৎপাদন করা যায় না। তবে কিছু স্থানে ভূ-প্রাকৃতিক কারণে এ তাপ হতে অল্প পরিমাণে শক্তি উৎপাদন করা যায়। এটিই ভূ-তাপীয় শক্তি।

খ) বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়। শীতকালে বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম থাকে। ফলে শীতকালে ভেজা কাপড়ের পানি দ্রুত বাষ্পীভূত হতে পারে। তাই শীতকালে কাপড় দ্রুত শুকায়।

গ)

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 2\alpha$

$$= 2 \times 11 \times 10^{-6}$$

$$= 22 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

ভিতরের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $A_1 = 4\pi r_1^2$

∴ ভিতরের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল প্রসারণ,

$$\Delta A_1 = A_1 \beta \Delta T$$

$$= 4\pi r_1^2 \beta \Delta T$$

$$= 4\pi \times (0.02)^2 \times 22 \times 10^{-6} \times 50$$

$$= 5.529 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$= 5.529 \text{ mm}^2 \text{ (Ans.)}$$

বাইরের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল প্রসারণ, $\Delta A_2 = A_2 \beta \Delta T$

$$= 4\pi r_2^2 \beta \Delta T$$

$$= 4\pi (0.025)^2 \times 22 \times 10^{-6} \times 50$$

$$= 8.639 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$= 8.639 \text{ mm}^2 \text{ (Ans.)}$$

ঘ) গোলকটির আয়তন, $V_0 = \frac{4}{3} \pi (r_2^3 - r_1^3)$

∴ আয়তন প্রসারণ, $\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$

$$= 3\alpha \cdot \frac{4}{3} \pi (r_2^3 - r_1^3) \Delta T$$

$$= 4\pi \alpha (r_2^3 - r_1^3) \Delta T$$

$$= 4\pi \times 11 \times 10^{-6} \times (2.5^3 - 2^3) \times 50 \text{ cm}^3$$

$$= 0.0527 \text{ cm}^3$$

$$= 52.7 \text{ mm}^3$$

$$= 52.7 \text{ mm}^3$$

অতএব, তাপ প্রয়োগে গোলকটির আয়তন প্রসারণ 52.7 cm^3 ।

প্রশ্ন ১৪ কাচ পাত্রে রাখা 0°C তাপমাত্রায় 250 cm^3 পারদের তাপমাত্রা 30°C এ উন্নীত করা হলো। পারদের আপাত প্রসারণ সহগ $14.66 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ । কাচ ও তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ যথাক্রমে $1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ও $16 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-৬ ও ৭

- ক. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কী? ১
- খ. বাদুর কীভাবে চলাচল করে ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. পারদের প্রকৃত প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. কাচ পাত্রের পরিবর্তে তামার পাত্র ব্যবহার করলে পারদের আপাত প্রসারণ সমান হবে কি— গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

খ) শব্দের প্রতিধ্বনির সাহায্যে বাদুর পথ চলে। বাদুর চোখে দেখে না। বাদুর শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করতে পারে এবং শুনতেও পারে। বাদুর শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করে সামনে ছড়িয়ে দেয়। ঐ শব্দ কোনো প্রতিবন্ধকে বাধা পেয়ে আবার বাদুরের কাছে চলে আসে। ফিরে আসা শব্দ শূন্যে বুঝতে পারে সামনে কোনো বস্তু আছে। কিন্তু বাধা পেয়ে শব্দ ফিরে না এলে এটি বুঝতে পারে সামনে ফাঁকা জায়গা আছে, তখন সেই পথ বরাবর এটি উড়ে চলে।

গ) এখানে,

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

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 0^\circ\text{C}$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 30^\circ\text{C}$

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 30^\circ\text{C} = 30\text{K}$

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

কাচের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha_g = 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

কাচের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma_g = 3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

মনে করি, পারদের প্রকৃত প্রসারণ সহগ γ_r

প্রকৃত প্রসারণ = আপাত প্রসারণ + পাত্রের প্রসারণ

$$\text{বা, } \Delta V_r = \Delta V_{ag} + \Delta V_g$$

$$\text{বা, } V_0 \gamma_r \Delta T = V_0 \gamma_{ag} \Delta T + V_0 \gamma_g \Delta T$$

$$\text{বা, } \gamma_r = \gamma_{ag} + \gamma_g$$

$$\therefore \gamma_r = \gamma_{ag} + 2\alpha_g$$

$$= [14.66 \times 10^{-5} + 3 \times 10^{-6}] \text{ K}^{-1}$$

$$= 14.96 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ) দেওয়া আছে,

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha_c = 16 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

∴ তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma_c = 3\alpha_c$

$$\therefore \gamma_c = 3 \times 16 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$= 48 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

তামার পাত্রে পারদের আপাত প্রসারণ সহগ γ_{ac} হলে,

$$\gamma_r = \gamma_{ac} + \gamma_c$$

$$\text{বা, } \gamma_{ac} = \gamma_r - \gamma_c$$

$$= [17.66 \times 10^{-5} - 48 \times 10^{-6}] \text{ K}^{-1}$$

$$= 12.86 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

কাচ পাত্রে আপাত প্রসারণ, $\Delta V_{ag} = V_0 \gamma_{ag} \Delta T$

$$= V_0 \gamma_{ag} (T_2 - T_1)$$

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

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

তামার পাত্রে আপাত প্রসারণ, $\Delta V_{ac} = V_0 \gamma_{ac} (T_2 - T_1)$

$$= 250 \times 12.86 \times 10^{-5} \times 30 \text{ cm}^3$$

$$= 0.9645 \text{ cm}^3$$

$\Delta V_{ac} \neq \Delta V_{ag}$; অতএব পারদের আপাত প্রসারণ দুই ভিন্ন পাত্রে ভিন্ন ভিন্ন হবে, সমান হবে না।

প্রশ্ন ১৫ একটি ধাতব নিরেট গোলকে 4200J তাপ প্রদান করায় এর তাপমাত্রা 10°C বৃদ্ধি পেল। ধাতুটির ঘনত্ব 12000 kgm^{-3} , আপেক্ষিক তাপ $420 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ এবং দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $8.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-৬ ও ৮

- ক. ঘনীভবন কী? ১
- খ. বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
- গ. গোলকটির ভর নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গোলকটির তাপমাত্রা 100°C বৃদ্ধি করা হলে 54.2 mm অভ্যন্তরীণ ধার বিশিষ্ট একটি ঘনক আকৃতির বাক্সে প্রবেশ করানো যাবে কি না? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো পদার্থের বায়বীয় অবস্থা হতে তরল অবস্থায় রূপান্তর হল ঘনীভবন।

খ) বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে পার্থক্য:

বাষ্পায়ন	স্ফুটন
i. যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধুমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্প পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে।	i. তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রুত বাষ্প পরিণত হওয়ার ঘটনা হল স্ফুটন।
ii. বাষ্পায়ন ঘটে সাধারণ কক্ষ তাপমাত্রায় বা নিম্নতর তাপমাত্রায়।	ii. স্ফুটন ঘটে তরলের স্ফুটনাঙ্কের তাপমাত্রায়।

গ)

আমরা জানি,

$$Q = ms(T_2 - T_1)$$

$$\text{বা, } m = \frac{Q}{s(T_2 - T_1)}$$

$$\text{বা, } m = \frac{4200}{420 \times 10}$$

$$\therefore m = 1 \text{ kg (Ans.)}$$

এখানে,

গোলকের উপর প্রযুক্ত তাপ, $Q = 4200 \text{ J}$

গোলকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 10^\circ\text{C} = 10 \text{ K}$

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

গোলকের ভর, $m = ?$

ঘ) এখানে, 'গ' হতে গোলকের ভর, $m = 1 \text{ kg}$

গোলকের উপাদানের ঘনত্ব, $\rho = 12000 \text{ kgm}^{-3}$

ধরি, গোলকের ব্যাস = $d_1 \text{ m}$

$$\therefore \text{গোলকের আয়তন, } V = \frac{1}{6} \pi d_1^3 \text{ m}^3$$

$$\text{আবার, } \rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } V = \frac{m}{\rho}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{6} \pi \times d_1^3 = \frac{m}{\rho}$$

$$\text{বা, } d_1^3 = \frac{1 \times 6}{3.1416 \times 12000}$$

$$\text{বা, } d_1 = 0.0542 \text{ m}$$

$$\therefore d_1 = 54.19 \text{ mm}$$

এখন, গোলকের আদি ব্যাস, $d_1 = 54.2 \text{ mm}$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 8.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 100^\circ\text{C} = 100 \text{ K}$

ঘনকের অভ্যন্তরীণ ধারের দৈর্ঘ্য, $l = 54.2 \text{ mm}$

ধরি, গোলকের ব্যাস বৃদ্ধি = $d_2 - d_1 \text{ mm}$

$$\text{আমরা জানি, } \alpha = \frac{d_2 - d_1}{d_1 \Delta T}$$

$$\text{বা, } 8.6 \times 10^{-6} = \frac{d_2 - d_1}{54.19 \times 100}$$

$$\therefore d_2 - d_1 = 0.0466 \text{ mm}$$

\therefore গোলকের পরিবর্তিত ব্যাস, $d_2 = d_1 + 0.0466 \text{ mm}$

$$= (54.19 + 0.0466) \text{ mm}$$

$$= 54.2366 \text{ mm}$$

$\therefore d_2 > l$

সুতরাং গোলকটির তাপমাত্রা 100°C বৃদ্ধি করলে তাকে 54.2 mm

অভ্যন্তরীণ ধারবিশিষ্ট ঘনক আকৃতির বাক্সে প্রবেশ করানো যাবে না।

প্রশ্ন ১৬ 1kg ভরের তামার পাত্রের দৈর্ঘ্য 50cm, প্রস্থ 30cm এবং উচ্চতা 20cm। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ এবং আপেক্ষিক তাপ $400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ।

◀শিখনফল-৬ ও ৮

ক. নিম্ন স্থিরাঙ্ক কী? ১

খ. তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ২

গ. 40°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পাত্রের আয়তন কত বৃদ্ধি পাবে? ৩

ঘ. তামার পাত্রের তাপমাত্রা 25°C বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন সেই তাপ দিয়ে সমান ভরের পানির (40°C তাপমাত্রার) তাপমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি ঘটানো যাবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলে পানি হয় অথবা বিশুদ্ধ পানি জমে বরফ হয় সেই তাপমাত্রাই নিম্ন স্থিরাঙ্ক।

খ) কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা বলে। আবার যদি বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ s হয়, তবে একক ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে s জুল তাপের প্রয়োজন হয়।

$\therefore 1 \text{ kg}$ বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে তাপের প্রয়োজন = s জুল

$\therefore m \text{ kg}$ বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে তাপের প্রয়োজন = ms জুল

এটাই $m \text{ kg}$ ভরের বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা

অতএব, তাপধারণ ক্ষমতা, $C = ms$ জুল

বা, তাপধারণ ক্ষমতা = ভর \times আপেক্ষিক তাপ

$$\text{সুতরাং আপেক্ষিক তাপ} = \frac{\text{তাপধারণ ক্ষমতা}}{\text{ভর}}$$

এটাই তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের সম্পর্ক।

গ) এখানে,

তামার পাত্রের আদি দৈর্ঘ্য, $l = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

প্রস্থ, $b = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$

এবং উচ্চতা, $h = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

\therefore তামার পাত্রের আদি আয়তন, $V_1 = lbh$

$$= 0.5 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}$$

$$= 0.03 \text{ m}^3$$

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

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

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $(T_2 - T_1) = 40^\circ\text{C} = 40 \text{ K}$

আয়তন বৃদ্ধি, $(V_2 - V_1) = ?$

এখন, আয়তন প্রসারণ সহগ,

$$\gamma = 3\alpha$$

$$= 3 \times 16.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} = 5.01 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

আমরা জানি,

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)}$$

বা, $V_2 - V_1 = \gamma \times V_1 \times (T_2 - T_1)$

$$= 5.01 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \times 0.03 \text{ m}^3 \times 40 \text{ K} = 6.012 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$\therefore 40^\circ\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পাত্রের আয়তন বৃদ্ধি পাবে $6.012 \times 10^{-5} \text{ m}^3$. (Ans.)

ঘ এখানে,

তামার পাত্রের ভর, $m = 1\text{kg}$

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

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 25^\circ\text{C} = 25\text{K}$

প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = ?$

আমরা জানি, $Q = ms(T_2 - T_1)$

বা, $Q = 1\text{kg} \times 400\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 25\text{K}$

$\therefore Q = 10 \times 10^3\text{J}$

পানির আপেক্ষিক তাপ $s_1 = 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

ধরি, পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে $(T_4 - T_3)^\circ\text{C}$

এখন, $Q = ms_1(T_4 - T_3)$

বা, $10 \times 10^3\text{J} = 1\text{kg} \times 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times (T_4 - T_3)\text{K}$

[সমান ভর বলে তামার পাত্রের ভর = পানির ভর]

$$(T_4 - T_3)\text{K} = \frac{10 \times 10^3\text{J}}{1\text{kg} \times 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}} = 2.38\text{K}$$

$\therefore T_4 - T_3 = 2.38\text{K}$ বা, 2.38°C

সুতরাং তামার পাত্রের তাপমাত্রা 25°C বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ দিয়ে সমান ভরের পানির তাপমাত্রা 2.38°C বৃদ্ধি করা যাবে।

প্রশ্ন ▶ ১৭ একটি তামার ঘনকের আয়তন 216 m^3 । একটি তামার পাতের ক্ষেত্রফল 30°C তাপমাত্রায় 40 m^2 । এর তাপমাত্রা 70°C এ উন্নীত করা হলো। তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $50.1 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-৬

- ক. তাপমাত্রিক ধর্ম কী? ১
- খ. তাপ প্রয়োগে কঠিন বস্তুর প্রসারণ লাভের কারণ ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. তামার পাতের ক্ষেত্রফল কত বৃদ্ধি পাবে? ৩
- ঘ. উক্ত তাপমাত্রার পরিবর্তনে ঘনকটির একটি ধারের দৈর্ঘ্য কত হবে? ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন লক্ষ করে সহজে ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মকে পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম বলে।

খ তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে সকল পদার্থই প্রসারিত হয়। যখন কোনো বস্তু উত্তপ্ত হয় তখন বস্তুর প্রত্যেক অণুর তাপশক্তি তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। কঠিন পদার্থের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের বিপরীতে অণুগুলো আরো বর্ধিত শক্তিতে স্পন্দিত হতে থাকে ফলে সাম্যাবস্থা থেকে অণুগুলোর সরণ বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে কঠিন বস্তুর মধ্যে অণুগুলো যখন কাঁপতে থাকে তখন একই শক্তি নিয়ে ভিতর দিকে যতটা সরে আসতে পারে, বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। এর ফলে প্রত্যেক অণুর গড় সাম্যাবস্থান বাইরের দিকে সরে যায় এবং বস্তুটি প্রসারণ লাভ করে। তরল পদার্থের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের প্রভাব কম বলে তাপের কারণে এর প্রসারণ বেশি হয়। বায়বীয় পদার্থের বেলায় তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে অণুগুলোর ছুঁটাছুঁটি বৃদ্ধি পায়। তাপীয় প্রসারণ গ্যাসীয় পদার্থে সবচেয়ে বেশি, তরলে তার চেয়ে কম এবং কঠিন পদার্থে সবচেয়ে কম।

গ

আমরা জানি,

$$A_2 = A_1 + A_0\beta(T_2 - T_1)$$

বা, $A_2 - A_1 = A_0\beta(T_2 - T_1)$

বা, $A_2 - A_1 = 40 \times 33.4 \times 10^{-6} \times (70 - 30)$

$$\therefore A_2 - A_1 = 0.05344\text{ m}^2$$

(Ans.)

এখানে,

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ,

$$\gamma = 50.1 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$$

\therefore তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ,

$$\beta = \frac{2}{3}\gamma$$

$$= \frac{2}{3} \times 50.1 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$$

$$= 33.4 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$$

আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 40\text{ m}^2$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 30^\circ\text{C}$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 70^\circ\text{C}$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = ?$

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $A_2 - A_1 = ?$

ঘ

আমরা জানি,

$$V = V_0 + V_0\gamma(T_2 - T_1)$$

বা, $V = 216 + 216 \times 50.1 \times 10^{-6} \times (70 - 30)$

বা, $V = 216.432864\text{ m}^3$

\therefore ঘনকের প্রতি ধারের দৈর্ঘ্য দাঁড়ায়,

$$L = \sqrt[3]{V}$$

$$= \sqrt[3]{216.432864}$$

$$= 6.004\text{ m}$$

এখানে,

ঘনকের আদি আয়তন,

$$V_0 = 216\text{ m}^3$$

আয়তন প্রসারণ সহগ,

$$\gamma = 50.1 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 30^\circ\text{C}$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 70^\circ\text{C}$

চূড়ান্ত আয়তন, $V = ?$

তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর ঘনকের

প্রতি ধারের দৈর্ঘ্য, $L = ?$

প্রশ্ন ▶ ১৮ একই প্রকার দুটি কেটলির একটিতে 500g পানি এবং অপরটিতে সমান ভরের দুধ রাখা আছে। রতন আলী ব্যবহারিক ক্লাসের পরীক্ষাগারে এ রকম দুটি কেটলিকে পাশাপাশি স্থাপন করে উত্তপ্ত হতে দিল। সে লক্ষ করল যে, পানির কেটলির আগেই দুধের কেটলি থেকে বাষ্প বের হচ্ছে এবং দুধে বদবুদ সৃষ্টি হচ্ছে। উল্লেখ্য, দুধের কেটলির তাপমাত্রা 20°C থেকে 100°C এ উন্নীত করতে 152000J তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়েছিল।

◀ শিখনফল-৮ ও ৯

- ক. তাপধারণ ক্ষমতার একক কী? ১
- খ. দুধ অপেক্ষা পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি হলে দুধ ও পানি সমান গরম করতে হলে কোনটিতে অপেক্ষাকৃত কম তাপ দিতে হবে? ২
- গ. দুধের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. রতন আলীর পানির কেটলির আগেই দুধের কেটলি থেকে বাষ্প উঠলো কেন— বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপধারণ ক্ষমতার একক JK^{-1} ।

খ দুধ অপেক্ষা পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি হলে সমান পরিমাণে গরম করতে কোনটিতে বেশি বা কম তাপ দিতে হবে তা নির্ভর করে পদার্থদ্বয়ের আপেক্ষিক পরিমাণের উপর। $Q = ms(T_2 - T_1)$ সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, তাপমাত্রার সমান বৃদ্ধিতে $(T_2 - T_1)$ প্রযুক্ত তাপ, $Q \propto ms$ বা $Q \propto C$ । অর্থাৎ তাপধারণ ক্ষমতা কম হলে তাকে উত্তপ্ত

করতে কম তাপ লাগবে। দুধ ও পানির ক্ষেত্রে এই তাপ যথাক্রমে Q_m ও Q_w হলে $\frac{Q_m}{Q_w} = \frac{m_m s_m}{m_w s_w}$ বা $\frac{Q_m}{Q_w} = \frac{m_m}{m_w} \cdot \frac{s_m}{s_w}$ । $s_m < s_w$ ও $m_m = m_w$ হলে $\frac{Q_m}{Q_w} = \frac{s_m}{s_w} < 1$ অর্থাৎ দুধের ক্ষেত্রে কম তাপ লাগবে। আবার $\frac{m_m}{m_w} > \frac{s_w}{s_m}$ হলে অর্থাৎ দুধ ও পানির ভরের অনুপাত পানি ও দুধের আঃ তাপের অনুপাতের তুলনায় বেশি হলে $Q_m > Q_w$ হবে, অর্থাৎ সেক্ষেত্রে পানির জন্য কম তাপ লাগবে। আবার $\frac{m_m}{m_w} = \frac{s_w}{s_m}$ হলে $Q_m = Q_w$ হবে অর্থাৎ দুই ক্ষেত্রে সমান তাপ লাগবে।

অতএব দুধ ও পানির মধ্যে সমপরিমাণ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ এদের আঃ তাপ নয়, বরং তাপধারণ ক্ষমতার উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ দুধ গরম করতে অপেক্ষাকৃত কম তাপ দিতে হবে।

গ) আমরা জানি,

$$Q = ms(T_2 - T_1)$$

বা, $152000J = 0.5kg \times s \times 80K$

$$s = \frac{152000J}{0.5 \times 80} \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$= 3800\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

দুধের আপেক্ষিক তাপ $3800\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ (Ans.)

এখানে,
প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = 152000J$
দুধের ভর, $m = 500 \text{ g} = 0.5\text{kg}$
তাপমাত্রার পার্থক্য, $T_2 - T_1$
 $= (100 - 20)^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C}$
 $= 80K$
আপেক্ষিক তাপ, $s = ?$

ঘ) রতন আলীর পরীক্ষণীয় কেটলি দুটি যেহেতু একই প্রকারের এবং একই আগুনে পাশাপাশি বসানো আছে তাই মনে করি, একটি নির্দিষ্ট সময়ে প্রত্যেকটি কেটলি Q জুল তাপ উন্নের আগুন থেকে গ্রহণ করেছে। মনে করি, ঐ সময়ে পানির উষ্ণতা বৃদ্ধি T_w এবং দুধের উষ্ণতা বৃদ্ধি T_m ; পানির আপেক্ষিক তাপ s_w এবং দুধের আপেক্ষিক তাপ s_m ; পানি এবং দুধ প্রতিটির ভর 500g গ্রাম এবং কেটলির তাপধারণ ক্ষমতা $C \text{ JK}^{-1}$ ।

ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুসারে,

$$Q = (C + 500s_w)T_w = (C + 500s_m)T_m$$

বা, $\frac{T_m}{T_w} = \frac{C + 500s_w}{C + 500s_m}$

এখন যেহেতু $s_w > s_m \therefore T_m > T_w$ ।

এ কারণে নির্দিষ্ট সময়ে পানির চেয়ে দুধের উষ্ণতা অপেক্ষাকৃত বেশি বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ, দুধের উষ্ণতা বৃদ্ধির হার দ্রুততর হবে। ফলশ্রুতিতে, রতন আলীর পরীক্ষণীয় পানির কেটলির আগেই দুধের কেটলি থেকে বাষ্প বের হবে এবং দুধে বুদ্ধি সৃষ্টি হবে।

প্রশ্ন ▶ ১৯ 100°C তাপমাত্রার 100 gm পানির সাথে 0°C তাপমাত্রার 50 gm বরফ মিশ্রিত করা হলো। বরফের আপেক্ষিক তাপ $2100 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ 336000 Jkg^{-1} , বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 2268000 Jkg^{-1}

◀ শিখনফল-৯

- ফারেনহাইট স্কেলে উর্ধ্ব স্থিরাংকের মান কত? ১
- প্রেসার কুকারে তাড়াতাড়ি রান্না করা যায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- বরফ গলনে তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) ফারেনহাইট স্কেলে উর্ধ্ব স্থিরাংক 212°F ।

খ) আমরা জানি, পানির স্ফুটনাংক বাড়লে অধিক তাপমাত্রায় পানি বাষ্প পরিণত হবে এবং রান্নার ক্ষেত্রে তা অধিক সুবিধাজনক। কারণ তরকারি বা খাদ্যদ্রব্য সিদ্ধ হতে যথেষ্ট তাপ পায়। ফলে পানিতে স্ফুটনাংক বাড়িয়ে রান্না করার সময় কমানো সম্ভব। আবার চাপ বাড়লে পানির স্ফুটনাংক বাড়ে।

প্রেসার কুকারে চাপ বাড়িয়ে পানির স্ফুটনাংককে বাড়ানো হয়। এভাবে পানির স্ফুটনাংক প্রায় 120°C পর্যন্ত করা সম্ভব। আর এই নীতিকে কাজে লাগিয়েই প্রেসার কুকারে তাড়াতাড়ি রান্না করা যায়। কোনো কারণে কুকারের মধ্যে চাপ বেড়ে গেলে অতিরিক্ত চাপ ভালভের ভিতর দিয়ে বেরিয়ে যায়।

গ)

0°C তাপমাত্রার বরফ 0°C তাপমাত্রার পানিতে অর্থাৎ সম্পূর্ণ বরফ গলনে গৃহীত তাপ,
 $Q = mL$
 $= 0.05 \times 336000$
 $= 16800 \text{ J (Ans.)}$

এখানে,
বরফের ভর, $m = 50 \text{ gm}$
 $= 0.05 \text{ kg}$
বরফের তাপমাত্রা, $T = 0^\circ\text{C}$
বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ,
 $L = 336000 \text{ Jkg}^{-1}$

ঘ) মনে করি, মিশ্রণের তাপমাত্রা $= T^\circ\text{C}$ ।

প্রথমে বরফ গলবে, এরপর মিশ্রণের তাপমাত্রায় পৌঁছাবে।

বরফ গলার প্রয়োজনীয় তাপ,

$$m_i L = 16800 \text{ J ('গ' অংশ হতে)}$$

গলার পর 0°C থেকে T পর্যন্ত তাপমাত্রা

$$\text{বাড়ার জন্য গৃহীত তাপ} = m_s s_w (T - 0)$$

আবার, 100°C তাপমাত্রার পানি মিশ্রণের

তাপমাত্রা $T^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় পৌঁছাতে বর্জিত

$$\text{তাপ} = m_w s_w (100 - T)$$

ক্যালরিমিতির মূলনীতি থেকে—

$$m_i L + m_s s_w (T - 0) = m_w s_w (100 - T)$$

$$\text{বা, } 16800 + 0.05 \times 4200 T = 0.1 \times 4200 (100 - T)$$

$$\text{বা, } 16800 + 210T = 42000 - 420T$$

$$\text{বা, } 210T + 420T = 42000 - 16800$$

$$\text{বা, } 630 T = 25200$$

$$\text{বা, } T = \frac{25200}{630} = 40^\circ\text{C}$$

উদ্দীপকের মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা 40°C ।

প্রশ্ন ▶ ২০ 0.2 kg ভরের একটি পিতলের বলকে একটি চুল্লি থেকে তুলে 25°C তাপমাত্রার 150 gm পানিতে ডুবানো হলো। পিতলের বলের বর্জিত সমস্ত তাপ পানি গ্রহণ করেছে বলে মনে হলো এবং উভয়ের তাপমাত্রা 67°C এ পৌঁছাল। পিতলের আপেক্ষিক তাপ $380 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ । ◀ শিখনফল-৯

- পুনঃশীলীভবন কী? ১
- দুটি রেল লাইনের সংযোগস্থলে ফাঁকা রাখা হয় কেন? ২
- উদ্দীপকে চুল্লি থেকে তোলা সময় পিতলের বলের তাপমাত্রা কত ছিল? ৩
- যদি বলটাকে 200 gm ভরের তামার পাত্রের 25°C তাপমাত্রার 150 gm পানিতে রাখা হতো, তাহলে মিশ্রণের তাপমাত্রা কত হতো? ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চাপ প্রয়োগ করে কোনো কঠিন পদার্থ কে তরলে পরিণত করা এবং চাপ হ্রাস করে আবার কঠিন অবস্থায় পরিণত করার প্রক্রিয়াকে পুনঃশিলীভবন বলে।

খ রেল লাইনের ওপর দিয়ে যখন ট্রেন চলে, তখন ঘর্ষণের কারণে অল্প সময়ের মধ্যে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। এতে করে রেল লাইনের তাপমাত্রা অনেক বেড়ে যায়। ফলে রেল লাইনটি (ধাতব উপাদানে তৈরি হওয়ায়) খানিকটা প্রসারিত হয়। এই প্রসারণের কারণে লাইনটি যেন বেঁকে না যায়, এজন্য দুটি রেল লাইনের সংযোগ স্থলে কিছুটা ফাঁকা রাখা হয়।

গ

আমরা জানি,

পিতল কর্তৃক বর্জিত তাপ—

$$Q_1 = m_s \cdot s_s \cdot \Delta\theta$$

$$\text{বা, } Q_1 = 0.2 \times 380 \times (\theta - 67)$$

$$\text{বা, } Q_1 = 76 \times (\theta - 67) \dots (i)$$

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ—

$$Q_2 = m_w \cdot s_w \cdot \Delta\theta$$

$$\text{বা, } Q_2 = 0.15 \times 4200 \times 42$$

$$\text{বা, } Q_2 = 26460 \text{ J}$$

ক্যালরিমিতির মূলনীতি থেকে পাই—

বর্জিত তাপ = গৃহীত তাপ

$$\text{বা, } Q_1 = Q_2$$

$$\text{বা, } 76 \times (\theta - 67) = 26460$$

$$\text{বা, } \theta - 67 = 348.16$$

$$\text{বা, } \theta = 348.16 + 67$$

$$\therefore \theta = 415.16 \text{ }^\circ\text{C (Ans.)}$$

ঘ ধরি,

মিশ্রণের তাপমাত্রা হবে, $\theta^\circ\text{C}$ ।

১ম ক্ষেত্রে, পিতলের বল কর্তৃক হারানো তাপ—

$$Q_1 = m_1 s_1 \Delta\theta_1$$

$$\text{বা, } Q_1 = 0.2 \times 380 \times (415.16 - \theta)$$

$$\text{বা, } Q_1 = 76 \times (415.16 - \theta)$$

এখানে,

পিতলের বলের ভর, $m_s = 0.2 \text{ kg}$

পিতলের আদি তাপমাত্রা = $\theta^\circ\text{C}$

(ধরি)

মিশ্রণের তাপমাত্রা = 67°C

তাপমাত্রার পার্থক্য,

$$\Delta\theta = (\theta - 67) \text{ K}$$

পিতলের আঃ তাপ,

$$s_s = 380 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

পানির ভর, $m_w = 150 \text{ gm}$

$$= 0.15 \text{ kg}$$

পানির আদি তাপমাত্রা = 25°C

পানির তাপমাত্রার পরিবর্তন,

$$\Delta\theta = (67 - 25) \text{ K}$$

$$= 42 \text{ K}$$

পানির আঃ তাপ,

$$s_w = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

এখানে,

পিতলের ভর, $m_1 = 0.2 \text{ kg}$

পিতলের আঃ তাপ,

$$s_1 = 380 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

(গ) হতে পাই,

পিতলের আদি তাপমাত্রা

$$= 415.16^\circ\text{C}$$

তাপমাত্রার পরিবর্তন,

$$\Delta\theta_1 = (415.16 - \theta) \text{ K}$$

২য় ক্ষেত্রে, পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ—

$$Q_2 = m_2 s_2 \Delta\theta_2$$

$$\text{বা, } Q_2 = 0.15 \times 4200 \times (\theta - 25)$$

$$\text{বা, } Q_2 = 630 \times (\theta - 25)$$

এখানে,

পানির ভর, $m_2 = 150 \text{ gm}$

$$= 0.15 \text{ kg}$$

পানির আঃ তাপ,

$$s_2 = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

পানির আদি তাপমাত্রা = 25°C

তাপমাত্রার পরিবর্তন,

$$\Delta\theta_2 = (\theta - 25) \text{ K}$$

৩য় ক্ষেত্রে, তামার পাত্র কর্তৃক গৃহীত তাপ—

$$Q_3 = m_3 s_3 \Delta\theta_3$$

$$\text{বা, } Q_3 = 0.2 \times 400 \times (\theta - 25)$$

$$\text{বা, } Q_3 = 80 \times (\theta - 25)$$

এখানে,

তামার পাত্রের ভর,

$$m_3 = 200 \text{ gm}$$

$$= 0.2 \text{ kg}$$

তামার আঃ তাপ,

$$s_3 = 400 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

তামার আদি তাপমাত্রা = 25°C

তাপমাত্রার পরিবর্তন,

$$\Delta\theta_3 = (\theta - 25) \text{ K}$$

ক্যালরিমিতির মূলনীতি থেকে আমরা পাই—

গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

$$\text{বা, } Q_2 + Q_3 = Q_1$$

$$\text{বা, } 630 \times (\theta - 25) + 80 \times (\theta - 25) = 76 \times (415.16 - \theta)$$

$$\text{বা, } (\theta - 25) \times 710 = 76 (415.16 - \theta)$$

$$\text{বা, } 710\theta + 76\theta = 76 \times 415.16 + 25 \times 710$$

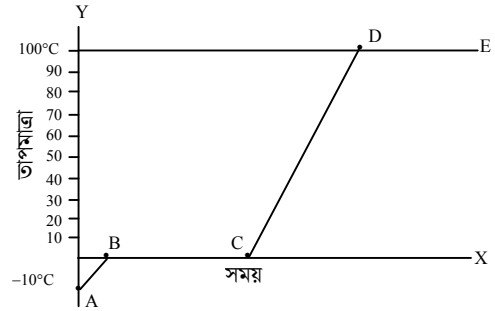
$$\text{বা, } 786\theta = 49302.16$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{49302.16}{786}$$

$$\therefore \theta = 62.73^\circ\text{C}$$

\therefore মিশ্রণের তাপমাত্রা হবে 62.73°C ।

প্রশ্ন ২১



0.2kg ভরের বরফের অবস্থার পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুগুতাপ 336000 Jkg^{-1} . ◀ পিখনফল-১০ ও ১৩

- ক. ঘনত্ব কাকে বলে? ১
- খ. গরমের দিনে মাটির কলসির পানি ঠান্ডা থাকে কেন? ২
- গ. A থেকে D পর্যন্ত বরফের অবস্থার পরিবর্তন হতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. চাপ বৃদ্ধি করা হলে উপরোক্ত লেখের উপর কীরূপ প্রভাব পড়বে— বিশ্লেষণ কর। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে।

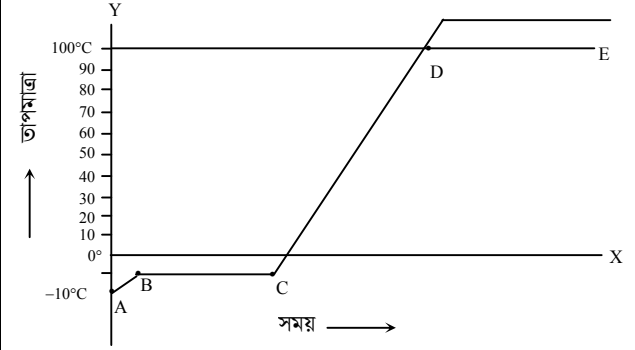
খ গরমের দিনে নতুন মাটির কলসিতে পানি রাখলে ঐ পানি ঠান্ডা থাকে। মাটির কলসির গায়ে অসংখ্য ছিদ্র থাকে ঐ ছিদ্র দিয়ে সর্বদা পানি চুইয়ে বাহিরে আসে এবং বাষ্প পরিণত হয়। এজন্য প্রয়োজনীয় সুগুতাপ কলসির পানি সরবরাহ করে এবং ঠান্ডা হয়।

গ -10°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার বরফে আনতে প্রয়োজনীয় তাপ, $Q_1 = 0.2 \times 2100 \times 10 = 4200 \text{ J}$
 0°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে আনতে প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ, $Q_2 = 0.2 \times 336000 = 67200 \text{ J}$
 0°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রায় নিতে প্রয়োজনীয় তাপ,
 $Q_3 = 0.2 \times 4200 \times 100 = 84000 \text{ J}$
 \therefore মোট প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$
 $= 4200 + 67200 + 84000$
 $= 155400 \text{ J (Ans.)}$

ঘ উদ্দীপকের লেখ হতে দেখা যায় যে, -10°C তাপমাত্রার বরফকে তাপ দিলে তা 0°C (AB অংশ) এ পৌঁছায়। তারপর তা বরফ গলনের সুপ্ততাপ গ্রহণ করে এবং সম্পূর্ণরূপে গলে যায় (BC অংশ)। পুনরায় তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে গলিত পানি 100°C এ পৌঁছায়। আরও তাপ বাড়ালে পানি বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ গ্রহণ করে বাষ্পে পরিণত হয়। আমরা জানি, বরফ গলে পানিতে পরিণত হলে তার আয়তন কমে যায়। এজন্য চাপ বৃদ্ধি করা হলে তার গলনাঙ্ক কমে 0°C এর নিচে চলে আসবে।

অপরদিকে, তরলের স্ফুটনাঙ্ক চাপ বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায়। এজন্য চাপ বৃদ্ধি করা হলে পানির স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে 100°C এর উপরে চলে যাবে।

এক্ষেত্রে গ্রাফটি হবে নিম্নরূপ—



সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

► উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ► ২৩ দশম শ্রেণির বিজ্ঞান বিভাগের ছাত্রী সুমি 0°C তাপমাত্রার 10 m দৈর্ঘ্য 100 m^2 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট ইস্পাতের দণ্ডকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে এর আয়তন 1003.3 m^3 হলো। সে এ পরীক্ষা থেকে বুঝতে পারল যে, তাপ প্রয়োগে ইস্পাতে প্রসারণ ঘটেছে।

◀ শিখনফল-৩ ও ৬

- | | |
|---|---|
| ক. দণ্ডটিতে কোন ধরনের প্রসারণ ঘটেছে? | ১ |
| খ. 4°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি কেন? | ২ |
| গ. সুমির ব্যবহৃত দণ্ডটির প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। | ৩ |
| ঘ. সুমির ব্যবহৃত দণ্ডটির দৈর্ঘ্য ও ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির মান কি একই হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দণ্ডটিতে আয়তন প্রসারণ বিবেচনা করা হয়েছে।
খ 4°C তাপমাত্রার পানিকে শীতল বা উত্তপ্ত যাই করা হোক না কেন তা আয়তনে বৃদ্ধি পায়। তাই 4°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি।

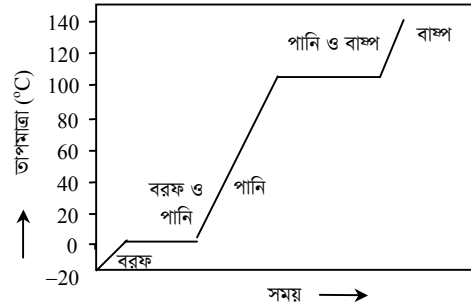


সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ 1000 m^3 আয়তনের কোনো ইস্পাতের দণ্ডকে 0°C হতে 100°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করলে এর আয়তন 1003.3 m^3 হয়। ইস্পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ কত?

ঘ 10 m দৈর্ঘ্য এবং 100 m^2 ক্ষেত্রফলের একটি ইস্পাতের দণ্ডের তাপমাত্রা 100°C বৃদ্ধি করা হলে দৈর্ঘ্য ও ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির মান সমান হবে কিনা— তা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ► ২৫ 1.5 kg ভরের একটি বরফকে তাপ দেয়া হলো এবং নিচের গ্রাফ অনুযায়ী এর অবস্থার পরিবর্তন হয়।



◀ শিখনফল-৫ ও ১৫

- | | |
|--|---|
| ক. সুপ্ত তাপ কী? | ১ |
| খ. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ বলতে কী বোঝায়? | ২ |
| গ. ৫ম ধাপে মোট কত তাপ প্রয়োজন হবে? | ৩ |
| ঘ. দেখাও যে, ২য় এবং ৪র্থ ধাপে তাপমাত্রা ধ্রুব থাকলেও প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ সমান নয়। | ৪ |

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রার পরিবর্তন না করে শুধুমাত্র একক ভরের কোনো পদার্থকে এক অবস্থা হতে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণকে সুপ্ততাপ বলে।

খ 1 m দৈর্ঘ্যের কোনো দণ্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে এর দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে এর উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ বলতে বোঝায়, 1 m দৈর্ঘ্যের তামার দণ্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে এর দৈর্ঘ্য $16.7 \times 10^{-6} \text{ m}$ বৃদ্ধি পায়।

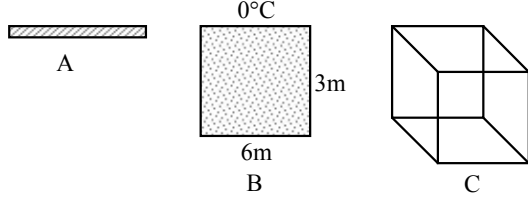


সুপার টিপস্ : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে।

গ 100°C তাপমাত্রায় 1.5 kg পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ নির্ণয় কর।

ঘ 0°C তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ বরফকে 0°C তাপমাত্রায় পানিতে পরিণত করতে ও 100°C তাপমাত্রার সমপরিমাণ পানিকে বাষ্পে পরিণত করতে একই তাপ লাগবে কি-না বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ▶ ২৬



◀ শিখনফল-৬

- ক. প্রকৃত প্রসারণ কাকে বলে? ১
- খ. ইস্পাতের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ বলতে কী বোঝ? ২
- গ. যদি B বস্তুর ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $23.2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ হয় তবে 30°C তাপমাত্রায় এর ক্ষেত্রফল কত হবে? ৩
- ঘ. A, B, C যদি একই উপাদানের বস্তু হয় তবে এদের প্রসারণ সহগের পারস্পরিক সম্পর্ক মূল্যায়ন কর। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরল পদার্থকে পাঠে না রেখে উত্তপ্ত করা সম্ভব হলে তরলের যে আয়তন প্রসারণ পাওয়া যেত তাকে তরলের প্রকৃত প্রসারণ বলে।

খ ইস্পাতের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ বলতে বোঝায় 1m² ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ পাতের ক্ষেত্রফল $22 \times 10^{-6} \text{m}^2$ বৃদ্ধি পায়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 5°C তাপমাত্রায় একটি সীসার পাতের ক্ষেত্রফল 4m²। সীসার ক্ষেত্রপ্রসারণ সহগ $55 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ হলে 55°C তাপমাত্রায় এর ক্ষেত্রফল কত হবে?

ঘ কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্র ও আয়তন প্রসারণ সহগের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

প্রশ্ন ▶ ২৮ নিম্নে কয়েকটি কাচের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ (273K এবং 373K) দেওয়া হল :

সংখ্যা	কাচের নাম	K ⁻¹
১	পাইরেক্স	8.60×10^{-6}
২	ক্রাউন	8.80×10^{-6}
৩	ফ্লিন্ট	8.84×10^{-6}

প্রত্যেক কাচের দৈর্ঘ্য 1m।

◀ শিখনফল-৬

- ক. কেলভিন স্কেলে বরফের গলনাঙ্ক কত? ১
- খ. কোনো পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ জানা প্রয়োজন কেন? ২
- গ. ক্রাউন কাচের পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য কত? ৩
- ঘ. ছকে উল্লিখিত কাচগুলো থেকে কোনটি দিয়ে পরীক্ষাগারে জিনিস তৈরি করবে গাণিতিক বিশ্লেষণে মতামত দাও। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কেলভিন স্কেলে বরফের গলনাঙ্ক 273 K।

খ নির্দিষ্ট তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পদার্থ কতটুকু প্রসারিত হয় তা অনেক সময় জানা প্রয়োজন হয়। দৈর্ঘ্য প্রসারাজ্ঞ জানা থাকলে পদার্থের প্রসারণের এই পরিমাণ জানা সম্ভব হয়। যেমন— রেললাইনে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে কতটুকু প্রসারিত হবে তা জানা থাকলে লাইন বেঁকে যাওয়া জনিত রেল দুর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব হয়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ $8.80 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ দৈর্ঘ্য প্রসারাজ্ঞের 1m দৈর্ঘ্যের ক্রাউন কাচের তাপমাত্রা 100K বাড়ালে পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য কত হবে?

ঘ বিভিন্ন প্রসারাজ্ঞবিশিষ্ট কতগুলো উপাদানের কাচের কোনটি দিয়ে তুমি পরীক্ষাগারের জিনিসপত্র তৈরি করবে— তা বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ▶ ২৯ বিভিন্ন বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বিভিন্ন। যেমন, পানির আপেক্ষিক তাপ $4200 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ যা মাটির আপেক্ষিক তাপ $800 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ অপেক্ষা ভিন্ন এবং অনেক বেশি। এ কারণে বিস্তীর্ণ স্থলভাগের তুলনায় বীপ অঞ্চলে তাপমাত্রার পরিবর্তন কম হয়। যদি 60 kg ভরের পানি ও মাটি নিয়ে এদের তাপমাত্রা 20°C হতে 75°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হয়, তবে এদের আপেক্ষিক তাপের ভিন্নতার কারণে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণও ভিন্ন হবে।

◀ শিখনফল-৮

- ক. তরলের প্রসারণ কয় প্রকার? ১
- খ. বিভিন্ন বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে - ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. নির্দেশিত তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত হতে উদ্দীপকের পদার্থদ্বয় কতটুকু তাপ গ্রহণ করে? ৩
- ঘ. যদি উল্লিখিত পদার্থদ্বয়ের আপেক্ষিক তাপ সমান হত সেক্ষেত্রে কী ঘটত?— বিশ্লেষণ কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরলের প্রসারণ দুই প্রকার।

খ কোনো বস্তুর অন্তর্নিহিত তাপশক্তির পরিমাণ বস্তুটির ভর, উপাদান এবং তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে। এই তিনটি বিষয়ের জন্য বিভিন্ন বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বিভিন্ন হয়।

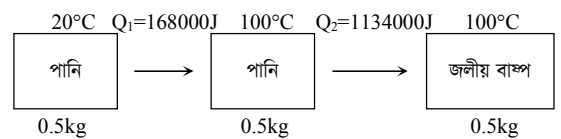
একই পদার্থের বিভিন্ন ভরের বস্তুর তাপমাত্রা সমপরিমাণ বৃদ্ধি করতে বিভিন্ন পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়। সমভরের বিভিন্ন উপাদানের বস্তুর সমপরিমাণ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বিভিন্ন পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়। একই বস্তুর (ভর ও উপাদান একই) বিভিন্ন পরিমাণ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বিভিন্ন পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 60kg ভরের পানি ও মাটির তাপমাত্রা 20°C হতে 75°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করলে কতটুকু তাপ গ্রহণ করবে?

ঘ মাটি ও পানির আপেক্ষিক তাপ সমান হলে আবহাওয়া ও জলবায়ুর কী পরিবর্তন হতো তা বিশ্লেষণ করো।

প্রশ্ন ▶ ৩০



◀ শিখনফল-৮ ও ১৫

- ক. সেলসিয়াস স্কেলে বরফের গলনাংক কত? ১
খ. সীসার আপেক্ষিক তাপ $130\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ বলতে কী বুঝ? ২
গ. উদ্দীপকের বস্তুটির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুগুতাপ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. -20°C তাপমাত্রার পানিকে 20°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপের সাথে উদ্দীপকের পানি জলীয় বাষ্পে পরিণত হতে প্রয়োজনীয় তাপের তুলনা কর। ৪

৩০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সেলসিয়াস স্কেলে বরফের গলনাংক 0°C ।

খ. সীসার আপেক্ষিক তাপ $130\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ বলতে বোঝায় 1 kg ভরের সীসা তাপমাত্রা 1K বাড়তে 130J তাপের প্রয়োজন হয়।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ. 0.5 kg ভরের পানি জলীয় বাষ্পে পরিণত হতে 1134000J তাপ নিলে পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুগুতাপ নির্ণয় কর।

ঘ. প্রথম ক্ষেত্রে -20°C তাপমাত্রার 0.5 kg ভরের পানিকে 20°C তাপমাত্রায় উন্নীত করা হলো। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে 20°C তাপমাত্রার 0.5 kg ভরের পানিকে 100°C তাপমাত্রায় উন্নীত করা হলো। কোন ক্ষেত্রে বেশি তাপ লাগবে- তা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ৩১ ল্যাভে স্বাভাবিক চাপে একটি পাত্রে 30°C তাপমাত্রার 500 gm পানি নিয়ে তাপ দেয়া হয়। এর ফলে পাত্রে সংযোজিত থার্মোমিটারে পানির তাপমাত্রা বাড়তে দেখা যায়। যখন তাপমাত্রা 100°C হয়, তখন পানি ফুটতে শুরু করে এবং দেখা যায়, তাপমাত্রা স্থির হয়ে আছে। এরপর তাপ দিতে থাকলেও তাপমাত্রা আর বৃদ্ধি পাচ্ছে না এবং পানির সবস্তর থেকে বৃদ্ধি আকারে বাষ্প নির্গত হচ্ছে। পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুগুতাপ 2268000 Jkg^{-1} ।

শিখনফল-১৩ ও ১৫

- ক. স্ফুটন কাকে বলে? ১
খ. 30°C তাপমাত্রার পানি বাষ্পে পরিণত হবার সময় তাপমাত্রার অবস্থার যে পরিবর্তন ঘটে তার ধাপসমূহ লিখ। ২
গ. উপরে বর্ণিত পাত্রের পানিকে বাষ্পে পরিবর্তন করতে কতটুকু তাপ লাগবে? ৩
ঘ. পরীক্ষণটি যদি স্বাভাবিক চাপে না করে আরো বেশি অথবা কম চাপে করা হতো তাহলে পানির স্ফুটনাঙ্কের ওপর কি কোনো প্রভাব পড়তো বিশ্লেষণ কর। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ প্রয়োগ করে কোনো তরলের তাপমাত্রা বাড়িয়ে দ্রুত বাষ্পে পরিণত করার পদ্ধতিকে স্ফুটন বলা হয়।

খ. 30°C তাপমাত্রার পানি বাষ্পে পরিণত হতে ২ ধাপে তাপ গ্রহণ করে।

১ম ধাপ : 30°C তাপমাত্রার পানি তাপ গ্রহণ করে 100°C তাপমাত্রায় উন্নীত হবে। এসময় পানির তাপমাত্রা হবে 100°C ।

২য় ধাপ : 100°C তাপমাত্রার পানি 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত হবে। এসময় পানি সুগুতাপ গ্রহণ করে জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ. 30°C তাপমাত্রার 500 gm পানিকে বাষ্পে পরিণত করতে কতটুকু তাপ লাগবে?

ঘ. পানির স্ফুটনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব বিশ্লেষণ কর।

অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন ২২ রান্নার সময় তাপমাত্রার হিসেব রাখা শারমিন বেগমের এক ধরনের শখ। একদিন তিনি 25°C উষ্ণতায় 100 gm ভরের একটি অ্যালুমিনিয়াম পাত্রে 1800J তাপ দিলেন। উষ্ণতা পরিমাপক যন্ত্র দিয়ে তিনি উষ্ণতা পরিমাপ করলেন। তিনি বই থেকে নিম্নে প্রদত্ত ছকটি সংগ্রহ করলেন।

শিখনফল-১

পদার্থ	আপেক্ষিক তাপ ($\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$)
অ্যালুমিনিয়াম	900
তামা	400
বুপা	230
সীসা	130

- ক. তাপমাত্রা পরিমাপের যন্ত্রের নাম কী? ১
খ. দুটি বরফ খণ্ডকে একত্রে ধরে চাপ দিয়ে চাপ অপসারণ করলে জোড়া লেগে যায় কেন? ২
গ. শারমিন বেগম কত উষ্ণতা পরিমাপ করেছিলেন? ৩
ঘ. সমস্তর ও উষ্ণতার অন্য একটি পাত্রে 800J তাপ প্রয়োগ করলেও যদি তাপমাত্রা বৃদ্ধি একই হয় তবে পাত্রটি কোন ধাতুর তৈরি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ২৪ রিনা চৌধুরীকে জ্বরী প্রয়োজনে বাইরে যেতে হচ্ছে। তাই সে বাসায় তৈরি খাবার গরম করে খেয়ে যাওয়ার উদ্দেশ্যে চুলা জ্বালিয়ে বার্নার বাড়িয়ে দিলেন এবং অ্যালুমিনিয়ামের পাত্রে করে খাবার চুলায় চাপিয়ে দিলেন। অল্পক্ষণের মধ্যেই খাবার গরম হলে ভুলবশত পাত্রটি খালি হাতে ধরে নামাতে গেলে রিনা চৌধুরীর হাতে অসহনীয় তাপ অনুভূত হওয়ায় তিনি পাত্রটি ছেড়ে দিলেন।

শিখনফল-৪

- ক. বরফ বিন্দু কী? ১
খ. কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা 5000JK^{-1} এর অর্থ কী? ২
গ. রিনা চৌধুরীর হাতে অসহনীয় তাপ অনুভূত হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. কোন কোন বিষয়ের ওপর পাত্রটির অন্তর্নিহিত তাপশক্তির পরিমাণ নির্ভর করে বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ২৭ জুলাই মাসের এক দুপুরে চট্টগ্রাম হতে ঢাকাগামী একটি ট্রেনকে চলার পথে অনাকাঙ্ক্ষিত যাত্রা বিরতি নিতে হল। খোঁজ নিয়ে জানা গেল যে, সামনে রেললাইন বেঁকে গেছে। রেলের কর্তৃপক্ষ পরীক্ষা করে দেখলেন যে, নির্মাণজনিত ত্রুটির কারণে মাত্র 20°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য 500 m লম্বা লোহার রেললাইনটির দৈর্ঘ্য 11.5 cm বৃদ্ধি পেয়েই এই সমস্যার সৃষ্টি করেছে। এমন অবস্থায় উর্ধ্বতন কর্তৃপক্ষ রেললাইনটি বসানোর সাথে যুক্ত প্রতিষ্ঠানকে এর লিখিত ব্যাখ্যা জমা দিতে বললেন।

শিখনফল-৬

- ক. এক কেলভিন কাকে বলে? ১
খ. কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে? ২
গ. রেললাইনটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহণ বের কর। ৩
ঘ. কী ধরনের নির্মাণ ত্রুটি এই প্রতিষ্ঠানটি করে থাকতে পারে বলে তুমি মনে কর? মতামত দাও। ৪



নিজেকে যাচাই করি

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

মান-২৫

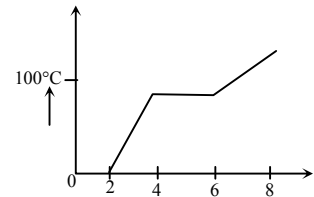
সময়: ২৫ মিনিট

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১. তরল ও পাত্র সমান প্রসারণশীল হলে তরলের আপাত প্রসারণ কীরূপ হবে?
- ক) ধনাত্মক
খ) ঋণাত্মক
গ) শূন্য
ঘ) শূন্য ও ঋণাত্মক
২. 0.01 kg পানির তাপমাত্রা 1 K বাড়তে কত তাপ লাগবে?
- ক) 4.2 J খ) 42 J
গ) 420 J ঘ) 4200J
৩. গলনের আপেক্ষিক সূক্ততাপের একক কোনটি?
- ক) $J kg^{-1}$ খ) $J K^{-1}$
গ) $J kg^{-1} K^{-1}$ ঘ) $J kg K^{-1}$
৪. 10g পানির তাপমাত্রা 1K বাড়তে কত তাপ লাগবে?
- ক) 4200J খ) 420J
গ) 42J ঘ) 4.2J
৫. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা—
- ক) 0°C খ) 5°C
গ) 100°C ঘ) 273°C
৬. আয়তন প্রসারণ সহগ এবং ক্ষেত্র প্রসারণ সহগের অনুপাত কত?
- ক) 2 খ) 3
গ) $\frac{2}{3}$ ঘ) $\frac{3}{2}$
৭. $5 \times 10^{-2} kg$ ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 20°C থেকে 100°C এ উন্নীত করতে 1520J তাপের প্রয়োজন হয়। বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ কত?
- ক) 308 $Jkg^{-1}K^{-1}$
খ) 380 $Jkg^{-1}K^{-1}$
গ) 380 Jkg^{-1}
ঘ) 380 Jk^{-1}
৮. 800 g ভর এবং $55cm^{-3}$ আয়তনের একটি বস্তুকে পানিতে ছেড়ে দিলে কি হবে?
- ক) ডুবে যাবে
খ) ভেসে থাকবে
গ) আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে
ঘ) সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে
৯. আপেক্ষিক তাপের ক্রমানুযায়ী নিচের কোনটি সঠিক?
- ক) কপার > বৃপা > বরফ > পানি
খ) কপার > সীসা > বরফ > পানি
গ) পানি > বৃপা > বরফ > কপার
ঘ) পানি > বরফ > কপার > বৃপা
১০. তাপীয় প্রসারণ কোন পদার্থের সবচেয়ে কম?
- ক) হাইড্রোজেনের
খ) লোহার
গ) পানির
ঘ) পারদের

১১. যে তাপ পদার্থের তাপমাত্রার বৃদ্ধি না করে শুধু অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় তাকে কী বলে?
- ক) গলনাজক
খ) সূক্ততাপ
গ) স্ফুটনাজক
ঘ) হিমাঙ্ক
১২. কোন তাপমাত্রায় পানি ফুটতে থাকে?
- ক) 32° F
খ) 100° F
গ) 212° F
ঘ) 373° F
১৩. তাপ ধারণ ক্ষমতা এবং আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক কী?
- ক) $C = ms$
খ) $C > ms$
গ) $C < ms$
ঘ) $C \neq ms$
১৪. তাপ প্রয়োগে কোনটির প্রসারণ সবচেয়ে বেশি?
- ক) তামা
খ) লোহা
গ) দুধ
ঘ) অক্সিজেন
১৫. নিচের কোনটি বরফের আপেক্ষিক তাপ?
- ক) 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$
খ) 2100 $Jkg^{-1}K^{-1}$
গ) 2000 $Jkg^{-1}K^{-1}$
ঘ) 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$
১৬. গ্যাস থার্মোমিটারের ক্ষেত্রে কোনটি তাপমাত্রিক ধর্ম?
- ক) গ্যাসের পরিমাণ
খ) গ্যাসের আয়তন
গ) গ্যাসের চাপ
ঘ) গ্যাস নলের দৈর্ঘ্য
১৭. আপেক্ষিক তাপ নির্ভর করে বস্তুর—
- ক) উপাদানের উপর
খ) ভরের উপর
গ) তাপমাত্রার উপর
ঘ) প্রয়োজনীয় তাপের উপর
১৮. পানি বরফে পরিণত হলে এর আয়তন—
- ক) বেড়ে যায়
খ) কমে যায়
গ) অপরিবর্তিত থাকে
ঘ) বাড়তেও পারে বা কমেতেও পারে
১৯. 0°C তাপমাত্রায় 1kg বরফকে 0°C তাপমাত্রায় পানিতে পরিণত করতে কত জুল তাপের প্রয়োজন?
- ক) 336 J
খ) 3600 J
গ) 336000 J
ঘ) $3.6 \times 10^6 J$

২০. বাষ্পায়নের নির্ভরশীলতার ক্ষেত্রে—
- i. উদ্বায়ী তরলের বাষ্পায়নের হার সর্বাধিক
ii. শূন্যস্থানে বাষ্পায়নের হার সর্বাধিক
iii. ক্ষেত্রফল বেশি হলে, বাষ্পায়ন দ্রুত হয়
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ক) i ও ii খ) ii ও iii
গ) ii ঘ) i, ii ও iii
২১. বস্তু কর্তৃক গৃহীত তাপ অথবা বর্জিত তাপের পরিমাণ নির্ভর করে—
- i. ভরের উপর
ii. উপাদানের উপর
iii. তাপমাত্রার উপর
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ক) i ও ii খ) ii ও iii
গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii
২২. কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা নির্ভর করে বস্তুর—
- i. উপাদানের উপর
ii. পদার্থের পরিমাণের উপর
iii. পারিপার্শ্বিক পরিবেশের উপর
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ক) i খ) ii
গ) i ও ii ঘ) ii ও iii
২৩. চাপ প্রয়োগে দুই টুকরো বরফ একত্রে জোড়া লেগে যায় এবং কিছু সময় টুকরো দুটি একত্রে থাকে এর কারণ—
- i. গলনাজকের পরিবর্তন
ii. বাষ্পীভবন
iii. পুনঃশীলীভবন
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ক) i খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii
- পাশের চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রটি তাপ প্রয়োগ-সময়ের সাথে পানির বিভিন্ন অবস্থার তাপমাত্রা নির্দেশ করছে।

২৪. বরফ গলা পানির তাপমাত্রা স্ফুটনাজকে পৌঁছতে কত মিনিট সময় লেগেছে?
- ক) 2 খ) 6
গ) 8 ঘ) 10
২৫. ফুটন্ত পানির সম্পূর্ণরূপে বাষ্পে পরিণত হতে কত মিনিট সময় লেগেছে?
- ক) 6 খ) 2
গ) 10 ঘ) 12

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০

১. ▶ একটি ধাতব পাতের দৈর্ঘ্য 4m এবং প্রস্থ 3m। বস্তুটির তাপমাত্রা 80°C বৃদ্ধি করলে এর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি ঘটে 0.1 m²। কক্ষ তাপমাত্রা 15°C।
- ক. পানির ত্রৈধবিন্দু কী? ১
- খ. সমআয়তনের পানি গ্লাসে ও প্লেটে রাখলে কোনটির বাষ্পায়ন আগে হবে— লিখ। ২
- গ. বস্তুটির উপাদানের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. বস্তুটির তাপমাত্রা 200°C এ উন্নীত করলে এর ক্ষেত্রফল শতকরা কত বৃদ্ধি ঘটবে— গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪
২. ▶ 20°C তাপমাত্রার 500g ভরের একটি বস্তুকে 4200J তাপ প্রয়োগ করলে এর তাপমাত্রা 40°C এ উন্নীত হয়। এরপর বস্তুটিকে 200g ফুটন্ত পানিতে ফেললে মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা 88°C হয়।
- ক. পুনঃশীলীভবন কী? ১
- খ. গরমের দিনে মাটির কলসির পানি ঠান্ডা থাকে কেন? ২
- গ. বস্তুটির তাপধারণ ক্ষমতা নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের তথ্য তাপ পরিমাপের মূলনীতি সমর্থন করে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪
৩. ▶ 50°C তাপমাত্রার 30g পানি ও 0°C তাপমাত্রার 20g বরফ এক সাথে রাখা হল। পানির আঃ তাপ 4200Jkg⁻¹K⁻¹, বরফের আঃ তাপ ও সূপ্ত তাপ 2100Jkg⁻¹K⁻¹ ও 336000Jkg⁻¹।
- ক. স্ফুটনাংক কাকে বলে? ১
- খ. সমপরিমাণ তাপ প্রয়োগে সমান ভরের পানি অপেক্ষা তামা অধিক উত্তপ্ত হয়— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপকের পানিকে বরফ করতে কত তাপ বর্জন করবে নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের ঘটনায় সম্পূর্ণ বরফ গলবে কি না, না গললে কতটুকু অগলিত থাকবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪
৪. ▶ 20°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে 100m দীর্ঘ একটি রেললাইনের পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 100.0232m হলো। ঐ রেল লাইনের দুটি পাতের মধ্যে 7cm ফাঁকা স্থান রাখা রয়েছে।
- ক. আপেক্ষিক তাপ কী? ১
- খ. শীতকালে পুকুরের পানি দ্রুত কমে যায় কেন? ২
- গ. ঐ রেললাইন পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত? ৩
- ঘ. কোন দিনের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধি 70°C হলে ঐ লাইনে ট্রেন নিরাপদে চলতে পারবে কিনা— গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৫. ▶ 0.5kg ভরের একটি তারে 1950J তাপ প্রয়োগ করায় এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং শেষ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 30K এবং 100.033m হলো। [ক্ষেত্রে তারের আদি দৈর্ঘ্য 100 m]
- ক. তাপধারণ ক্ষমতা কী? ১
- খ. তাপমাত্রা ও তাপ ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. তাদের আদি দৈর্ঘ্য দ্বারা তৈরি একটি রিং 32m উচ্চতা বিশিষ্ট কোনো ফাঁপা ঘনকের ভিতরে প্রবেশ করানো সম্ভব হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪
৬. ▶ 1kg ভরের তামার পাত্রের দৈর্ঘ্য 50cm, প্রস্থ 30cm এবং উচ্চতা 20cm। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 16.7×10⁻⁶K⁻¹ এবং আপেক্ষিক তাপ 400Jkg⁻¹K⁻¹।
- ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ কাকে বলে? ১
- খ. তামার আপেক্ষিক তাপ 400Jkg⁻¹K⁻¹ বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. 50°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পাত্রের আয়তন কত ঘনমিটার বৃদ্ধি পাবে তা নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. তামার পাত্রের তাপমাত্রা 20°C বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন সেই তাপ দিয়ে 500gm পানির তাপমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি করানো যাবে। ৪
৭. ▶ কাচ পাত্রে রাখা 0°C তাপমাত্রায় 250 cm³ পারদের তাপমাত্রা 30°C এ উন্নীত করা হলো। পারদের আপাত প্রসারণ সহগ 14.66 × 10⁻⁵ K⁻¹। কাচ ও তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ যথাক্রমে 1 × 10⁻⁵ K⁻¹ ও 16 × 10⁻⁵ K⁻¹।
- ক. তরলের প্রকৃত প্রসারণ কী? ১
- খ. বাষ্পীভবনের সূপ্ততাপ বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. পারদের প্রকৃত প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. কাচ পাত্রের পরিবর্তে তামার পাত্র ব্যবহার করলে পারদের আপাত প্রসারণ সমান হবে কী গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪
৮. ▶ 300 g ভরের তামার পাত্রে 20°C তাপমাত্রার 200g পানি আছে। তামার আপেক্ষিক তাপ 400Jkg⁻¹K⁻¹।
- ক. ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১
- খ. আপেক্ষিক তাপ ও তাপধারণ ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। ২
- গ. 600 Jkg⁻¹K⁻¹ আপেক্ষিক তাপের 100°C তাপমাত্রার 80 g ভরের একটি বস্তুকে ঐ পানিতে ডুবালে মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. ঐ বস্তু না ডুবায় যদি -5°C তাপমাত্রার 100g বরফ দেওয়া হয় তাহলে সব বরফ গলবে কি? যদি না গলে তবে অবশিষ্ট বরফের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৪

নিজেকে যাচাই করি: বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১	গ	২	খ	৩	ক	৪	গ	৫	ক	৬	ঘ	৭	খ	৮	ক	৯	ঘ	১০	খ	১১	ঘ	১২	গ	১৩	ঘ
১৪	ঘ	১৫	খ	১৬	খ	১৭	ক	১৮	ক	১৯	গ	২০	ঘ	২১	ঘ	২২	গ	২৩	খ	২৪	ক	২৫	খ		