SSC Physics

অধ্যায়ভিত্তিক কন্টেন্ট

অধ্যায়-৬: বস্তুর উপর তাপের প্রভাব

প্রয়োজনীয় তথ্য:

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

- **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 দ–র তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে ঐ দ–র দৈর্ঘ্য যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দ–র উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে। একে α দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

  একক : দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগের একক হলো প্রতি কেলভিন (K^{-1})।
- **ৰেত্র 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।
- **স্ফুটনাঙ্ক (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 ৰমতা (Heat Capacity) :** কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে। একে C দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

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

গাণিতিক সমস্যা:

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,

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

$$\text{বা, } \frac{C}{5} = \frac{98{\cdot}4-32}{9}$$

$$\therefore C = 36{\cdot}89$$

অতএব, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা 36·89°C।

গাণিতিক উদাহরণ ৬.২ : 20°C তাপমাত্রায় একটি ইস্পাতের দ–র 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, $l_2 = 100{\cdot}033$ m

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C$

শেষ তাপমাত্রা, $\theta_2 = 50°C$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\theta_2 - \theta_1$

$= 50°C - 20°C$

$= 30°C$

$= 30K$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 - l_1 = 0{\cdot}033m$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

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

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

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

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

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, $\dfrac{F-32}{180} = \dfrac{K-273}{100}$

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

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

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

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, $\dfrac{C}{5} = \dfrac{F-32}{9}$ [হিমাঙ্কের জন্য]

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

বা, $5x - 32 \times 5 = -39 \times 9$

বা, $5x = 160 - 351$

$\therefore x = -38{\cdot}2$

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

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

বা, $5y - 32 \times 5 = 357 \times 9$

বা, $5y = 160 + 3213$

$\therefore y = 674{\cdot}6$

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 = $x \pm 50$

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

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

$\therefore x = \frac{90}{4} = 22{\cdot}5$

∴ 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

∴ x = – 102·5

∴ 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, $F = \frac{9C + 32 \times 5}{5}$

$= \frac{9 \times 37 + 32 \times 5}{5}$

= 98·6

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

∴ 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 × 5 = a – 196 × 9

বা, 5F = – 1764 + 160

বা, 5F = – 1604

∴ F = – 320·8

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

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

বা, – 196 = K – 273

∴ K = 77

নির্ণেয় তাপমাত্রা –320·4°F ও 77 K।

সমস্যা ॥ ৯ ॥ 0°C তাপমাত্রার একটি পিতলের দ–র 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, Δl = (200·38 – 200) cm

= 0·38 cm

= $0{\cdot}38 \times 10^{-2}$m

পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α = ?

আমরা জানি,

$\Delta l = a l_0 \Delta\theta$

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

$= \frac{0{\cdot}38 \times 10^{-2}\text{m}}{2\text{m} \times 100\text{k}}$

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

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

সমস্যা ॥ ১০ ॥ 0°C তাপমাত্রার 100 cm লম্বা একটি এলুমিনিয়ামের পাতের তাপমাত্রা 200°C এ উন্নীত করা হলো। যদি এলুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $23{\cdot}8 \times 10^{-6}K^{-1}$ 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 খ- তামার পাতের দৈর্ঘ্য 50 m এবং প্রস্থ 40 m . 30°C তাপমাত্রায় এই পাতের ক্ষেত্রফল হয় 2002 m^2। 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) দৈর্ঘ্য 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,

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

$\therefore \Delta V = \gamma \times V_0 \times \Delta\theta$

$= 3\alpha \times V_0 \times \Delta\theta\ \ [\because \gamma = 3\alpha]$

$= 3 \times 27{\cdot}6 \times 10^{-6}\ K^{-1} \times 25\ cm^3 \times 100K$

$= 0{\cdot}207\ cm^3$

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 ॥ গিরসারিনের প্রকৃত প্রসারণ সহগ $53 \times 10^{-5}K^{-1}$। 0°C তাপমাত্রায় 200 cm^3 গিরসারিনের 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 $14{\cdot}66 \times 10^{-5}\ K^{-1}$। 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, $\gamma_a = 14{\cdot}66 \times 10^{-5}K^{-1}$

আপাত প্রসারণ, $\Delta V_a = ?$

আমরা জানি,

$$\gamma a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta\theta}$$

বা, $\Delta V_a = \gamma_a \times V_0 \times \Delta\theta$

$= 14{\cdot}66 \times 10^{-5}K^{-1} \times 250cm^3 \times 30K$

$= 1{\cdot}0995\ cm^3$

অতএব, 30°C তাপমাত্রায় উন্নীত করলে আপাত প্রসারণ হবে $1{\cdot}995\ cm^3$।

সমস্যা ॥ ১৭ ॥ চাপ স্থির রেখে 0°C তাপমাত্রার 500 cm^3 গ্যাসের তাপমাত্রা 10°C বৃদ্ধি করলে এর আয়তন $518{\cdot}3\ cm^3$ 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, $V_2 = 518{\cdot}3\ cm^3$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 518{\cdot}3\ cm^3 - 500\ cm^3 = 18{\cdot}3\ cm^3$

গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

আমরা জানি, $\gamma = \dfrac{\Delta V}{V_0 \times \Delta\theta} = \dfrac{18{\cdot}3\ cm^3}{500\ cm^3 \times 10K}$

$= 0{\cdot}00366\ K^{-1}$

$\therefore$ গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ $3{\cdot}66 \times 10^{-3}\ K^{-1}$।

সমস্যা ॥ ১৮ ॥ 20°C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 200m দীর্ঘ লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ $34{\cdot}8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$।

সমাধান : দেওয়া আছে,

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

আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 200\ m$

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 34{\cdot}8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

ধরি, লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ = α

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

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

$= 11{\cdot}6 \times 10^{-6} K^{-1} \times 200m \times 20 K$

$= 0{\cdot}0464$ 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 $23{\cdot}2 \times 10^{-6} K^{-1}$ 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, $\beta = 23{\cdot}2 \times 10^{-6} K^{-1}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{23{\cdot}2 \times 10^{-6} K^{-1}}{2}$

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

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

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

$= 11{\cdot}6 \times 10^{-6} K^{-1} \times 100 \text{ m} \times 40 K = 0{\cdot}0464$ 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 $\therefore$ – 273°C = (– 273 + 273) K = 0

$\therefore$ – 273°C তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে 0 K

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. ঢাকা বোর্ড ২০২০

একজন শরবত বিক্রেতা গরমের সময় $15^\circ C$ তাপমাত্রার শরবত তৈরির জন্য $35^\circ C$ তাপমাত্রার 20 kg পানিতে $0^\circ C$ তাপমাত্রার কিছু পরিমাণ বরফ মিশায়। [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $336000 jkg^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $4200 Jkg^{-1}K^{-1}$]

ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. একটি গ্লাস ও একটি বালতির ভিতরে একই পরিমাণ পানি রাখলে কোনটির পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে? ২

গ. পানি ও শরবতের শব্দের বেগের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত মিশ্রণের তাপমাত্রার লোকটি শরবত তৈরিতে 6 kg বরফ ব্যবহার করলে সম্পূর্ণ বরফ গলবে কি– না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. 1 m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের দন্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দন্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

খ. পানির বাষ্পায়ন এর উষ্ণতা, এর উপর বায়ুর চাপ, বায়ুর শুষ্কতা, পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল ইত্যাদির উপর নির্ভর করে। একই পরিমাণ পানি গ্লাসে ও বালতিতে রাখলে বালতির পানির উপরিতলে ক্ষেত্রফল বেশি হয় বলে বালতির পানির বাষ্পায়ন দ্রুত হবে।

গ. পানি ও শরবতের তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে –

এখানে,

পানির তাপমাত্রা,

$T_1 = 35^\circ C = (273 + 35)K = 308K$

শরবতের তাপমাত্রা,

$T_2 = 15^\circ C = (273 + 15)K = 288K$

$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

বা, $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{308K}{288K}}$

বা, $\frac{v_1}{v_2} = 1.034:1$

অতএব, পানি ও শরবতের তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগের অনুপাত, 1.034:1.

ঘ. এখানে, বরফের ভর, $m_1 = 6kg$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $L = 336000 Jkg^{-1}$

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

পানির তাপমাত্রা, $T_w = 35^\circ C$

বরফের তাপমাত্রা, $T_i = 0^\circ C$

শরবতের তাপমাত্রা, $T = 15^\circ C$

পানির ভর, $m_w = 20kg$

সম্পূর্ণ বরফ গলাতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$$Q_i = m_i L$$
$$= 6kg \times 336000 Jkg^{-1}$$
$$= 2.016 \times 10^6 J$$

পানি $0^\circ C$ তাপমাত্রায় উপনিত হলে সর্বোচ্চ তাপ বর্জন করবে
$\therefore$ পানি কর্তৃক সম্ভব সর্বোচ্চ বর্জিত তাপ,

$$Q_w = m_w s_w (T_w - 0)$$
$$= 20kg \times 4200 Jkg^{-1}K^{-1} \times 35K$$
$$= 2940000J = 2.94 \times 10^6 J$$

$Q_w > Q_i$; সুতরাং, সম্পূর্ণ বরফ গলবে।
ধরি, সেক্ষেত্রে শরবতের তাপমাত্রা T' দাঁড়ায়

$$\therefore m_w s_w (T_w - T') = m_i L + m_i s_w (T' - 0)$$

বা, $T' = \dfrac{m_w s_w T_w - m_i L}{m_i s_w + m_w s_w}$

$$= \frac{20 \times 42000 \times 35 - 6 \times 336000}{6 \times 4200 + 20 \times 4200} {}^0C$$
$$= 8.46^0 C$$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে, $T' \neq T, T' < T$

অতএব, উক্ত শরবত তৈরিতে 6 kg বরফ ব্যবহার করলে সম্পূর্ণ বরফ গলবে কিন্তু শরবতের তাপমাত্রা কাঙ্খিত তাপমাত্রার নিচে চলে যাবে।

২. রাজশাহী বোর্ড ২০২০

1 cm ব্যাসার্ধের একটি ধাতব গোলকের তাপমাত্রা 50^0C বৃদ্ধি করায় উহার আয়তন $4.1993cm^3$ এবং পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $12.5874cm^2$ হলো।

ক. গলনাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. ভেজা গায়ে পাখার বাতাস ঠান্ডা লাগে কেন– বুঝিয়ে লিখ। ২

গ. গোলকটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য উপাত্ত থেকে আয়তন প্রসারণ সহগ ও ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ গলতে শুরু করে সে তাপমাত্রাকে গলনাঙ্ক বলে।

খ. ভেজা অবস্থায় চলন্ত ফ্যানের নিচে বসলে ঠান্ডা লাগে। এর কারণ হলো ফ্যানের নিচে বসলে ফ্যানের বাতাসে শরীরের পানি বাষ্পে পরিণত হওয়া শুরু করে। এজন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ শরীরের মধ্য থেকে সরবরাহ হয় বলে শরীরের তাপমাত্রা কমে যায় এবং ঠান্ডা অনুভূত হয়।

গ. আমরা জানি,
এখানে,

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9}$$

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T_C = 50^0C$

বা, $\Delta T_F = \dfrac{9}{5}\Delta T_C$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T_F = ?$

$$= \left(\frac{9}{5} \times 50\right){}^0F$$
$$= 90^0F$$

অতএব, গোলকটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি ফারেনহাইট স্কেলে 90^0F ।

ঘ. এখানে, গোলকটির ব্যাসার্ধ, r= 1 cm

চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = 4.1993cm^3$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = 12.5874cm^2$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 50^0C = 50K$

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3$$

গোলকটির প্রাথমিক আয়তন, $= \dfrac{4}{3} \times 3.1416 \times (1cm)^3$

$$= 4.1888cm^3$$

গোলকটির প্রাথমিক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল,

$$A_1 = 4\pi r^2$$
$$= 4 \times 3.1416 \times (1cm)^2 = 12.5664cm^2$$

এখন, আয়তন প্রসারণ সহগ γ এবং ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ β হলে,
আমরা জানি,

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)}$$
$$= \frac{(4.1993 - 4.1888)cm^3}{4.1888cm^3 \times 50K}$$
$$= 5.01 \times 10^{-5} K^{-1}$$

আবার,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(T_2 - T_1)} = \frac{(12.5874 - 12.5664)cm^2}{12.5664cm^2 \times 50K} = 3.34 \times 10^{-5}K^{-1}$$

$$\therefore \frac{\gamma}{\beta} = \frac{5.01 \times 10^{-5}K^{-1}}{3.34 \times 10^{-5}K^{-1}}$$

বা, $\dfrac{\gamma}{\beta} = 1.5$

বা, $\gamma = 1.5 \times \beta$

অতএব, উদ্দীপকের তথ্য-উপাত্ত অনুসারে আয়তন প্রসারণ সহগ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগের 1.5 গুণ।

৩. যশোর বোর্ড ২০২০

60 cm দৈর্ঘ্যের লোহার তৈরি একটি দন্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $12 \times 10^{-6}K^{-1}$ । একজন শিক্ষার্থী পর্যবেক্ষণ করে দেখে

দন্ডটির তাপমাত্রা 80^0C বাড়ালে ঘনত্ব $7777.6kgm^{-3}$ হয়।
লোহার ঘনত্ব $7800kgm^{-3}$ ।

ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

খ. প্রেসার কুকারে রান্না করলে সময় কম লাগে কেন? ২

গ. উদ্দীপকের তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য দন্ডটির চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য কত হবে? ৩

ঘ. শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণ সঠিক ছিল কি না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ. আমরা জানি, চাপের কারণে স্ফুটনাঙ্কের পরিবর্তন হয়। চাপ কম হলে স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়, চাপ বেশি হলে স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায়। প্রেসার কুকার আসলে একটি নিশ্ছিদ্র পাত্র। তাই রান্না করার সময় বাষ্প আবদ্ধ হয়ে চাপ বাড়িয়ে দেয় এবং সে কারণে পানির স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায় বলে বেশি তাপমাত্রার ফুটে। তাপমাত্রা বেশি হলে রান্নাও করা যায় তাড়াতাড়ি।
এজন্যই প্রেসার কুকারে রান্না করলে সময় কম লাগে।

গ. এখানে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 80^0C = 80K$
দন্ডটির আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 60cm$
লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 12\times10^{-6}K^{-1}$
দন্ডটির চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য, $L_2 = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \dfrac{L_2 - L_1}{L_1(T_2 - T_1)}$

বা, $L_2 - L_1 = L_1\alpha(T_2 - T_1)$

বা, $L_2 = L_1 + L_1\alpha(T_2 - T_1)$

বা, $L_2 = L_1\{1+\alpha(T_2 - T_1)\}$

বা,
$$L_2 = 60cm\times\{1+12\times10^{-6}K^{-1}\times80K\}$$
$$\therefore L_2 = 60.0576cm$$

অতএব, উদ্দীপকের তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য দন্ডটির চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য 60.0576 cm হবে।

ঘ. এখানে, লোহার ঘনত্ব, $\rho = 7800kgm^{-3}$
পর্যবেক্ষণকৃত ঘনত্ব, $\rho' = 7777.6kgm^{-3}$
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 80^0C = 80K$
লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 12\times10^{-6}K^{-1}$
লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ,
$\gamma = 3\alpha = 3\times12\times10^{-6}K^{-1} = 3.6\times10^{-5}K^{-1}$
ধরি, লোহার দন্ডটির ভর, m,
এর আদি আয়তন V_1 এবং চূড়ান্ত আয়তন V_2

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

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

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

বা, $V_2 = V_1\{1+\gamma(T_2 - T_1)\}$

বা, $V_2 = V_1\{1+3.6\times10^{-5}K^{-1}\times80K\}$

$\therefore V_2 = 1.00288V_1$

এখন, $\rho = \dfrac{m}{V_1}$

বা, $m = \rho V_1$

বা, $m = 7800V_1$ ....(i)

বর্ধিত তাপমাত্রায় ঘনত্ব, $\rho_2 = \dfrac{m}{V_2}$

বা,
$$\rho_2 = \frac{7800V_1}{1.00288V_1}kgm^{-3}$$
$$\therefore \rho_2 = 7777.6kgm^{-3}$$

$\therefore$ গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে, $\rho_2 = \rho'$
অতএব, শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণ সঠিক ছিল।

৪. কুমিল্লা বোর্ড ২০২০

একটি রেললাইনে 100 m দৈর্ঘ্যের লোহার পাত এমনভাবে ব্যবহার করা হয়েছে যাতে 4 cm ফাঁকা স্থান রাখা আছে। তাপমাত্রা 20^0C বেড়ে গেল। লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $1.15\times10^{-5}K^{-1}$ ।

ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

খ. গাছ থেকে আম পড়লে কী ধরনের কাজ হয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা 40^0C বেড়ে গেলে রেল লাইনটির উপর কী প্রভাব পড়বে? ব্যাখ্যা কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ. গাছ থেকে আম পড়লে আমটি অভিকর্ষজ বলের দরুন নিচে পড়ে। এক্ষেত্রে আমের সরণ অভিকর্ষ বলের দিকে সংঘটিত হয়। ফলে অভিকর্ষ বলের দ্বারা ধনাত্মক কাজ সংঘটিত হয়। অতএব, গাছ থেকে আম পড়লে অভিকর্ষ বল দ্বারা ধনাত্মক কাজ হয়।

গ. এখানে, লোহার পাতের প্রাথমিক দৈর্ঘ্য, $L_1 = 100m$
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 20^0C = 20K$
লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 1.15\times10^{-5}K^{-1}$
লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $L_2 - L_1 = ?$
আমরা জানি,

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

বা, $L_2 - L_1 = \alpha L_1(T_2 - T_1)$

বা,

$$L_2 - L_1 = 1.15 \times 10^{-5} K^{-1} \times 100m \times 20K$$

বা, $L_2 - L_1 = 0.023m$

$\therefore L_2 - L_1 = 2.3cm$

অতএব, লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 2.3 cm।

ঘ. এখানে, পাতের প্রারম্ভিক দৈর্ঘ্য, $L_1 = 100m$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 40^0C = 40K$

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 1.15 \times 10^{-5} K^{-1}$

ফাঁকা স্থানের দৈর্ঘ্য, $l = 4cm$

আমরা জানি,

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

বা, $L_2 - L_1 = \alpha L_1(T_2 - T_1)$

$= 1.15 \times 10^{-5} K^{-1} \times 100m \times 40K$

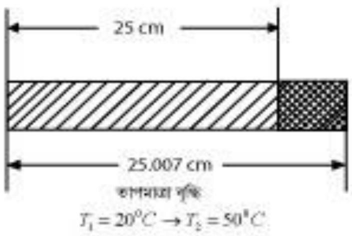
$= 0.046m = 4.6cm$

গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, $(L_2 - L_1) > l$

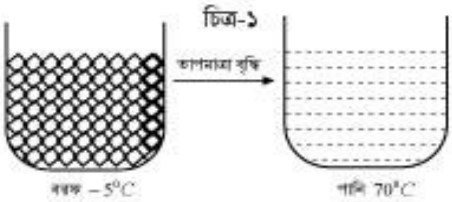
অর্থাৎ, তাপমাত্রা 40^0C বাড়লে পাতটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ ফাঁকা স্থানের দৈর্ঘ্য অপেক্ষা বেশি হবে। ফলে পাতটি দৈর্ঘ্য প্রসারণের জন্য যথেষ্ট ফাঁকা জায়গা পাবে না বলে বেঁকে যাবে।

অতএব, তাপমাত্রা 40^0C বেড়ে গেলে রেললাইনটি বেঁকে যাবে।

৫. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২০



চিত্র-১



চিত্র-২

পানির আপেক্ষিক তাপ $4200jkg^{-1}K^{-1}$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 334kJ/kg.

ক. তাপ ধারণ ক্ষমতা কাকে বলে?

১

খ. বায়বীয় পদার্থের বেলায় আপাত এবং প্রকৃত প্রসারণের মধ্যে পার্থক্য নেই কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. দন্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চিত্র-২ এর আলোকে তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশের ব্যাখ্যা দাও। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. তরলের ন্যায় বায়বীয় পদার্থকে কোনো না কোনো পাত্রে রেখে তাপ দিতে হয়। কিন্তু তাপমাত্রার এই পরিবর্তনের জন্য বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ, পাত্রের প্রসারণের চেয়ে অনেক বেশি হওয়ায় পাত্রের প্রসারণকে উপেক্ষা করা যায়। ফলে বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে প্রকৃত ও আপাত প্রসারণের মধ্যে তেমন কোনো পার্থক্য থাকে না।

গ. এখানে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 25cm$

শেষ দৈর্ঘ্য, $L_2 = 25.007cm$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 20^0C$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 50^0C$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি,

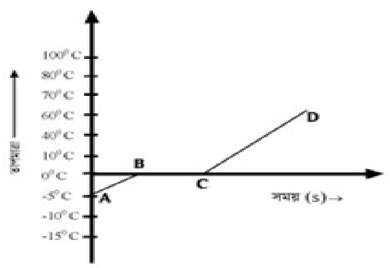
$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1(T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{(25.007 - 25)cm}{25cm \times (50 - 20)K}$$

$$= 9.33 \times 10^{-6} K^{-1}$$

অতএব, উদ্দীপকের দন্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $9.33 \times 10^{6} K^{-1}$।

ঘ. চিত্র-২ অনুসারে, তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্রটি নিম্নরূপ-



-5^0C তাপমাত্রার বরফে তাপ দিলে এর তাপমাত্রা সময়ের সাথে বৃদ্ধি পেয়ে 0^0C এ উন্নীত হবে অর্থাৎ A থেকে B তে উপনীত হবে। এরপর আরও তাপ দিলে সম্পূর্ণ বরফ না গলা পর্যন্ত তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে না (B থেকে C) এ পর্যায় তাপমাত্রা 0^0C এ স্থির থাকবে। এ সময় বরফ কর্তৃক গৃহীত তপি এর অবস্থার পরিবর্তনে ব্যবহৃত হবে বলে তাপমাত্রার পরিবর্তন হবে না। এই তাপকে বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ বলে। অতপর সম্পূর্ণ বরফ গলে যাওয়ার পর আরও তাপ দেওয়ায় পানির তাপমাত্রা 0^0C থেকে বৃদ্ধি পেয়ে 70^0C এ উন্নীত হবে (চিত্রে C থেকে D) । পানির আপেক্ষিক তাপ বরফ অপেক্ষা বেশি

হওয়ায় লেখচিত্রে CD অংশের ঢাল AB অংশের ঢাল অপেক্ষা কম হবে। অর্থাৎ CD অংশে তাপমাত্রা বৃদ্ধির হার AB অংশ অপেক্ষা কম হবে।

৬. সিলেট বোর্ড ২০২০

দৃশ্যকল্প-১ : দুটি তরল পদার্থ A ও B এর ঘনত্ব যথাক্রমে $1000kgm^{-3}$ ও $13600kgm^{-3}$ স্বাভাবিক বায়ুমন্ডলীয় চাপ, $1.01\times10^{5}Pa$ ও $g=9.8ms^{-2}$.

দৃশ্যকল্প-২ : $0^{0}C$ তাপমাত্রায় একটি দন্ডের দৈর্ঘ্য 2 m. দন্ডটির উপাদানের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $22\times10^{-6}K^{-1}$.

ক. ঘনীভবন কাকে বলে?
১
খ. কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে ?
২
গ. দন্ডটির তাপমাত্রা $50^{0}C$ এ উন্নীত করা হলে এর পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য দৃশ্যকল্প-২ এর আলোকে নির্ণয় কর।
৩
ঘ. দৃশ্যকল্প-১ এর A ও B এর মধ্যে কোনটির ব্যবহার দ্বারা বায়ু চাপ পরিমাপক যন্ত্র গঠন করা সুবিধাজনক হবে? বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত ব্যক্ত কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. উষ্ণতার হ্রাস ঘটিয়ে কোনো পদার্থের বায়বীয় অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় রূপান্তরিত হওয়ার প্রক্রিয়াকে ঘনীভবন বলে।

খ. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে। তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর উপাদান এবং ভরের উপর নির্ভরশীল। নির্দিষ্ট বস্তুর উপাদান নির্দিষ্ট থাকে। তাই নির্দিষ্ট বস্তুর ভর বাড়ালে বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

গ. এখানে, ক্ষেত্রপ্রসারণ সহগ, $\beta=22\times10^{-6}K^{-1}$

প্রারম্ভিক দৈর্ঘ্য, $L_1=2m$

প্রারম্ভিক তাপমাত্রা, $T_1=0^{0}C$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2=50^{0}C$

চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য, $L_2=?$

আমরা জানি,

$$\beta=2\alpha$$

বা,

$$\alpha=\frac{\beta}{2}=\frac{22\times10^{-6}K^{-1}}{2}=11\times10^{-6}K^{-1}$$

আবার, $\alpha=\dfrac{L_2-L_1}{L_1(T_2-T_1)}$

বা, $L_2-L_1=L_1\alpha(T_2-T_1)$

বা, $L_2=L_1+L_1\alpha(T_2-T_1)$

বা, $L_2=L_1\{1+\alpha(T_2-T_1)\}$

বা,

$$L_2=2m\times\{1+11\times10^{-6}K^{-1}\times(50-0)K\}$$

$\therefore L_2=2.0011m$

অতএব, দন্ডটির তাপমাত্রা $50^{0}C$ এ উন্নীত করা হলে এর পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য 2.0011 m হবে।

ঘ. এখানে, A পদার্থের ঘনত্ব $\rho_A=1000kgm^{-3}$

B পদার্থের ঘনত্ব, $\rho_B=13600kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g=9.8ms^{-2}$

স্বাভাবিক বায়ুমন্ডলীয় চাপ, $P=1.01\times10^{5}Pa$

ধরি, A ও B তরলের বায়ুমন্ডলীয় চাপ নির্দেশক তরল স্তম্ভের উচ্চতা যথাক্রমে h_A ও h_B

$\therefore$ A তরলের ক্ষেত্রে–

$$P=h_A\rho_A g$$

বা, $h_A=\dfrac{P}{\rho_A g}$

বা, $h_A=\dfrac{1.01\times10^{5}Pa}{1000kgm^{-3}\times9.8ms^{-2}}$

$\therefore h_A=10.3m$

B তরলের ক্ষেত্রে,

$$P=h_B\rho_B g$$

বা, $h_B=\dfrac{P}{\rho_A g}$

বা, $h_B=\dfrac{1.01\times10^{5}Pa}{13600kgm^{-3}\times9.8ms^{-2}}$

$\therefore h_B=0.76m$

দেখা যাচ্ছে, $h_B<<h_A$ অর্থাৎ, বায়ুমন্ডলীয় চাপ নির্দেশ করতে B তরলের কম উচ্চতার তরলস্তম্ভের প্রয়োজন হয়। অতএব, B তরল ব্যবহার দ্বারা বায়ুচাপ পরিমাপক যন্ত্র গঠন করা সুবিধাজনক।

৭. বরিশাল বোর্ড ২০২০

$20^{0}C$ তাপমাত্রায় একটি ইস্পাত খন্ডের ক্ষেত্রফল $200cm^{2}$ । ইহাকে $120^{0}C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার ফলে এর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পেয়ে $200.668cm^{2}$ ।

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে?
১
খ. স্ফুটন ও বাষ্পায়নের একটি ব্যাখ্যামূলক পার্থক্য লিখ।
২
গ. ইস্পাতের পাতটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।
৩
ঘ. উত্তপ্ত ইস্পাত খন্ডটিকে অ্যালুমিনিয়ামের পাত্রে রাখা $40^{0}C$

তাপমাত্রার পানিতে ফেলে দিলে কী কী ঘটবে। ক্যালরিমিতির মূলনীতির সাহায্যে বিশ্লেষণ কর।

৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. স্ফুটন ও বাষ্পায়নের একটি ব্যাখ্যামূলক পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো–

১. তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রুত বাষ্পে পরিণত হওয়ার ঘটনাকে স্ফূটন বলে। আবার, যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধুমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে।

২. স্ফুটনের জন্য চাপ অত্যাবশ্যক হলেও বাষ্পায়নে বাষ্পকে শীতল করে তরলে পরিণত করা হয়।

৩. স্ফুটনের ক্ষেত্রে অণুসমূহ পৃষ্ঠতল ত্যাগ করে না কিন্তু বাষ্পায়নের ক্ষেত্রে অণুসমূহ পৃষ্ঠতল ত্যাগ করে।

গ. এখানে, প্রারম্ভিক তাপমাত্রা, $T_1 = 20^0C$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 120^0C$

প্রারম্ভিক ক্ষেত্রফল, $A_1 = 200cm^2$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = 200.668cm^2$

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

আমরা জানি, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ,

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

$$= \frac{(200.668-200)cm^2}{200cm^2 \times (120-20)K}$$

$$= 3.34 \times 10^{-5} K^{-1}$$

আবার, $3\beta = 2\gamma$

বা, $\gamma = \frac{3}{2}\beta$

$$= \frac{3}{2} \times 3.34 \times 10^{-5} K^{-1} = 5.01 \times 10^{-5} K^{-1}$$

অতএব, উদ্দীপক অনুসারে, ইস্পাতের পাতটির আয়তন প্রসারণ সহগ $5.01 \times 10^{-5} K^{-1}$ ।

ঘ. উত্তপ্ত ইস্পাত খন্ডটিকে অ্যালুমিনিয়ামের পাত্রে রাখা 40^0C তাপমাত্রার পানিতে ফেলে দিলে মিশ্রণটি একটি তাপীয় সাম্যাবস্থায় আসার আগ পর্যন্ত ক্যালরিমিতির মূলনীতি তথা গৃহিত তাপ = বর্জিত তাপ এই নীতি অনুসারে তাপের আদান-প্রদান ঘটবে। উদ্দীপক অনুসারে, উত্তপ্ত ইস্পাত খন্ডটির তাপমাত্রা 120^0C এবং অ্যালুমিনিয়াম পাত্র ও পানির তাপমাত্রা 40^0C । সুতরাং, ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুসারে মিশ্রণ চূড়ান্ত তাপমাত্রায় (θ^0C) পৌছার আগ পর্যন্ত ইস্পাত খন্ডটি তাপ হারাবে তথা বর্জন করবে ফলে এর তাপমাত্রা কমে θ^0C হবে। অপর দিকে অ্যালুমিনিয়াম পাত্র ও পানি তাপ গ্রহণ করবে। ফলে এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে θ^0C এ উন্নীত হবে।

ধরা যাক, ইস্পাত, অ্যালুমিনিয়াম ও পানির আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে s_s, s_a, s_w এবং এদের ভর যথাক্রমে m_s, m_a, m_w । সুতরাং, ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুসারে সম্পর্কটি দাঁড়াবে–

$$m_s s_s(120-\theta) = m_a s_a(\theta - 40) + m_w s_w(\theta - 40)$$

বা, $\theta = \dfrac{m_s s_s 120 + m_a s_a 40 + m_w s_w 40}{m_s s_s + m_a s_a + m_w s_w}$

$m_s, m_a, m_w, s_s, s_a, s_w$ এর মান জানা থাকলে এ সম্পর্ক থেকে মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় করা যাবে।

৮. দিনাজপুর বোর্ড ২০২০

20^0C তাপমাত্রায় একটি ইস্পাত খন্ডের ক্ষেত্রফল $200cm^2$ । ইহাকে 120^0C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার ফলে এর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পেয়ে $200.668cm^2$ হয়।

ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

খ. প্রেসার কুকারে তাড়াতাড়ি রান্না করা যায় কেন?

২

গ. ইস্পাতের পাতটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উত্তপ্ত ইস্পাতের খন্ডটিকে অ্যালুমিনিয়ামের পাত্রে রাখা 40^0C তাপমাত্রার পানিতে ফেলে দিলে কী কী ঘটবে? ক্যালরিমিতির মূলনীতির সাহায্যে বিশ্লেষণ কর।

৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

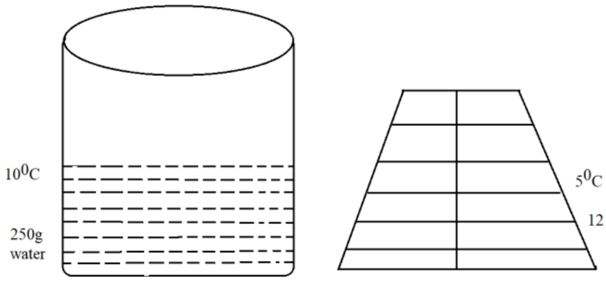
ক. একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তু উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ. আমরা জানি, চাপের কারণে স্ফুটনাঙ্কের পরিবর্তন হয়। চাপ কম হলে স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়, চাপ বেশি হলে স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায়। প্রেসার কুকার আসলে একটি নিশ্ছিদ্র পাত্র। তাই রান্না করার সময় বাষ্প আবদ্ধ হয়ে চাপ বাড়িয়ে দেয় এবং সে কারণে পানির স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায় বলে বেশি তাপমাত্রায় ফুটে। তাপমাত্রা বেশি হলে রান্নাও করা যায় তাড়াতাড়ি।

গ. সৃজনশীল প্রশ্ন ৭(গ) নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন ৭(ঘ) নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৯. ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২০



পানির আপেক্ষিক তাপ $4200Jkg^{-1}K^{-1}$, বরফের আপেক্ষিক তাপ $2100Jkg^{-1}K^{-1}$ বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $336000Jkg^{-1}K^{-1}$।

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. জ্বর গায়ে জলপট্টি দিলে তাপমাত্রা হ্রাস পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বরফের টুকরাটির তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের B বস্তুটিকে A পাত্রের তরলে ছেড়ে দিলে মিশ্রণের শেষ অবস্থা কী হবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. জ্বর গায়ে জলপট্টি দিলে তাপমাত্রা হ্রাস পায় কারণ- জ্বর- এ শরীরের তাপমাত্রা বেড়ে যায় অপরপক্ষে জলপট্টির তাপমাত্রা কম থাকে ফলে জলপট্টি দিলে শরীর তাপ হারায় এবং জলপট্টি তাপ গ্রহণ করে। শরীর তাপ হারায় বলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

গ. এখানে, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $T_C = -5^0C$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $T_F = ?$

আমরা জানি, $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$

বা, $T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$

বা, $T_F = \left\{\frac{9}{5}\times(-5)+32\right\}^0F$

$\therefore T_F = 23^0F$

অতএব, উদ্দীপকের বরফের টুকরাটি তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে 23^0F।

ঘ. এখানে, পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = 10^0C$

পানির ভর, $m_w = 250g = 0.25kg$

বরফের প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_2 = -5^0C$

বরফের ভর, $m_i = 120g = 0.12kg$

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

বরফের আপেক্ষিক তাপ, $s_i = 2100Jkg^{-1}K^{-1}$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $L = 336000Jkg^{-1}$

পানি 0^0C তাপমাত্রায় উপনিত হলে সর্বোচ্চ তাপ বর্জন করবে। পানির তাপমাত্রা 0^0C এ উপনিত হলে পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$$Q_1 = m_w s_w (T_1 - 0)$$
$$= 0.25kg \times 4200Jkg^{-1}K^{-1}\times(10-0)K$$
$$= 10500J$$

-5^0C তাপমাত্রার বরফ 0^0C তাপমাত্রার বরফে পরিণত হতে গৃহিত তাপ,

$$Q_2 = m_i s_i \{0-(-5)\}K$$
$$= 0.12kg \times 2100Jkg^{-1}K^{-1}(5)K$$
$$= 1260J$$

অবশিষ্ট বর্জিত তাপ, $Q_3 = Q_1 - Q_2$
$= (10500-1260)J = 9240J$

সম্পূর্ণ বরফ গলতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$$Q_4 = m_i L = 0.12kg \times 33600Jkg^{-1} = 40320J$$

$Q_4 > Q_3$; সুতরাং সম্পূর্ণ বরফ গলবে না।

ধরি, অবশিষ্ট তাপ দ্বারা m ভরের বরফ গলবে

$\therefore mL = Q_3$

বা,

$$m = \frac{Q_3}{L} = \frac{9240J}{336000Jkg^{-1}} = 0.0275kg = 27.5g$$

$\therefore$ মিশ্রণে 0^0C তাপমাত্রার পানির পরিমাণ = m_w+m
=(250+27.5)
=277.5g

$\therefore$ মিশ্রণে 0^0C তাপমাত্রার বরফের পরিমাণ
=m_i –m
=(120-27.5)g=92.5g

অতএব, মিশ্রণের B বস্তুটিকে A পাত্রের তরলে ছেড়ে দিলে মিশ্রণে 0^0 C তাপমাত্রায় 277.5 g পানি ও 92.5 g বরফ থাকবে।

১০. রাজশাহী বোর্ড ২০১৯

30°C তাপমাত্রাবিশিষ্ট তামার গোলককে 110°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করায় এর আয়তন 32 m^3 হলো। তামার আপেক্ষিক তাপ 400 J $Kg^{-1}K^{-1}$। তামার গোলকের ভর . অপর একটি ধাতব বৃত্তাকার রিং এর ক্ষেত্রফল।

ক. পুনঃশিলীভবন কাকে বলে? ১

খ. দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলেও তাপ সমান নাও হতে পারে- ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তামার গোলক কতৃক গৃহীত তাপের পরিমান নির্ণয় কর । ৩

ঘ. তাপশক্তির অপচয় না হলে উত্তপ্ত তামার পরিমাণ নির্ণয় কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চাপ প্রয়োগে কঠিন বস্তুকে তরলে অথবা চাপ হ্রাসে কঠিন অবস্থায় আনাকে পুনঃশিলীভবন বলে ।

খ. তাপমাত্রা হচ্ছে বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে আসলে বস্তুটি তাপ গ্রহণ করবে না বর্জন করবে । আর তাপ হচ্ছে বস্তুর একপ্রকার শক্তি । তাপ বস্তুর ভর, আপক্ষিক তাপ এবং তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। অরর্থাৎ তাপ কেবল তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না বিধায় দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান নাও হতে পারে ।

গ এখানে, তামার গোলকের ভর, $m_c = 250gm = 0.25\ kg$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $s_c = 400\ J\ kg^{-1}K^{-1}$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $T_1 - T_2$=(110-30)˚ C

=80˚C=80K

∴তামার গোলক কতৃক গৃহীত তাপ,

$$Q_c = m_c s_c(T_1 - T_2$$

=0.25kg × $400\ J\ kg^{-1}K^{-1}$ ×80 K

অতএব, তামার গোলক কতৃক গৃহীত তাপের পরিমাণ 8000J

ঘ ধরি, উত্তপ্ত তামার গোলকের ব্যাসার্ধ, r_c

$\frac{4}{3}\pi r_c^3 = 32\ m^3$

বা, $r_c = \sqrt{\frac{3\times 32\ m^3}{4\ \pi}} = 1.9695$ m

∴ উত্তপ্ত তামার গোলকটির প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$A_c = \pi r_c^2 = 3.1416 \times (1.9695\ m)^2$

∴ $A_c = 12.186\ m^2$

যেহেতু $A_c > 11.34\ m^2$

অতএর উত্তপ্ত তামার গোলকটি উদ্দীপকের রিং-এ প্রবেশ করানো যাবে না ।

১১. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৯

দৃশ্যকল্প-১ : P ও Q বস্তু দুটির তথ্য ছক নিম্নরূপ :

বস্তু	ভর	আঃ তাপ	তাপমাত্রা
P	100 gm	600 J kg^{-1} K^{-1}	68 ºF
Q	200 gm	500 J kg^{-1} K^{-1}	120 ºF

দৃশ্যকল্প-২ : দশম শ্রেণির একজন ছাত্র – 1ºC তাপমাত্রার দুই খন্ড বরফকে হাতে ধরে চাপ দিয়ে ছেড়ে দিলে তা জোড়া লেগে যায়। কিন্তু - 2 ºC তাপমাত্রার দুই খন্ড বরফকে একইভাবে চেপে ধরে ছেড়ে দিলেও জোড়া লাগে না।

ক. গলন কাকে বলে ? ১

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

গ. দৃশ্যকল্প -১-এ P ও Q বস্তু দুটিকে তাপীয় সংস্পর্শে রাখা হলে কী পরিমাণ তাপের আদান-প্রদান হবে? ৩

ঘ. দৃশ্যকল্প-২ - এর ঘটনাটি তোমার পাঠ্যবইয়ের আলোকে ব্যাখ্যা কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপ প্রয়োগ কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করাকে গলন বলে।

খ. যে কোনো তাপমাত্রায় তরল বাস্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাস্পয়ন বলে। বাস্পায়নের সময় তরল তার আশেপাশের জায়গা থেকে সুপ্ততাপ গ্রহন করে বাস্পে পরিণত হয়। বাস্পায়নের সময় আশে পাশের জায়গা তাপ হারানোর কাণে আশে্পাশের তাপমাত্রা হ্রাস পায় অর্থাৎ আশপাশ শীতল হয়। অতএব, বলা যায় বাস্পায়নে শীতলতার উদ্ভব হয়।

গ P বস্তর তাপমাত্রা , $T_P = \left(\frac{68-32}{9} \times 5\right)$ºC = 20 ºC

Q বস্তর তাপমাত্রা, $T_Q = \left(\frac{120-32}{9} \times 5\right)$ ºC = 48.89 ºC

অরি, P ও Q বস্তুদ্বয়কে তাপীয় সংস্পর্শে আনার পর মিশ্রণের তাপমাত্রা T ºC হবে ।

$m_P s_P(T-T_P) = M_Q S_Q (T_Q-T)$

বা, $T = \frac{m_Q s_Q T_Q + m_P s_P T_P}{m_P s_P + m_Q s_Q}$

$= \frac{0.2 \times 500 \times 48.89 + 0.1 \times 600 \times 20}{0.1\times600+0.2\times500}$ ºC

∴ T = 38.06 ºC

∴তাপের আদান প্রদান, $Q = m_P s_P (T-T_P)$

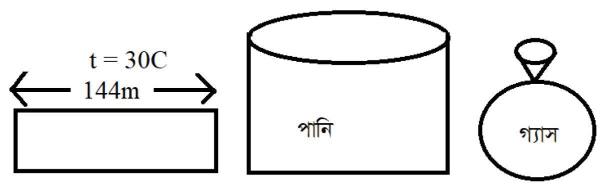
$= 0.1\ kg \times 600\ J\ kg^{-1}K^{-1}\times (38.06-20)\ K$

= 1083.6 J

অতএব, দৃশ্যকল্প-১ এ P ও Q বস্তু দুটিকে তাপীয় সংস্পর্শে রাখা হলে 1083.6 J তাপের আদান প্রদান হবে ।

ঘ দৃশ্যকল্প-২ এ বর্ণিত প্রথম ঘটনায় চাড় প্রয়োগের পূর্বে বরফের তাপমাত্রা-1ºC ছিল । চাপ প্রয়োগে বরফের সংযোগস্থলের গলনাংক-1ºC এ নেমে যাওয়ার ফলে বরফ - 1ºC তাপমাত্রায়ই গলতে শুরু করবে এবং চাপ অপসারণে সংযোগ স্থলে বরফের গলনাংক আবার 0ºC তাপমাত্রায় ফিরে যাওয়ার ফলে ইতোপূর্বে সংযোগস্থলের গলে যাওয়া পানি বরফে পরিণত হয়ে বরফদ্বয়কে জোড়া লাগিয়ে দিবে । এই ঘটনাকে পুণঃশীলীভবন বলে ।কিন্তু ২য় ঘটনায় চাপ প্রয়োগের পূর্বে বরফের তাপমাত্রা -2ºC ছিল ।চাপ প্রয়োগে বরফের গলনাংক কমলেও সেটি - 2 ºC এ নেমে যাওয়ার মতে অত কমবে না ফলে পূণঃশীলীভবরের ঘটনা ঘটবে না অর্থাৎ বরফ খন্ডদুটিকে চেপে ধরে ছেড়ে দিলে ১ম বারের মতো জোড়া লাগবে না ।

১২. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৯



চিত্র : A (ইস্পাত) চিত্র :B(পানি) চিত্র : C(গ্যাস)

ইস্পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ = $33\times10^{-6} K^{-1}$.

ক. স্থিরাঙ্ক কাকে বলে ?

১

খ. বায়ূতে শব্দের বেগ তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল–ব্যাখ্যা কর ।

২

গ. 38^o C তাপমাত্রায় ইস্পাতের পাতের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর ।

৩

ঘ. তাপ প্রয়োগে A , B, ও C এর প্রসারণ ভিন্ন হয়– বিশ্লেষন কর ।৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রার স্কেল তৈরির জন্য দুইটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে স্থির ধরে নেওয়া হয় । এই তাপমাত্রা দুইটিকে স্থিরাঙ্ক বলে ।

খ .তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বায়ু মাধ্যমে অবস্থিত অণুগুলোর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় । ফলে বায়ুর অণুগুলো সহজেই কম্পিত হতে পারে । এতে শব্দ দ্রুত অগ্রসর হতে পারে । অর্থাৎ শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় । অতএব বলা য়ায় , বায়ুতে শব্দের বেগ তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল ।

গ উদ্দীপক হতে,

30^oC তাপমাত্রায় ইস্পাতের পাতের দৈর্ঘ্য, L_1=144m

ইস্পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ, $y=33\times10^{-6} K^{-1}$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$$a = \frac{y}{3} = \frac{33\times10{-6}\,K{-1}}{3}$$

$$=11\times10^{-6} K^{-1}$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1$=(38-30) ^oC = 8^oC = 8K

আমরা জানি,

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

বা, $L_2 - L_1 = aL_1(T_2 - T_1)$

বা, , $L_2 = L_1 + aL_1(T_2 - T_1)$

$= 144\ m + 11\times10^{-6} K^{-1}\times 144\ m\ 8\ K$

$=144.013\ m$

সুতারাং 38 ^oC তাপমাত্রায় ইস্পাতের পাতের দৈর্ঘ্য 144.013 m ।

ঘ উদ্দীপকের A, B ও C যথাক্রমে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ। তাপ প্রয়োাগে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের প্রসারণ ভিন্ন হয় । নিচে এটি বিশ্লেষণ করা হলো-

তাপ প্রয়োগে প্রত্যেক পদার্থের অনুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। কঠিন পদার্থের ক্ষেত্রে অন্তঃঅণাবিক বলের বিপরীতে অণুগুলো আরও বর্ধিত শক্তিতে স্পন্দিত হতে থাকে ফলে সাম্যাবস্থা থেকে অণুগুলোর সরণ বৃদ্ধি পায় । দুই অণুর মধ্যে সরণ সম্যাবস্থার তুলনায় কমে গেলে বিকর্ষণ দ্রুত বৃদ্ধি পায় কিন্তু সরণ সাম্যাবস্থার তুলনায় বৃদ্ধি পেলে আকর্ষন বল তত দ্রুত বৃদ্ধি পায় না ।এতে তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন বস্তুর মধ্যে অনুগুলো যখন কাঁপতে থাকে তখন একই শক্তি নিয়ে যতটুকু ভিতরের দিকে 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 প্রদার্থের ক্ষেত্রে অন্তঃঅনাবিক বলের প্রভাব কম বলে তাপের কারণে এর প্রসারণ বেশী হয়।

গ্যাসীয় বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে তাপ প্রয়োগের ফলে অনুগুলোর ছুটাছুটি আরও বৃদ্ধি পায় । ফলে প্রসারণ আরও বেশী হয়। অর্থাৎ তাপীয় প্রসারণ গ্যাসীয় পদার্থে সবচেয়ে বেশি, তরলে তার চেয়ে কম এবং কঠিন পদার্থে সবচেয়ে কম।

১৩. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৯

চিত্রে দুটি তামার তার দেখানো হলো ।

তামার আপেক্ষিক তাপ 400 j $kg^{-1} K^{-1}$ এবং তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ 33.4 j $kg^{-1} K^{-1}$ ।

ক. শব্দের তীক্ষ্নতা কাকে বলে?

১

খ. বিশুদ্ধ পানি অপেক্ষা সমুদ্রের পানিতে শব্দের বেগ বেশী কেন ?

২

গ. ১নং তারের তাপমাত্রা 10^oC বৃদ্ধি করলে কী পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হবে ?

৩

ঘ উভয় তারের তাপমাত্রা 20 ^oC বৃদ্ধি করলে দৈর্ঘ্য প্রসারণ সমান হবে কী ? বিশ্লেষন কর ।

৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

খ. কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ মাধ্যমের ঘনত্ব এবং স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের উপর নির্ভর করে । বিশুদ্ধ পানির ঘনত্ব সমুদ্রের পানির ঘনত্বের চেয়ে কম । এজন্য বিশুদ্ধ পানির অপেক্ষা সমুদ্রের পানিতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

গ এখানে , ১নং তারের ভর, m =2g =2 $\times10^{-3}$kg তামার অপেক্ষিক তাপ , s = 400 j $kg^{-1} K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি , $T_2 - T_1$ = 10 ^oC = 10 k

প্রয়োজনীয় তাপ, Q = ?

আমরা জানি, $Q = ms(T_2 - T_1)$

$= 2\times10^{-3}kg \times 400\ j\ kg^{-1} K^{-1}\times 10K$ =

$= 8\ J$

সুতরাং প্রয়োজনীয় তাপের পরিমান 8 J

ঘ ধরি, ১ম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, L_2-L_1

এবং ২য় তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, L_2'-L_1'

এখানে, ১ম তারের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2$ cm = 0.02 m

২য় তারের দৈর্ঘ্য$L_2 = 5$ cm = 0.05 m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2-T_1 = 20$ °C = 20 K

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

বা, $2a = 33.4 \times 10^{-6} K^{-1}$

$\therefore a = 16.7 \times 10\text{-}^{6} K^{-1}$

আমরা জানি, $a = \frac{L_2 - L_1}{L_1(T_2-T_1)}$

বা, $L_2{'}-L_1{'} = aL_2(T_2-T_1)$

$= 16.7 \times 10^{-6} K^{-1}\times 0.02 \text{ m} \times 20 \text{ k}$

$= 6.68 \times 10^{-6}$ m

আবার, $a = \frac{L_2{'} - L_1{'}}{L_2(T_2-T_1)}$

বা, $L_2{'}-L_1{'} = aL_2(T_2-T_1)$

$= 16.7 \times 10^{-6} K^{-1}\times 0.05 \text{ m} \times 20 \text{ k}$

$= 1.67 \times 10^{-5}$ m

যেহেতু $L_2-L_1 \neq L_2{'}-L_1{'}$ সেহেতু উভয় তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সমান হবে না ।

১৪. সিলেট বোর্ড ২০১৯

দুইটি বৈদ্যুতিক খুঁটির দূরত্ব 50 m এবং গ্রীষ্মকালে বায়ুর তাপমাত্রা 30 ˚C। 50.033 m দৈর্ঘ্যের তামার দ্বারা খুঁটি দুইটির সংযোগ দেওয়া হয়। শীতকালে বায়ুর তাপমাত্রা 5 ˚C। [তামার তারের ভর 30 kg এবং আপেক্ষিক তাপ 400 J $kg^{-1} K^{-1}$]

ক. বরফ বিন্দু কাকে বলে? ১

খ. বাদুর শব্দোত্তর শব্দ ব্যবহার করে কীভাবে পথ চলে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. শীতকালে তামার তার কতটুকু তাপশক্তি বর্জন করবে? ৩

ঘ.শীতকালে উক্ত তারটি ছিঁড়ে যাবার সম্ভাবনা আছে কি না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বরফ গলে পানি হয় অথবা বিশুদ্ধ পানি জমে বরফ হয়, তাকে নিম্নস্থিরাঙ্ক বা বরফবিন্দু বলে।

খ বাদুর চোখে দেখতে পারে না। বাদুর পথ চলার জন্য শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে। বাদুর চলার সময় ক্রমাগত বিভিন্ন কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টি করে। এ তরঙ্গ চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। সামনে যদি প্রতিবন্ধক থাকে তাহলে তাতে বাধা পেয়ে এ তরঙ্গ প্রতিফলিত হয়ে বাদুরের কানে ফিরে আসে। বাদুর তার সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গ এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যকার সময় ব্যবধান ও প্রতিফলিত শব্দের প্রকৃতি থেকে প্রতিবন্ধকের অবস্থান এবং আকৃতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করে এবং পথ চলার সময় সেই প্রতিবন্ধক পরিহার করে।

গ এখানে,

তামার তারের ভর, m = 30kg

আপেক্ষিক তাপ, s = 400 J $kg^{-1} K^{-1}$

তাপমাত্রা হ্রাস পায়, $T_2 - T_1 = 30˚C - 5˚C$

$= 25˚C = 25$ K

তাপশক্তি বর্জন, Q = ?

আমরা জানি, $Q = ms (T_2-T_1)$

$= 30 \text{ kg} \times 400 \text{ J kg}^{-1} K^{-1}\times 25 \text{ K}$

$= 3\times 10^5$ J

অতএব, শীতকালে তামার তার 3×10^5J তাপশক্তি বর্জন করবে।

ঘ এখানে, তাপমাত্রার পরিবর্তন,$T_2-T_1=25K$

['গ' নং থেকে প্রাপ্ত]

তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,$\alpha=16.7\times10^{-6}K^{-1}$

তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L_2 = 50.033$ m

তারের চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য, L_1হলে,

আমরা জানি, $\alpha = \frac{L2 - L1}{L2 (T2 - T1)}$

বা, $L_2 - L_1 = \alpha L_2 (T_2 - T_1)$

বা, $L_1 = L_2 - \alpha L_2 (T_2 - T_1)$

$= 50.033m - 16.7\times10^{-6} K^{-1}\times 50.033m\times25K$

$= 50.0121m$

এখানে তারের চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য 50.0121 m যা খুঁটি দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব অপেক্ষা বেশী। তাই শীতকালে উক্ত তারটি ছিঁড়ে যাবার সম্ভাবনা নেই।

১৫. বরিশাল বোর্ড ২০১৯

400 gm ভরের একটি তামার পাত্রে 90^0 c তাপমাত্রার 500 gm পানি আছে । 30^0 C তাপমাত্রার 500 gm ভরের 100mm ব্যাসের একটি নিরেট গোলক পাত্রের মধ্যে ফেলে দেওয়া হলো ।

তামার আপেক্ষিক তাপ 400 J $kg^{-1} K^{-1}$

গোলকের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ 200 J $kg^{-1} K^{-1}$

পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J $kg^{-1} K^{-1}$

গোলকের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $19 \times10^{-5} K^{-1}$

ক. সুপ্ত কাকে বলে? ১

খ. ভেজা মেঝে শুকানোর জন্য ফ্যান চালানো হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর । ৩

ঘ. মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রায় গোলকটি 10.5 mm ব্যাসের রিং এর

মধ্যে প্রবেশ করানো যাবে কি না- বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপ পদার্থের তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটিয়ে অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় তাকে সুপ্ত বলে।

খ ভেজা মেঝে শুকানোর জন্য ফ্যান চালানো হয় কারণ- আমাদের চারপাশের বাতাস জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত না থাকলে তা আরও জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে। ফ্যান চালালে আশে পাশের বাতাস ভেজা মেঝের পানির সংস্পর্শে আসে এবং সেখান থেকে পানি জলীয়বাষ্প হিসেবে শোষণ করে ফলে ভেজা মেঝে দ্রুত শুকায়।

গ এখানে তামার আপেক্ষিক তাপ, S_c =400 J kg^{-1} K^{-1}

গোলকের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ S_s =200 J kg^{-1} K^{-1}

পানির আপেক্ষিক তাপ S_w =4200 J kg^{-1} K^{-1}

পানির ভর, m_w = 500gm=0.5 kg

তামার পাত্রের ভর, m_c = 400gm=0.4 kg

গোলকের ভর, m_s = 500gm=0.5 kg

ধরি,

মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা T^0 C

আমরা জানি, গৃহিত তাপ = বর্জিত তাপ

বা, $m_s s_s (T-30) = m_c s_c (90-T) + m_w s_w (90-T)$

বা, $T (m_s s_s + m_c s_c) = m_c s_c 90^0 + m_w s_w 90^0 + m_s s_s$ 30

বা, $T = \frac{m_s s_c + m_w s_w 90^0\ m_s s_c}{m_s s_c + m_c s_c + m_w s_w}$

$=\left(\frac{0.4\times400\times90+0.5\times4200\times90+0.5\times200\times30}{0.5\times200+0.4\times400+0.5\times4200}\right)$°C

$\therefore$ T=87.46°C

অতএব, মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা 87.46°C

ঘ এখানে, গোলকের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

α= 19x10^{-5} K^{-1}

$\therefore$গোলকের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$\gamma= 3\ \alpha=3\times19\times10^{-5}\ K^{-1}=5.7\times10^{-4}\ K^{-1}$

'গ' হতে পাই চূড়ান্ত তাপমাত্রা 87.46°C

$\therefore$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি, T_2-T_1 = (87.46-30) K

=57.46 K

গোলকটির আদি আয়তন, $V_0 = \frac{3}{4}\pi\left(\frac{100}{2}mm\right)^3$

= 523600 mm^3

$\therefore$ গোলকটির চূড়ান্ত আয়তন,

$V_2 = V_0 \{1+y(T_2-T_1)\}$

=523600 mm^3 (1+5.7×10^{-4} K^{-1}×57.46 K)

=540749.0519 mm^3

গোলকটির চূড়ান্ত ব্যাসার্ধ r_2 হলে,

$\frac{3}{4}\pi r_2$ = 540749.0519 mm^3

বা, $r_2 = \sqrt[3]{\frac{3x540749.0519}{4\times3.1416}}\ mm^3$=50.54

$\therefore$ গোলকটির চূড়ান্ত ব্যাস, $d_2 = 2r_2 = 2\times$ 50.54mm

$\therefore$ d_2 = 101.08 mm

যেহেতু d_2 >100.5mm অর্থাৎ গোলকটির চূড়ান্ত ব্যাস রিং এর ব্যাস অপেক্ষা বেশি। অতএব, মিশ্রনের চূড়ান্ত তাপমাত্রায় গোলকটি 100.5mm ব্যাসের রিং এর মধ্যে প্রবেশ করানো যাবে না ।

১৬. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৯

900 cm^3 আয়তনের একটি ইস্পাত খন্ডের ভর 7 kg । ইস্পাত খন্ডটি তাপমাত্রা 20°C থেকে 50°C এ উন্নীত করতে তাপ প্রদান করা হলো। ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 11 × 10^{-6} K^{-1}এবং আপেক্ষিক তাপ 460 J kg^{-1} K^{-1}। পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J $kg^{-1}K^{-1}$।

ক. প্রকৃত প্রসারণ কাকে বলে ? ১

খ. বাতাসের জলীয় বাস্পের পরিমাণ কীভাবে বাস্পায়ন নিয়ন্ত্রণ করে- ব্যাখ্যা কর । ২

গ. উদ্দীপকের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ইস্পাত খন্ডের আয়তন প্রসারণ নির্ণয় কর । ৩

ঘ. ইস্পাত খন্ডের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় তাপ দ্বারা 0°C তাপমাত্রা 0.5 kg ভরের বরফকে সম্পূর্ণ গলানো সম্ভব কি না ? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর । ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরলকে কোনো পাত্রে না রেখে (যদি সম্ভব হয়) তাপ দিলে তার যে আয়তন প্রসারণ হতো তাকে তরলের প্রকৃত প্রসারণ বলে ।

খ যেকোন তাপমাত্রায় তরলের শুধুমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে। বাতাসে জলীয়বাষ্পের উপস্থিতি যত বেশি হয়, বাষ্পায়ন তত কম হয়। এবং জলীয়বাষ্পের উপস্থিতি কম থাকলে বাষ্পায়ন বেশি হয়। এভাবেই বাতাসের জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বাষ্পায়ন নিয়ন্ত্রণ করে।

গ এখানে, ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α =11x10^{-6} K^{-1}

আয়তন প্রসারণ সহগ,

γ =3 α=3x11x10^{-6} K^{-1}=3.3x 10^{-5} K^{-1}

ইস্পাত খন্ডটির আদি আয়তন, V_2=900cm^3

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, T_2-T_1=(50-20)K=30K

$\therefore$ আয়তন প্রসারণ, $V_2-V_1= V_{1y} (T_2-T_1)$

=90cm^3×3.3×10^{-5} K^{-1} ×30K

অতএব উদ্দীপকের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ইস্পাত খন্ডের আয়তন প্রসারণ 0.891cm^3 হবে।

ঘ ইস্পাতের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, S=400 J kg^{-1} K^{-1}

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, T_2-T_1=(50-20) K=30K

ইস্পাতের ভর, m = 7 kg

ইস্পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q = ms(T_2-T_1)$

= 7 kg×460 J kg^{-1} K^{-1}×30K=96600 J
বরফের ভর,
m_1 = 0.5 kg
l_t = 334000 J kg^{-1}
বরফ গলনে প্রয়োজনীয় তাপ,
$Q_i = m_1 l_f$
বা, Q_i = 0.5 kg × 334000 J kg$_{-1}$
∴ Q_i = 167000 J
যেহেতু, Q < Q_iঅর্থাৎ ইস্পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় তাপ 0 °Cতাপমাত্রার 0.5 kg বরফ গলানোর জন্য প্রয়োজনীয় তাপ অপেক্ষা কম । অতএব ইস্পাত খন্ডের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় তাপ দ্বারা 0 °Cতাপমাত্রা 0.5 kg বরফ সম্পূর্ণ গলানোর সম্ভব নয় ।

১৭. সকল বোর্ড ২০১৮

$200°C$ তাপমাত্রার জ্বলন্ত একটি চুলার পাশে 15 $°C$ তাপমাত্রার একটি 3 kg ভরের কঠিন বস্তু রাখা হলো।ফলে নিদিষ্ট সময় পর এর তাপমাত্রা হলো 86 $F°$। বস্তুটির উপাদানের আপেক্ষিক তাপ $361\,J\,kg^{-1}K^{-1}$,বরফ গলনের সুপ্ততাপ $336000\,J\,kg^{-1}$।

ক) আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

খ) ইস্পাতের দৈঘ্য প্রসারণ সহগ $11\ \times 10-6\ K^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? ২

গ) বস্তুটির তাপমাত্রা 86 $F°$ এ পৌছাতে কী পরিমান তাপ শোষণ করতে হয়েছে? ৩

ঘ) উল্লেখিত নিদিষ্ট সময় পর বস্তুটিকে 500 g গলিত বরফের ঠান্ডা পানিতে ছেড়ে দিলে মিশ্রণর সবোচ্চ তাপমাত্রা কত হবে? গানিতিকভাবে বিশ্লেষন কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

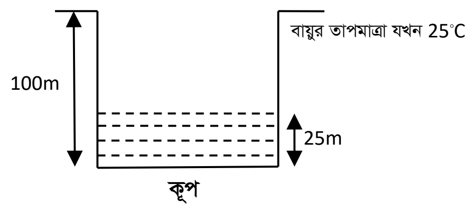
ক একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমান তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ ইস্পাতের দৈঘ্য প্রসারণ সহগ $11\times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে বুঝায় 1 m দৈঘ্যের কোনো ইস্পাত খন্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে তার দৈঘ্য $11\times10^{-6}\ m$

গ ধরি বস্তুর শোষিত তাপের পরিমান Q
উদ্দীপক হতে, বস্তুর আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 15°C$
চুড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_F = 86\,°C$
আপেক্ষিক তাপ, $s = 361\,Jkg^{-1}K^{-1}$
বস্তুর ভর , $m = 3\,kg$
আমরা জানি,
$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F-32}{9}$$
বা, $9T_C = 5T_F - 160$
বা, $T_C = \frac{5T_F-160}{9} = \frac{5\times86-160}{9} = 30\,°C$
তাপমাত্রার পরিবর্তন, $= T_C - T_1$
$= 30\,°C - 15\,°C = 15\,°C = 15\,K$
আবার, $Q = ms\,(T_C - T_1)$
$= 3\,kg \times 361\,Jkg^{-1}K^{-1} \times 15\,K = 16245\,J$
সুতরাং বস্তুটির শোষিত তাপের পরিবর্তন ।$16245\,J$

ঘ গ হতে পাই , বস্তর চুড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_1 = 30\,°C$
ধরি , মিশ্রণের তাপমাত্রা $T\,°C$
উদ্দীপক অনুসারে ,
গলিত বরফের ঠান্ডা পানির ভর $m_w = 500g = 0.5kg$
কঠিন বস্তুর ভর , $m = 3\,kg$
কঠিন বস্তুর আপেক্ষিক তাপ $s = 361\,Jkg^{-1}K^{-1}$
গলিত বরফের ঠান্ডা পানির আপেক্ষিক তাপ,
$S_w = 4200\,Jkg^{-1}K^{-1}$
গলিত বরফের ঠান্ডা পানির ক্ষেত্রে, তাপমাত্রার পরিবতন,
$= (T-0)°C = T\,K$
কঠিন বস্তুর তাপমাত্রার পরিবতন, $= (30-T)°C$
$= (30-T)\,K$
কঠিন বস্তুর কর্তৃক বর্জিত তাপের পরিমান Q_1 হলে,
$Q_1 = ms\,(30-T)$
$= 3\,kg \times 361\,J\,kg^{-1}K^{-1} \times (30-T)K$
$= 32490\,J - 1083\,T\,J$
আবার, গলিত বরফের ঠান্ডা পানি কর্তৃক গৃহীত তাপের পরিমান Q_W হলে,
$Q_W = m_w s_w (T-0)$
$= 0.5\,kg\ \times 4200\,Jkg^{-1}K^{-1} \times T\,K = 2100\,TJ$
তাপ পরিমাপের মুলনীতি অনুসারে,
$Q_W = Q_1$
বা, $2100\,T = 32490 - 1083\,T$
বা, $2100\,T + 1083\,T = 32490$
বা, $3183\,T = 32490$
বা, $T = \frac{32490}{3183} = 10.21\,°C$
অতএব, উপরের গানিতিক বিশ্লেষন হতে বলা যায় যে, মিশ্রনের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা হবে। $10.21\,°C$ ।

১৮. ঢাকা বোর্ড ২০১৭



গ্রীষ্মকালে বায়ুর তাপমাত্রা যখন 10 °C বৃদ্ধি পায় তখন কূপের উপরিতল থেকে পানি 1 m নেমে আসে।

ক. পর্যায়কাল কাকে বলে? ১

খ. তরঙ্গ শীর্ষ ও তরঙ্গ পাদ সমদশা সম্পন্ন নয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে? ৩

ঘ. কূপের মুখে শব্দ করলে তাপমাত্রা বৃদ্ধির পূর্বে ও পরে প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে কোনোরূপ তারতম্য হবে কী? উত্তরের সপক্ষে যথাযথ যুক্তি উপস্থাপন কর। ৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গের উপরস্থ কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় প্রয়োজন সেই সময়ই পর্যায়কাল।

খ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গে পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে তরঙ্গশীর্ষ সৃষ্টি করে চলে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে তরঙ্গপাদ সৃষ্টি করে। এজন্য তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ সমদশা সম্পন্ন হয় না বিপরীত দশা সম্পন্ন হয়।

গ এখানে, বায়ুর তাপমাত্রা $T_C = 25^\circ C$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $T_F = ?$

আমরা জানি, $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$

বা, $5\ T_F - 160 = 9\ T_C$

বা, $5\ T_F = 9 \times 25 + 160$

বা, $5\ T_F = 385$

$\therefore T_F = 77$

সুতরাং ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা $70^\circ F$।

তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ার পর সেলসিয়াস স্কেলের পাঠ,

$\frac{T_C'}{5} = \frac{T_F' - 32}{9}$

বা, $\frac{T_C'}{5} = \frac{T_F' - 32}{9}$

বা, $T_F' - 32 = 63 = 63 + 32$

$\therefore T_F' = 95$

$\therefore$ ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ বৃদ্ধি পাবে $= T_F' - T_F$

$= 95\ ^\circ F - 77\ ^\circ F$

$= 18\ ^\circ F$

ঘ ধরি, তাপমাত্রা বৃদ্ধির পূর্বে প্রতিধ্বনি শোনার সময় t_1 এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর প্রতিধ্বনি শোনার সময়, t_2

$T_1 = 0\ ^\circ C = 273$ K তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,

$v_0 = 330\ m\ s^{-1}$

$T_2 = 25\ ^\circ C = (273 + 25)\ K = 298\ K$

তাপমাত্রা শব্দের বেগ, v_1

এবং $T_3 = 25\ ^\circ C + 25\ ^\circ C$

$= 35\ ^\circ C = (273 + 35)\ K = 308\ K$

তাপমাত্রা শব্দের বেগ, v_2 হলে,

$$v_1 = v_0 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{298}{273}}\ m\ s^{-1} = 344.78\ m\ s^{-1}$$

আবার, $v_2 = v_0 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{308}{273}}\ m\ s^{-1}$

$= 350.52\ m\ s^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধির পূর্বে পানির উপরিতল পর্যন্ত গভীরতা,

$h_1 = (100 - 25)\ m = 75\ m$

তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর পানির উপরিতল পর্যন্ত গভীরতা,

$h_2 = (100 - 25 + 1)\ m = 76\ m$

আমরা জানি,

$2h_1 = v_1 t_1$

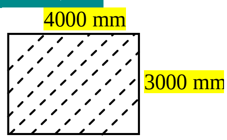
বা, $t_1 = \frac{2h_1}{v_1} = \frac{2 \times 75\ m}{344.78\ m\ s^{-1}} = 0.4351\ s$

বা, $t_2 = \frac{2h_2}{v_2} = \frac{2 \times 76\ m}{350.52\ m\ s^{-1}} = 0.4336\ s$

যেহেতু $t_1 \neq t_2$ সেহেতু প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে খুব সামান্য তারতম্য হবে। অর্থাৎ পূর্বের চেয়ে $t_1 - t_2 = (0.4351 - 0.4336)$ s বা, 0.0015 s আগেই প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

[Note পাঠ্যবইয়ে বায়ুতে শব্দের বেগ 330 $m\ s^{-1}$ দেওয়া আছে। যদিও তাপমাত্রার কথা উল্লেখ নেই। তাই 0 $^\circ C$ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 330 $m\ s^{-1}$ ধরে সমাধান করা হয়েছে।]

১৯. রাজশাহী বোর্ড ২০১৭



তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধি করলে চিত্রের পৃষ্ঠটির ক্ষেত্রফল 0.1 m^2 বৃদ্ধি ঘটে।

ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১

খ. পদার্থের প্লাজমা অবস্থা ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ধাতব খণ্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঐ ধাতুর ক্ষেত্রফল 6% বৃদ্ধি করতে চাইলে তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি করতে হবে? ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম প্লাজমা। এই প্লাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। প্লাজমার বড় উৎস হচ্ছে সূর্য। তাছাড়া অন্যান্য নক্ষত্রগুলোও প্লাজমার উৎস। প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প্লাজমা অবস্থার উৎপত্তি হয়। গ্যাসের ন্যায় প্লাজমার কোনো নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নেই। প্লাজমা কণাগুলো তড়িৎ পরিবাহী। শিল্প কারখানায় প্লাজমা টর্চ দিয়ে ধাতব পদার্থ কাটা হয়।

গ দেয়া আছে, ধাতব খণ্ডের দৈর্ঘ্য, $L = 4000\ mm = 4\ m$

ধাতব খণ্ডের প্রস্থ, $B = 3000\ mm = 3\ m$

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

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = 0.1\ m^2$

ধাতব খণ্ডের আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = L \times B = 4\ m \times 3\ m = 12\ m^2$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta \theta} = \frac{0.1 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2 \times 30 \text{ K}}$

$= 2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$

ধাতব খণ্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α হলে

$\beta = 2\alpha$

বা, $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}}{2}$

$= 1.39 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,
ধাতব খণ্ডের আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 12 \text{ m}^2$
ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$

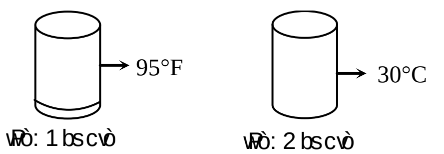
প্রশ্নমতে, ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = A_1 \times 6\% = 12 \text{ m}^2 \times \frac{6}{100}$
$= 0.72 \text{ m}^2$
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta$ হলে,

$\beta = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta \theta}$

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta A}{A_1 \times \beta} = \frac{0.72 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2 \times 2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}}$
$= 216.6°\text{C}$

অতএব, ধাতব খণ্ডটির ক্ষেত্রফল 6% বৃদ্ধি করতে চাইলে তাপমাত্রা 216.6°C বৃদ্ধি করতে হবে।

২০. ঢাকা বোর্ড ২০১৫



ক. পদার্থের প্লাজমা অবস্থা কাকে বলে? ১
খ. তামার আপেক্ষিক তাপ $400 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ 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 সঞ্চালনের ক্ষেত্রে কী ঘটবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

২০ 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 দেওয়া আছে,

1নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা, F = 95°F

বের করতে হবে, কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা, K = ?

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

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

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°C

ফারেনহাইট স্কেলে এই তাপমাত্রা F হলে,

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

বা, $F - 32 = \frac{9}{5} C$

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

সুতরাং ২নং পাত্রের তাপমাত্রা 10°F বৃদ্ধি করলে নতুন তাপমাত্রা হবে = 86°F + 10°F = 96°F > 95°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 সঞ্চালিত হয়ে ১নং পাত্রের তরলে প্রবেশ করবে। এতে উভয় পাত্রের তরলের তাপমাত্রা সমান হয়ে যাবে এবং তাপের সঞ্চালন বন্ধ হয়ে যাবে।

২১. রাজশাহী বোর্ড ২০১৫

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 $11.5 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$।

ক. হুকের সূত্রটি লিখ। 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

২১ 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 লব্ধি বল অনুভব করবে। তাই লবণ মিশ্রিত পানিতে ডিম ছেড়ে দিলে ভেসে উঠবে।

গ এখানে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 200\text{m}$
তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = 10°\text{C} = 10\text{K}$
দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta L = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0\Delta\theta}$

বা, $\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta = 11.5\times10^{-6}K^{-1} \times 200m \times 10K$

$\therefore \Delta L = 0.023$ m

$\therefore$ লোহার রড়ের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 0.023m. **(Ans)**

ঘ এখানে,

আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 200m$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = 15°C = 15 K$

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

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0\Delta\theta}$

বা, $\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta$

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

$= 0.0345$ m

$= 3.45$ cm

$\therefore$ লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 3.45 cm। কিন্তু দুই পাতের মাঝে 4 সে.মি. ফাকা 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।

২২. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৭

1 মিটার দীর্ঘ ও 3 kg ভরের একটি দণ্ডের তাপমাত্রা 30°C থেকে 50°C এ উন্নীত করতে 24000 J তাপ প্রয়োগ করতে হলো এবং ইহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ হলো 2.34×10^{-4} m. অনুরূপ অন্য একটি দণ্ডের একই তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দৈর্ঘ্য প্রসারণ হলো 2.2×10^{-4} m।

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কী? ১

খ. গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ১ম দণ্ডটির আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দণ্ড দুইটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ ভিন্ন হবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

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

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

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

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম দণ্ডের ভর, $m = 3$ kg

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = (50 - 30)°C = 20°C = 20$ K

প্রযুক্ত তাপ, $Q = 24000$ J

আপেক্ষিক তাপ, $S = ?$

আমরা জানি,

$Q = mS\Delta\theta$

বা, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{24000 \text{ J}}{3 \text{ kg} \times 20 \text{ K}} = 400 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

(Ans.)

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম ও ২য় দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l = 1$ m

১ম দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l_1 = 2.34 \times 10^{-4}$ m

২য় দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l_2 = 2.2 \times 10^{-4}$ m

উভয় দণ্ডের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (50 - 30)°C = 20°C = 20$ K

সুতরাং ১ম দন্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$$\alpha_1 = \frac{\Delta l_1}{l\Delta\theta} = \frac{2.34 \times 10^{-4} \text{ m}}{1 \text{ m} \times 20 \text{ K}} = 1.17 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

এবং ২য় দন্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

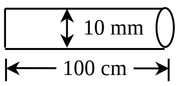
$$\alpha_2 = \frac{\Delta l_2}{l\Delta\theta} = \frac{2.2 \times 10^{-4} \text{ m}}{1 \text{ m} \times 20 \text{ K}} = 1.1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেয়া যায়, $\alpha_1 > \alpha_2$

অতএব, দণ্ড দুইটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ ভিন্ন হবার কারণে দণ্ড দুইটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ ভিন্ন হয়েছে।

২৩. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৭

তামার তারের তাপমাত্রা 150°C বৃদ্ধি করা হলো।



$\gamma = 50.1 \times 10^{-6} K^{-1}$
$S = 400 \text{ J kg}^{-1} K^{-1}$
$\rho = 8960 \text{ kg m}^{-3}$

Zvgvi Zvi

ক. পানির ত্রৈধবিন্দু কী? ১

খ. চাপ, পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তামার তারকে উত্তপ্ত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর উক্ত তামার তারটি 10.06 mm ব্যাসবিশিষ্ট রিং-এর মধ্যে প্রবেশ করানো যাবে কি-না— গাণিতিকভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্পরূপে সহাবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধ বিন্দু বলে।

খ নির্দিষ্ট আয়তনের একটি আবদ্ধ পাত্রের গ্যাসের চাপ এর তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে চাপ বৃদ্ধি পায়। তাই গ্যাসের চাপ পরিমাপ করে তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়। সুতরাং চাপ, পদার্থের একটি তাপমাত্রিক ধর্ম।

গ দেওয়া আছে,

তামার তারের দৈর্ঘ্য, $l = 100$ cm $= 1$ m

ব্যাস, $d = 10$ mm

$\therefore$ ব্যাসার্ধ, $r = 5$ mm $= 5 \times 10^{-3}$ m

আপেক্ষিক তাপ, $S = 400 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

ঘনত্ব, $\rho = 8960 \text{ kg m}^{-3}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 150°C = 150$ K

প্রয়োজনীয় তাপ, $H = ?$

আমরা জানি, বস্তুর ভর,

$m = \rho V = \rho \times \pi r^2 l$

$= 8960\ kg\ m^{-3} \times 3.1416 \times (5 \times 10^{-3}\ m)^2 \times 1\ m$

$= 0.7037\ kg$

প্রয়োজনীয় তাপ,

$H = mS\Delta\theta = 0.7037\ kg \times 400\ J\ kg^{-1}\ K^{-1} \times 150\ K$

$= 4.22 \times 10^4\ J$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50.1 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

সুতরাং দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\gamma}{3} = 16.7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 150°C = 150\ K$

আদি ব্যাস, $d_1 = 10\ mm = 10 \times 10^{-3}\ m$

পরিবর্তিত ব্যাস, $d_2 = ?$

আমরা জানি, দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$\alpha = \frac{d_2 - d_1}{d_1\Delta\theta}$ (ব্যাসও এক প্রকারের দৈর্ঘ্য)

বা, $d_2 - d_1 = d_1\alpha\,\Delta\theta$

$\therefore d_2 = d_1(1 + \alpha\,\Delta\theta)$

$= 10 \times 10^{-3}\ m\ (1 + 16.7 \times 10^{-6}\ K^{-1} \times 150\ K)$

$= 10.025 \times 10^{-3}\ m$

$= 10.025\ mm$

যেহেতু রিংটির ব্যাস 10.06 mm এবং তারটির ব্যাস হবে 10.025 mm সুতরাং তারটিকে রিং এর মধ্যে প্রবেশ করানো যাবে।

২৪. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৬

10°C তাপমাত্রায় বর্গাকার একটি তামা ও একটি ইস্পাতের পাতের প্রতিটির ক্ষেত্রফল $9m^2$। তাপ দিয়ে ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করায় ক্ষেত্রফল $9.012024m^2$ হলো। (তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22.0 \times 10^{-6}K^{-1}$)

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 উপর সমাপাতিত করা সম্ভব হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

২৪ 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 এক বার প্রদক্ষিণ করে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসে এবং পুনরায় একই দিকে চলতে থাকে।

গ দেওয়া আছে,

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

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $= \alpha$

আমরা জানি, $\beta = 2\alpha$

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

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

আবার, $\gamma = 3\alpha$

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

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

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

তামার পাতের প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_1 = 10°C = 283\ K$

তামার পাতটি 50°C তাপমাত্রার ইস্পাতের পাতের সাথে সমপাতিত হতে হলে তামার পাতের চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল হতে হবে, $A_2 = 9.012024\ m^2$

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

তামার পাতের চূড়ান্ত তাপমাত্রা θ_2 হলে,

$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}$

বা, $\theta_2 - \theta_1 = \frac{A_2 - A_1}{A_1\beta}$

$\therefore \theta_2 = \frac{A_2 - A_1}{A_1\beta} + \theta_1 = \left(\frac{9.012024 - 9}{9 \times 22.0 \times 10^{-6}} + 283\right) K$

$= (60.73 + 283)\ K = 343.73\ K = 70.73°C$

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

২৫. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৫

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

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 কিসের তৈরি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

২৫ 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 দেওয়া আছে,

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $C = 36.89°C$

বের করতে হবে, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $F = ?$

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

বা, $F - 32 = \frac{9}{5}C$

$\therefore F = \frac{9}{5}C + 32 = 1.8 \times 36.89 + 32 = 98.402°F$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক মতে,
দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100m$
পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.033m$
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 66.89°C - 36.89°C = 30°C = 30K$
উদ্দীপকের দন্ডটির উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে,

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

$$\therefore \alpha = \frac{\frac{l_2}{l_1} - 1}{\Delta\theta} = \frac{\frac{100.033m}{100m} - 1}{30K}$$
$$= 11 \times 10^{-6}K^{-1}$$

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

২৬. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৬

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

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

২৬ 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 উপর বায়ুর চাপ, বায়ুর শুষ্কতা, পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে। একই উচ্চতা বিশিষ্ট পানি একই স্থানে রাখা হলে বায়ুর চাপ, শুষ্কতা একই হয় কিন্তু পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হলে বেশি স্থান জুড়ে পানি বাষ্পায়ীত 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, $A_1 = 4m^2$
চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = 4.033m^2$
কক্ষ তাপমাত্রা, $\theta_1 = 25°\ C = 298\ K$
চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 175°\ C = 448\ K$
ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

আমরা জানি, $\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}$
$$= \frac{4.033 - 4}{4(448 - 298)}$$
$$= 5.5 \times 10^{-5}\ K^{-1}$$ **(Ans.)**

ঘ 2 ও 3 নং পাতের, আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4m^2$
2 নং পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_2 = (150 - 25)°C$
$= 125°C = 125\ K$
3 নং পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_3 = (170 - 25)°C$
$= 145°C = 145\ K$
'গ' অংশ হতে পাই,
ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 5.5 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

2নং পাতের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA_2 হলে, $\beta = \frac{\Delta A_2}{A_1\Delta\theta_2}$
বা, $\Delta A_2 = \beta \times A_1 \times \Delta\theta_2$
$= 5.5 \times 10^{-5} \times 4 \times 125$
$= 0.0275\ m^2$

3নং পাতের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA_3 হলে, $\beta = \frac{\Delta A_3}{A_1\Delta\theta_3}$
বা, $\Delta A_3 = \beta \times A_1 \times \Delta\theta_3$
$= 5.5 \times 10^{-5} \times 4 \times 145$
$= 0.0319\ m^2$

লক্ষ্য করি, $\Delta A_2 \neq \Delta A_3$
অতএব, তাপ প্রয়োগে 2 এবং 3 নং পাত দুইটির ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন সমান নয়।

২৭. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৫

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 $11.6 \times 10^{-6}K^{-1}$ এবং $16.7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

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

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ সেলসিয়াসে স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি = 10°C
আমরা জানি,
সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রার 1° পরিবর্তনে ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা $\frac{9°}{5}$ পরিবর্তিত হয়।

$\therefore$ ফারেনহাইট স্কেলের তাপমাত্রার পরিবর্তন $= \frac{9}{5} \times 10°$
$= 18°$ **(Ans.)**

ঘ লোহার দন্ডের জন্য,
আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 2m$
লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11.6 \times 10^{-6}K^{-1}$
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 10°C = 10\ K$
$\therefore$ লোহার দন্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = L_0\ \alpha\ 4\theta$

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

$= 0.000232$ m

তামার দন্ডের জন্য,

আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 2m$

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

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

$\therefore$ তামার দন্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L' = L_0 \alpha' \Delta\theta$

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

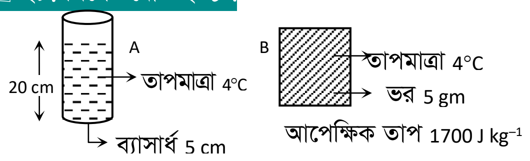
$= 0.000334m$

যেহেতু $0.000232m \neq 0.000334m$

অর্থাৎ $\Delta L \neq \Delta L'$

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

২৮. সিলেট বোর্ড ২০১৭



ক. এক কেলভিন কাকে বলে? ১

খ. ঘর্মাক্ত দেহে পাখার বাতাস ঠাণ্ডা অনুভূত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. B বস্তুর তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. A পাত্রের শুধু তরল ও B বস্তুর তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধি করতে কোনটিতে কত বেশি তাপের প্রয়োজন হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। (4°C তাপমাত্রায় 1 c.c. পানির ভর 1 gm) ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পানির ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ অংশকে এক কেলভিন বলে।

খ আমরা জানি, পানি সবসময় বাষ্পায়ীত হতে থাকে। এ বাষ্পায়ন নির্ভর করে এর আশপাশে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের উপর। জলীয় বাষ্প বেশি হলে বাষ্পায়ন ধীরে হয়। আমাদের ঘর্মাক্ত দেহ থেকে বাষ্পায়নের ফলে এর চারপাশে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে। পাখার বাতাস এ জলীয় বাষ্পকে সরিয়ে দেয় ফলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়। আমরা আরো জানি বাষ্পায়নের সময় সুপ্ত তাপের প্রয়োজন। ঘাম বাষ্পায়নের সময় শরীর থেকে তাপ গ্রহণ করে ফলে ঠাণ্ডা অনুভূত হয়।

গ দেওয়া আছে,

সেলসিয়াস স্কেলে B বস্তুর তাপমাত্রা, $C = 4°C$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $F = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5} = \frac{4}{5}$$

বা, $5F - 160 = 36$

$$\therefore F = \frac{160 + 36}{5} = 39.2° \text{ F}$$ **(Ans.)**

ঘ A পাত্রের ব্যাসার্ধ, $r = 5$ cm $= 0.05$ m

A পাত্রে পানি উচ্চতা, $h = 20$ cm $= 0.2$ m

A পাত্রের পানির আয়তন, $V = \pi r^2 h$

$= 3.1416 \times (0.05 \text{ m})^2 \times 0.2$ m

$= 1.57 \times 10^{-3}$ m^3

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000$ kg m^{-3}

সুতরাং পানির ভর,

$m_1 = V \times \rho = 1.57 \times 10^{-3}$ m$^3 \times 1000$ kg m^{-3}

$= 1.57$ kg

আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 4200$ J kg^{-1} K^{-1}

উভয় ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30°C = 30$ K

প্রয়োজনীয় তাপ, $H_1 = ?$

আমরা জানি,

$H_1 = m_1 S_1 \Delta\theta = 1.57$ kg $\times 4200$ J kg^{-1} K$^{-1} \times 30$ K

$= 1.978 \times 10^5$ J

আবার, B বস্তুর ক্ষেত্রে,

আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 1700$ J kg^{-1} K^{-1}

ভর, $m_2 = 5$ gm $= 5 \times 10^{-3}$ kg

প্রয়োজনীয় তাপ, $H_2 = ?$

সুতরাং, $H_2 = m_2 S_2 \Delta\theta$

বা, $H_2 = 5 \times 10^{-3}$ kg $\times 1700$ J kg^{-1} K$^{-1} \times 30$ K

$\therefore H_2 = 2.55 \times 10^2$ J

যেহেতু $H_1 > H_2$ সুতরাং পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বেশি তাপের প্রয়োজন হবে।

২৯. যশোর বোর্ড ২০১৭

23°C তাপমাত্রার 500 g ভরের তামার পাত্রে 75°C তাপমাত্রার 200 mL পানি রাখা হল। ফলে তাপ আদান-প্রদানের ফলে উভয়ের চূড়ান্ত তাপমাত্রা হল 65°C. তাপ দেয়ার ফলে পানির আপাত সংকোচন হয় 1.49 mL.

(এখানে অন্য কোনোভাবে তাপের আদান-প্রদান হয়নি)

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ 50.1×10^{-6} K^{-1} পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3} (ধরে)। [সংশোধিত]

ক. ঘনত্ব কাকে বলে? ১

খ. কোনো বস্তুকে তরলে নিমজ্জিত করলে ওজন হারায় বলে মনে হয় কেন– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পানির প্রকৃত সংকোচন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত ঘটনায় চূড়ান্ত তাপমাত্রা আরো 5°C বৃদ্ধি করতে অতিরিক্ত কতটুকু পানির প্রয়োজন– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে।

খ কোনো বস্তুকে তরলে নিমজ্জিত করলে এর উপর ঊর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা কাজ করে। এ কারণে ওজন হারায় বলে মনে হয়। নিমজ্জিত বস্তুর উপর ক্রিয়ারত এই ঊর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের সমান। বস্তুর ওজন হতে এই প্লবতা বিয়োগ করলে নিট বল পাওয়া যায় যা বস্তুর ওজন থেকে কম। তাই তরলে নিমজ্জিত বস্তু ওজন হারায় বলে মনে হয়।

গ দেওয়া আছে,

পানির আপাত প্রসারণ, $V_a = 1.49$ mL $= 1.49 \times 10^{-6}$ m^3

পাত্রের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 23°C$
চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 65°C$
আদি আয়তন, $V_1 = 200\ mL = 200 \times 10^{-6}\ m^3$
তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50.1 \times 10^{-6}\ K^{-1}$
পাত্রের প্রসারণ (আয়তন বৃদ্ধি), V_g = ?
পানির প্রকৃত প্রসারণ = ?
আমরা জানি,

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

বা, $V_2 - V_1 = \gamma V_1(\theta_2 - \theta_1)$
বা, $V_2 - V_1 = 50.1 \times 10^{-6} \times 200 \times 10^{-6} \times 42$
$\therefore$ $V_g = 4.2 \times 10^{-7}\ m^3$
$\therefore$ পাত্রের সংকোচন = $- v_g = - 4.2 \times 10^{-7}\ m^3$
$\therefore$ পানির প্রকৃত সংকোচন = আপাত সংকোচন + পাত্রের সংকোচন
বা, $V_r = 1.49 \times 10^{-6}\ m^3 - 4.2 \times 10^{-7}\ m^3$
বা, $V_r = 1.07 \times 10^{-6}\ m^3$
$\therefore$ $V_r = 1.07 \times 10^{-3} L$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,
তামার ভর, $m_c = 0.5\ kg$
পানির প্রাথমিক বা আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 75°C$
তামার পাত্রের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1' = 23°C$
5° বৃদ্ধিতে উভয়ের চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = (65+5)°C = 70°C$
পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_W = 4200\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_C = 400\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
পানির ভর = m_W
পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ, = $Q_1 = m_W \times S_W \times (75 - 70)$
তামার পাত্রে কর্তৃক গৃহীত তাপ = $Q_2 = m_C \times S_C \times (70 - 23)$
যেহেতু, $Q_1 = Q_2$
বা, $m_W \times S_W \times (75 - 70) = m_C \times S_C \times (70 - 23)$
বা, $m_W \times 4200 \times 5 = 0.5 \times 400 \times 47$

$$\text{বা, } m_W = \frac{0.5 \times 400 \times 47}{4200 \times 5}$$

$\therefore$ $m_W = 0.448\ kg$

$$\text{পানির আয়তন, } V = \frac{m_W}{\rho} = \frac{0.448\ kg}{1000\ kg\ m^{-3}} = 4.48 \times 10^{-4}\ m^3$$

$= 0.448\ L$ [$1\ m^3 = 1000\ L$]
$= 448\ mL$
$\therefore$ অতিরিক্ত পানি লাগবে = $(448 - 200)\ mL$
$= 248\ mL$ **(Ans.)**

📖 ৩০. যশোর বোর্ড ২০১৫

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

ক. ভার্ণিয়ার 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

৩০ 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 K = (371 – 273)°C = 98°C = 100°C – 2°C
আমরা জানি, বায়ুচাপ 2.7 cm পরিমাণ হ্রাস পেলে পানির স্ফুটনাংক 1°C পরিমাণ হ্রাস পায়। সুতরাং বায়ুচাপ 2.7 cm × 2 = 5.4 cm পরিমাণ হ্রাস পেয়ে (76 cm – 5.4 cm) = 70.6 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,
প্রযুক্ত তাপ, Q = 1950 J
তারের ভর, m = 0.5 kg
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30\ K$
বের করতে হবে, তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, S = ?
আমরা জানি, $Q = mS\Delta\theta$

$$\therefore\ S = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{1950J}{0.5kg \times 30K} = 130\ Jkg^{-1}K^{-1}$$

(Ans.)

ঘ আমরা জানি, সীসার আপেক্ষিক তাপ 130 $Jkg^{-1}K^{-1}$
সুতরাং তারটি সীসায় তৈরি। এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,
$\alpha = 27.6 \times 10^{-6}K^{-1}$ (জানা আছে)
শেষ দৈর্ঘ্য, $L_2 = 100.033\ m$
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30\ K$
আদি দৈর্ঘ্য L_1 হলে, $L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$

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

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

$= 99.95\ m$
99.95m দৈর্ঘ্যের তার দ্বারা রিং তৈরি করা হলে মনে করি, ঐ রিংয়ের ব্যাস D
$\therefore$ $\pi D = 99.95m$

$$\therefore\ D = \frac{99.95m}{\pi} = \frac{99.95m}{3.1416} = 31.815\ m < 32\ m$$

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

📖 ৩১. বরিশাল বোর্ড ২০১৬

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

ক. আপেক্ষিক তাপ কী? ১
খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পদার্থের প্রসারণ ঘটে কেন? ২
গ. তারটির তাপমাত্রা কত ডিগ্রি বৃদ্ধি করা হয়েছিল? ৩

ঘ. উপরের তারটি যদি অ্যালুমিনিয়ামের হতো এবং তারটির দৈর্ঘ্য 100.02m হওয়ার জন্য 875°C তাপমাত্রা প্রয়োজন হতো তবে তুমি কী তারটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় করতে পারতে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা- এক একক বাড়াতে 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 বস্তুটির প্রত্যেক অণুর তাপশক্তি তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। কঠিন পদার্থের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের বিপরীতে অণুগুলো আরো বর্ধিত শক্তিতে স্পন্দিত হতে থাকে ফলে সাম্যাবস্থান 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, $l_1 = 100$ m

তারের শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.02$ m

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

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

আমরা জানি,

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

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

$= \dfrac{100.02 - 100}{100 \times 16.7 \times 10^{-6}}$

$= 11.97$ K

$= 11.97°$ C **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

অ্যালুমিনিয়ামের তারের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100$ m

অ্যালুমিনিয়ামের তারের শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.02$m

অ্যালুমিনিয়াম তারের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 25°C$
$= 298$ K

অ্যালুমিনিয়াম তারের শেষ তাপমাত্রা, $\theta_2 = 875°C$
$= 1148$ K

অ্যালুমিনিয়াম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

অ্যালুমিনিয়াম তারের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

আমরা জানি,

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

$= \dfrac{100.02 - 100}{100(1148 - 298)}$

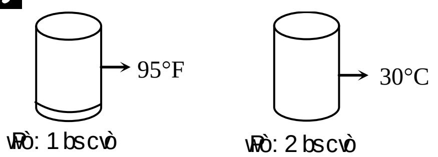
$= 2.35 \times 10^{-7}$ K^{-1}

আবার, $\gamma = 3\alpha = 3 \times 2.35 \times 10^{-7}$ K^{-1}

$= 7.06 \times 10^{-7}$ K^{-1}

অতএব, আমি তারটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় করতে পারতাম।

প্রশ্ন ▶ ১



[ঢা. বো. ২০১৫]

ক. পদার্থের পাজমা অবস্থা কাকে বলে? ১

খ. তামার আপেক্ষিক তাপ $400 Jkg^{-1}K^{-1}$ 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 সঞ্চালনের ক্ষেত্রে কী ঘটবে তা বিশেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

1নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা, F = 95°F

বের করতে হবে, কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা, K = ?

আমরা জানি, $\dfrac{F - 32}{9} = \dfrac{K - 273}{5}$

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

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

$\therefore K = 273 + 35 = 308K$ **(Ans.)**

ঘ ২নং পাত্রের তরলের বর্তমান তাপমাত্রা, C = 30°C

ফারেনহাইট স্কেলে এই তাপমাত্রা F হলে,

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

বা, $F - 32 = \dfrac{9}{5} C$

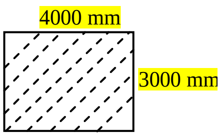
$\therefore F = 32 + \dfrac{9}{5} C = 32 + 1.8 \times 30 = 86°$ F

অধ্যায়-

সুতরাং ২নং পাত্রের তাপমাত্রা 10°F বৃদ্ধি করলে নতুন তাপমাত্রা হবে = 86°F + 10°F = 96°F > 95°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 সঞ্চালিত হয়ে ১নং পাত্রের তরলে প্রবেশ করবে। এতে উভয় পাত্রের তরলের তাপমাত্রা সমান হয়ে যাবে এবং তাপের সঞ্চালন বন্ধ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন ▶২



তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধি করলে চিত্রের পৃষ্ঠটির ক্ষেত্রফল 0.1 m^2 বৃদ্ধি ঘটে। *[রা. বো. ২০১৭]*

ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১

খ. পদার্থের পাজমা অবস্থা ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ধাতব খণ্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঐ ধাতুর ক্ষেত্রফল 6% বৃদ্ধি করতে চাইলে তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি করতে হবে? ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম পাজমা। এই পাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। পাজমার বড় উৎস হচ্ছে সূর্য। তাছাড়া অন্যান্য নক্ষত্রগুলোও পাজমার উৎস। প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় পাজমা অবস্থার উৎপত্তি হয়। গ্যাসের ন্যায় পাজমার কোনো নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নেই। পাজমা কণাগুলো তড়িৎ পরিবাহী। শিল্প কারখানায় পাজমা টর্চ দিয়ে ধাতব পদার্থ কাটা হয়।

গ দেয়া আছে, ধাতব খণ্ডের দৈর্ঘ্য, $L = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$

ধাতব খণ্ডের প্রস্থ, $B = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$

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

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = 0.1 \text{ m}^2$

ধাতব খণ্ডের আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = L \times B = 4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = \dfrac{\Delta A}{A_1\Delta\theta} = \dfrac{0.1 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2 \times 30 \text{ K}}$

$= 2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$

ধাতব খণ্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, α হলে

$\beta = 2\alpha$

বা, $\alpha = \dfrac{\beta}{2} = \dfrac{2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}}{2}$

$= 1.39 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

ধাতব খণ্ডের আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 12 \text{ m}^2$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$

প্রশ্নমতে, ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = A_1 \times 6\% = 12 \text{ m}^2 \times \dfrac{6}{100}$

$= 0.72 \text{ m}^2$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta$ হলে,

$\beta = \dfrac{\Delta A}{A_1\Delta\theta}$

বা, $\Delta\theta = \dfrac{\Delta A}{A_1 \times \beta} = \dfrac{0.72 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2 \times 2.77 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}}$

$= 216.6°C$

অতএব, ধাতব খণ্ডটির ক্ষেত্রফল 6% বৃদ্ধি করতে চাইলে তাপমাত্রা 216.6°C বৃদ্ধি করতে হবে।

প্রশ্ন ▶৩ 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 $11.5 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$। *[রা. বো. ২০১৫]*

ক. হুকের সূত্রটি লিখ। 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 বিশেষণ কর। ৪

৩ 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 লব্ধি বল অনুভব করবে। তাই লবণ মিশ্রিত পানিতে ডিম ছেড়ে দিলে ভেসে উঠবে।

গ এখানে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 200\text{m}$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = 10°C = 10K$

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

দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta L = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \dfrac{\Delta L}{L_0\Delta\theta}$

বা, $\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta = 11.5 \times 10^{-6}\text{K}^{-1} \times 200\text{m} \times 10\text{K}$

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

$\therefore$ লোহার রড়ের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 0.023m. **(Ans)**

ঘ এখানে,

আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 200\text{m}$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = 15°C = 15 \text{ K}$

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

আমরা জানি, $\alpha = \dfrac{\Delta L}{L_0\Delta\theta}$

বা, $\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta$

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

$= 0.0345 \text{ m}$

$= 3.45 \text{ cm}$

$\therefore$ লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ 3.45 cm। কিন্তু দুই পাতের মাঝে 4 সে.মি. ফাকা 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 ▶৪ 1 মিটার দীর্ঘ ও 3 kg ভরের একটি দণ্ডের তাপমাত্রা 30°C থেকে 50°C এ উন্নীত করতে 24000 J তাপ প্রয়োগ করতে হলো এবং ইহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ হলো 2.34×10^{-4} m.

অনুরূপ অন্য একটি দণ্ডের একই তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দৈর্ঘ্য প্রসারণ হলো 2.2×10^{-4} m।

[দি. বো. ২০১৭]

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কী? ১

খ. গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ১ম দণ্ডটির আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দণ্ড দুইটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ ভিন্ন হবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ বিশেষণ কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

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

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

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

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম দণ্ডের ভর, $m = 3$ kg

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = (50 - 30)°C = 20°C = 20$ K

প্রযুক্ত তাপ, $Q = 24000$ J

আপেক্ষিক তাপ, $S = ?$

আমরা জানি,

$Q = mS\Delta\theta$

বা, $S = \dfrac{Q}{m\Delta\theta} = \dfrac{24000 \text{ J}}{3 \text{ kg} \times 20 \text{ K}} = 400 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম ও ২য় দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l = 1$ m

১ম দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l_1 = 2.34 \times 10^{-4}$ m

২য় দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l_2 = 2.2 \times 10^{-4}$ m

উভয় দণ্ডের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (50 - 30)°C = 20°C = 20$ K

সুতরাং ১ম দন্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$$\alpha_1 = \frac{\Delta l_1}{l\Delta\theta} = \frac{2.34 \times 10^{-4} \text{ m}}{1 \text{ m} \times 20 \text{ K}} = 1.17 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

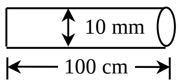
এবং ২য় দন্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$$\alpha_2 = \frac{\Delta l_2}{l\Delta\theta} = \frac{2.2 \times 10^{-4} \text{ m}}{1 \text{ m} \times 20 \text{ K}} = 1.1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

গাণিতিক বিশেষণ থেকে দেয়া যায়, $\alpha_1 > \alpha_2$

অতএব, দণ্ড দুইটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ ভিন্ন হবার কারণে দণ্ড দুইটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ ভিন্ন হয়েছে।

প্রশ্ন ▶৫ তামার তারের তাপমাত্রা 150°C বৃদ্ধি করা হলো।



$\gamma = 50.1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
$S = 400 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
$\rho = 8960 \text{ kg m}^{-3}$

Zvgvi Zvi

[কু. বো. ২০১৭]

ক. পানির ত্রৈধবিন্দু কী? ১

খ. চাপ, পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তামার তারকে উত্তপ্ত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর উক্ত তামার তারটি 10.06 mm ব্যাসবিশিষ্ট রিং-এর মধ্যে প্রবেশ করানো যাবে কি-না— গাণিতিকভাব বিশেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্পরূপে সহাবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধ বিন্দু বলে।

খ নির্দিষ্ট আয়তনের একটি আবদ্ধ পাত্রের গ্যাসের চাপ এর তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে চাপ বৃদ্ধি পায়। তাই গ্যাসের চাপ পরিমাপ করে তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়। সুতরাং চাপ, পদার্থের একটি তাপমাত্রিক ধর্ম।

গ দেওয়া আছে,

তামার তারের দৈর্ঘ্য, $l = 100$ cm = 1 m

ব্যাস, $d = 10$ mm

$\therefore$ ব্যাসার্ধ, $r = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3}$ m

আপেক্ষিক তাপ, $S = 400 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

ঘনত্ব, $\rho = 8960 \text{ kg m}^{-3}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 150°C = 150$ K

প্রয়োজনীয় তাপ, $H = ?$

আমরা জানি, বস্তুর ভর,

$m = \rho V = \rho \times \pi r^2 l$

$= 8960 \text{ kg m}^{-3} \times 3.1416 \times (5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 1 \text{ m}$

$= 0.7037$ kg

প্রয়োজনীয় তাপ,

$H = mS\Delta\theta = 0.7037 \text{ kg} \times 400 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 150 \text{ K}$

$= 4.22 \times 10^4$ J **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50.1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

সুতরাং দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \dfrac{\gamma}{3} = 16.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 150°C = 150$ K

আদি ব্যাস, $d_1 = 10 \text{ mm} = 10 \times 10^{-3}$ m

পরিবর্তিত ব্যাস, $d_2 = ?$

আমরা জানি, দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$\alpha = \dfrac{d_2 - d_1}{d_1\Delta\theta}$ (ব্যাসও এক প্রকারের দৈর্ঘ্য)

বা, $d_2 - d_1 = d_1\alpha\Delta\theta$

$\therefore d_2 = d_1(1 + \alpha\Delta\theta)$

$= 10 \times 10^{-3} \text{ m } (1 + 16.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 150 \text{ K})$

$= 10.025 \times 10^{-3}$ m

$= 10.025$ mm

যেহেতু রিংটির ব্যাস 10.06 mm এবং তারটির ব্যাস হবে 10.025 mm সুতরাং তারটিকে রিং এর মধ্যে প্রবেশ করানো যাবে।

প্রশ্ন ▶৬ 10°C তাপমাত্রায় বর্গাকার একটি তামা ও একটি ইস্পাতের পাতের প্রতিটির ক্ষেত্রফল 9m^2। তাপ দিয়ে ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করায় ক্ষেত্রফল

$9.012024m^2$ হলো। (তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22.0 \times 10^{-6}K^{-1}$) *[কু. 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 উপর সমাপাতিত করা সম্ভব হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশে-ষণ করে মতামত দাও। ৪

৬ 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 এক বার প্রদক্ষিণ করে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসে এবং পুনরায় একই দিকে চলতে থাকে।

গ দেওয়া আছে,
তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 22.0 \times 10^{-6}$ K^{-1}
তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, γ = ?
তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ = α
আমরা জানি, $\beta = 2\alpha$
বা, $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{22.0 \times 10^{-6}}{2}$
$= 1.1 \times 10^{-5}\ K^{-1}$
আবার, $\gamma = 3\alpha$
$= 3 \times 1.1 \times 10^{-5}$
$= 3.3 \times 10^{-5}\ K^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ তামার পাতের প্রাথমিক ক্ষেত্রফল, $A_1 = 9\ m^2$
তামার পাতের প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_1 = 10°C = 283\ K$
তামার পাতটি 50°C তাপমাত্রার ইস্পাতের পাতের সাথে সমপাতিত হতে হলে তামার পাতের চূড়ান্ড় ক্ষেত্রফল হতে হবে, $A_2 = 9.012024\ m^2$
তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 22.0 \times 10^{-6}\ K^{-1}$
তামার পাতের চূড়ান্ড় তাপমাত্রা θ_2 হলে,
$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}$$
বা, $\theta_2 - \theta_1 = \frac{A_2 - A_1}{A_1\beta}$
$$\therefore \theta_2 = \frac{A_2 - A_1}{A_1\beta} + \theta_1 = \left(\frac{9.012024 - 9}{9 \times 22.0 \times 10^{-6}} + 283\right) K$$
$= (60.73 + 283)\ K = 343.73\ K = 70.73°C$
তামার পাতটির তাপমাত্রা 70.73°C করা হলে 50°C তাপমাত্রার ইস্পাতের পাতের উপর সমপাতিত হবে।

প্রশ্ন ▶৭ 36.89°C তাপমাত্রায় একটি দন্ডের দৈর্ঘ্য 100m। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 66.89°C হওয়ায় এর দৈর্ঘ্য 100.033m হয় *[কু. 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 দন্ডটি কিসের তৈরি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৭ 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 দেওয়া আছে,
সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, C = 36.89°C
বের করতে হবে, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = ?
আমরা জানি, $\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5}$
বা, $F - 32 = \frac{9}{5}C$
$\therefore F = \frac{9}{5}C + 32 = 1.8 \times 36.89 + 32 = 98.402°F$
(Ans.)

ঘ উদ্দীপক মতে,
দন্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100m$
পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.033m$
তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 66.89°C - 36.89°C = 30°C = 30K$
উদ্দীপকের দন্ডটির উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে,
$l_2 = l_1(1 + \alpha\Delta\theta)$ বা, $1 + \alpha\Delta\theta = \frac{l_2}{l_1}$ বা, $\alpha\Delta\theta = \frac{l_2}{l_1} - 1$
$$\therefore \alpha = \frac{\frac{l_2}{l_1} - 1}{\Delta\theta} = \frac{\frac{100.033m}{100m} - 1}{30K}$$
$= 11 \times 10^{-6}K^{-1}$
আমরা জানি, ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11 \times 10^{-6}K^{-1}$। সুতরাং উদ্দীপকের দন্ডটি ইস্পাতের তৈরি।

প্রশ্ন ▶৮ একটি কারখানায় তিনটি সীসার পাতের উপর 1, 2 এবং 3 নং লেভেল লাগানো আছে। প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $4m^2$। 1 নং পাতটিকে 175°C পর্যন্ড় উত্তপ্ত করায় ক্ষেত্রফল হয় $4.033m^2$। 2 নং এবং 3 নং পাত দুইটিকে যথাক্রমে 150°C এবং 170°C পর্যন্ড় উত্তপ্ত করা হলো। [কক্ষ তাপমাত্রা ছিল 25°C] *[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 বিশেষণ কর। ৪

৮ 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 উপর বায়ুর চাপ, বায়ুর শুষ্কতা, পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে।

একই উচ্চতা বিশিষ্ট পানি একই স্থানে রাখা হলে বায়ুর চাপ, শুষ্কতা একই হয় কিন্তু পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হলে বেশি স্থান জুড়ে পানি বাষ্পায়ীত 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, $A_1 = 4m^2$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = 4.033m^2$

কক্ষ তাপমাত্রা, $\theta_1 = 25°\ C = 298\ K$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 175°\ C = 448\ K$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

আমরা জানি, $\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}$

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

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

ঘ 2 ও 3 নং পাতের, আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4m^2$

2 নং পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_2 = (150 - 25)°C$

$= 125°C = 125\ K$

3 নং পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_3 = (170 - 25)°C$

$= 145°C \quad = 145\ K$

'গ' অংশ হতে পাই,

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

2নং পাতের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA_2 হলে, $\beta = \frac{\Delta A_2}{A_1\Delta\theta_2}$

বা, $\Delta A_2 = \beta \times A_1 \times \Delta\theta_2$

$= 5.5 \times 10^{-5} \times 4 \times 125$

$= 0.0275\ m^2$

3নং পাতের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA_3 হলে, $\beta = \frac{\Delta A_3}{A_1\Delta\theta_3}$

বা, $\Delta A_3 = \beta \times A_1 \times \Delta\theta_3$

$= 5.5 \times 10^{-5} \times 4 \times 145$

$= 0.0319\ m^2$

লক্ষ্য করি, $\Delta A_2 \neq \Delta A_3$

অতএব, তাপ প্রয়োগে 2 এবং 3 নং পাত দুইটির ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন সমান নয়।

প্রশ্ন ▶৯ 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 $11.6 \times 10^{-6}K^{-1}$ এবং $16.7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ *[চ. বো. ২০১৫]*

ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১

খ. রূপার আপেক্ষিক তাপ $230J\ kg^{-1}K^{-1}$ 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 বিশেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ সেলসিয়াসে স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি = 10°C

আমরা জানি,

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

$\therefore$ ফারেনহাইট স্কেলের তাপমাত্রার পরিবর্তন $= \frac{9}{5} \times 10°$

$= 18°$ **(Ans.)**

ঘ লোহার দন্ডের জন্য,

আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 2m$

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

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

$\therefore$ লোহার দন্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = L_0\ \alpha\ 4\theta$

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

$= 0.000232\ m$

তামার দন্ডের জন্য,

আদি দৈর্ঘ্য, $L_0 = 2m$

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

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

$\therefore$ তামার দন্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L' = L_0\ \alpha'\ \Delta\theta$

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

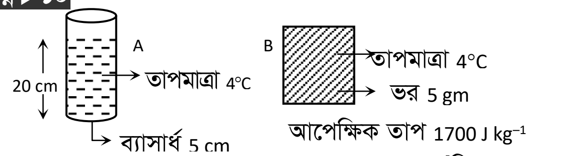
$= 0.000334m$

যেহেতু $0.000232m \neq 0.000334m$

অর্থাৎ $\Delta L \neq \Delta L'$

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

প্রশ্ন ▶১০



[সি. বো. ২০১৭]

ক. এক কেলভিন কাকে বলে? ১

খ. ঘর্মাক্ত দেহে পাখার বাতাস ঠান্ডা অনুভূত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. B বস্তুর তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. A পাত্রের শুধু তরল ও B বস্তুর তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধি করতে কোনটিতে কত বেশি তাপের প্রয়োজন হবে গাণিতিকভাবে বিশেষণ কর। (4°C তাপমাত্রায় 1 c.c. পানির ভর 1 gm) ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পানির ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ অংশকে এক কেলভিন বলে।

খ আমরা জানি, পানি সবসময় বাষ্পায়ীত হতে থাকে। এ বাষ্পায়ন নির্ভর করে এর আশপাশে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের উপর। জলীয় বাষ্প বেশি হলে বাষ্পায়ন ধীরে হয়। আমাদের

ঘর্মাক্ত দেহ থেকে বাষ্পায়নের ফলে এর চারপাশে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে। পাখার বাতাস এ জলীয় বাষ্পকে সরিয়ে দেয় ফলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়। আমরা আরো জানি বাষ্পায়নের সময় সুপ্ত তাপের প্রয়োজন। ঘাম বাষ্পায়নের সময় শরীর থেকে তাপ গ্রহণ করে ফলে ঠান্ডা অনুভূত হয়।

গ দেওয়া আছে,

সেলসিয়াস স্কেলে B বস্তুর তাপমাত্রা, $C = 4°C$

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $F = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5} = \frac{4}{5}$$

বা, $5F - 160 = 36$

$$\therefore F = \frac{160 + 36}{5} = 39.2° \text{ F } \textbf{(Ans.)}$$

ঘ A পাত্রের ব্যাসার্ধ, $r = 5$ cm $= 0.05$ m

A পাত্রে পানি উচ্চতা, $h = 20$ cm $= 0.2$ m

A পাত্রের পানির আয়তন, $V = \pi r^2 h$

$= 3.1416 \times (0.05 \text{ m})^2 \times 0.2$ m

$= 1.57 \times 10^{-3}$ m^3

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000$ kg m^{-3}

সুতরাং পানির ভর,

$m_1 = V \times \rho = 1.57 \times 10^{-3}$ m$^3 \times 1000$ kg m^{-3}

$= 1.57$ kg

আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 4200$ J kg^{-1} K^{-1}

উভয় ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30°C = 30$ K

প্রয়োজনীয় তাপ, $H_1 = ?$

আমরা জানি,

$H_1 = m_1 S_1 \Delta\theta = 1.57$ kg $\times 4200$ J kg^{-1} K^{-1} $\times 30$ K

$= 1.978 \times 10^5$ J

আবার, B বস্তুর ক্ষেত্রে,

আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 1700$ J kg^{-1} K^{-1}

ভর, $m_2 = 5$ gm $= 5 \times 10^{-3}$ kg

প্রয়োজনীয় তাপ, $H_2 = ?$

সুতরাং, $H_2 = m_2 S_2 \Delta\theta$

বা, $H_2 = 5 \times 10^{-3}$ kg $\times 1700$ J kg^{-1} K^{-1} $\times 30$ K

$\therefore H_2 = 2.55 \times 10^2$ J

যেহেতু $H_1 > H_2$ সুতরাং পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বেশি তাপের প্রয়োজন হবে।

প্রশ্ন ►১১ 23°C তাপমাত্রার 500 g ভরের তামার পাত্রে 75°C তাপমাত্রার 200 mL পানি রাখা হল। ফলে তাপ আদান-প্রদানের ফলে উভয়ের চূড়ান্ড় তাপমাত্রা হল 65°C. তাপ দেয়ার ফলে পানির আপাত সংকোচন হয় 1.49 mL.
(এখানে অন্য কোনোভাবে তাপের আদান-প্রদান হয়নি)
তামার আয়তন প্রসারণ সহগ 50.1×10^{-6} K^{-1} পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3} (ধরে)। [সংশোধিত] *[য. বো. ২০১৭]*

ক. ঘনত্ব কাকে বলে? ১

খ. কোনো বস্তুকে তরলে নিমজ্জিত করলে ওজন হারায় বলে মনে হয় কেন– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পানির প্রকৃত সংকোচন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত ঘটনায় চূড়ান্ড় তাপমাত্রা আরো 5°C বৃদ্ধি করতে অতিরিক্ত কতটুকু পানির প্রয়োজন– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে।

খ কোনো বস্তুকে তরলে নিমজ্জিত করলে এর উপর উর্ধ্বমুখী বল বা পবতা কাজ করে। এ কারণে ওজন হারায় বলে মনে হয়। নিমজ্জিত বস্তুর উপর ক্রিয়ারত এই উর্ধ্বমুখী বল বা পবতা বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের সমান। বস্তুর ওজন হতে এই পবতা বিয়োগ করলে নিট বল পাওয়া যায় যা বস্তুর ওজন থেকে কম। তাই তরলে নিমজ্জিত বস্তু ওজন হারায় বলে মনে হয়।

গ দেওয়া আছে,

পানির আপাত প্রসারণ, $V_a = 1.49$ mL $= 1.49 \times 10^{-6}$ m^3

পাত্রের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 23°C$

চূড়ান্ড় তাপমাত্রা, $\theta_2 = 65°C$

আদি আয়তন, $V_1 = 200$ mL $= 200 \times 10^{-6}$ m^3

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50.1 \times 10^{-6}$ K^{-1}

পাত্রের প্রসারণ (আয়তন বৃদ্ধি), $V_g = ?$

পানির প্রকৃত প্রসারণ = ?

আমরা জানি,

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

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

বা, $V_2 - V_1 = 50.1 \times 10^{-6} \times 200 \times 10^{-6} \times 42$

$\therefore V_g = 4.2 \times 10^{-7}$ m^3

$\therefore$ পাত্রের সংকোচন $= - v_g = - 4.2 \times 10^{-7}$ m^3

$\therefore$ পানির প্রকৃত সংকোচন = আপাত সংকোচন + পাত্রের সংকোচন

বা, $V_r = 1.49 \times 10^{-6}$ m$^3 - 4.2 \times 10^{-7}$ m^3

বা, $V_r = 1.07 \times 10^{-6}$ m^3

$\therefore V_r = 1.07 \times 10^{-3}$L **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

তামার ভর, $m_c = 0.5$ kg

পানির প্রাথমিক বা আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 75°C$

তামার পাত্রের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1' = 23°C$

5° বৃদ্ধিতে উভয়ের চূড়ান্ড় তাপমাত্রা, $\theta_2 = (65+5)°C$
$= 70°C$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_W = 4200$ J kg^{-1} K^{-1}

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_C = 400$ J kg^{-1} K^{-1}

পানির ভর $= m_W$

পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ, $= Q_1 = m_W \times S_W \times (75 - 70)$

তামার পাত্রে কর্তৃক গৃহীত তাপ $= Q_2 = m_C \times S_C \times (70 - 23)$

যেহেতু, $Q_1 = Q_2$

বা, $m_W \times S_W \times (75 - 70) = m_C \times S_C \times (70 - 23)$

বা, $m_W \times 4200 \times 5 = 0.5 \times 400 \times 47$

$$\text{বা, } m_W = \frac{0.5 \times 400 \times 47}{4200 \times 5}$$

$\therefore m_W = 0.448$ kg

পানির আয়তন, $V = \frac{m_W}{\rho} = \frac{0.448 \text{ kg}}{1000 \text{ kg m}^{-3}} = 4.48 \times 10^{-4}$ m^3

$= 0.448$ L [$1 \text{ m}^3 = 1000$ L]

$= 448$ mL

$\therefore$ অতিরিক্ত পানি লাগবে $= (448 - 200)$ mL

$= 248$ mL **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶১২ 0.5 kg ভরের একটি তারে 1950J তাপ প্রয়োগ করায় এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং শেষ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 30K এবং 100.033m হলো। *[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 বিশেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

১২ 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 K = (371 – 273)°C = 98°C = 100°C – 2°C

আমরা জানি, বায়ুচাপ 2.7 cm পরিমাণ হ্রাস পেলে পানির স্ফুটনাংক 1°C পরিমাণ হ্রাস পায়। সুতরাং বায়ুচাপ 2.7 cm × 2 = 5.4 cm পরিমাণ হ্রাস পেয়ে (76 cm – 5.4 cm) = 70.6 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,

প্রযুক্ত তাপ, Q = 1950 J

তারের ভর, m = 0.5 kg

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30$ K

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

আমরা জানি, $Q = mS\Delta\theta$

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

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

সুতরাং তারটি সীসায় তৈরি। এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

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

শেষ দৈর্ঘ্য, $L_2 = 100.033$ m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 30$ K

আদি দৈর্ঘ্য L_1 হলে, $L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$

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

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

$= 99.95$ m

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

$\therefore \pi D = 99.95$m

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

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

প্রশ্ন ▶১৩ একটি তামার তারের দৈর্ঘ্য 25°C তাপমাত্রায় 100m. তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে তারটির দৈর্ঘ্য 100.02m হয়। তারটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$। *[ব. বো. ২০১৬]*

ক. আপেক্ষিক তাপ কী? ১

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পদার্থের প্রসারণ ঘটে কেন? ২

গ. তারটির তাপমাত্রা কত ডিগ্রি বৃদ্ধি করা হয়েছিল? ৩

ঘ. উপরের তারটি যদি অ্যালুমিনিয়ামের হতো এবং তারটির দৈর্ঘ্য 100.02m হওয়ার জন্য 875°C তাপমাত্রা প্রয়োজন হতো তবে তুমি কী তারটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় করতে পারতে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা- এক একক বাড়াতে 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 বস্তুটির প্রত্যেক অণুর তাপশক্তি তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। কঠিন পদার্থের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের বিপরীতে অণুগুলো আরো বর্ধিত শক্তিতে স্পন্দিত হতে থাকে ফলে সাম্যাবস্থান 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, $l_1 = 100$ m

তারের শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.02$ m

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

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

আমরা জানি,

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

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

$= \frac{100.02 - 100}{100 \times 16.7 \times 10^{-6}}$

$= 11.97$ K

$= 11.97°$ C **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

অ্যালুমিনিয়ামের তারের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100$ m

অ্যালুমিনিয়ামের তারের শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = 100.02$m

অ্যালুমিনিয়াম তারের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 25°C$
$= 298 K$
অ্যালুমিনিয়াম তারের শেষ তাপমাত্রা, $\theta_2 = 875°C$
$= 1148 K$
অ্যালুমিনিয়াম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$
অ্যালুমিনিয়াম তারের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)}$$
$$= \frac{100.02 - 100}{100(1148 - 298)}$$
$$= 2.35 \times 10^{-7} K^{-1}$$

আবার, $\gamma = 3\alpha = 3 \times 2.35 \times 10^{-7} K^{-1}$
$= 7.06 \times 10^{-7} K^{-1}$

অতএব, আমি তারটির আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় করতে পারতাম।

প্রশ্ন ▶১৪ জনাব X 4m দৈর্ঘ্য ও 4m প্রস্থবিশিষ্ট কাঁচের জানালা তার ফ্ল্যাটের জন্য ডিজাইন করলেন। গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেড়ে যায়। এজন্য তিনি কাচের প্রসারণের জন্য $5 cm^2$ ফাঁকা জায়গা রাখলেন। কিছুদিন পর ফ্ল্যাটটির কাছে একটি ইটের ভাটা তৈরি করায় ইটের ভাটার পাশের জানালাগুলোর কাঁচ ফেটে গেল। ঐ জায়গাতে গ্রীষ্মকালের তাপমাত্রার পার্থক্য 80°C এবং কাঁচের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $9 \times 10^{-6}K^{-1}$ *[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]*

ক. বায়ুমন্ডলীয় চাপ কী? ১
খ. সমআয়তনের দুটি বোতল মধু ও পানি দ্বারা পূর্ণ করা হলে কোন বোতলটি বেশি ভারী হবে? ২
গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত ফাঁকা জায়গাটি কোন তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য রাখা হয়েছিল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. জানালার কাঁচ ডিজাইন করার সময় কী পরিমাণ ফাঁক অবশ্যই রাখতে হবে– গাণিতিকভাবে বিশেষণ কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বায়ুমন্ডল তার ওজনের জন্য ভূপৃষ্ঠে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্থানের বায়ুমন্ডলীয় চাপ বলে।

খ সম আয়তনের দুইটি বোতল মধু ও পানি দ্বারা পূর্ণ করা হলে, সেই বোতলটি বেশি ভারী হবে যার– মধ্যকার তরলের ঘনত্ব বেশি হবে।

আমরা জানি, ঘনত্ব $= \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$

দুইটি বোতল সম আয়তনের হওয়ায় বোতলের ভারী হওয়া নির্ভর করবে তরলদ্বয়ের ঘনত্বের উপরে। মধুর ঘনত্ব পানির ঘনত্বের তুলনায় বেশি হওয়ায় মধু দ্বারা পূর্ণ বোতলটি বেশি ভারী হবে।

গ এখানে,
কাঁচের জানালার দৈর্ঘ্য = 4m
কাঁচের জানালার প্রস্থ = 4m
∴ কাঁচের জানালার ক্ষেত্রফল, $A_0 = (4 \times 4) m^2$
$= 16 m^2$
কাঁচের ক্ষেত্র প্রসারণ, $\Delta A = 5cm^2$
$= 5 \times 10^{-4} m^2$
∴ কাঁচের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 9 \times 10^{-6} K^{-1}$
∴ কাঁচের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 2\alpha$
$= 2 \times 9 \times 10^{-6} K^{-1}$
$= 18 \times 10^{-6} K^{-1}$
তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta A}{A_0 \times \beta}$

বা, $\Delta\theta = \frac{5 \times 10^{-4} m^2}{16m^2 \times 18 \times 10^{-6}K^{-1}}$

∴ $\Delta\theta = 1.736 K$ **(Ans.)**

ঘ এখানে,
'গ' অংশ হতে, কাঁচের জানালার ক্ষেত্রফল, $A_0 = 16 m^2$
কাঁচের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 18 \times 10^{-6} K^{-1}$
তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = 80°C = 80 K$
কাঁচের জানালার ক্ষেত্র প্রসারণ, $\Delta A = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $\Delta A = \beta \times A_0 \times \Delta\theta$
বা, $\Delta A = 18 \times 10^{-6} K^{-1} \times 16 m^2 \times 80 K$
বা, $\Delta A = 0.02304 m^2$
∴ $\Delta A = 230.4 cm^2$

সুতরাং জানালার কাঁচ ডিজাইন করার সময় ন্যূনতম $230.4 cm^2$ পরিমাণ জায়গা ফাঁকা রাখতে হবে।

প্রশ্ন ▶১৫ 36.89°C তাপমাত্রায় একটি দন্ডের দৈর্ঘ্য 100m. 66.89°C তাপমাত্রায় দন্ডের দৈর্ঘ্য 100.033 m হল। (সংশোধিত)
[সিলেট ক্যাডেট কলেজ]

ক. পানির ত্রৈধ বিন্দু কি? ১
খ. রেললাইনে দুটি রেলের সংযোগস্থানে কিছুটা ফাঁকা রাখা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত সর্বশেষ তাপমাত্রাটি ফারেনহাইট স্কেলে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে উলেখিত দন্ডটি কোন উপাদান নিয়ে তৈরি? গাণিতিকভাবে তোমার যুক্তি দাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্পরূপে অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধ 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 ৭ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।
উত্তর: 152.402°F

ঘ ৭ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।
উত্তর: দন্ডটি ইস্পাতের তৈরি।

প্রশ্ন ▶১৬ 80°C তাপমাত্রার 100g গরম পানি 20°C তাপমাত্রার 200g ঠান্ডা পানির সাথে মেশানো হলো। মেশানোর

পরে মিশ্রিত পানির তাপমাত্রা 40°C হলো যা মিশ্রণ তাপমাত্রা বলে পরিচিত। [পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$]

[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. গলনের সুপ্ততাপ কী? ১

খ. বাষ্পায়ন কীভাবে শীতলতার উদ্ভব ঘটায়– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. ফারেনহাইট এবং কেলভিন স্কেলে গরম পানির তাপমাত্রা প্রকাশ করো। ৩

ঘ. উপরের উদ্দীপক কি তাপ পরিমাপের মূলনীতি সমর্থন করে অর্থাৎ "গরম পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ = ঠান্ডা পানি কতৃক গৃহিত তাপ"– গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রার গলনাঙ্ক স্থির রেখে কোন কঠিন পদার্থ গলে তরলে পরিণত হতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে গলনের সুপ্ততাপ বলে।

খ তরল বাষ্পে পরিণত হতে প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ তরল হতে শোষিত হয় বলে বাষ্পায়নে শীতলতার উদ্ভব হয়। কোন তরলের উপরিতল হতে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়া হল বাষ্পায়ন এ ক্ষেত্রে সুপ্ততাপের প্রয়োজন হয়। বাষ্পায়নের সময় পৃষ্ঠস্থ তরল সুপ্ততাপ গ্রহণ করে কিন্তু তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না বরং প্রয়োজনীয় তাপ তরল থেকে শোষিত হয় ফলে শীতলতার উদ্ভব হয়।

গ এখানে,

গরম পানির তাপমাত্রা, C = 80°C

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = ?

কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা, K = ?

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

বা, $F = \frac{C \times 9}{5} + 32$

বা, $F = \frac{80 \times 9}{5} + 32$

$\therefore$ F = 176°F **(Ans.)**

আবার,

K = C + 273

= 80 + 273

= 353 K **(Ans.)**

ঘ এখানে,

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

গরম পানির ভর, m_1 = 100 g = 0.1 kg

গরম পানির তাপমাত্রা, θ_1 = 80°C

ঠান্ডা পানির ভর, m_2 = 200g = 0.2 kg

ঠান্ডা পানির তাপমাত্রা, θ_2 = 20°C

মিশ্রণের তাপমাত্রা, θ = 40°C

গরম পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ, $Q_1 = m_1S\Delta\theta$

$= m_1S(\theta_1 - \theta)$

$= 0.1 \times 4200 \times (80 - 40)$ J

$\therefore Q_1 = 16800$ J

ঠান্ডা পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ, $Q_2 = m_2S\Delta\theta$

$= m_2S(\theta - \theta_2)$

$= 0.2 \times 4200 \times (40 - 20)$ J

$\therefore Q_2 = 16800$ J

যেহেতু, $Q_1 = Q_2$

সুতরাং, উদ্দীপকটি তাপ পরিমাপের মূলনীতি সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶১৭ দুটি বৈদ্যুতিক খুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 30m। খুটি দুটির সাথে 30.01m দৈর্ঘ্যের তামার তার যেদিন সংযোগ দেওয়া হয় ঐদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7\times10^{-6}K^{-1}$। শীতকালে যে দিন বায়ুর তাপমাত্রা 4°C হলো সেদিন তারটি ছিড়ে গেলো। *[মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ, টাঙ্গাইল]*

ক. ত্রৈধ বিন্দু কী? ১

খ. মাটির কলসিতে রাখা ঠান্ডা পানি ঠান্ডা থাকে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বায়ুর তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ করো। ৩

ঘ. তারটি ছিড়ে যাবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ মাটির তৈরি কলসির গায়ে অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য ছিদ্র থাকে যার মধ্য দিয়ে পানি বাইরের দেয়ালে আসে। বাইরের দেয়ালের এই পানি পরে স্বতঃবাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় বাষ্পীভূত হয় এবং বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ত তাপ কলসির ভেতরের পানি হতে শোষণ করে। ফলে কলসির পানির তাপমাত্রা কমে যায় এবং কলসির পানি ঠান্ডা থাকে।

গ ৭ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 86°F

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

তারের আদি দৈর্ঘ্য, l_0 = 30.01m

আদি তাপমাত্রা, θ_1 = 30°C

শেষ তাপমাত্রা, θ_2 = 4°C

তাপমাত্রা হ্রাস, $\Delta\theta$ = (30 – 4)°C

= 26°C = 26K

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\propto = 16.7 \times 10^{-6}K^{-1}$ শেষ দৈর্ঘ্য l হলে,

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

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

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

$= 30.01 - 16.7 \times 10^{-6} \times 30.01 \times 26$

$= 29.99$m

শীতকালে তাপমাত্রা হ্রাসের কারণে তারের দৈর্ঘ্য সংকুচিত হয়ে 29.99m হয় যা বৈদ্যুতিক খুটি দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 30m অপেক্ষা কম। এ কারণে উক্ত দিন তারটি ছিঁড়ে যায়।

প্রশ্ন ▶১৮ তাপ ধারণ ক্ষমতা উপেক্ষণীয় এমন একটি থার্মো ফ্লাস্কে – 10°C তাপমাত্রার 100g বরফ এবং 20°C তাপমাত্রার 30g

পানি আছে। 100°C তাপমাত্রার 12.5g বাষ্প ফ্লাস্কে ঘনীভূত করতে মেশানো হলো যাতে শুধু বরফ গলে যায়। (বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ = 2260 Jg^{-1}, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ = 336 Jg^{-1}, পানির আপেক্ষিক তাপ ধারণ ক্ষমতা = 4.2 $Jg^{-10}C^{-1}$) *[ফৌজদার হাট ক্যাডেট কলেজ]*

ক. এক কেলভিনের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. 0°C তাপমাত্রার বরফ 0°C তাপমাত্রার পানির চেয়ে বেশি ঠান্ডা মনে হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের বরফ গলাতে তাপের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ফ্লাস্কে বাষ্পের ঘনীভবনের পরে বরফের কি ঘটে? গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ 0°C তাপমাত্রার পানিতে যে পরিমাণ তাপ থাকে সমভরের 0°C তাপমাত্রার বরফের মধ্যে তা অপেক্ষা কম তাপ থাকে। এজন্য 0°C তাপমাত্রার পানিতে হাত রাখলে ঐ পানি হাত হতে যে হারে তাপ গ্রহণ করে, হাতকে 0°C তাপমাত্রার বরফে রাখলে তা অপেক্ষা অধিক হারে তাপ হাত হতে গ্রহণ করে এবং এই সুপ্ততাপ হিসেবে গ্রহণ করে বরফ গলতে থাকে। এ কারণে 0°C তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা 0°C তাপমাত্রার বরফ বেশি ঠান্ডা বোধ হয়।

গ এখানে,

বরফের ভর, m = 100 g

বরফের আদি তাপমাত্রা, θ = – 10°C

0°C তাপমাত্রার বরফকে পানিতে পরিণত করলে তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta$ = 0°C – (– 10°C)

= 10°C = 10 K

বরফ গলনের সুপ্ত তাপ, l_i = 336 Jg^{-1}

জানা আছে বরফের আপেক্ষিক তাপ, S_i = 2.1 $Jg^{-1}K^{-1}$

0°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিনত করতে প্রয়োজনীয় তাপ Q_1 হলে–

$Q_1 = mS_i\,\Delta\theta$

$= 100g \times 2.1\ Jg^{-1}K^{-1} \times 10K$

$= 2100$ J

আবার 0°C তাপমাত্রায় বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে বরফ সুপ্ত তাপ গ্রহণ করবে। এক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় তাপ Q_2 হলে–

$Q_1 = ml_i$

$= 100\ g \times 336\ Jg^{-1}$

$= 33600$ J

$\therefore$ মোট গৃহীত তাপ = $Q_1 + Q_2$

= (2100 + 33600)J

= 35700 J

বরফ গলাতে 35700J তাপের প্রয়োজন। **(Ans.)**

ঘ – 10°C বরফ $\xrightarrow{Q'_1}$ 0°C $\xrightarrow{Q''_1}$ 0°C পানি $\xrightarrow{Q'''_1}$ θ°C পানি

20°C পানি $\xrightarrow{Q_2}$ θ°C পানি

100°C বাষ্প $\xrightarrow{Q'_3}$ 100°C পানি $\xrightarrow{Q''_3}$ θ°C পানি

মিশ্রণের তাপমাত্রা θ হলে নিম্নলিখিত তাপীয় পরিবর্তন হয়।

বরফ কর্তৃক গৃহিত তাপ, $Q_1 = Q'_1 + Q''_1 + Q''_1$

বা, $Q_1 = m_1S_1\,(0 + 10) + m_1l_f + m_1\,4200\,(\theta - 0)$

$= 0.1 \times 2100 \times 10 + 0.1 \times 336 \times 10^3 + 0.1 \times 420\theta$

$= 33810 + 420\theta$

পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$Q_2 = m_2S_2(20 - \theta)$ (ধরি, $\theta < 20°C$)

$= 0.03 \times 4200\,(20 - \theta)$

$= 126 \times (20 - \theta)$

বাষ্প কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$Q_3 = Q'_3 + Q''_3$

$= m_3l_v + m_3 \times 4200 \times (100 - \theta)$

$= 0.0125 \times 2260 \times 10^{-3} + 0.0125 \times 4200\,(100 - \theta)$

$= 28250 + 52.5\,(100 - \theta)$

এখানে,

বরফের ক্ষেত্রে,

ভর, m_1 = 100 g = 0.1 kg

আদি তাপমাত্রা, θ_1 = – 10°C

আঃ তাপ, S_1 = 2100 $Jkg^{-1}K^{-1}$

গলনের সুপ্ততাপ, l_f = 336 × 10^3 Jkg^{-1}

পানির ক্ষেত্রে

ভর, m_2 = 30 g = 0.03 kg

আঃ তাপ, S_2 = 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$

পানির ক্ষেত্রে,

আদি তাপমাত্রা, θ_2 = 20°C

বাষ্পের ক্ষেত্রে,

ভর, m_3 = 12.5 g

= 0.0125 kg

আদি তাপমাত্রা, θ_3 = 100°C

বাষ্পীভবনের আঃ সুপ্ত তাপ, l_v = 2260 Jg^{-1}

= 2260 × 10^3Jkg^{-1}

তাপের অপচয় আগ্রহ করলে–

মোট বর্জিত তাপ = গৃহিত তাপ

বা, $\theta_2 + \theta_3 = \theta_1$

বা, $126\,(20 - \theta) + 28250 + 52.5\,(100 - \theta)$

$= 33810 + 420\theta$

$\therefore\ \theta = 3.69°C > 0°C$

যেহেতু মিশ্রণের তাপমাত্রা ধনাত্মক তাই, সম্পূর্ণ বরফ গলে যাবে।

প্রশ্ন ▶১৯ একটি দেশের বিভিন্ন জেলায় রেলওয়ে যোগাযোগ ব্যবস্থা বাড়ানোর উদ্যোগ গ্রহন করা হলো এবং একটি কোম্পানীকে এর দায়িত্ব দেওয়া হলো। রেল লাইনের দৈর্ঘ্য 100km এবং প্রত্যেকটি পাতের দৈর্ঘ্য 25m। সম্ভাব্য 16°C তাপমাত্রা বেড়ে যাওয়ার জন্য পরপর দুটি পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.5 cm রাখার পরিকল্পনা করা হলো।

[কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]

ক. পানির ত্রৈধবিন্দু কাকে বলে? ১

খ. ঘর্মাক্ত অবস্থায় চলন্ত পাখার নিচে বসলে ঠান্ডা অনুভূত হয় কেন? ২

গ. রেল লাইনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. রেল লাইনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 12 × $10^{-6}K^{-1}$ হলে, 25°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য রেল লাইনটি ট্রেন চলাচলের জন্য নিরাপদ হবে কি না– গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্পরূপে অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধ বিন্দু বলে। **খ** আমরা জানি, পানি সবসময় বাষ্পায়ীত হতে থাকে। এ বাষ্পায়ন নির্ভর করে এর আশ পাশে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের উপর। জলীয় বাষ্প বেশি হলে বাষ্পায়ন ধীরে হয়। আমাদের ঘর্মাক্ত দেহ থেকে বাষ্পায়নের ফলে এর চারপাশে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে। পাখার বাতাস এ জলীয় বাষ্পকে সরিয়ে দেয় ফলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়। আমরা আরো জানি বাষ্পায়নের সময় সুপ্ত তাপের প্রয়োজন। ঘাম বাষ্পায়নের সময় শরীর থেকে তাপ গ্রহণ করে ফলে ঠান্ডা অনুভূত হয়।

গ এখানে,

প্রত্যেকটি পাতের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 25$ m

পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta L = 1.5$ cm $= 0.015$ m

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 16°C = 16$ K

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \dfrac{\Delta L}{L_1 \times \Delta\theta}$

$= \dfrac{0.015 \text{ m}}{25 \text{ m} \times 16 \text{ K}}$

$= 3.75 \times 10^{-5}$ K^{-1} **(Ans.)**

ঘ এখানে,

প্রত্যেকটি পাতের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 25$ m

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ K^{-1}

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 25°C = 25$ K

রেল লাইনটি ট্রেন চলাচলের জন্য নিরাপদ হবে যদি উক্ত তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পাতের প্রসারণ এর কম হয়।

এক্ষেত্রে, পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ ΔL হলে আমরা জানি,

$\alpha = \dfrac{\Delta L}{L_1\Delta\theta}$

বা, $\Delta L = L_1\, \alpha\, \Delta\theta$

$= 25 \text{ m} \times 12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 25\text{K}$

$\therefore \Delta L = 7.5 \times 10^{-3}$ m $= 0.75$ cm

দেখা যাচ্ছে, রেল লাইনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 12×10^{-6} K^{-1} এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি 25°C হলে পাতের দৈর্ঘ্য 0.75 cm বৃদ্ধি পায় যা 1.5 cm অপেক্ষা কম।

সুতরাং, রেল লাইনটি ট্রেন চলাচলের জন্য নিরাপদ হবে।

প্রশ্ন ▶২০ ব্যবহারিক ক্লাসে নিরব 88cm লম্বা 2.4kg ভরের একটি লোহার দন্ডের তাপমাত্রা বাড়িয়ে 20°C থেকে 270°C করে। এর ফলে দন্ডটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 111.2cm হয়। তারপরত দন্ডটিকে সে 25°C তাপমাত্রার 1kg পানির মধ্যে নিমজ্জিত করে। লোহার আপেক্ষিক তাপ 460J Jkg^{-1}K^{-1} ও পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 Jkg^{-1}K^{-1}।

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. তেজস্ক্রিয়তা কী? ১

খ. 0°C তাপমাত্রার পানি 0°C তাপমাত্রার বরফের থেকে শীতল কেন? ২

গ. লোহার দন্ডটির দৈর্ঘ্য সহগ বের কর? ৩

ঘ. ক্যালোমিতির মূলনীতি অনুসারে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, মিশ্রণের তাপমাত্রা কি পানির স্ফুটনাঙ্কে পৌঁছাবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় কণা বা রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

খ 0°C তাপমাত্রার পানিতে যে পরিমাণ তাপ থাকে সমভরের 0°C তাপমাত্রার বরফের মধ্যে তা অপেক্ষা কম তাপ থাকে। এজন্য 0°C তাপমাত্রার পানিতে হাত রাখলে ঐ পানি হাত হতে যে হারে তাপ গ্রহণ করে, হাতকে 0°C তাপমাত্রার বরফে রাখলে তা অপেক্ষা অধিক হারে তাপ হাত হতে গ্রহণ করে এবং এই সুপ্ততাপ হিসেবে গ্রহণ করে বরফ গলতে থাকে। এ কারণে 0°C তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা 0°C তাপমাত্রার বরফ বেশি ঠান্ডা বোধ হয়।

গ ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 1.0545×10^{-3} K^{-1}

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

রডের তাপমাত্রা, $\theta_r = 270°C$

রডের ভর, $m_r = 2.4$ kg

রডের আপেক্ষিক তাপ, $S_r = 460$ Jkg^{-1}K^{-1}

পানির তাপমাত্রা, $\theta_w = 25°C$

পানির ভর, $m_w = 1$kg

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

মনে করি, মিশ্রণের তাপমাত্রা θ°C

270°C হতে θ°C এ নেমে আসতে রড কর্তৃক বর্জিত তাপ, $Q_1 = m_rS_r\Delta\theta$

বা, $Q_1 = 2.4 \times 460\ (270 - \theta)$

25°C হতে θ°C এ আসতে পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ, $Q_2 = m_wS_w\ \Delta\theta$

$= 1 \times 4200\ (\theta - 25)$

আমরা জানি, গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

বা, $Q_1 = Q_2$

বা, $2.4 \times 460\ (270 - \theta) = 4200\ (\theta - 25)$

বা, $270 - \theta = 3.8\ (\theta - 25)$

বা, $270 - \theta = 3.8\theta - 95.11$

বা, $270 + 95.11 = 4.8\theta$

বা, $\theta = 76.06°C < 100°C$

অর্থাৎ মিশ্রণের তাপমাত্রা পানির স্ফুটনাঙ্কে উত্তীর্ণ হবে না।

প্রশ্ন ▶২১ 36.89°C তাপমাত্রায় একটি দন্ডের দৈর্ঘ্য 100cm। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 66.89°C হওয়ায় এর দৈর্ঘ্য 100.033m হয়।

[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

ক. বরফ বিন্দু কি? ১

খ. রেললাইনে দুইটি বারের সংযোগস্থলে ফাঁক থাকে কেন? ২

গ. প্রদত্ত দুইটি তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের দন্ডটি কিসের তৈরি– গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

২১ 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 ৭ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 98.402 °F ও 152.402°F

ঘ ৭ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: ইস্পাত।

প্রশ্ন ▶২২ 30°C তাপমাত্রায় বর্গাকার একটি লোহা ও একটি প-াটিনাম পাতের প্রতিটির ক্ষেত্রফল $5m^2$। তাপ দিয়ে লোহার পাতের তাপমাত্রা 100°C এ উন্নীত করায় এর ক্ষেত্রফল $5.00812m^2$ হলো। (পাটিনামের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $8.9 \times 10^{-6}K^{-1}$) *[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ]*

ক. পবতা কাকে বলে? ১

খ. গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২

গ. লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে প্যাটিনামের পাতটিকে লোহার পাতের উপর সমাপতিত করা সম্ভব– গাণিতিক বিশেষণ করে তার প্রমাণ কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি ওপরের দিকে যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে পবতা বলে।

খ কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময় যেসব পদার্থের আয়তন হ্রাস পায় (যেমন বরফ), চাপ বাড়লে তাদের গলনাঙ্ক কমে যায় অর্থাৎ কম তাপমাত্রায় গলে। কারণ, বর্ধিত চাপ আয়তন হ্রাসের সুবিধা করে দেয়। আবার কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময় যেসব পদার্থের আয়তন বেড়ে যায় (যেমন মোম), চাপ বাড়লে তাদের গলনাঙ্ক বেড়ে যায় অর্থাৎ বেশি তাপমাত্রায় গলে। বর্ধিত চাপের ফলে আয়তন বৃদ্ধিতে অসুবিধা ঘটে। অর্থাৎ পর্দার্থের উপর চাপের হ্রাস-বৃদ্ধির জন্য গলনাঙ্ক পরিবর্তিত হয়।

গ এখানে,

লোহার পাতের আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = 5m^2$

তাপমাত্রা বাড়ানোর পর লোহার পাতের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 5.00812\ m^2$

লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ, $\Delta A = A_1 - A_0$
$= (5.00812 - 5)\ m^2$
$= 0.00812\ m^2$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100°C - 30°C)$
$= 70°C = 70\ K$

লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

ধরি, লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $= \beta$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0\Delta\theta}$$
$$= \frac{0.00812}{5 \times 70}\ K^{-1}$$

$\therefore \beta = 2.32 \times 10^{-5}\ m^2$

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

বা, $\gamma = \frac{\beta}{2} \times 3$

বা, $\gamma = \frac{2.32 \times 10^{-5} \times 3}{2}\ K^{-1}$

$\therefore \gamma = 3.48 \times 10^{-5}\ K^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ ৬ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶২৩ একটি আয়তাকার বস্তুর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ যথাক্রমে 6m ও 3m, এর ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $23.2 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ এবং অপর একটি ঘন বস্তুর দৈর্ঘ্য, উচ্চতা ও প্রস্থ যথাক্রমে 6m, 2m ও 3m। একই উপাদানের বস্তু দুটির তাপমাত্রা 30°C বাড়ানো হলো। *[সরকারি কেজি ইউনিয়ন উচ্চ বিদ্যালয়]*

ক. প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ। ১

খ. উত্তপ্ত বা জলন্ড় বৈদ্যুতিক বাল্বের উপর ঠান্ডা পানি পড়লে বাল্বটি ফেটে যায় কেন? ২

গ. প্রথম বস্তুটির চূড়ান্ড় ক্ষেত্রফল কত হবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ২য় বস্তুটির চূড়ান্ড় আয়তন কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের উপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থ সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ উত্তপ্ত বা জ্বলন্ড় বৈদ্যুতিক বাল্বের তাপমাত্রা অনেক বেশি থাকে। তখন বাল্বের উপর ঠান্ডা পানি ঢালা হলে কাচের অসম সংকোচনের কারণে বাল্বের কাচ ফেটে যায়। কাচ তাপ অপরিবাহী হওয়ায় পানি সংলগ্ন স্তর ও অপর স্তরের সংকোচন সমান হয় না। এর ফলে প্রচন্ড বলে বাল্বের কাচটি ফেটে যায়।

গ দেওয়া আছে,

আয়তাকার বস্তুর দৈর্ঘ্য 6m ও প্রস্থ 3m

আয়তাকার বস্তুর ক্ষেত্রফল, $A_1 = 6 \times 3 = 18m^2$

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

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\theta_2 - \theta_1 = 30°C = 30\ K$

বস্তুটির চূড়ান্ড় ক্ষেত্রফল, $A_2 = ?$

জানা আছে,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

বা, $23.2 \times 10^{-6} = \frac{A_2 - A_1}{18 \times 30}$

বা, $23.2 \times 10^{-6} \times 18 \times 30 = A_2 - 18$

বা, $A_2 = 18 + 0.0125$

$\therefore A_2 = 18.0125\ m^2$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

ঘনবস্তুর দৈর্ঘ্য, $a = 6m$

প্রস্থ, $b = 3m$

উচ্চতা, $c = 2m$

$\therefore$ ঘনবস্তুর আয়তন, $V_1 = 6 \times 2 \times 3 = 36\ m^3$

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

$\therefore$ আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = \frac{3\beta}{2}$
$$= \frac{3 \times 23.2 \times 10^{-6}}{2}$$
$= 3.48 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\theta_2 - \theta_1 = 30°C = 30\ K$

চূড়ান্ত আয়তন, V_2 = ?
জানা আছে,

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

বা, $V_2 = V_1 + \gamma V_1 (\theta_2 - \theta_1)$
বা, $V_2 = V_1 \{1 + \gamma(\theta_2 - \theta_1)\}$
$= 36 \{1 + 3.48 \times 10^{-5} \times 30\} m^3$
$= 36.038\ m^3$
অতএব, দ্বিতীয় বস্তুটির চূড়ান্ত আয়তন হবে $36.038\ m^3$

প্রশ্ন ►২৪ $20°C$ তাপমাত্রায় একটি সীসার গুলি $300ms^{-1}$ বেগে একটি দেয়ালের মধ্যে প্রবেশ করায় সমস্ত গতিশক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হলো। সীসার আপেক্ষিক তাপ 130 $Jkg^{-1}K^{-1}$।

[নরসিংদী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, নরসিংদী]

ক. p টাইপ অর্ধপরিবাহী কী? ১
খ. p–n জাংশন ডায়োড ও ট্রানজিস্টরের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
গ. গুলির প্রাথমিক তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ করো। ৩
ঘ. গুলির শেষ তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে কত হবে? নির্ণয় করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী কেলাসে উপযুক্ত ও নিয়ন্ত্রিতভাবে পর্যায় সারণীর তৃতীয় গ্রুপের মৌল ভেজাল হিসেবে মিশ্রিত করলে যে অধিকতর পরিবাহিতা সম্পন্ন পদার্থ পাওয়া যায়, তাই p–type অর্ধপরিবাহী।

খ ট্রানজিস্টর ও ডায়োডের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ:

ট্রানজিস্টর	ডায়োড
i. ট্রানজিস্টর তড়িৎ প্রবাহকে একমুখী করে না।	i. ডায়োড তড়িৎ প্রবাহকে একমুখী করে।
ii. ট্রানজিস্টর অ্যামপিফায়ার হিসেবে কাজ করে।	ii. ডায়োডের বিবর্ধন ক্ষমতা নেই।
iii.	iii.

গ ৭ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।
উত্তর: 68° F

ঘ এখানে,
গুলির বেগ, $v = 300\ ms^{-1}$
সীসার আপেক্ষিক তাপ, $S = 130\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$
গুলির প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C = 293\ K$
ধরি, গুলির শেষ তাপমাত্রা = θ_2
তাপমাত্রা পার্থক্য, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$
গুলির ভর m হলে,
গতিশক্তি = তাপশক্তি

বা, $\frac{1}{2} mv^2 = mS\Delta\theta$

বা, $\Delta\theta = \frac{v^2}{2S}$

বা, $\theta_2 - \theta_1 = \frac{(300ms^{-1})^2}{2 \times 130\ Jkg^{-1}K^{-1}}$

বা, $\theta_2 - 293\ K = 346.15K$
$\therefore \theta_2 = 639.15\ K$
অর্থাৎ গুলির শেষ তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে 639.15 K হবে।

প্রশ্ন ►২৫ একটি ধাতব পাতের দৈর্ঘ্য 4m এবং প্রস্থ 3m। বস্তুটির তাপমাত্রা $80°C$ বৃদ্ধি করলে এর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি ঘটে 0.1 m^2। কক্ষ তাপমাত্রা $15°C$ *[জয়দেবপুর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, গাজীপুর]*

ক. পানির ত্রৈধবিন্দু কী? ১
খ. সমআয়তনের পানি গাসে ও পেটে 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

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পানির বাষ্পায়ন এর উষ্ণতা, এর উপর বায়ুর চাপ, বায়ুর শুষ্কতা, পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল ইত্যাদির উপর নির্ভর করে। সমআয়তনের পানি গাসে ও পেটে রাখলে পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হলে বেশি স্থান জুড়ে পানি বাষ্পায়িত হওয়ার সুযোগ পায়। সমআয়তনের পানি গাসে ও পেটে রাখলে পেটের পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি হয় বলে পেটের পানির বাষ্পায়ন আগে হবে।

গ ৮ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।
উত্তর: $1.04 \times 10^{-4}K^{-1}$

ঘ 'গ' হতে ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 1.04 \times 10^{-4}K^{-1}$
আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 12\ m^2$
আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 15°C$
চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 200°C$
$\therefore$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (200 - 15)°C$
$= 185°C$
$= 185\ K$
ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি ΔA হলে, আমরা জানি,

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta\theta}$$

$\Rightarrow \Delta A$
$= (1.04 \times 10^{-4} \times 12 \times 185)\ m^2$
$= 0.23125\ m^2$

$\therefore$ ক্ষেত্রফলের শতকরা বৃদ্ধি $= \frac{\Delta A}{A_1} \times 100$
$= \frac{0.232\ m^2}{12m^2} \times 100$
$= 1.93\%$

অর্থাৎ বস্তুটির তাপমাত্রা $200°C$ এ উন্নীত করলে ক্ষেত্রফল 1.93% বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ►২৬ $25°C$ তাপমাত্রার 1.5kg পানিকে $0°C$ তাপমাত্রার বরফে পরিণত করা হলো। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ 336000 Jkg^{-1}।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. সুপ্ত তাপ কী? ১
খ. বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ। ২
গ. উদ্দীপকে উলেখিত ঘটনায় নিষ্কাশিত তাপ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. আরও 15 kJ তাপ নিষ্কাশিত হলে বরফের তাপমাত্রা কত হবে– গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে পার্থক্য:

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

গ উদ্দীপকে উলিখিত ঘটনায় দুই ধাপে বাষ্প নিষ্কাশিত হয়।

এক–: $25°C$ তাপমাত্রার পানি $0°C$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হওয়ার সময়

দুই–: $0°C$ এর পানি $0°C$ এর বরফে পরিণত হওয়ার সময়।

মনে করি,

১ম ধাপে Q_1 পরিমাণ তাপ নিষ্কাশিত হয়।

$\therefore Q_1 = mS\Delta\theta$

এখানে,

$m = 1.5$ kg

$S = 4200$ Jkg^{-1} K^{-1}

$\Delta\theta = (25 - 0) = 25$ K

$\therefore Q_1 = 1.5 \times 4200 \times 25s$

$\therefore Q_1 = 157500$ J

দ্বিতীয় ধাপে, Q_2 পরিমাণ তাপ নিষ্কাশিত হয়।

$\therefore Q_2 = ml_f$

এখানে,

l_f = ঘনীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ = 336000 Jkg^{-1} K^{-1}

$Q_2 = 1.5 \times 336000$ J $= 504000$ J

মোট নিষ্কাশিত তাপ, $Q = Q_1 + Q_2$

$= (157500 + 504000)$ J

$= 661500$ J **(Ans.)**

ঘ মনে করি,

15 kJ তাপ আরও নিষ্কাশিত হলে বরফের তাপমাত্রা $\theta°C$ হয়।

আমরা জানি, $Q = mS\Delta\theta$

এখানে, $Q = 15$ kJ $= 15 \times 10^3$ J

$m = 1.5$ kg

$S = 2100$ $Jkg^{-1}K^{-1}$

$\Delta\theta = (0 - \theta)$ k $= -\theta$K

$\therefore Q = -mS\theta$

বা, $\theta = -\frac{Q}{mS} = -\frac{15 \times 10^3}{1.5 \times 2100} = -4.76°C$

অর্থাৎ, আরও 15kJ তাপ নিষ্কাশিত হলে বরফের তাপমাত্রা $-4.76°C$ হবে।

প্রশ্ন ▶২৭ $10°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য 50m দীর্ঘ লোহার রেললাইন বৃদ্ধি পেয়ে 50.0115m হয়। যদি কোন অঞ্চলের গড় তাপমাত্রা $30°C$ বৃদ্ধি পায় তবে একটি নিরাপদ রেললাইনের জন্য সংযোগস্থলে 1.975 cm ফাঁক রাখা হয়। *[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]*

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কী? ১

খ. শুধু শব্দের প্রতিফলনই প্রতিধ্বনি সৃষ্টি করে না– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. রেল লাইনের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দুই পাত্রের সংযোগস্থলে 1.975 cm ফাঁক রাখা যুক্তিযুক্ত কি-না গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে তা এর গতিপথের কোনো একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তবে বস্তুকণার সেই গতিই পর্যাবৃত্ত গতি।

খ সব প্রতিফলিত শব্দ প্রতিধ্বনি সৃষ্টি করতে পারে না। কারণ, কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ প্রায় $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। এই $\frac{1}{10}$ সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। তাই যে প্রতিফলিত শব্দ 0.1 সেকেন্ডের মধ্যে উৎসের কাছে ফিরে আসবে তা প্রতিধ্বনি সৃষ্টি করতে পারবে না।

গ ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 2.3×10^{-5} K^{-1}

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: উদ্দীপকের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দুই পাত্রের সংযোগস্থলে 1.975 cm ফাঁক রাখা যুক্তিযুক্ত নয়।

প্রশ্ন ▶২৮ $20°C$ 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।

[কক্সবাজার সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. পুনঃশিলীভবন 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 বিশেষণ করো। ৪

২৮ 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 মাটির তৈরি কলসির গায়ে অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য ছিদ্র থাকে যার মধ্য দিয়ে পানি বাইরের দেয়ালে আসে। বাইরের দেয়ালের এই পানি পরে স্বতঃবাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় বাষ্পীভূত হয় এবং বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ত তাপ কলসির পানি হতে গ্রহণ করে। ফলে কলসির পানির তাপমাত্রা কমে যায় এবং কলসির পানি ঠান্ডা থাকে।

গ এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 500$ gm $= 0.5$ kg

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (40 - 20)$ °C $= 20$ K

প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = 4200$ J

বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা, $C = ?$

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

বা, $C = \frac{4200}{20}$

$\therefore C = 210$ JK^{-1} **(Ans)**

ঘ ১৬ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: উদ্দীপকের তথ্য তাপ পরিমাপের মূলনীতি সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶২৯ রেললাইনে লোহার দুটি পাতের মধ্যবর্তী ফাঁকা স্থান 1cm। লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ $34.8 \times 10^{-6}K^{-1}$। রেললাইনে 10°C এ একটি পাত্রের দৈর্ঘ্য 20 m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $60\ cm^2$।

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. পুনঃশিলীভবন কাকে বলে? ১

খ. IPS ব্যাটারিতে পানি দিতে হয় কেন? ২

গ. লোহার পাতের তাপমাত্রা বৃদ্ধি কত হলে আয়তন প্রসারণ আদি আয়তনের 0.05% হবে? ৩

ঘ. যদি পাতের তাপমাত্রা 55°C করা হয় তবে তা নিরাপদ হবে কী? গাণিতিক যুক্তি সহকারে দেখাও। ৪

২৯ 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 ব্যাটারীতে ব্যবহৃত সালফিউরিক এসিডের ঘনত্ব নিয়ন্ত্রণের জন্য IPS এর ব্যাটারিতে পানি দিতে হয়। IPS এর ব্যাটারিতে ব্যবহৃত সালফিউরিক এসিডের ঘনত্ব $1.5 \times 10^3 kgm^{-3}$ থেকে $1.3 \times 10^3\ kgm^{-3}$. হাইড্রোমিটার দিয়ে মাঝে মাঝে ঘনত্ব মেপে দেখতে হয়। ঘনত্ব বেশি হলে কোষটি নষ্ট হয়ে যায়। এ জন্য মাঝে মাঝে ব্যাটারিতে পানি দিয়ে ঘনত্ব ঠিক রাখতে হয়।

গ এখানে,

লোহার পাতের দৈর্ঘ্য, L = 20m

লোহার পাতের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 60\ cm^2 = 60 \times 10^{-4}\ m^2$

লোহার পাতের আদি আয়তন, $V_0 = AL = 60 \times 10^{-4} \times 20\ m^3 = 0.12\ m^3$

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

লোহার আয়তন প্রসারণ, $\Delta V = V_0$ এর 0.05%

$$= 0.12 \times \frac{0.05}{100}\ m^3 = 6 \times 10^{-5}\ m^3$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = ?$

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

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

$$= \frac{6 \times 10^{-5}\ m^3}{0.12m^3 \times 34.8 \times 10^{-6}\ K^{-1}}$$

$= 14.37$ K **(Ans.)**

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: পাতের তাপমাত্রা 55°C হলে, তা নিরাপদ হবে না।

প্রশ্ন ▶৩০ 50°C তাপমাত্রার 30g পানি ও 0°C তাপমাত্রার 20g বরফ এক সাথে রাখা হল। পানির আঃ তাপ $4200Jkg^{-1}K^{-1}$, বরফের আঃ তাপ ও সুপ্ত তাপ $2100Jkg^{-1}K^{-1}$ ও $336000Jkg^{-1}$।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বিইউএসএমএস, পার্বতীপুর, দিনাজপুর]

ক. পুনঃশিলীভবন কী? 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 বিশেষণ করো। ৪

৩০ 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 কোনো বস্তুর উত্তপ্ততা তার আপেক্ষিক তাপের উপর নির্ভর করে। দুটি বস্তুর মধ্যে যার আপেক্ষিক তাপ বেশি, একই পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করায়, সেই বস্তুটি কম উত্তপ্ত হবে। যেহেতু তামা অপেক্ষা পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি, তাই সমপরিমাণ তাপ প্রয়োগে সমান ভরের পানি অপেক্ষা তামা অধিক উত্তপ্ত হবে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

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

বরফ গলনের সুপ্ততাপ, $l_f = 336000\ Jkg^{-1}$

পানির ভর, $m = 30\ g = 3 \times 10^{-3}$ kg

50°C তাপমাত্রার m kg পানিকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে বর্জিত তাপ,

$H_1 = ms\Delta\theta$
$= 30 \times 10^{-3} \times 4200 \times 50$
$= 6300$ J

0°C তাপমাত্রার m kg পানিকে 0°C তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে বর্জিত তাপ,

$H_2 = ml_f$
$= 30 \times 10^{-3} \times 336000$
$= 10080$ J

∴ মোট বর্জিত তাপ, $H = H_1 + H_2$
$= 6300 + 10080$
$= 16380$ J **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকের 50°C তাপমাত্রায় 30g বা 30×10^{-3} kg পানি 0°C নেমে আসলে বর্জিত তাপ,

$H_1 = 30 \times 10^{-3} \times 4200\ (50 - 0)$ J
$= 6300$ J

আবার, 0°C তাপমাত্রার 20g বা 20×10^{-3} kg বরফ সম্পূর্ণ গলতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$H_2 = (20 \times 10^{-3} \times 336000)$ J
$= 6720$ J

এখানে, $H_2 > H_1$; অর্থাৎ সম্পূর্ণ বরফ গলতে যে পরিমাণ তাপ দরকার উত্তপ্ত পানি ঐ পরিমান তাপ সরবরাহ করতে পারে না। তাই সম্পূর্ণ বরফ গলবে না।

ধরা যাক, H_1 তাপ দ্বারা m kg বরফ গলবে।

∴ $H_1 = ml_f$

বা, $m = \frac{H_1}{l_f} = \frac{6300}{336000} = 18.75 \times 10^{-3}$ kg = 18.75

অর্থাৎ, 18.75 g বরফ গলবে এবং (20 – 18.75)g বা 1.25g বরফ অগলিত অবস্থায় থাকবে।

প্রশ্ন ▶৩১ 2m দৈর্ঘ্য ও 1.5m প্রস্থ বিশিষ্ট একখণ্ড লোহার পাতের তাপমাত্রা 70°C বাড়ালে এর ক্ষেত্রফল 50 cm^2 বৃদ্ধি পায়।

[মনিপুর উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. গলনাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? ২

গ. লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উক্ত লোহার তৈরি কোনো বস্তুর আয়তন 1% বাড়াতে হলে তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

৩১ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির চাপে যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ গলতে শুরু করে সেই তাপমাত্রাকে গলনাঙ্ক বলে।

খ পানির আপেক্ষিক তাপ 4200$Jkg^{-1}K^{-1}$ বলতে বোঝায় যে, 1kg পানির তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে 4200J তাপের প্রয়োজন হয়।

গ ৮ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

ঘ মনে করি, লোহার পাতের আদি আয়তন, V_0

$\therefore$ আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = V_0$ এর 1 %

$$= V_0 \times \frac{1}{100}$$

$$= \frac{V_0}{100}$$

'গ' অংশ হতে পাই, লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ,

$$\beta = 2.38 \times 10^{-5} K^{-1}$$

$\therefore$ লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = \frac{3}{2}\beta$

$$= \frac{3}{2} \times 2.381 \times 10^{-5} K^{-1}$$

$$= 3.5715 \times 10^{-5} K^{-1}$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta$ = ?

আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{1}{100\gamma}$$

$$= \frac{1}{100 \times 3.5715 \times 10^{-5}} K$$

$$= 279.9944K$$

$$\cong 280 K$$

অতএব, উক্ত লোহার তৈরি কোনো বস্তুর আয়তন 1% বাড়াতে হলে তাপমাত্রা 280K বা, 280°C বাড়াতে হবে। বা,

প্রশ্ন ▶৩২ চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক কলেজের চতুর্থ শ্রেণির ছাত্র তোয়াহা ও তার বন্ধু হালিশহর ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজে অনুষ্ঠিত বিজ্ঞান মেলায় অংশগ্রহণ করে। তারা তাদের প্রজেক্টে 300 gm ভরের এবং 630 JK^{-1} তাপধারণ ক্ষমতা বিশিষ্ট একটি পদার্থ ব্যবহার করে। অন্যদিকে তোয়াহার বড় ভাই তালহা 12m^2 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বস্তুর তাপমাত্রা 30°C বৃদ্ধি করে দেখতে পেল বস্তুটির ক্ষেত্রফল 0.3 cm^2 বৃদ্ধি পায়। *[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল*

ক. তাপ ধারণ ক্ষমতা কী? ১

খ. পদার্থের পাজমা অবস্থা ব্যাখ্যা করো। ২

গ. তোয়াহার ব্যবহৃত পদার্থটি নাম কি? ৩

ঘ. দেখাও যে, তালহার ব্যবহৃত পদার্থটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ এবং আয়তন প্রসারণ সহগের অনুপাত 1 ঃ 2 ঃ 3। ৪

৩২ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপশক্তি প্রয়োগ করতে হয়, তাকে ঐ নির্দিষ্ট পরিমাণ বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা বলে।

খ পদার্থের বিশেষ অবস্থার নাম হল পাজমা যা অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় পাজমা অবস্থার উৎপত্তি হয়। গ্যাসের ন্যায় পাজমার কোন নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নেই। পাজমা কণাগুলো তড়িৎ আধান বহন করে। তাই পাজমা তড়িৎ পরিবাহী হিসেবে কাজ করে। পাজমার বড় উৎস হচ্ছে সূর্য।

গ তোহার ব্যবহৃত পদার্থের

ভর, m = 300 gm = 0.3kg

তাপধারণ ক্ষমতা, C = 630 JK^{-1}

$\therefore$ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ, $S = \frac{C}{m} = \frac{630}{0.3}$

$$= 2100\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$$

আমরা জানি, বরফের আপেক্ষিক তাপ 2100 $Jkg^{-1}K^{-1}$

$\therefore$ পদার্থটি বরফ। **(Ans)**

ঘ বি.দ্র. : উদ্দীপকে উলিখিত তথ্য দ্বারা ইহা প্রমাণ করা সম্ভব নয়। তবে সাধারণভাবে ইহা প্রমাণ করা যায়।

সাধারণ প্রমাণ : a দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা বিশিষ্ট একটি ঘনবস্তু কল্পনা করি। এর তাপমাত্রা $\Delta\theta$ বৃদ্ধির জন্য ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য Δa পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

$\therefore$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\Delta a}{a\Delta\theta}$ ..... (i)

আবার, আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = a^2$

তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য, পরবর্তী ক্ষেত্রফল $A = (a + \Delta a)(a + \Delta a)$

$$= a^2 + 2a.\Delta a + (\Delta a)^2$$

$$= a^2 + 2a.\Delta a$$

[Δa ক্ষুদ্র বলে $(\Delta a)^2$ কে অগ্রাহ্য করে]

$\therefore$ ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = A - A_0 = a^2 + 2a.\Delta a - a^2$

$$= 2a.\Delta A$$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = \frac{\Delta A}{A_0\Delta\theta} = \frac{2a\Delta a}{a^2\Delta\theta}$

$$= 2\frac{\Delta a}{a\Delta\theta}$$

$\therefore \beta = 2\alpha$ .... (ii) [(i) নং হতে $\frac{\Delta a}{a\Delta\theta} = \propto$]

আবার, আদি আয়তন, $V_0 = a^3$

তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বর্ধিত আয়তন

$V = (a + \Delta a)(a + \Delta a)(a + \Delta a)$

$= a3 + 3a^2.\Delta a + 3a.(\Delta a)^2 + (\Delta a)^3$

$= a^3 + 3a^2.\Delta a$ [Δa ক্ষুদ্র বলে $3a(\Delta a)^2$ $(\Delta a)^3$ কে অগ্রাহ্য করে]

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = V - V_0 = a^3 + 3a^2.\Delta a - a^3$

$= 3a^2.\Delta a$

অতএব, আয়তন প্রসারণ সহগ, $\delta = \frac{\Delta V}{V_0.\Delta\theta}$

$= \frac{3a^2.\Delta a}{a^3.\Delta\theta}$

$= 3.\frac{\Delta a}{a.\Delta\theta}$

$= 3\alpha$ ....(iii)

(i) (ii) ও (iii) হতে লেখা যায়,

$\propto : \beta : \delta = 1 : 2 : 3$ (Showed)

প্রশ্ন ▶৩৩ 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।

[বাংলাদেশ মহিলা সমিতি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ]

ক. আপেক্ষিক তাপ কি? ১

খ. মাটির কলসিতে রাখা পানি ঠান্ডা থাকলেও পিতল বা লোহার পাত্রে ঠান্ডা থাকে না কেন -ব্যাখ্যা করো। 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 বিশে-ষণসহ মতামত দাও। ৪

৩৩ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

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

খ মাটির তৈরি কলসির গায়ে অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে। যার মধ্যে দিয়ে পানি বাইরের দেয়ালে আসে। বাইরের দেয়ালের এই পানি স্বত:বাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় বাষ্পীভূত হয় এবং বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ কলসির ভেতরের পানি হতে গ্রহণ করে। ফলে কলসির পানির তাপমাত্রা কমে যায়। তাই মাটির কলসিতে রাখা পানি ঠান্ডা থাকে। পিতল বা লোহার পাত্রে মাটির কলসির ন্যায় কোন ছিদ্র থাকে না। তাই পানি বাইরে আসতে পারে না। ফলে পানি ঠান্ডা হতে পারে না।

গ ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $11.6 \times 10^{-6} K^{-1}$

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: ট্রেন নিরাপদে চলতে পারবে না।

প্রশ্ন ▶৩৪ 0.5kg ভরের একটি তারে 1950J তাপ প্রয়োগ করায় এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং শেষ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 30K এবং 100.033m হলো।

[ঠাকুরগাঁও সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. এক জুল তাপ কত ক্যালরির সমান? ১

খ. 371K তাপমাত্রায় পানি ফুটানো সম্ভব –ব্যাখ্যা করো। ২

গ. তারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. তারের আদি দৈর্ঘ্য দ্বারা তৈরি একটি রিং 32m উচ্চতাবিশিষ্ট কোনো ফাঁপা ঘনকের ভিতরে প্রবেশ করানো সম্ভব হবে কি? গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক জুল তাপ = 0.24 ক্যালরি তাপ।

খ 371 K = (371 – 273)°C = 98°C = 100°C – 2°C

আমরা জানি, বায়ুচাপ 2.7 cm পরিমাণ হ্রাস পেলে পানির স্ফুটনাংক 1°C পরিমাণ হ্রাস পায়। সুতরাং বায়ুচাপ 2.7 cm × 2 = 5.4 cm পরিমাণ হ্রাস পেয়ে (76 cm – 5.4 cm) = 70.6 cm হলে, পানির স্ফুটনাংক 2°C হ্রাস পাবে। তখন পানির স্ফুটনাংক হবে 98°C বা 371K। সুতরাং 371K তাপমাত্রায় পানি ফুটানো সম্ভব।

গ ১২ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $130\ Jkg^{-1}K^{-1}$

ঘ ১২ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: সম্ভব।

প্রশ্ন ▶৩৫ 100°C তাপমাত্রার 700 gm তামা 2kg ভর বিশিষ্ট তামার পাত্রে 25°C তাপমাত্রার ভরের পানির মধ্যে রাখা হলো। ফলে মিশ্রণের তাপমাত্রা হয় 28.98°C। তামার আপেক্ষিক তাপ $400\ Jkg^{-1}K^{-1}$।

[কাদিরাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, নাটোর]

ক. তাপ ধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে? ২

গ. পানি কী পরিমাণ তাপ গ্রহণ করবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য ক্যালরিমিতির মূলনীতির সমর্থন করে কিনা গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ বিভিন্ন বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুটির ভর ও উপাদান এর উপর নির্ভরশীল।

একই পদার্থের বিভিন্ন ভরের বস্তুর তাপমাত্রা সমপরিমাণ বৃদ্ধি করতে বিভিন্ন পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়। যেমন: এক কাপ পানি গরম করতে যে তাপশক্তি প্রয়োজন হয় তার চেয়ে অনেক বেশি তাপশক্তির প্রয়োজন এক কেতলি পানি গরম করতে।

সমভরের বিভিন্ন উপাদানের বস্তুর তাপমাত্রা সমপরিমাণ বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ ভিন্ন হয়। 1kg অ্যালুমিনিয়ামের তাপমাত্রা 5K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন, 1kg পানির তাপমাত্রা সমপরিমাণ বৃদ্ধি করতে প্রায় পাঁচগুণ বেশি তাপের প্রয়োজন।

গ উদ্দীপক অনুযায়ী,

তামার ভর, m_1 = 700 gm = 0.7kg

এবং তাপমাত্রা, θ = 100°C = 373K

তামার পাত্রের ভর, m_2 = 2kg

ধরা যাক, পানির ভর, m_w

তামার পাত্র ও পানির তাপমাত্রা, θ_2 = 25°C = 298k

মিশ্রণের তাপমাত্রা, θ = 28.98°C = 301.98k

আমার আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 400\ Jkg^{-1}K^{-1}$

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

এখন, তামা কর্তৃক বর্জিত তাপ, $Q_1 = m_1S_1(\theta_1 - \theta)$

$= 0.7 \times 400\ (373 - 301.98)$

$= 19885.6J$

আবার, তামার পাত্র ও পানি তাপ গ্রহণ করে।

তামার পাত্র কতৃক গৃহিত তাপ, $Q_2 = m_2S_1(\theta - \theta_2)$

$= 2 \times 400\ (301.98 - 298)$
$= 3184J$

এবং পানি কর্তৃক গৃহিত তাপ, Q_3 হলে ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুযায়ী,

$Q_2 + Q_3 = Q_1$

বা, $3184 + Q_3 = 19885.6$

বা, $Q_3 = 19885.6 - 3184$

$\therefore Q_3 = 16701.6J$ **(Ans.)**

ঘ ১৬ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: ক্যালরিমিতির মূলনীতি সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶৩৬ একটি রেল সেতুর ওপর 20000 মি. রেল লাইন এমনভাবে স্থাপিত যে, 20°C তাপমাত্রায় রেল লাইনের এক প্রান্তে 16.95 সে.মি. ফাঁকা রাখা আছে। লোহার রেল সেতুর ওপর দিয়ে রেলগাড়ি যাওয়ায় এর তাপমাত্রা 35°C এ উন্নীত হয়।

[কাদিরাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, নাটোর]

ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কী? ১

খ. রেল লাইনে দুটি রেলের সংযোগস্থলে ফাঁক থাকে কেন? ২

গ. রেল লাইন তৈরিতে ব্যবহৃত ধাতুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যদি রেলের পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ $34.4 \times 10^{-6}K^{-1}$ হয়, তাহলে ওই তাপমাত্রায় ওই লাইনে রেল চলাচল করতে পারবে কী? গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1m দৈর্ঘ্যের কোন কঠিন পদার্থের দন্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দন্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 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 ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $5.65 \times 10^{-7} K^{-1}$

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶৩৭ 20°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য 100 মিটার দীর্ঘ একটি লোহার রেললাইন বৃদ্ধি পেয়ে 100.0232মিটার হয়। যদি কোনো একদিন গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 34°C হয় তবে একটি নিরাপদ রেল লাইনের জন্য সংযোগস্থলে 3.94 সে.মি. ফাঁক রাখা প্রয়োজন।

[দি বার্ডস রেসিডেনসিয়াল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, শ্রীমঙ্গল, মৌলভীবাজার]

ক. পানির ত্রৈধবিন্দুর সংজ্ঞা দাও। ১

খ. পদার্থের পাজমা অবস্থান ব্যাখ্যা করো। ২

গ. রেললাইনের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের গড় তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দুই লাইনের সংযোগস্থলে 2 সে.মি. ফাঁক রাখা যুক্তিযুক্ত কিনা তা গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস।
পাজমার বড় উৎস হলো সূর্য। এছাড়া অন্যান্য নক্ষত্রগুলোও প-াজমার উৎস। প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প-াজমা অবস্থার সৃষ্টি হয়। গ্যাসের ন্যায় পাজমার কোনো নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নেই।

গ ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $1.16 \times 10^{-5}k^{-1}$

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: সংযোগ স্থলে 2 সে.মি. ফাঁক রাখা হলে উক্ত তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে রেল লাইন বেঁকে যাবে এবং দূর্ঘটনা ঘটবে।

প্রশ্ন ▶৩৮ একটি রেললাইন স্থাপনের সময় ওই এলাকার তাপমাত্রা ছিল 15°C। তখন রেললাইনের প্রতিটি পাতের উপরের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ছিল $1.6 \times 10^4 cm^2$. লাইনের দুটি পাতের মধ্যে 2cm ফাঁকা রাখা হয়েছিল। একদিন দুপুরে ওই এলাকায় তাপমাত্রা দাড়ায় 120°F যার ফলে প্রতিটি পাত 3.38×10^4 kJ তাপ গ্রহণ করে। পাতের উপাদানের ঘনত্ব 7800 kgm^{-3} এবং আয়তন প্রসারণ সহগ $33 \times 10^{-6} K^{-1}$।

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. তাপ কী? ১

খ. শীতকালে কাপড় দ্রুত শুকায় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. যদি পাতের উচ্চতা 10cm হয় তবে পাতের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যদি পাতের প্রস্থ 8cm হয় তবে ওই দিন তোমার জন্য রেলভ্রমণ নিরাপদ কী? গাণিতিকভাবে যুক্তিসহকারে দেখাও। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপ হলো এক প্রকার শক্তি যা ঠান্ডা ও গরমের অনুভূতি জাগায়।

খ শীতকালে বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম থাকে। ফলে শুষ্ক বায়ু সহজে ভেজা কাপড় থেকে জলীয় বাষ্প শোষণ করে নেয় যার ফলে কাপড় দ্রুত শুকায়।

গ এখানে,

পাতের উপরিপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, $A = 1.6 \times 10^4 cm^2$
$= 1.6\ m^2$

পাতের উচ্চতা, $d = 10cm$
$= 0.1m$

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 15°C$

শেষ তাপমাত্রা, $F = 120°F$

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{\theta_2}{5}$$

বা, $\theta_2 = \frac{5}{9}(F - 32)$

$= \frac{5}{9}(120 - 32)$

$= 48.88°C$

গৃহিত তাপ, $Q = 3.38 \times 10^4 kJ$
$= 3.38 \times 10^7$ J

পাতের ঘনত্ব, $\rho = 7800\ kgm^{-3}$

$\therefore$ আপেক্ষিক তাপ ধারণ ক্ষমতা, $S = ?$
আমরা জানি,

$$S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$
$$= \frac{\theta}{\rho Ah\,(\theta_2 - \theta_1)}$$
$$= \frac{3.38 \times 10^7}{7800 \times 1.6 \times 0.1 \times (48.88 - 15)}$$
$\therefore S = 799.39\ Jkg^{-1}K^{-1}$
$\therefore S \approx 800\ Jkg^{-1}K^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,
পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $A = 1.6 \times 10^4 cm^2$
পাতের প্রস্থ 8cm

$\therefore$ পাতটির দৈর্ঘ্য $l_0 = \frac{1.6 \times 10^4}{8}$ cm
$= 2000cm$
$= 20m$

দেওয়া আছে,
আয়তন প্রসারণ সহগ $\delta = 33 \times 10^{-6}K^{-1}$
$\therefore$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $\alpha = \frac{\delta}{3} = 11 \times 10^{-6}K^{-1}$
$\therefore$ ঐ দিন তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি Δl হলে,
$\Delta l = \alpha l_0 \Delta\theta$
বা, $\Delta l = 11 \times 10^{-6} \times 20 \times 33.88$
$= 7.45 \times 10^{-3}m$
$= 0.745$ cm
$= 7.46$ mm

যেহেতু ফাঁকা রাখা হয়েছে 2cm যা দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 7.46 mm এর তুলনায় অনেক বেশি।
$\therefore$ ঐ দিন রেল ভ্রমণ নিরাপদ হবে।

প্রশ্ন ▶৩৯ 20°C তাপমাত্রায় কোন ইস্পাতের পাতের দৈর্ঘ্য 6m। 50°C তাপমাত্রায় একে উত্তপ্ত করা হল। ইস্পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ $33 \times 10^{-6}K^{-1}$ *[বিএএফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]*

ক. ভূ-তাপীয় শক্তি কি? ১
খ. কাজ ও ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
গ. উক্ত দৈর্ঘ্যের কোন বর্গাকার ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 50°C এ উন্নিত করলে ক্ষেত্রফল কতগুন বৃদ্ধি পাবে? ৩
ঘ. কত তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উত্তপ্ত তারটি দ্বারা সৃষ্ট রিং 0.98 m ব্যাসার্ধের একটি সিলিন্ডারে পরানো যাবে তা গানিতিক বিশেষণের মাধ্যমে নির্ণয় করো। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভূ-অভ্যন্ড়রের তাপকে কাজে লাগিয়ে যে শক্তি পাওয়া যায় তাই ভূ-তাপীয় শক্তি।

খ কাজ ও ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্য লিখ:

কাজ	ক্ষমতা
১. কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুটির সরণ ঘটে তাহলে বল এবং বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণের উপাংশের গুণফলই কাজ।	১. বস্তুর একক সময়ে কাজ করার হারকে শক্তি বলে।
২. কাজের একক জুল (J)।	২. ক্ষমতার একক ওয়াট (w)।
৩. কাজের মাত্রা ML^2T^{-2}।	৩. ক্ষমতার মাত্রা ML^2T^{-3}।

গ দেওয়া আছে,
ইস্পাতের পাতের দৈর্ঘ্য, $L = 6m$
$\therefore$ বর্গাকার ইস্পাতের পাতের ক্ষেত্রফল, $A = t^2$
$= (6m)^2$
$= 36m^2$
আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C$
চূড়ান্ড় তাপমাত্রা, $\theta_2 = 50°C$
তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = 30°C = 30K$
ইস্পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 33 \times 10^{-6}K^{-1}$
$\therefore$ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = \frac{2}{3}\gamma$
$= \frac{2}{3} \times 33 \times 10^{-6}K^{-1}$
$= 22 \times 10^{-6}K^{-1}$
ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\frac{\Delta A}{A_1} = ?$
আমরা জানি,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1.(\theta_2 - \theta_1)}$$
$$\Rightarrow \beta = \frac{\Delta A}{A_1.\Delta\,\theta}$$
$$\Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = \beta.\,\Delta\theta$$
$= 22 \times 10^{-6}\ K^{-1} \times 30k$
$= 0.00066$ গুণ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,
আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C$
ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য তথা পরিধি, $L_1 = 6m$
সিলিন্ডার এর ব্যাসার্ধ, $r = 0.98$ m
$\therefore$ পরিধি, $L_2 = 2\pi r$
$= 2\pi \times 0.98$ m
আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 33 \times 10^{-6}K^{-1}$
দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\gamma}{3}$
$= 11 \times 10^{-6}K^{-1}$
চূড়ান্ড় তাপমাত্রা = θ_2 (ধরি)
আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1.\Delta\,\theta}$$
$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{2\pi \times 0.98 - L_1}{\alpha.L_1}$$
$$\Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = \frac{2\pi \times 0.98 - 6}{11 \times 10^{-6} \times 6}$$
$\Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 2386.7°C$
$\Rightarrow \theta_2 = (2386.7 + 20)$ K
$= 2406.7°C$ **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶৪০ পদ্মা সেতু বাংলাদেশের একটি অংহকারের নাম। পদ্মা সেতুতে বিদ্যুৎ লাইনের তার সংযোগ দেয়ার জন্য প্রকৌশলী সাফা 30°C তাপমাত্রায় 50m দূরত্বের দুটি দুটির মধ্যে 50.03m তার সংযোগ করার নির্দেশ দেন। প্রকল্প পরিচালক মন্ড়ব্য করেন

শীতকালে তাপমাত্রা 10°C এ নেমে আসলে তারটি সংকুচিত হয়ে ছিড়ে যেতে পারে। প্রকৌশলী সাফা তারটি ছিড়বেনা বলে প্রকল্প পরিচালককে নিশ্চিত করেন। *[মাইনস্টোন কলেজ, ঢাকা]*

ক. সুপ্ততাপ কাকে বলে? ১

খ. লোহার ক্ষেত্রপ্রসারণসহগ $22.6 \times 10^{-4}K^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের প্রাথমিক তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. 10°C তাপমাত্রায় উদ্দীপকের তারটি ছিড়ে যাবার সম্ভাবনা আছে কিনা– তা গাণিতিকভাবে বিশেষণ কর। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ $1m^2$ ক্ষেত্রফলের লোহার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে, এর ক্ষেত্রফল যতটুকু বৃদ্ধি পায়, তাই হলো লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ।

সুতরাং লোহার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22.6 \times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে বুঝায় যে, $1m^2$ ক্ষেত্রফলের একটি লোহার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে তার ক্ষেত্রফল $22.6\times 10^{-6}m^2$ বৃদ্ধি পায়।

গ এখানে,

সেন্টিগ্রেড স্কেলের, বায়ুর তাপমাত্রা, C = 30°C

ফারেনহাইট স্কেলের বায়ুর তাপমাত্রা, F = ?

আমরা জানি,

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

বা, $5F - 160 = 30 \times 9$

বা, $5F = 430$

$\therefore$ $F = 86°$ F **(Ans.)**

ঘ এখানে,

তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 50.03$ m

তারের আদি তাপমাত্রা $\theta_1 = 30°C$

তারের শেষ তাপমাত্রা, $\theta_2 = 10°C$

তারের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50.1 \times 10^{-6}k^{-1}$

$\therefore$ তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $\alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{50.1\times 10^{-6}}{3}$

$= 16.7 \times 10^{-6}k^{-1}$

দুটি বৈদ্যুতিক খুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, S = 50m

মনে করি,

তারের শীতকালে পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, L_2 = ?

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{L_1 - L_2}{L_1(\theta_1 - \theta_2)} \; [\because \theta_1 > \theta_2 \text{ তাই } L_1 > L_2]$$

$L_2 = L_1 - \alpha L_1(\theta_1 - \theta_2)$

$= 50.03 - 16.7\times 10^{-6} \times 50.3\,(30 - 10)$

$= 50.013$ m > S

শীতকালে দৈর্ঘ্য খুটির মধ্যবর্তী দৈর্ঘ্যের প্রায় সমান। তাই তারটি ছিঁড়বে না।

প্রশ্ন ▶৪১ 0.5kg ভরের একটি তারে 1950J তাপ প্রয়োগ করায় এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং শেষ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 30K এবং 100.033m হলো। [এক্ষেত্রে তারের আদি দৈর্ঘ্য 100 m] *[সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]*

ক. তাপধারণ ক্ষমতা কী? ১

খ. পদার্থের পাজমা অবস্থা 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 বিশেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পাজমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস।

পাজমার বড় উৎস হলো সূর্য। এছাড়া অন্যান্য নক্ষত্রগুলোও প-াজমার উৎস। প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প-াজমা অবস্থার সৃষ্টি হয়। গ্যাসের ন্যায় পাজমার কোনো নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নেই।

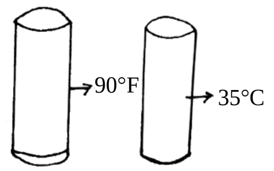
গ ১২ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $130\ Jkg^{-1}K^{-1}$

ঘ ১২ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: রিংটি ফাঁপা ঘনকের ভিতরে প্রবেশ করানো সম্ভব।

প্রশ্ন ▶৪২



চিত্র-১ চিত্র-২

[চট্টগ্রাম সিটি কর্পোরেশন আন্দ্ড় বিদ্যালয়]

ক. Vocal chord কী? ১

খ. পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের দুটি স্বীকার্য লিখ। ২

গ. ১নং চিত্রের তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে কত হবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে তাপের প্রভাব আলোচনা করো। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে যে দুইটি পর্দা থাকে তাই হলো Vocal Chord.

খ পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের দুটি স্বীকার্য নিম্নরূপ:

১. পদার্থের অণুগুলো সর্বদা গতিশীল। কঠিন পদার্থের অণুগুলো এদিক ওদিক স্পন্দিত হয়। তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলো এলেমেলোভাবে ছুটাছুটি করে।

২. কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ-বিকর্ষণ বল আছে বলে বিভবশক্তি আছে। গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ-বিকর্ষণ বল নেই বলে বিভবশক্তি নেই।

গ দেওয়া আছে,

চিত্র-১ এ ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, F = 90°F

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, C = ?

আমরা জানি,

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

বা, $C = \frac{90-32}{9} \times 5$

$\therefore$ C = 32.22°C **(Ans.)**

ঘ পদার্থ তিনটি অবস্থায় থাকতে পারে। যেমন- কঠিন, তরল ও বায়বীয়। পানির তিনটি অবস্থা আমরা সকলেই জানি- বরফ, পানি ও জলীয়বাষ্প। এ তিনটি অবস্থাকে যথাক্রমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় বলা হয়। পানির এই অবস্থাগুলো নির্ভর করে বায়ুচাপ ও তাপমাত্রার উপর। কোনো কঠিন পদার্থকে তাপ প্রয়োগ করে তরলে পরিণত করা যায়, একে গলন বলে। প্রথমে তাপ দিলে বস্তুর তাপমাত্রা বাড়তে থাকে এবং এক পর্যায়ে তাপ প্রয়োগ করলেও বস্তুর তাপমাত্রা বাড়ে না। এ সময়ে যে তাপ বস্তু শোষণ করে তা দ্বারা কঠিন পদার্থটি তরলে পরিণত হয়। 0°C তাপমাত্রার নিচের বরফকে তাপ দিতে থাকলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 0°C-এ আসবে। কঠিন অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় রূপান্ড়রের সময় পদার্থ যে তাপ শোষণ করে তা তার আন্ড়আণবিক বন্ধন ভাঙতে কাজ করে।

0°C তাপমাত্রার উক্ত পানিকে আরও তাপ প্রয়োগ করলে তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। আবার এক পর্যায়ে এসে পানি যখন জলীয়বাষ্পে পরিণত হতে থাকে তখন আর তাপমাত্রা বাড়ে না। এই সময় পানি তাপ শোষণ করে বায়বীয় অবস্থায় রূপান্ড়রিত হয়। এক্ষেত্রেও তরলের আন্ড়আণবিক বন্ধন ভাঙতে তাপের প্রভাব বিদ্যমান। বিপরীতক্রমে বায়বীয় পদার্থ থেকে তাপ অপসারণ করে তাকে প্রথমে তরলে এবং তরল থেকে তা অপসারণ করে তাকে কঠিনে পরিণত করা যায়। সুতরাং পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে তাপের প্রভাব উলেখযোগ্য।

প্রশ্ন ▶৪৩ 1kg ভরের তামার পাত্রের দৈর্ঘ্য 50cm, প্রস্থ 30cm এবং উচ্চতা 20cm। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7\times10^{-6}K^{-1}$ এবং আপেক্ষিক তাপ $400Jkg^{-1}K^{-1}$। *[লায়ন্স স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]*

ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ কাকে বলে? ১

খ. তামার আপেক্ষিক তাপ $400Jkg^{-1}K^{-1}$ 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

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

তামার পাত্রের দৈর্ঘ্য, l = 50cm = 0.5m

তামার পাত্রের প্রস্থ, b = 30cm = 0.3m

তামার পাত্রের গভীরতা, h = 20cm = 0.2m

$\therefore$ তামার পাত্রের আদি আয়তন, $V_0 = l \times b \times h$

$= 0.5 \times 0.3 \times 0.2m^3$

$= 0.03m^3$

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

$\therefore$ তামার পাত্রের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 3\alpha$

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

$= 5.01 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

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

তামার পাত্রের আয়তন বৃদ্ধি, ΔV = ?

আমরা জানি,

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

$\therefore \Delta V = \gamma V_0 \Delta\theta$

$= 5.01 \times 10^{-5} \times 0.03 \times 50m^3$

$= 7.515 \times 10^{-5}m^3$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

তামার পাত্রের ভর, m_c = 1 kg

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

তামার পাত্রের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta_c$ = 20°C = 20K

পানির ভর, m_w = 500 gm = 0.5 kg

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

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

মনে করি, তামার পাত্রের তাপমাত্রা $\Delta\theta_c$ পরিমাণ বৃদ্ধি করতে Q পরিমাণ তাপ লাগবে।

$\therefore Q = m_cS_c\Delta\theta_c$

$= 1 \times 400 \times 20$ J

= 8000J

শর্তমতে, $Q = m_wS_w\Delta\theta_w$

$$\therefore \Delta\theta_w = \frac{Q}{m_wS_w}$$

$$= \frac{8000}{0.5 \times 4200} K$$

= 3.81 K

অতএব, তামার পাত্রের তাপমাত্রা 20°C বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন সেই তাপ দিয়ে 500gm পানির তাপমাত্রা 3.81K বৃদ্ধি করানো যাবে।

প্রশ্ন ▶৪৪ কাচ পাত্রে রাখা 0°C তাপমাত্রায় $250\ cm^3$ পারদের তাপমাত্রা 30°C এ উন্নীত করা হলো। পারদের আপাত প্রসারণ সহগ $14.66 \times 10^{-5}\ K^{-1}$। কাচ ও তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ যথাক্রমে $1 \times 10^{-5}\ K^{-1}$ ও $16 \times 10^{-5}\ K^{-1}$ *[গভ. ল্যাবরেটরী হাই স্কুল, রাজশাহী]*

ক. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কী? ১

খ. বাদুর কিভাবে 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 কী গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গ সঞ্চালণকারী 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 শুনে বুঝতে পারে সামনে কোনো বস্তু আছে। কিন্তু বাধা পেয়ে শব্দ ফিরে না এলে এটি বুঝতে পারে সামনে ফাঁকা জায়গা আছে, সেই পথ বরাবর এটি উড়ে চলে।

গ এখানে,

পারদের আদি আয়তন, $V_0 = 250 cm^3$

আদি তাপমাত্রা, $\theta_0 = 0°C$

শেষ তাপমাত্রা, $\theta = 30°C$

$\therefore$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = \theta - \theta_0$

$= 30°C = 30K$

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

কাচের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha_g = 10^{-5}\ K^{-1}$

কাচের আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma_g = 3 \times 10^{-5} K^{-1}$

পারদের আপাত আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V_a = \gamma_a V_0 \Delta\theta$

বা, $\Delta V_a = 14.66 \times 10^{-5} \times 250 \times 30 cm^3$

$\therefore \Delta V_a = 1.0995 cm^3$

পাত্রের আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V_g = \gamma_g V_0 \Delta\theta$

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

$= 0.225 cm^3$

$\therefore$ পারদের প্রকৃত প্রসারণ, $\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_g$

$= (1.0995 + 0.225) cm^3$

$= 1.3245 cm^3$

$\therefore$ পারদের প্রকৃত প্রসারণ সহগ, $\gamma r = \frac{\Delta Vr}{V_0\Delta\theta} = \frac{1.3245}{250 \times 30}$ cm^3

$= 1.766 \times 10^{-4}\ cm^3$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha_c = 16 \times 10^{-5} K^{-1}$

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

$\therefore \gamma_c = 3 \times 16 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

$= 48 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

তামার পাত্রে তরলের আপাত প্রসারণ,

$\Delta V_{ac} = \Delta V_r - \Delta V_c$

$= V_r - \gamma_c V_0 \Delta\theta$

$\therefore$ তামার পাত্রে তরলের আপাত প্রসারণ সহগ,

$$\gamma_{ac} = \frac{\Delta V_{ac}}{V_0\Delta\theta} = \frac{V_r - \gamma_c V_0\Delta\theta}{V_0\Delta\theta}$$

$$= \frac{V_r}{V_0\Delta\theta} - \gamma_c$$

$$= \frac{1.3245}{250 \times 30} - 48 \times 10^{-5}$$

$$= -3.034 \times 10^{-4}\ K^{-1} \neq \gamma_a$$

অতএব, তামা ও কাচের পাত্রে পারদের আপাত প্রসারণ সহগ সমান হবে না।

বি.দ্র. : উদ্দীপকে তামার আয়তন প্রসারণ সহগ পারদের তুলনায় বেশি দেখানো হয়েছে যা ভুল। কঠিনের প্রসারণ সহগ তরলের তুলনায় বেশি হতে পারে না।

প্রশ্ন ▶৪৫ 300 g ভরের তামার পাত্রে 20°C তাপমাত্রার 200g পানি আছে। তামার আপেক্ষিক তাপ $400 Jkg^{-1}K^{-1}$।

[বগুড়া সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. আপেক্ষিক তাপ ও তাপধারণ ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। ২

গ. $600\ Jkg^{-1}K^{-1}$ আপেক্ষিক তাপের 100°C তাপমাত্রার 80 g ভরের একটি বস্তুকে ঐ পানিতে ডুবালে মিশ্রনের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ঐ বস্তু না ডুবায়ে যদি –5°C তাপমাত্রার 100g বরফ দেওয়া হয় তাহলে সব বরফ গলবে কি? যদি না গলে তবে অবশিষ্ট বরফের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দণ্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

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

ধরি, কোনো বস্তুর তাপমাত্রা $\Delta\theta$ বাড়াতে Q পরিমাণ তাপ লাগে।

তাহলে সমগ্র বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে তাপ লাগে $= \frac{Q}{m\,\Delta\theta}$

সংজ্ঞানুসারে, তাপ ধারণক্ষমতা, $C = \frac{Q}{\Delta\theta}$ এবং আপেক্ষিক তাপ,

$$S = \frac{Q}{m\,\Delta\theta} = \frac{Q/\Delta\theta}{m} = \frac{C}{m}$$

সুতরাং একক ভরের তাপ ধারণক্ষমতাই আপেক্ষিক তাপ।

গ

বস্তুটি 100°C হতে θ°C এ নেমে আসে। $\therefore$ বস্তু কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$Q_1 = m_1S_1\Delta\theta$

$= 0.08 \times 600\ (100 - \theta)$

$= 48\ (100 - \theta)$

তামার পাত্র ও পানি তাপ গ্রহণ করে 20°C হতে বৃদ্ধি পেয়ে θ°C এ পৌছায়।

তামার পাত্র কর্তৃক গৃহীত তাপ

$Q_2 = m_2S_2\Delta\theta$

$= 0.3 \times 400\ (\theta - 20)$

$= 120\ (\theta - 20)$

এখানে,
বস্তুর ভর, $m_1 = 80g = 0.08kg$
বস্তুর আঃ তাপ, $S_1 = 600\ Jkg^{-1}K^{-1}$
তামার পাত্রের ক্ষেত্রে–
ভর, $m_2 = 300g = 0.3kg$
আঃ তাপ, $S_2 = 400 Jkg^{-1}K^{-1}$
পানির ক্ষেত্রে,
ভর, $m_3 = 200g = 0.2\ kg$
আঃ তাপ, $S_3 = 4200 Jkg^{-1}K^{-1}$
মিশ্রণের তাপমাত্রা, θ = ?

পানি কর্তৃক গৃহিত তাপ, $Q_3 = m_3S_3\Delta\theta$

$= 0.2 \times 4200 \times (\theta - 20)$

$= 840\ (\theta - 20)$

আমরা জানি, বর্জিত তাপ = গৃহিত তাপ

বা, $Q_1 = Q_2 + Q_3$

বা, $48(100 - \theta) = 120\ (\theta - 20) + 840\ (\theta - 20)$

বা, $48(100 - \theta) = (\theta - 20)\ (120 + 840)$

বা, $100 - \theta = (\theta - 20) \times \frac{960}{48}$

বা, $(100 - \theta) = (\theta - 20) \times 20 = 20\theta - 400$

বা, $21\theta = 500$

$\therefore \theta = 23.81°C$ **(Ans.)**

ঘ

$-5°C$ বরফ $\xrightarrow{mS\Delta\theta} 0°C$ বরফ $\xrightarrow{ml_f} 0°C$ পানি বরফ গলনে মোট গৃহীত তাপ, $Q = mS\Delta\theta + ml_f$ $= 0.1 \times 2100 \times [0 - (-5)] + 0.1 \times 336000$ $= 34,650$ J	এখানে, বরফের ভর, $m = 100g = 0.1$ kg; বরফের আ: তাপ, $S = 2100Jkg^{-1}K^{-1}$; বরফের আ: সুপ্ততাপ, $l_f = 336000Jkg^{-1}$ $+ 0.1 \times 336000$

পানি ও তামার পাত্র $20°C$ হতে $0°C$ এ নেমে আসলে সর্বোচ্চ পরিমাণ তাপ বর্জিত হবে।

তামার পাত্র ও পানি কর্তৃক সর্বোচ্চ বর্জিত তাপ $Q' = m_2S_2\Delta\theta + m_3S_3\Delta\theta$ $= 0.3 \times 400 \times 20 + 0.2 \times 4200 \times 20$ $= 19200 \text{ J} < Q$	এখানে, তাপমাত্রার পার্থক্য; তামার জন্য, $\Delta\theta = (20 - 0) = 20$ K; $m_2 = 300g = 0.3kg$; $S_2 = 400 \text{ Jkg}^{-1}K^{-1}$; পানির জন্য, $m_3 = 200$ g $= 0.2$ kg; $S_3 = 4200 \text{ Jkg}^{-1}K^{-1}$

যেহেতু বরফ গলতে 34,600 J তাপ লাগে কিন্তু পানি ও তামার পাত্র সর্বোচ্চ 19,200 J তাপ সরবরাহ করতে পারে। তাই সম্পূর্ণ বরফ গলবে না।

তাহলে 19,200 J তাপ দ্বারা গলিত বরফের ভর m' হলে,

$m' \times 2100 \times 5 + m' \times 336000 = 19200$

বা, $m' \times 346500 = 19200$

$\therefore m' = \frac{19200}{346500}$

$= 0.0554$ kg

$= 55.4$ g

$\therefore$ অবশিষ্ট বরফের পরিমাণ $= m - m'$

$= (100 - 55.4)$ g

$= 44.6$ g

প্রশ্ন ▶৪৬ একটি রেল লাইনে 100 m দৈর্ঘ্যের এবং $1m^2$ ক্ষেত্রফলের ধাতুর পাত ব্যবহার করা হয়। দুটি পাতের মধ্যে 2cm ফাঁকা রাখা হয়েছে। কোনো একদিন ঐ স্থানের তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে $100°C$ বেড়ে গেলে দৈর্ঘ্য প্রসারণ 1.16 cm হয়।

[সরকারি এস.সি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. সুপ্ত তাপ কাকে বলে? ১

খ. বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে মিল-আমিল ব্যাখ্যা করো। ২

গ. যদি তাপমাত্রা $100°C$ বেড়ে যায় তবে ক্ষেত্র প্রসারণ কত হবে গাণিতিকভাবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. তাপমাত্রা $20°C$ কমে গেলে ঐ রেল লাইনটি নিরাপদ কিনা গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে পার্থক্য:

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

গ দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 100°C = 100K$

রেল লাইনের পাতের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 100m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = 1.16cm = 1.16 \times 10^{-2}m$

পাতের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 1m^2$

ক্ষেত্র প্রসারণ, $A_2 - A_1 = \Delta A$

আমরা জানি, দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে,

$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1\Delta\theta}$

বা, $\alpha = \frac{1.16 \times 10^{-2}}{100 \times 100}$

$\therefore \alpha = 1.16 \times 10^{-6} K^{-1}$

অতএব, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 2\alpha = 2.32 \times 10^{-6}K^{-1}$

জানা আছে,

ক্ষেত্র প্রসারণ, $\Delta A = \beta A_1\Delta\theta$

$= 2.32 \times 10^{-6} \times 1 \times 100$

$= 2.32 \times 10^{-4}$ m^2 **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

রেল লাইনে ব্যবহৃত পাতের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 100m$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 1.16 \times 10^{-6}K^{-1}$

তাপমাত্রা $20°C$ কমে গেলে, $\Delta\theta = 20°C$

দৈর্ঘ্যের হ্রাস, $\Delta L = ?$

জানা আছে,

$\Delta L = \alpha L_1\Delta\theta$

$= 1.16 \times 10^{-6} \times 100 \times 20$

$= 2.32 \times 10^{-3}m$

$= 0.232cm$

অর্থাৎ রেললাইনের পাতের দৈর্ঘ্য পূর্বের তুলনায় 0.232cm হ্রাস পায় বলে দুটি পাতের মধ্যে ফাঁক পূর্বের তুলনায় বাড়বে। আবার, রেল লাইনে ব্যবহৃত দুইটি পাতের মধ্যে 2cm ফাঁকা রাখা হয়েছে।

$\therefore$ তাপমাত্রা কমার পরে ফাঁক হয় $(2 + 0.232)$cm বা, 2.232cm

অতএব, বলা যায়, তাপমাত্রা $20°C$ কমে গেলে ও রেল লাইনটি নিরাপদ থাকবে।

প্রশ্ন ▶৪৭ 1 cm ব্যাসার্ধের একটি ধাতব গোলককে তাপ দিয়ে উহার তাপমাত্রা 50°C বৃদ্ধি করায় উহার আয়তন 4.1993 cm^3 এবং উহার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল 12.5874 cm^2 হলো। *[লায়ন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]*

ক. গলনাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. আপেক্ষিক তাপ ও তাপধারণ ক্ষমতার মধ্যে ২টি পার্থক্য লিখ। ২

গ. গোলকটির তাপমাত্রা কত ফারেনহাইট বৃদ্ধি করা হয়? ৩

ঘ. উদ্দীপকে তথ্য উপাত্ত থেকে ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ ও আয়তন প্রসারণ সহগের মধ্যে সম্পর্ক দেখাও। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ গলতে শুর“ করে সেই তাপমাত্রাকে গলনাঙ্ক বলে।

খ তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের পার্থক্য নিম্নরূপ:

তাপধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
i. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো বস্তুটির তাপধারণ ক্ষমতা।	i. কোনো পদার্থের 1kg ভরের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ।
ii. নির্দিষ্ট উপাদানের তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে।	ii. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না।

গ ৭ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 90°F

ঘ দেওয়া আছে,

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

ধাতব গোলকের আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4\pi r^2$

$= 1.257 \times 10^{-3}m^2$

ধাতব গোলকের আদি আয়তন, $V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 = 4.1888 \times 10^{-6}m^3$

চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল, $A_2 = 12.5874 \times 10^{-4}m^2$

চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = 4.1993 \times 10^{-6}\ m^3$

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

আয়তন প্রসারণ সহগ, γ হলে,

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1.\Delta\theta}$$

$$= \frac{(4.1993 - 4.1888) \times 10^{-6}m^3}{4.188 \times 10^{-6}m^3 \times 50K}$$

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

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ β হলে,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1 .\Delta\theta}$$

$$= \frac{12.5874 \times 10^{-4} - 1.257 \times 10^{-3}}{1.256 \times 10^{-3} \times 50}$$

$$= 2.7707 \times 10^{-5}\ K^{-1}$$

অর্থাৎ, $\frac{\text{AvqZb cÉmviY mnM}}{\text{^Èò cÉmviY mnM}} = \frac{\gamma}{\beta} = \frac{50.1 \times 10^{-6}}{2.7707 \times 10^{-5}}$

$= 1.81$

$\therefore \gamma = 1.81\beta$

অর্থাৎ গোলকটির আয়তন প্রসারণ সহগ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগের 1.81 গুণ।

প্রশ্ন ▶৪৮ দুইটি বৈদ্যুতিক খুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 60m । খুটি দুইটির সাথে 60.01m দৈর্ঘ্যের তামার তার যেদিন সংযোগ দেওয়া হয় ঐদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 40°C। তামার তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7\times10^{-6}K^{-1}$। বায়ুর তাপমাত্রা যেদিন 10°C হলো ঐদিন তারটি ছিড়ে গেল। *[সৃজনী বিদ্যানিকেতন, পটুয়াখালী]*

ক. আপেক্ষিক তাপ কী? ১

খ. পানির ব্যতিক্রমি প্রসারণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. 40°C তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ করো। ৩

ঘ. তারটি 10°C তাপমাত্রায় ছিড়ে গেল কেন? বিশেষণ করো। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ 4°C তাপমাত্রার পানিকে উত্তপ্ত বা ঠান্ডা যাই করা হোক না কেন তা আয়তনে বাড়ে। এটাই পানির ব্যতিক্রমী প্রসারণ। তরল পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তার আয়তন বাড়ে। তাপ অপসারণ করলে আয়তন কমে। কিন্তু 0°C তাপমাত্রার পানিকে উত্তপ্ত করলে এর আয়তন বাড়ে না বরং আয়তন কমে। 4°C তাপমাত্রা পর্যন্ড় এরূপ ঘটে। 4°C তাপমাত্রার পানিকে গরম বা ঠান্ডা যাই করা হোক না কেন তা প্রসারিত হয় যা তরল পদার্থের প্রসারণের সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম। তাই পানির এই প্রসারণ হলো ব্যতিক্রমধর্মী প্রসারণ।

গ ৭ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 104°F

ঘ ১৭ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶৪৯ 500gm ভরের একটি তামার পাত্রে 20°C তাপমাত্রার 2kg পানি আছে। উক্ত পাত্রে 100°C তাপমাত্রায় 1kg পানি মেশানো হয়।

[শেরপুর সরকারি ভিক্টোরিয়া একাডেমী, শেরপুর]

ক. ক্ষেত্র প্রসারণ বলতে কী বুঝ? ১

খ. তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো। ২

গ. পাত্রে মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উক্ত মিশ্রণে 0°C তাপমাত্রার 500gm বরফ ছেড়ে দিলে সম্পূর্ণ বরফ গলবে কী না? গাণিতিক ভাবে বিশেষণ করো। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে কঠিন বস্তুর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধিই হলো– ক্ষেত্র প্রসারণ।

খ 1 kg ভরের কোন পদার্থের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ পদার্থের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে। একে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়। গাণিতিকভাবে,

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

এখানে, ΔQ

m = পদার্থের ভর

$\Delta\theta$ = তাপমাত্রা বৃদ্ধি

কোন পদার্থের (যে কোন পরিমাণের) তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপশক্তি প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

গাণিতিকভাবে, $C = \frac{\Delta Q}{\Delta\theta}$.............(ii)

এখানে, C = তাপধারণ ক্ষমতা

(i) ও (ii) নং থেকে পাই,

$C = mS$

$\therefore$ তাপধারণ ক্ষমতা = ভর $\times$ আপেক্ষিক তাপ।

গ ৪৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তরঃ 46.25°C

ঘ আমরা জানি,

বরফ গলনের সুপ্ততাপ $l_f = 3.36 \times 10^5 \text{Jkg}^{-1}$

বরফের ভর দেওয়া আছে, $m_4 = 500\text{gm} = 0.5 \text{ kg}$

সম্পূর্ণ বরফ গলতে তাপ লাগবে,

$Q = m_4 l_f$

$Q = 3.36 \times 10^5 \times 0.5$

$= 168000\text{J}$

মিশ্রণে মোট পানি আছে, m_5

$= (2 + 1)$ kg

$= 3$ kg

মিশ্রণে তামার ভর, $m_1 = 0.5$ kg

মিশ্রণের তাপমাত্রা $\theta' = 46.25°C$

সুতরাং, তামা এবং পানিতে বর্জন উপযোগ্য তাপ আছে,

$Q' = m_5 \times 4200 \times (46.25 - 0) + m_1 \times S_1 \times (46.25 - 0)$

$= 3 \times 4200 \times 46.25 + 0.5 \times 400 \times 46.25$

$= 592000\text{J}$

এখন, $Q' > Q$

অর্থাৎ মিশ্রণে বরফ গলনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপের চেয়ে বেশি তাপ আছে।

অর্থাৎ বরফটি সম্পূর্ণরূপে গলে যাবে।

প্রশ্ন ▶৫০ তামার তৈরি 20°C তাপমাত্রার 2m^3 আয়তনের একখ- পাতের তাপমাত্রা 80°C এ উন্নীত করা হলো। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ । তামার আপেক্ষিক তাপ $400\text{Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $4200\text{Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ এবং বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 336000 K^{-1}। *[চট্টগ্রাম সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]*

ক. ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. রূপার আপেক্ষিক তাপ $230\text{Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ বলতে কি বোঝায়? ২

গ. তামার পাতটির আয়তন কতটুকু বৃদ্ধি পাবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. তামার পাত কর্তৃক গৃহীত তাপ দ্বারা কতটুকু বরফ গলানো যাবে গাণিতিকভাবে নির্ণয় করো। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1m^2 ক্ষেত্রফলের কোন কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ বলে।

খ রূপার আপেক্ষিক তাপ $230\text{Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ বলতে বুঝায় 1kg ভরের রূপার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ দরকার 230J।

গ ৪৩ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তরঃ $4.176 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

ঘ দেওয়া আছে,

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 80°C$

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

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ, $l_f = 3.36 \times 10^5 \text{ JK}^{-1}$

ধরা যাক, তামা ও বরফের ভর যথাক্রমে m_1 ও m_2

$\therefore$ তামার পাত্রের গৃহীত তাপ, $Q = m_1 S \Delta\theta$

$= m_1 \times 400 \times (80 - 20)$

$= 24000 \text{ m}_1\text{J}$

এই Q পরিমাণ দ্বারা m_2 ভরের বরফ গলে।

$\therefore Q = m_2 l_f$

বা, $m_2 = \frac{Q}{l_f} = \frac{24000m_1}{3.36 \times 10^5}$

$\therefore m_2 = \frac{m_1}{14}$ $= m_2 + m_3$

সুতরাং, তামার ভরের $\frac{1}{14}$ গুণ ভরের বরফ গলবে।

প্রশ্ন ▶৫১ 0.5kg ভরের একটি তারকে 1950J তাপ প্রয়োগ করে 30°C তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলো। এতে তারটির দৈর্ঘ্য 100.033m পাওয়া গেল। *[পাবনা সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, পাবনা]*

ক. প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ? ১

খ. মাটির কলসিতে পানি ঠান্ডা থাকে কেন? ২

গ. তারটির উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. তারটির আদি দৈর্ঘ্য দ্বারা একটি রিং তৈরী করে 32m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ফাঁপা ঘনকের ভিতরে প্রবেশ করানো যাবে কিনা গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের উপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থ সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ মাটির তৈরি কলসির গায়ে অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য ছিদ্র থাকে যার মধ্য দিয়ে পানি বাইরের দেয়ালে আসে। বাইরের দেয়ালের এই পানি পরে স্বতঃবাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় বাষ্পীভূত হয় এবং বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ত তাপ কলসির পানি হতে গ্রহণ করে। ফলে কলসির তাপমাত্রা কমে যায় এবং কলসির পানি ঠা-া থাকে।

গ ১২ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তরঃ $130 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

ঘ ১২ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তরঃ তারের আদি দৈর্ঘ্য দ্বারা তৈরী রিং 32 m উচ্চতা বিশিষ্ট ফাঁপা ঘনকের ভেতরে প্রবেশ করানো সম্ভব।

প্রশ্ন ▶৫২ 4°C তাপমাত্রায় 2kg পানির মধ্যে 50°C তাপমাত্রার 0.5kg ভরের তামার টুকরা ফেলা হলো। পানির ও তামার

আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ও $400\ Jkg^{-1}K^{-1}$।

[বর্ডার গার্ড পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১
খ. রূপার আপেক্ষিক তাপ $230Jkg^{-1}K^{-1}$ বলতে কি বুঝ? ২
গ. তামার তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩
ঘ. পানি ও তামার চূড়ান্ড় তাপমাত্রা কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে বিশেষণ কর। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ 1kg ভরের রূপার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যত তাপ দরকার হয় তাই রূপার আপেক্ষিক তাপ। রূপার আপেক্ষিক তাপ $230\ Jkg^{-1}K^{-1}$ বলতে বুঝায় 1kg ভরের রূপা খন্ডের তাপমাত্রা 1K বাড়াতে 230 J তাপশক্তির প্রয়োজন হয়।

গ ৭ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 122°F

ঘ ৪৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 5.07°

প্রশ্ন ▶৫৩ 2 kg ভরের তামার পাত্রের দৈঘ্য 50 cm, প্রস্থ 30 cm এবং উচ্চতা 20 cm। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ এবং আপেক্ষিক তাপ $400\ Jkg^{-1}K^{-1}$।

[সরকারি পি.এন. বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, রাজশাহী]

ক. পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম কাকে বলে? ১
খ. বাষ্পায়ন কী? এটি কিসের উপর নির্ভর করে? ২
গ. 50°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পাত্রের আয়তন কত ঘনমিটার বৃদ্ধি পাবে? ৩
ঘ. তামার পাত্রের তাপমাত্রা 40°C বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন সেই তাপ দিয়ে 1kg পানির তাপমাত্রা (40°C তাপমাত্রার) কতটুকু বৃদ্ধি করা যাবে? ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন লক্ষ করে সহজে ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপন করা যায় সেই ধর্মকে পদার্থের তাপমিতিক ধর্ম বলে। **খ** যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধু উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে। বাষ্পায়ন নিম্নোক্ত বিষয়সমূহের উপর নির্ভর করে।–

i. বায়ু প্রবাহ
ii. তরলের উপরিতলের ক্ষেত্রফল
iii. তরলের প্রকৃতি
iv. তরলের উপর চাপ
v. তরল সংলগ্ন বায়ুর উষ্ণতা ও শুষ্কতা।

গ ৪৩ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $7.515 \times 10^{-5}\ m^3$

ঘ ৪৩ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 7.619°C ।

প্রশ্ন ▶৫৪ 15°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য 100m দীর্ঘ লোহার রেল লাইন বৃদ্ধি পেয়ে 100.023m হয়। দুটি রেল লাইনের মধ্যবর্তী স্থানে 3.25cm ফাঁক রাখা আছে। *[চট্টগ্রাম সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]*

ক. পদার্থের পাজমা অবস্থা কাকে বলে? ১
খ. 7 Pa চাপ বলতে কী বোঝায়– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. লাইনটির উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি তাপমাত্রা 40°C এ পৌঁছে যায় তখন রেল লাইনটি নিরাপদ থাকবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশেষণ কর। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ চাপের একক প্যাসকেল (Pa)। $1m^2$ ক্ষেত্রফলের উপর 7N বল প্রযুক্ত হলে যে চাপের সৃষ্টি হয় তাকে 7 Pa চাপ বলে।

গ ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $1.533 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: নিরাপদ থাকবে না।

প্রশ্ন ▶৫৫ 100°C তাপমাত্রার 500 gm ভরের একটি তামার টুকরা 2 kg ভরের তামার পাত্রে রক্ষিত 20°C তাপমাত্রার 1 kg পানিতে ডোবানো হলো। তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$। *[রাজশাহী কলেজিয়েট স্কুল]*

ক. স্ফুটন কাকে বলে? ১
খ. তামার আপেক্ষিক তাপ $400\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ বলতে কী বোঝায়? ২
গ. তামার টুকরাটির তাপ ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় করো। ৩
ঘ. মিশ্রণের তাপমাত্রা কত হলে ক্যালরিমিতির মূলনীতি সংরক্ষিত হবে– বিশেষণ করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রুত বাষ্পে পরিণত হওয়ার ঘটনাকে স্ফুটন বলে।

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

গ এখানে,

তামার টুকরার ভর, m = 500 gm = 0.5 kg
তামার আপেক্ষিক তাপ, $S = 400\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$
তামার টুকরার তাপ ধারণ ক্ষমতা, C = ?

আমরা জানি, $C = mS$
বা, $C = 0.5 \times 400\ JK^{-1}$
$\therefore C = 200\ JK^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ ৪৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 23.0769°C

প্রশ্ন ▶৫৬ 70°C তাপমাত্রার 600g পানির মধ্যে 25°C তাপমাত্রার 300g পানি মিশ্রিত করা হলো। পরবর্তীতে মিশ্রণে –50°C তাপমাত্রার 500 g বরফ দেওয়া হলো। পানির আপেক্ষিক তাপ $4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$, বরফের আপেক্ষিক তাপ $2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $336000\ Jkg^{-1}$। *[বগুড়া জিলা স্কুল, বগুড়া]*

ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১
খ. তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $50.1 \times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে কী বোঝ? ২
গ. বরফ দেওয়ার পূর্বে মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. সম্পূর্ণ বরফ গলবে কিনা? গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৫৬ 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 $1m^3$ আয়তনের তামার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর আয়তন যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাই তামার আয়তন প্রসারণ সহগ। তামার আয়তন প্রসারণ সহগ 50.1×10^{-6} K^{-1} বলতে বোঝায়, $1m^3$ তামার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর আয়তন 50.1×10^{-6} m^3 বৃদ্ধি পায়।

গ ৪৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 55°C

ঘ ৪৫ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: সম্পূর্ণ বরফ গলবে না।

প্রশ্ন ▶৫৭ 2kg ভরের একটি তামার ক্যালরিমিটার 20°C তাপমাত্রার 1500g পানিতে রক্ষিত আছে। এই পাত্রে 0°C তাপমাত্রার কিছু বরফ মিশ্রিত করায় মিশ্রণের তাপমাত্রা 10°C হলো। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6} K^{-1}$। *[নোয়াখালী জিলা স্কুল]*

ক. বাষ্পীয় চাপ কি? ১

খ. বাষ্পীয় চাপ ও বায়ুমন্ডলীয় চাপের পার্থক্য লিখ। ২

গ. ক্যালরিমিটারে ব্যবহৃত তামার আয়তন $225cm^3$ হলে উদ্দীপকের মিশ্রণের তাপমাত্রায় তামার আয়তন পরিবর্তন নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বরফের ভর কত? ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প যে চাপ দিতে পারে তাকে ঐ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বাষ্পচাপ বলে।

খ

বাষ্পীয় চাপ	বায়ুমন্ডলীয় চাপ
বাষ্পীয় চাপ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণের উপর নির্ভর করে।	বায়ুমন্ডলীয় চাপ উচ্চতার সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়।
বাষ্পীয় চাপের নির্দিষ্ট কোন মান নেই।	স্বাভাবিক অবস্থায় বায়ুমন্ডলীয় চাপ 76 cm.

গ উপাত্ত থেকে পাই,

তাপমাত্রার পরিবর্তন $\Delta\theta = (20 - 10)°C$
$= 10°C = 10K$

তামার পাত্রের আয়তন, $V_1 = 225$ cm^3

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

$\therefore$ তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 3\alpha$
$= 3 \times 16.7 \times 10^{-6}$ K^{-1}
$= 5.01 \times 10^{-5}$ K^{-1}

$\therefore$ তামার আয়তন পরিবর্তন ΔV হবে,

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

বা, $\Delta V = \gamma \times V_1 \times \Delta\theta$
$= 5.01 \times 10^{-5} \times 225 \times 10$
$= 0.1127$ cm^3 **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

ক্যালরি মিটারের প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C$
তামার ক্যালরি মিটারের ভর, $m_1 = 2$ kg
তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 400$ $Jkg^{-1}K^{-1}$
ক্যালরিমিটারে পানির ভর, $m_2 = 1500$ g
$= 1.5$ kg
পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 4200$ $Jkg^{-1}K^{-1}$
মিশ্রণের তাপমাত্রা, $\theta = 10°C$.

ধরি, 0°C তাপমাত্রার m kg বরফ মেশানো হয়েছে।

$\therefore$ বরফ কর্তৃক গৃহীত তাপ হবে,

$Q_1 = ml_f + mS_2 \times (\theta - 0)$
$= m \times 3.36 \times 10^5 + m \times 4200 \times 10$
$= 378000$ m

ক্যালরিমিটারে তামার পাত্রের বর্জিত তাপ,

$Q_2 = m_1S_1 (20 - \theta)$
$= 2 \times 400 (20 - 10)$
$= 8000$ J

ক্যালরিমিটারে পানির বর্জিত তাপ,

$Q_3 = m_2 \times S_2 \times (20 - \theta)$
$= 1.5 \times 4200 (20 - 10)$
$= 63000$ J

ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুযায়ী

আমরা জানি,

গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

$Q_1 = Q_2 + Q_3$

বা, 378000 m = 8000 + 63000

বা, m = 0.187 kg

$\therefore$ মিশ্রণে মিশ্রিত বরফের ভর 0.187 kg

প্রশ্ন ▶৫৮ 1 kg ভরের তামার পাত্রের দৈর্ঘ্য 50 cm, প্রস্থ 30 cm ও উচ্চতা 20 cm। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 16.7×10^{-6} K^{-1} এবং আপেক্ষিক তাপ 400 Jkg^{-1} K^{-1}। *[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]*

ক. বিস্তার কী? ১

খ. শব্দের তীব্রতা 5 Wm^{-2} বলতে কী বোঝ– ব্যাখ্যা করো। ২

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

ঘ. পাত্রের তাপমাত্রা 20°C বৃদ্ধি করতে যে তাপ প্রয়োজন সেই তাপে 20°C তাপমাত্রার 200 g পানির তাপমাত্রা কী 50°C এ উন্নীত করা সম্ভব? গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গ সৃষ্টি হলে মাধ্যমের কণাগুলো সাম্যাবস্থানের দুই পাশে কম্পিত হয়। সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্তার বলে।

খ শব্দের তীব্রতা 5 Wm^{-2} বলতে বোঝায় শব্দ বিস্তারের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে $1m^2$ ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 5J শক্তি প্রবাহিত হয়।

গ ৪৩ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 7.515×10^{-5} m^3

ঘ দেওয়া আছে,

তামার পাত্রের ভর, $m_1 = 1$ kg
তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 400\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$
তামার পাত্রের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 20°C = 20$ K
পানির ভর, $m_2 = 200g = 0.2$ kg
পানির আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C = 293K$
চূড়ান্ড় তাপমাত্রা, $\theta_2 = 50°C = 323K$
পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

$\therefore$ তামার তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ Q হলে,

$Q = m_1S_1\ \Delta\theta$
$= 1 \times 400 \times 20$ J
$= 8000$ J

আবার এই তাপ দ্বারা পানির চূড়ান্ড় তাপমাত্রা θ_2' হলে,

পানির ক্ষেত্রে, $Q = m_2S_2\ (\theta_2' - \theta_1)$

$\Rightarrow 8000 = 0.2 \times 4200\ (\theta_2' - 293)$

$\Rightarrow \frac{8000}{840} = \theta_2' - 293$

$\Rightarrow 9.52 = \theta_2' - 293$

$\therefore \theta_2' = 302.52$ K

যেহেতু $\theta_2' < \theta_2$

অতএব 20°C তাপমাত্রায় 200g পানির তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶৫৯ 50 cm দৈর্ঘ্য ও 30 cm প্রস্থ বিশিষ্ট একটি আয়তাকার তামার খন্ডের তাপমাত্রা 35°C থেকে 75°C এ উত্তীর্ণ করলে এর ক্ষেত্রফল 1501.392 cm^2 হয়। তামার খন্ডের ভর 850 g।

[গভর্নমেন্ট ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, কুমিল্লা]

ক. আপেক্ষিক তাপ কী? ১
খ. জল তরঙ্গ কোন ধরনের তরঙ্গ– ব্যাখ্যা করো। ২
গ. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. তামার খন্ডটির আয়তন 1% বৃদ্ধি করতে কী পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করতে হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ জল তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। কারণ এই তরঙ্গ জলকণার স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গে পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

তামার দন্ডের আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 50 \times 30$
$A_1 = 1500\ cm^2$
তামার খন্ডের শেষ ক্ষেত্রফল, $A_2 = 1501.392\ cm^2$
$\theta_2 = 75°C$
$\theta_1 = 35°C$

মনে করি, ক্ষেত্রফল প্রসারণ সহগ = β

আমরা জানি, $\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1\ (\theta_2 - \theta_1)}$

বা, $\beta = \frac{(1501.392 - 1500) \times 10^{-4}}{1500 \times 10^{-4}\ (75 - 35)}$

বা, $\beta = 2.32 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

আবার,
দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে,
আমরা জানি, $\beta = 2\alpha$

$\therefore \alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{2.32 \times 10^{-5}}{2} = 1.16 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

ঘ তামার আপেক্ষিক তাপ, $S = 400J\ kg^{-1}K^{-1}$
'গ' অংশ হতে পাই,
দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 1.16 \times 10^{-5}\ k^{-1}$
তামার ভর, m = 850 g = 0.85 kg

$\therefore$ আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 3 \times 1.16 \times 10^{-5}\ K^{-1}$
$= 3.48 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

মনে করি,
তামার খন্ডের আদি আয়তন = V_1
আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = V_1 \times 1\%$
$= 0.01\ V_1$

সংশিষ্ট তাপমাত্রা বৃদ্ধি $\Delta\theta$ হলে,

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

বা, $\gamma = \frac{0.01V_1}{V_1\Delta\theta}$

বা, $\Delta\theta = \frac{0.01}{3.48 \times 10^{-5}}$

$\therefore \Delta\theta = 287.35°C$

$\therefore$ প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = mS\ \Delta\theta$
$= 0.85 \times 400 \times 287.35$
$= 97699$ J

অতএব, উদ্দীপকের তামার খন্ডটির আয়তন 1% বৃদ্ধি করতে 97699 J তাপ প্রয়োগ করতে হবে।

প্রশ্ন ▶৬০ 200g ফুটন্ড় পানির মধ্যে 20°C তাপমাত্রার 100g পানি মিশ্রিত করা হলো। পানির আপেক্ষিক তাপ $4200Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $3{,}36000Jkg^{-1}$। *[রংপুর জিলা স্কুল]*

ক. বরফ বিন্দু কী? ১
খ. পানির ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রা 273K বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩
ঘ. ঐ মিশ্রণে 300g বরফ দিলে সম্পূর্ণ বরফ গলবে কী? গলিত বরফের পরিমাণ নির্ণয়ের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করো। ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্পরূপে অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে। সুতরাং পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা 273K বলতে

বোঝায় পানি 273K তাপমাত্রায় বরফ, জলীয়বাষ্প ও পানি এই তিন অবস্থাতেই থাকতে পারবে।

গ ৪৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 73.33°C

ঘ এখানে,

মোট পানির ভর, $m_l = (200 + 100)$ g = 300 g = 0.3 kg

'গ' হতে পাই,

মিশ্রণের পানির তাপমাত্রা, $\theta = 73.33°C$

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

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $L_f = 336000\ Jkg^{-1}$

বরফের ভর, $m_s = 300$ g = 0.3 kg

তাহলে, বরফ গলনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = m_sL_f$

$= 0.3 \times 336000$

$= 100800$ J

আবার, 73.33°C এর 0°C এ নেমে আসতে, পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ।

$Q = m_l\ S_l\ \Delta\theta$

$= 0.3 \times 4200 \times 73.33$

$= 92395.8$ J

$Q' < Q$, অর্থাৎ 300 gm এর বরফ গলানোর জন্য প্রয়োজনীয় তাপ মিশ্রনে সরবরাহ করতে পারবে না।

মনে করি,

m kg বরফ গলানো সম্ভব। তাহলে সমীকরণ অনুযায়ী জানি,

$m_sL_f = 92395.8$

বা, $m_s \times 336000 = 92395.8$

বা, $m_s = 0.275$ kg

বা, $m_s = 275$ gm

তাহলে উক্ত মিশ্রণে 300 gm বরফ দিলে 275 gm বরফ গলনের এবং (300 – 275) gm = 25 gm বরফ অবশিষ্ট থাকবে।

প্রশ্ন ▶৬১ 25°C তাপমাত্রায় একটি সীসার পাতের দৈর্ঘ্য 2 m এবং প্রস্থ 2 m। একে 175°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে এর ক্ষেত্রফল হয় 4.033 m^2। *[গভর্নমেন্ট ল্যাবরেটরি হাইস্কুল, ময়মনসিংহ]*

ক. 1 কেলভিন কাকে বলে? ১

খ. দুই টুকরো বরফ একত্রে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায় কেন? ২

গ. সীসার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের সীসার টুকরার পুরুত্ব যদি 0.25 m হয়, তাহলে উলিখিত তাপমাত্রায় সীসার আয়তন কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ বরফ কঠিন থেকে তরলে পরিণত হলে এর আয়তন কমে। ফলে চাপ বাড়লে বরফের গলনাঙ্ক কমে যায়। এ কারণে দুই টুকরা বরফ একসঙ্গে চেপে ধরলে স্পর্শতলে চাপের কারণে বরফের গলনাঙ্ক 0° C থেকে কমে যায়। কিন্তু স্পর্শতলের তাপমাত্রা 0°C থাকে। ফলে কিছু বরফ গলে যায়। চাপ অপসারণ করলে গলনাঙ্ক আবার বেড়ে যায় এবং গলিত বরফ কঠিনে পরিণত হয়। ফলে বরফ টুকরাদ্বয় জোড়া লেগে যায়।

গ ৫৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 2.75×10^{-5} K

ঘ 'গ' হতে, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 5.5 \times 10^{-5}K^{-1}$

আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = \frac{3}{2}\beta$

$= \frac{3}{2} \times 5.5 \times 10^{-5}K^{-1}$

$= 8.25 \times 10^{-5}K^{-1}$

পুরুত্ব = 0.25m

∴ সীসার পাতের আদি আয়তন, V_1

$= 1m^3$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 150K$

সীসার চূড়ান্ত আয়তন V_2 হলে, আয়তন বৃদ্ধি ΔV

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1 .\ \Delta\theta}$$

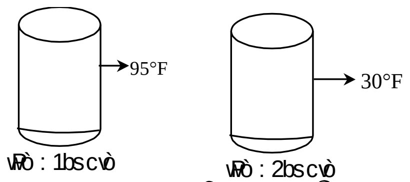
বা, $\Delta V = \gamma\ V_1.\Delta\theta$

$= 8.25 \times 10^{-5}K^{-1} \times 1m^3 \times 150K$

$= 0.012375m^3$

অর্থাৎ উদ্দীপকের তাপমাত্রায় সীসার আয়তন $0.012375m^3$ বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ▶৬২



[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. আর্কিমিডিসের সূত্রটি লিখো। ১

খ. লোহা পানিতে ডুবলেও পারদ ভাসে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. ১নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে কত? ৩

ঘ. ২নং পাত্রের তরলের তাপমাত্রা 10°F বৃদ্ধি করে দুই পাত্রের তরল তাপীয় সংস্পর্শে আনলে তাপ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে কী ঘটবে তা বিশেষণ করো। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। এই হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

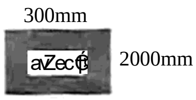
খ লোহার ঘনত্ব পানির তুলনায় বেশি কিন্তু পারদের তুলনায় কম। তাই এক টুকরো লোহার ওজন সমআয়তন পানির ওজনের চেয়ে বেশি কিন্তু সমআয়তন পারদের ওজনের চেয়ে কম। ফলে লোহার টুকরাটিকে পানিতে ডুবানো হলে এর ওপর লব্ধি বলের দিক নিচের দিকে, তাই এটি পানিতে ডুবে যায়। আবার, লোহার টুকরাটিকে পারদে ডুবানো হলে এর ওপর লব্ধি বলের দিক উপরের দিকে, তাই এটি আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় পারদে ভাসে।

গ ৪২ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 35°C

ঘ ১ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৬৩



তাপমাত্রা 20°C বৃদ্ধি করলে চিত্রের পৃষ্ঠটির ক্ষেত্রফল $0.1m^2$ বৃদ্ধি ঘটে। *[বিদ্যাময়ী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ময়মনসিংহ]*

ক. আপেক্ষিক সুপ্ততাপ কী? ১

খ. p-n জংশন কী? এটি কিভাবে কাজ করে? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. ধাতব খন্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ঐ ধাতুটির আয়তন 5% বৃদ্ধি করতে চাইলে তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি করতে হবে? ৪

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট চাপে ও তাপমাত্রায় 1kg ভরের কোন বস্তুর কেবল অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করতে হয় বা যে পরিমাণ তাপ অপসারণ করতে হয়, তাই ঐ চাপে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক সুপ্ততাপ।

খ $p-n$ জংশন হলো অর্ধপরিবাহী ডায়োড। একটি p টাইপ ও একটি n টাইপ অর্ধপরিবাহী পাশাপাশি যুক্ত করে $p-n$ জংশন তৈরি করা হয়। $p-n$ জংশন রেকটিফায়ার বা একমুখীকারক হিসেবে কাজ করে। এই জংশনের সম্মুখ ঝোঁকে ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে তড়িৎ প্রবাহিত হয় কিন্তু বিপরীত ঝোঁকে ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। $p-n$ জংশনের অন্তর্গামী প্রান্তে দিক পরিবর্তি প্রবাহ (এসি) প্রবাহিত করলে জংশন এটিকে একমুখী প্রবাহে রূপান্তরিত করে এবং বহির্গামী প্রান্তে একমুখী প্রবাহ (ডিসি) পাওয়া যায়।

গ এখানে, ধাতব পৃষ্ঠের আদি ক্ষেত্রফল,

$$A_1 = 3000 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm}$$
$$= 3m \times 2m = 6m^2$$

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

ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = 0.1 \text{ m}^2$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ β হলে,

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_1\Delta\theta}$$

বা, $\beta = \frac{0.1}{6 \times 20} K^{-1}$

$\therefore \beta = 8.33 \times 10^{-4} K^{-1}$

আবার, $\alpha = \frac{\beta}{2}$

বা, $\alpha = \frac{8.33 \times 10^{-4}}{2} K^{-1}$

$\therefore \alpha = 4.165 \times 10^{-4} K^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ ৩২ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 40°C ।

প্রশ্ন ▶ ৬৪ 80g ভরের লোহা একটি কূপের মধ্যে ছেড়ে দেওয়ায় 4s পর পানিতে পরল। পানিতে পরার শব্দ 0.23s পর কূপের উপর থেকে শোনা গেল। *[মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা বোর্ড, যশোর]*

ক. প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ। ১

খ. আপেক্ষিক তাপ ও তাপধারণ ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্য লেখো। ২

গ. লোহা কত গ্রাম পানি অপসারণ করবে? ৩

ঘ. কূপের মুখে 20°C গলনাঙ্ক বিশিষ্ট একটি বস্তু রেখে দিলে বস্তুটি গলবে কিনা– বিশেষণ করো। ৪

৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের উপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থ সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের পার্থক্য নিম্নরূপ:

তাপধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
i. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো বস্তুটির তাপধারণ ক্ষমতা।	i. কোনো পদার্থের 1kg ভরের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ।
ii. নির্দিষ্ট উপাদানের তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে।	ii. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে কিন্তু ভরের ওপর নির্ভর করে না।

গ এখানে,

লোহার ভর, $m_i = 80g$
$= 0.08 \text{ kg}$

জানা আছে, লোহার ঘনত্ব, $\rho_i = 7800 \text{ kgm}^{-3}$

$\therefore$ লোহার আয়তন, $V_i = \frac{m_i}{\rho_i} = \frac{0.08}{7800} m^3$
$= 1.0256 \times 10^{-5} m^3$

$\therefore$ অপসারিত পানির আয়তন = লোহার আয়তন
$= 1.0256 \times 10^{-5} m^3$

আমরা জানি,

$1m^3$ পানির ভর 1000 kg

$\therefore$ $1.0256 \times 10^{-5} m^3$ পানির ভর $= 1000 \times 1.0256 \times 10^{-5}$ kg
$= 0.01026$ kg
$= 10.256$ g

$\therefore$ লোহা 10.256 g পানি অপসারণ করবে।

ঘ এখানে,

পানিতে পরার সময়, t = 4s

পানিতে পরার শব্দ শোনার সময়, t′ = 0.23s

কূপের গভীরতা h হলে,

$$h = ut + \frac{1}{2} gt^2$$
$$= 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4^2$$
$$= 78.4 \text{ m}$$

এখন, শব্দের বেগ v হলে,

$$v = \frac{h}{t'}$$
$$= \frac{78.4}{0.23}$$
$$= 340.87 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 332 ms^{-1}

∴ শব্দের বেগের পার্থক্য = (340.87 – 332) ms^{-1}

= 8.87 ms^{-1}

শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধির জন্য তাপমাত্রা বৃদ্ধি = 1°C

শব্দের বেগ 8.87 ms^{-1} বৃদ্ধির জন্য তাপ বৃদ্ধি = $\frac{1°C \times 8.87\ ms^{-1}}{0.6\ ms^{-1}}$

= 14.783°C

ঐদিন বাতাসের তাপমাত্রা = (0 + 14.783)°C

= 14.783°C < 20°C

সুতরাং কূপের মূখে 20°C গলনাঙ্ক বিশিষ্ট একটি বস্তু রেখে দিলে বস্তুটি গলবে না।

প্রশ্ন ▶৬৫ "80JK^{-1} তাপ ধারণ ক্ষমতার একটি ক্যালরি মিটারে 40°C তাপমাত্রার 5gm পানি আছে। 0°C তাপমাত্রার 22.8gm বরফ এর মধ্যে ফেললে পানির তাপমাত্রা 10°C নেমে আসে। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ $3.4 \times 10^5 Jkg^{-1}$ *[সিলেট সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়, সিলেট]*

ক. পুনঃশিলী ভবন কী? ১

খ. বায়বীয় পদার্থের বেলায় আপাত ও প্রকৃত প্রসারণের মধ্যে কোনো পার্থক্য নেই কেন? ২

গ. পানিকে 2100J তাপশক্তি প্রদান করলে এর তাপমাত্রা কত হবে? ৩

ঘ. ঘটনাটি তাপ পরিমাপের মূলনীতি সমর্থন করে কী? গাণিতিক বিশেষণ কর। ৪

৬৫ 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 তরলের ন্যায় বায়বীয় পদার্থকে কোনো না কোনো পাত্রে রেখে তাপ দিতে হয়। কিন্তু তাপমাত্রার এই পরিবর্তনের জন্য বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ, পাত্রের প্রসারণের চেয়ে অনেক বেশি হওয়ায় পাত্রের প্রসারণকে উপেক্ষা করা যায়। ফলে বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে প্রকৃত ও আপাত প্রসারণের মধ্যে তেমন কোনো পার্থক্য থাকে না।

গ দেওয়া আছে,

ক্যালরিমিটার এর তাপধারণ ক্ষমতা, C = 80 JK^{-1}

পানির ভর, m = 5gm

= 5×10^{-3} kg

ক্যালরিমিটার ও পানির আদি তাপমাত্রা, θ_1 = 40°C = 313 K

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, θ_2 = ?

তাপশক্তি, Q = 2100J

তাপ দেওয়া হলে, $\theta_2 > \theta_1$ হবে, ফলে $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$

এখানে, Q = C. Δθ + mSΔθ

বা, $2100 = 80 \times (\theta_2 - \theta_1) + 5 \times 10^{-3} \times 4200 (\theta_2 - \theta_1)$

বা, $2100 = 80 \times (\theta_2 - 313) + 21 (\theta_2 - 313)$

বা, $2100 = 80\theta_2 - 25040 + 21\theta_2 - 6573$

বা, $101\theta_2 = 33713$

বা, $\theta_2 = \frac{33713}{101}$ K

= 333.8 K

∴ θ_2 = 60.8°C

∴ পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা = 60.8°C **(Ans.)**

ঘ ১৬ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: ঘটনাটি তাপ পরিমাপের মূলনীতি সমর্থন করে না।

প্রশ্ন ▶৬৬ 30°C তাপমাত্রার 200g রূপাকে গলানো হলো। রূপার আপেক্ষিক তাপ 230 $Jkg^{-1}K^{-1}$। রূপার গলণের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 105000 Jkg^{-1} এবং রূপার গলনাংক 960°C। *[কুমিলা জিলা স্কুল]*

ক. হুকের সূত্রটি লিখ। ১

খ. স্থির তরলের কোনো বিন্দুতে চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন করো। ২

গ. রূপাকে গলাতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যদি রূপার ভরকে পাঁচগুণ এবং রূপার তাপমাত্রাকে অর্ধেক করা হয়, তাহলে রূপাকে গলাতে প্রয়োজনীয় তাপের কি হেরফের হবে তা গাণিতিক ভাবে বিশেষণ করো। ৪

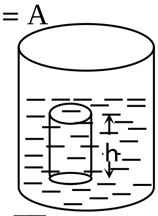
৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ তরল পদার্থের ভিতরে কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বুঝায়। চিত্রে একটি পাত্রে কিছু পরিমাণ তরল পদার্থ আছে।

তরলের অভ্যন্তরে h গভীরতায় B বিন্দুতে চাপ নির্ণয় করতে হবে। B বিন্দুতে তরলের চাপ নির্ণয়ের জন্য B বিন্দুকে ভূমির উপর একটি বিন্দু ধরে h উচ্চতার একটি তরলভর্তি সিলিন্ডার কল্পনা করা যাক।

ধরা যাক, সিলিন্ডারের ভূমির তথা তরলের ক্ষেত্রফল = A



তরলের ঘনত্ব = ρ

তরলের মুক্ততল থেকে B বিন্দুর গভিরতা = h

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g

আমরা জানি, চাপ = $\frac{ej}{^Þòdj}$

এখানে, A ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত বল = তরলের ওজন

= তরলের ভর × g

= তরলের আয়তন × ঘনত্ব × g

= তরলের ক্ষেত্রফল × তরলের গভীরতা × ঘনত্ব × g

= Ahρg

∴ চাপ, $p = \frac{Ah\rho g}{A}$

বা, চাপ, p = hρg

গ রূপার গলনের সময় দুই ধাপে তাপ গ্রহণ হয়। 30°C এর রূপা থেকে 960°C এর রূপাতে রূপান্তরিত হওয়ার সময় এবং 960°C এর কঠিন রূপা থেকে 960°C এর গলিত রূপাতে রূপান্তরিত হওয়ার সমান। ১ম ক্ষেত্রে গৃহিত তাপ, Q_1 = mSΔθ

এখানে, m = রূপার ভর = 200 g = 0.2 kg

S = রূপার আপেক্ষিক তাপ = 23$Jkg^{-1}K^{-1}$

Δθ = (960 – 30)K

$= 930$ K

$\therefore Q_1 = (0.2 \times 230 \times 930)$J $= 42780$ J

আবার, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে গৃহীত তাপ, $Q = ml_f$

এখানে, $l_f = 105000$ Jkg^{-1}

$\therefore Q_2 = 0.2 \times 105000$

$= 21000$ J

$\therefore$ মোট গৃহীত তাপ, $Q = Q_1 + Q_2$

$= (42780 + 2100)$ J

$= 63780$ J **(Ans.)**

ঘ রূপার ভরকে 5 গুণ করলে পরিবর্তিত ভর, $m_1 = 0.2 \times 5 = 1$ kg

রূপার তাপমাত্রাকে অর্ধেক করলে পরিবর্তিত তাপমাত্রা, 15°C

এখানে, ১ম ক্ষেত্রে গৃহীত তাপ, $Q_3 = m_1 S \Delta\theta$

$= 1 \times 230 \times (960 - 15)$

$= 217350$ J

২য় ক্ষেত্রে গৃহীত তাপ, $Q_4 = m_1 l_f$

$= 1 \times 105000$

$= 105000$ J

$\therefore$ মোট গৃহীত তাপ, $Q' = Q_3 + Q_4$

$= 217350 + 105000$

$= 322350$ J

'গ' অংশ হতে পাই,

পূর্বে গৃহীত তাপ, $Q = 63780$ J

অর্থাৎ রূপার ভরকে পাঁচগুণ করলে এবং তাপমাত্রা অর্ধেক করলে (322350 – 63780) বা, 258570 J তাপ বেশি প্রয়োজন হবে।

প্রশ্ন ▶৬৭ 10°C তাপমাত্রায় বর্গাকার একটি তামা ও ইস্পাতের পাতের প্রতিটি ক্ষেত্রফল 9m^2। তাপ দিয়ে ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করায় ক্ষেত্রফল 9.012024m^2 হলো। তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ 22×10^{-6}K^{-1} *[দিনাজপুর জিলা স্কুল]*

ক. পবতা কী? ১

খ. রূপার আপেক্ষিক তাপ 230Jkg^{-1}K^{-1} বলতে কী বুঝায়? ২

গ. তামার আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে তামার পাতটিকে ইস্পাতের পাতের উপর সমাপতিত করা সম্ভব হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশেষণ করে মতামত দাও। ৪

৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি ওপরের দিকে যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে পবতা বলে।

খ রূপার আপেক্ষিক তাপ 230Jkg^{-1} K^{-1} বলতে বুঝায় 1kg ভরের রূপার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ দরকার 230J।

গ ৬ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 3.3×10^{-5} K^{-1}

ঘ ৬ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: তামার পাতটির তাপমাত্রা 70.73°C করা হলে 50°C তাপমাত্রার ইস্পাতের পাতের উপর সমপাতিত হবে।

প্রশ্ন ▶৬৮ 10°C তাপমাত্রায় বর্গাকার একটি তামা ও একটি ইস্পাতের পাতের প্রতিটির ক্ষেত্রফল 9m^2। তাপ দিয়ে ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করায় ক্ষেত্রফল 9.012024m^2 হলো। *[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, ঢাকা]*

ক. বাষ্পায়ন কাকে বলে? ১

খ. তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের চারটি পার্থক্য লিখো। ২

গ. ইস্পাতের আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে তামার পাতটিকে ইস্পাতের পাতের উপর সমাপতিত করা সম্ভব হবে কী– গাণিতিক ভাবে বিশেষণ করো। [তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ 22.0×10^{-6}K^{-1}] ৪

৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের চারটি পার্থক্য নিম্নরূপ:

তাপধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
i. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো বস্তুটির তাপধারণ ক্ষমতা।	i. কোনো পদার্থের 1kg ভরের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ।
ii. নির্দিষ্ট উপাদানের তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর উপাদান ও ভরের ওপর নির্ভর করে।	ii. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে।
iii. বাষ্প ধারণ ক্ষমতার একক JK^{-1}।	iii. আপেক্ষিক তাপের একক Jkg^{-1}K^{-1}
iv. তাপ ধারণ ক্ষমতা বস্তুর নিজস্ব ধর্ম।	iv. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর উপাদানের ধর্ম।

গ ৬ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 5.01×10^{-5}K^{-1}

ঘ ৬ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: তামার পাতের তাপমাত্রা 70.72°C-এ উন্নীত করলে তামার পাতটি ইস্পাতের পাতের উপর সমাপতিত হবে।

প্রশ্ন ▶৬৯ লাইনে পানি না থাকায় বরিশাল জিলা স্কুলের ছাত্র সাইফ মিজানকে মটর ছাড়তে বলে। মিজান মটর অন করার 2 মিনিটে ট্যাংকটি পূর্ণ হলো। মটরটির ক্ষমতা 10HP। মটরটি সেকেন্ডে 30 kg পানি ভূমি থেকে 20 মিটার উপরে তুলে 5ms^{-1} বেগে ট্যাংকে নিক্ষেপ করতে পারে। *[বরিশাল জিলা স্কুল, বরিশাল]*

ক. পুনঃশিলীভবন কী? ১

খ. পানির হিমাঙ্ক 273K বলতে কী বোঝ? ২

গ. মটরটির কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যদি পানির সমস্ত সঞ্চিত শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং ট্যাংকের সম্পূর্ণ পানি ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে আসে তবে পানির তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি পাবে? ৪

৬৯ 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 যে তাপমাত্রায় তরল পদার্থ জমে কঠিনে পরিণত হতে শুরু করে তাকে ঐ পদার্থের হিমাঙ্ক বলে। অর্থাৎ হিমাঙ্ক হচ্ছে একটি বিশেষ তাপমাত্রা যে তাপমাত্রায় তরল পদার্থের মধ্যস্থিত তাপ অপসারিত হতে থাকে এবং তরল পদার্থটি কঠিনে পরিণত হতে

থাকে। পানি 0°C বা 273K তাপমাত্রায় পৌঁছানোর পর পানি হতে আরও তাপ নিয়ে নিলে পানি জমে বরফে পরিণত হতে থাকে। এ কারণে পানির হিমাঙ্ক 273K।

গ দেওয়া আছে,

পানির ভর, $m = 30kg$
উচ্চতা, $h = 20m$
সময়, $t = 1s$
বেগ, $v = 5ms^{-1}$
ইঞ্জিনের প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_{in} = 10HP = (10 \times 746)W$
$= 7460W$
ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

এখন, ইঞ্জিনটি দ্বারা 20m উচ্চতায় পানি উঠাতে কৃতকাজ $W_1 = mgh$ এবং উক্ত পানিকে $5ms^{-1}$ বেগে ট্যাংকে নিক্ষেপ করতে কৃতকাজ, $W_2 = \frac{1}{2}mv^2$

তাহলে,

ইঞ্জিনটির কার্যকর ক্ষমতা P_{out} হলে,

$$P_{out} = \frac{W_1}{t} + \frac{W_2}{t} = \frac{W_1 + W_2}{t} = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t}$$

$$= \frac{30 \times 9.8 \times 20 + \frac{1}{2} \times 30 \times (5)^2}{1} = 6255W$$

$$\therefore \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$= \frac{6255}{7460} = 0.838 = 83.8\% \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে, ট্যাংকের উচ্চতা, $h = 20m$

ট্যাংকটি পূর্ণ করতে সময়, $t = 2$ মিনিট $= 120s$

যেহেতু ইঞ্জিন সেকেন্ডে 30kg পানি উপরে তোলে সেহেতু ধরা যাক, পানিপূর্ণ ট্যাংকের সম্পূর্ণ পানি ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে আসলে পানির তাপমাত্রা $\Delta\theta$ পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

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

তাহলে, পানির সঞ্চিত বিভবশক্তি = উৎপন্ন তাপশক্তি

[যেহেতু সম্পূর্ণ সঞ্চিত শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়]

$$\therefore mgh = mS\Delta\theta$$

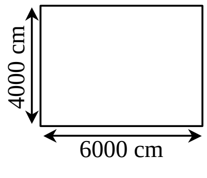
$$\text{বা, } \Delta\theta = \frac{gh}{S}$$

$$= \frac{9.8 \times 20}{4200}$$

$$= 0.046°C$$

অতএব, ট্যাংকের সম্পূর্ণ পানি পুনরায় ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে আসলে পানির তাপমাত্রা 0.046°C বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ▶ ৭০



একটি আয়তাকার ধাতব বস্তুর তাপমাত্রা 40°C। 70°C তাপমাত্রায় ধাতব বস্তুটির ক্ষেত্রফল আদি ক্ষেত্রফল হতে $2m^2$ বৃদ্ধি পায়।

[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট বোর্ড আন্ড্রু উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. নিম্ন স্থিরবিন্দু কী? ১

খ. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে কী বোঝ? ২

গ. উক্ত ধাতুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বের করো। ৩

ঘ. উক্ত ধাতুর আয়তন 5% বৃদ্ধি করতে তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি করতে হবে– গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলতে শুরু করে তাকে নিম্ন স্থির বিন্দু বা বরফ বিন্দু বলে।

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

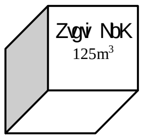
গ ৫৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: $1.39 \times 10^{-3}K^{-1}$

ঘ ৩২ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: ধাতুর আয়তন 5% বৃদ্ধি করতে 12.03°C তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে।

প্রশ্ন ▶ ৭১



তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $50.1 \times 10^{-6}K^{-1}$। একটি তামার পাতের ক্ষেত্রফল 30°C তাপমাত্রায় $40m^2$। এর তাপমাত্রা 70°C এ উন্নীত করা হলো। *[শ্রীমঙ্গল বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, মৌলভীবাজার]*

ক. আয়তন প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. α, β, γ এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। ২

গ. তামার পাতের ক্ষেত্রফল কত বৃদ্ধি পাবে? ৩

ঘ. উক্ত তাপমাত্রার পরিবর্তনে তামার ঘনকের একটি ধারের দৈর্ঘ্য কত হবে? ৪

৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $1m^3$ আয়তনের কোন কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু আয়তন বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

খ $\propto$, β ও γ কে যথাক্রমে দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্র ও আয়তন প্রসারণ সহগ বলে। এদের মধ্যে সম্পর্ক নিম্নরূপ–

আমরা জানি,

$\gamma = 3\alpha$ এবং $\beta = 2\alpha$

অর্থাৎ $\alpha : \beta : \gamma = \alpha : 2\alpha : 2\alpha$

$\therefore \alpha : \beta : \gamma = 1 : 2 : 3$

গ এখানে,

তামার আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 50.1 \times 10^{-6} K^{-1}$

তামার পাতের ক্ষেত্রফল, $A = 40 m^2$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 70°C - 30°C = 40°C = 40K$

বের করতে, ক্ষেত্রফল প্রসারণ, $\Delta A = ?$

এখন, $\beta = 2\alpha$ এবং $\gamma = 3\alpha$

$\therefore \beta$

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

আমরা জানি,

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

বা, ΔA

$= 33.4 \times 10^{-6} \times 40 \times 40$

$= 53.4 \times 10^{-3}$ m^2 **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

ঘনকের আয়তন, $V = 125\ m^3$

ধরি, ঘনকের একটি ধারের দৈর্ঘ্য $= a$ m

তাহলে, ঘনকের আয়তন, $V = a^3 = 125$

$\therefore a = 5$ m

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta a}{a\Delta\theta}$$

$\Delta a = \alpha a \Delta\theta$

$= 1.67 \times 10^{-5} \times 5 \times 40$

$= 3.34 \times 10^{-3}$ m

এখানে,

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

$\alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{50.1 \times 10^{-6}}{3} K^{-1}$

$= 1.67 \times 10^{-5} K^{-1}$

আবার, $\Delta\theta = 40$ K

তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ঘনকের একটি ধারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি Δa হলে,

বের করতে হবে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর ঘনকের ধারের নতুন দৈর্ঘ্য $= a + \Delta a = ?$

$\therefore$ উক্ত তাপমাত্রার পরিবর্তনে তামার ঘনকের একটি ধারের দৈর্ঘ্য হবে $= a + \Delta a$

$= 5m + 3.34 \times 10^{-3}$ m

$= 5.00334$ m

অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে তামার ঘনকের একটি ধারের দৈর্ঘ্য 5.00334 m হয়।

প্রশ্ন ▶ ৭২ P ও Q ভিন্ন উপাদানের দুটি বস্তু যাদের ভর যথাক্রমে 4 kg ও 6 kg এবং উভয়ের তাপমাত্রা 20°C। বস্তু দুটিতে একই হারে তাপ প্রদান করা হল। P বস্তুতে 10^4 J তাপ প্রদান করা হলে বস্তুটির তাপমাত্রা 20°C হতে 24°C হয়। Q বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ 325 $Jkg^{-1}K^{-1}$। *[এস ও এস হারম্যান মেইনার কলেজ, ঢাকা]*

ক. দশা কাকে বলে? ১

খ. আপেক্ষিক রোধ জানার প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করো। ২

গ. P বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোন বস্তুটি দ্রুত উত্তপ্ত হবে? গাণিতিক বিশেষণ পূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

৭২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

খ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোন পরিবাহীর রোধকে তার উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে। কোন পরিবাহীর রোধ এবং তার পরিবাহকত্বের মান জানার জন্য আপেক্ষিক রোধের মান জানা আবশ্যক। তাই পরিবাহীর বিভিন্ন তড়িৎ ধর্ম সম্পর্কে জানতে হলে তার আপেক্ষিক রোধ সম্পর্কে জানা প্রয়োজন।

গ দেওয়া আছে,

P বস্তুর ভর, $m_p = 4$ kg

P বস্তুতে প্রদত্ত তাপ, $Q_p = 10^4 J$

P বস্তুর তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = 24°C - 20°C$

$= 4°C = 4K$

P বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, $S_p = ?$

আমরা জানি,

$Q_p = m_p S_p \Delta\theta$

$\therefore S_p = \frac{Q_p}{m_p\Delta\theta}$ $= \beta A \Delta\theta$

$= \frac{10^4 J}{4kg \times 4K}$

$= 625 Jkg^{-1}K^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ মনে করি, P ও Q বস্তুতে একই হারে যথাক্রমে t_P ও t_Q সময় ধরে H_P ও H_Q তাপ দেওয়ায় উভয়ের তাপমাত্রা 20°C থেকে $\Delta\theta$k বৃদ্ধি পেল।

$\therefore H_P = m_p S_p \Delta\theta$

$H_Q = m_Q S_Q \Delta\theta$

শর্তমতে,

$$\frac{H_P}{t_P} = \frac{H_Q}{t_Q}$$

বা, $\frac{m_P S_P \Delta\theta}{t_p} = \frac{m_Q S_Q \Delta\theta}{t_Q}$

বা, $\frac{t_P}{t_Q} = \frac{m_P}{m_Q} \cdot \frac{S_P}{S_Q}$

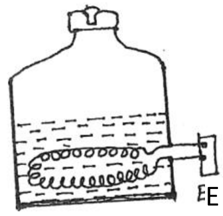
$= \frac{4}{6} \times \frac{625}{325}$

$= \frac{50}{39} > 1$

$\therefore t_P > t_Q$

অতএব, P বস্তুটি উত্তপ্ত হতে বেশি সময় নেবে অর্থাৎ Q দ্রুত উত্তপ্ত হবে।

প্রশ্ন ▶ ৭৩ 2.5kW ক্ষমতার একটি বৈদ্যুতিক কেটলির সাহায্যে 1.5kg পানি উত্তপ্ত করা হলো। পানির আপেক্ষিক তাপ $4200 Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা 20°C।



[মতিঝিল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

ক. তড়িৎ ধারক কী? ১

খ. দুই টুকরা বরফ একসঙ্গে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায়- কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. কেটলিটির হিটারের কুন্ডলীর রোধ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. হিটারের উৎপন্ন সমগ্রতাপ পানি কর্তৃক গৃহীত হলে 3.36min সময়ে কেটলির পানির তাপমাত্রা কত হবে তা গাণিতিকভাবে বিশেষণ করো। ৪

৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কাছাকাছি স্থাপিত দুইটি তড়িৎ পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলই তড়িৎ ধারক।

খ পুনঃশিলীভবনের জন্য দুই টুকরা বরফকে একসঙ্গে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায়।

দুখ- বরফকে এক সঙ্গে রেখে চাপ দিলে সংযোগস্থলে বরফের গলনাংক 0°C অপেক্ষা কমে যায়। ফলে সংযোগ স্থলের কিছু পরিমাণ বরফ গলে যায়। চাপ সরিয়ে নিলে গলনাংক বৃদ্ধি পায় এবং বরফ গলা পানি প্রবাহিত হয়ে পুনরায় বরফে পরিণত হয়। এ কারণেই দুখ- বরফকে এক সঙ্গে চাপ দিলে এবং ছেড়ে দিলে তা জোড়া লেগে যায়।

গ এখানে,

হিটারের ক্ষমতা, $P = 2.5\ kW$

$= 2500\ W$

হিটারের ভোল্টেজ, $E = 220V$

হিটারের কুন্ডলীর রোধ, $R = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{E^2}{R}$$

বা, $R = \frac{E^2}{P}$

বা, $R = \frac{(220)^2}{2500}\ \Omega$

$\therefore R = 19.36\Omega$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' অংশ হতে,

হিটারের মোট ক্ষমতা, $P = 2500W$

এখানে, সময় $t = 3.36\ min = 3.36 \times 60 = 201.6S$

পানির ভর, $m = 1.5\ kg$

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

কেটলির পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20°C = 293K$

কেটলির পানির শেষ তাপমাত্রা, $\theta_2 = ?$

ধরা যাক, হিটারে উৎপন্ন তাপশক্তি = W

আমরা জানি,

$$W = Pt$$

$$= (2500 \times 201.16)J$$

$$\therefore W = 5.04 \times 10^5\ J$$

প্রশ্ন অনুসারে হিটারে উৎপন্ন সমগ্রতাপ পানি কর্তৃক গৃহীত হবে।

$\therefore$ পানির উপর প্রযুক্ত তাপ, $Q = W = 5.04 \times 10^5 J$

আমরা জানি,

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

বা, $\Delta\theta = \frac{Q}{mS}$

বা, $\theta_2 - \theta_1 = \frac{5.04 \times 10^5}{1.5 \times 4200}\ K$

বা, $\theta_2 - 293 = 80\ K$

বা, $\theta_2 = (80 + 293)\ K = 373\ K$

$\therefore \theta_2 = (373 - 273)° = 100°C$

সুতরাং কেটলির পানির তাপমাত্রা হবে 100°C।

প্রশ্ন ▶ ৭৪ রেললাইনের প্রতিটি পাতের দৈর্ঘ্য 100 m। চট্টগ্রাম থেকে কক্সবাজারগামী নতুন লাইন বসানোর সময় বাতাসের তাপমাত্রা ছিল 9.5°C। প্রতিটির পাতের মাঝে 6 cm করে ফাঁকা জায়গা রাখা হলো।

[ইঞ্জিনিয়ারিং ইউনিভারসিটি স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. গর- র গাড়ির কাঠের চাকার উপর লাগানো লোহার বেড় দৃঢ়ভাবে আটকে থাকার কারণ কী? ২

গ. 20°C তাপমাত্রা বাড়ানো হলে লাইন কতটুকু বৃদ্ধি পাবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. সর্বনিু কত তাপমাত্রায় লাইনটি বেঁকে যাবে? গাণিতিক বিশেষণসহ উপস্থাপন করো। ৪

৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পদার্থের $1m^2$ ক্ষেত্রফলের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর ক্ষেত্রফল যে পরিমাণে বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ পদার্থের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ বলে।

খ তাপ প্রয়োগে যে কোন পদার্থ প্রসারিত হয় এবং তাপ অপসারিত হলে সংকুচিত হয়। গর- র গাড়ির কাঠের চাকার উপর যখন লোহার বেড় লাগানো হয় তখন এই লোহার বেড় তাপ দিয়ে প্রসারিত করা হয়। প্রাথমিক অবস্থায় লোহার বেড় চাকার চেয়ে সামান্য ছোট থাকে। যখন তাপ দিয়ে এটিকে প্রসারিত করা হয় তখন চাকার উপর এটি পরিয়ে দেওয়া হয়। যখন এটি ঠা- া হয় তখন সংকুচিত হয়ে চাকার গায়ে দৃঢ়ভাবে আটকে থাকে।

গ এখানে,

রেল লাইনের পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 100\ m$

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

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

বের করতে হবে, রেল লাইনের পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta L = ?$

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

বা, $\Delta L = \alpha\ L\Delta\theta$

$= 11.6 \times 10^{-6} \times 100 \times 20$

$= 0.0232\ m$

20°C তাপমাত্রা বাড়ানো হলে রেল লাইন 0.0232 m বৃদ্ধি পাবে।

ঘ উদ্দীপক হতে,

রেল লাইনের পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 100\ m$

প্রতিটি পাতের মাঝে ফাঁকা জায়গা আছে = 6 cm

বায়ুর তাপমাত্রা, $\theta = 9.5°C$

এখন, রেল লাইনটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $\Delta L = 6$ cm বা 0.06 m এর বেশি হলে লাইনটি বেঁকে যাবে।

মনে করি, সর্বনিু $\Delta\theta$ তাপমাত্রা বাড়ালে লাইনটি বেঁকে যায়।

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

বা, $\Delta\theta = \frac{\Delta L}{L\alpha}$

$= \frac{0.06}{100 \times 11.6 \times 10^{-6}} = 51.72°K$

$= 51.72°C$

$\therefore$ বায়ুর তাপমাত্রা $= (9.5 + 51.72)°C$

$= 61.22°C$

$\therefore$ সর্বনিু 61.22°C তাপমাত্রায় লাইনটি বেঁকে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৭৫ তাপ কুপরিবাহী একটি পাত্রে রাখা 38°C তাপমাত্রার 3kg পানিতে –10°C তাপমাত্রার 500 gm বরফ ছেড়ে দেওয়া হলো। বরফ গলনের সুপ্ততাপ $336000Jkg^{-1}$ এবং পানি ও বরফের আ: তাপ যথাক্রমে $42000Jg^{-1}K^{-1}$ এবং $2100Jg^{-1}K^{-1}$।

[সরকারি অগ্রগামী বালিকা উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ]

ক. দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কাকে বলে? ১

খ. তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের মধ্যে দুইটি পার্থক্য লিখো। ২

গ. মিশ্রণের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উক্ত পানিতে 500 gm বরফের পরিবর্তে 5 kg বরফ দিলে সম্পূর্ণ বরফ গলবে কী? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1m দৈর্ঘ্যের কোন কঠিন পদার্থের দন্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দন্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

খ তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের পার্থক্য নিম্নরূপ:

তাপধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
i. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো বস্তুটির তাপধারণ ক্ষমতা।	i. কোনো পদার্থের 1kg ভরের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ।
ii. নির্দিষ্ট উপাদানের তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে।	ii. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না।

গ উদ্দীপক থেকে পাই,

পানির তাপমাত্রা, $\theta_w = 38°C$

পানির ভর, $m_w = 3$ kg

বরফের তাপমাত্রা, $\theta_i = 10°C$

বরফের ভর, $m_i = 500g = 0.5kg$

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

বরফের আপেক্ষিক তাপ, $S_i = 2100 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $l_f = 336000 \text{ Jkg}^{-1}$

মনে করি,

মিশ্রণের তাপমাত্রা, $\theta = ?$

বরফ তিন ধাপে তাপ গ্রহণ করে

i. – 10°C এর বরফ থেকে 0°C এর বরফ হওয়ার সময়

ii. 0°C এর বরফ থেকে 0°C এর পানি হওয়ার সময়

iii. 0°C এর পানি থেকে θ°C এর পানি হওয়ার সময়

i. এর ক্ষেত্রে,

$Q_1 = m_iS_i(0 - \theta_i)$

বা, $Q_1 = 0.5 \times 2100 \times (0 - (-10))$

বা, $Q_1 = 0.5 \times 2100 \times 10$

$\therefore Q_1 = 10500$ J

ii. নং এর ক্ষেত্রে,

$Q_2 = m_il_f$

বা, $Q_2 = 0.5 \times 336000$

$\therefore Q_2 = 168000$ J

iii. নং এর ক্ষেত্রে,

$Q_3 = m_iS_w\Delta\theta$

বা, $Q_3 = 0.5 \times 4200 \times \theta$

$\therefore Q_3 = 2100\theta$

আবার, 3kg পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$Q_4 = m_wS_w\Delta\theta$

বা, $Q_4 = 3 \times 4200 (38 - \theta)$

$= 12600 (38 - \theta)$

শর্তমতে, গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$

বা, $10500 + 168000 + 2100\theta = 12600 \times 38 - 12600\theta$

বা, $300300 = 14700\theta$

$\therefore \theta = \dfrac{300300}{14700}$ °C

$= 20.42°C$ **(Ans.)**

ঘ m = 5 kg বরফ গলার জন্য পানি হতে দুই ধাপে তাপ গ্রহণ করবে।

মনে করি,

গৃহীত তাপের পরিমাণ Q

তাহলে, $Q = mS_i.\Delta\theta + ml_f$

বা, $Q = 5 \times 2100 \times 10 + 5 \times 336000$

বা, $Q = 1785000$J

আবার, 38°C এর পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ

$Q' = mS_w\Delta\theta$

$= 3 \times 4200 \times (38 - 0)$

$= 3 \times 4200 \times 38$

$= 478800$ J

$Q' < Q$ অর্থাৎ, 5 kg বরফ গলবে না।

মনে করি,

m kg বরফ গলানো সম্ভব তাহলে

উপরোক্ত সমীকরণ থেকে পাই,

$m \times 2100 \times 10 + m \times 336000 = 478800$

বা, $357000 m = 478800$

বা, $m = 1.34$ kg

তাহলে উক্ত পানির মিশ্রণে 1.34 kg বরফ গলবে এবং (5 – 1.34) বা 3.66 kg বরফ অগলিত অবস্থায় থাকবে।

প্রশ্ন ▶৭৬ 1.5kg ভর বিশিষ্ট তামার পাত্রে 25°C তাপমাত্রায় 2.7 kg ভরের পানি রাখা আছে। পাত্রটিতে 100°C তাপমাত্রার 700gm তামা রাখা হলো। ফলে মিশ্রণের তাপমাত্রা 28.98°C হয়। তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$। *[হবিগঞ্জ সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়,*

ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

খ. তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২

গ. পানি কী পরিমাণ তাপ গ্রহণ করে? ৩

ঘ. মিশ্রণটিতে কী পরিমাণ বরফ রাখলে মিশ্রণের তাপমাত্রা 10°C হবে, গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে নির্ণয় কর। ৪

৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের পার্থক্য নিম্নরূপ:

তাপধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
i. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো বস্তুটির তাপধারণ ক্ষমতা।	i. কোনো পদার্থের 1kg ভরের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে এতে যে পরিমাণ তাপ দিতে হয় তা-ই হলো ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ।

ii. নির্দিষ্ট উপাদানের তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে।	ii. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না।

গ দেওয়া আছে,

পানির ভর, $m = 2.7$ kg

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 25°C$

মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28.98°C$

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

বের করতে হবে, পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ, $\theta = ?$

আমরা জানি, $Q = mS\Delta\theta$

$= mS(\theta_2 - \theta_1)$

$= 2.7 \times 4200 \times (28.98 - 25)$

$= 45133.2$ J **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

তামার পাত্রের ভর, $m_1 = 1.5$ kg

তামার খণ্ডের ভর, $m_2 = 700$ g $= 0.7$ kg

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 400\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

পানির ভর, $m_3 = 2.7$ kg

মিশ্রণের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 28.98°C$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $\theta_2 = 10°C$

জানা আছে,

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বরফের আপেক্ষিক তাপ, $S_3 = 2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বরফ গলনের আপেক্ষিক তাপ, $l_f = 3.36 \times 10^5\ JK^{-1}$

ধরা যাক, বরফের ভর = m kg

এখন, 28.98°C তাপমাত্রার $(m_1 + m_2)$kg তামার 10°C তাপমাত্রায় আসতে বর্জিত তাপ Q_1 হলে–

$Q_1 = (m_1 + m_2) \times S_1 \times \Delta\theta = (1.5 + 0.7) \times 400 \times (28.98 - 10)$

বা, $Q_1 = 2.2 \times 400 \times 18.98$

$\therefore\ Q_1 = 16702.4$ J

28.98°C তাপমাত্রার m_3 kg পানি 10°C তাপমাত্রার m_3 kg পানিতে পরিণত হতে বর্জিত তাপ Q_2 হলে,

$Q_2 = m_3 \times S_2 \times \Delta\theta = 2.7 \times 4200 \times 10.98 = 124513.2$J

0°C তাপমাত্রার m kg বরফ 0°C তাপমাত্রার m kg পানিতে পরিণত হতে গৃহিত তাপ Q_3 হলে,

$Q_3 = ml_f = 3.36 \times 10^5 \times m$ J

এবং 0°C তাপমাত্রার m kg পানি 10°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হতে গৃহিত তাপ Q_4 হলে,

$Q_4 = mS_3\ \Delta\theta = m \times 2100 \times (10 - 0)$

বা, $Q_4 = 21000 \times m$ J

Q_4 ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুসারে,

$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$

বা, $16702.4 + 124513.2 = 3.36 \times 10^5 \times m + 21000 \times m$

বা, $m = \dfrac{141215.6}{357000}$

$\therefore\ m = 0.396$ kg

সুতরাং মিশ্রণটিতে 0.376 kg বরফ রাখলে মিশ্রণের তাপমাত্রা 10°C হবে।

সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

প্রশ্ন– 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।

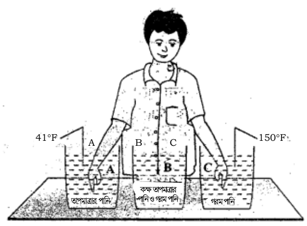
ক. আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে? ১

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–



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– 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– O°C তাপমাত্রা $1000\ m^3$ আয়তনের একখন্ড ইস্পাতকে 100°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করায় এর আয়তন বেড়ে $1003.3m^3$ হলো।

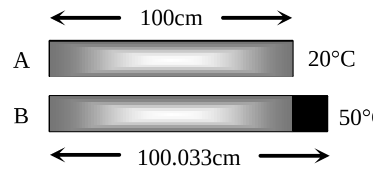
ক. বাষ্পীভবন কাকে বলে? ১

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– 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 দন্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. $1m^3$ আয়তনের উক্ত দন্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে কতটুকু বৃদ্ধি পাবে গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

প্রশ্ন– 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– 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 বেলুনের 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- ▶ 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- ▶ 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- ▶ 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

MCQ 2015 to 20

১. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক ? [য বো ২০]

ক. $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$ খ. $2\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$

গ. $3\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$ ঘ. $\alpha = \frac{3\beta}{2} = \frac{5\gamma}{3}$ (ক)

২. চাপ কম হলে কোনটি কমে যায় ? [য বো ২০]

ক. গলনাংঙ্ক খ. স্ফুটনাংঙ্ক

গ.আপেক্ষিক তাপ ঘ. তাপধারন ক্ষমতা (খ)

প্রশ্ন- ▶ 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- ▶ 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 প্রসারণ 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

ঘ. উক্ত ব্যবস্থাপনায় দুই তরলের প্রসারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৩. নিচের কোনটির চাপ বাড়লে গলনাংঙ্ক কমে যায়? [কু বো ২০]

ক. পিতল খ. ঢালাই লোহা

গ মোম ঘ. বরফ (ঘ)

৪. মানবদেহের স্বাভাবিক তাপমাত্রা কত ? [চ বো ২০]

ক. 98.4 k খ. 98.4 ℃

গ. 36.89 ℃ ঘ. 36.89 k (গ)

৫. চাপ অপরিবর্তিত রেখে একই তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য নিচের কোন পদার্থটির প্রসারন সবচেয়ে বেশি হবে? [চ বো ২০]

ক. বিশুদ্ধ পানি খ. কেরোসিন

গ.বরফ ঘ. অক্সিজেন (ঘ)

৬. একটি তামার দন্ডের তাপমাত্রা ১০০সেন্টিগ্রেড বৃদ্ধি করায় যদি এর শেষ দৈর্ঘ্য ১০.০১৬৭ মি. হয়, তারটির আদি দৈর্ঘ্য কত ছিল ? [সি বো ২০]

ক. ১০ সেমি খ. ০.১ মি

গ.০.০১ কিমি ঘ. ০.১ কিমি (গ)

৭. পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম কোনটি ? [সি বো ২০]

ক. ভর খ. প্লবতা

গ.আয়তন ঘ. ঘনত্ব (খ)

৮. কোন তাপাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেল সমান?[য বো ২০]

ক. -৮০ সেন্টিগ্রেড খ. -৪০ সেন্টিগ্রেড

গ.৪০ সেন্টিগ্রেড ঘ. -৪০ সেন্টিগ্রেড (খ)

৯. তাপের একককে ভরের একক দিয়ে ভাগ করলে কিসের একক পাওয়া যায়? [ম বো ২০]

ক. চাপ খ. আপেক্ষিক সুপ্ততাপ

গ.আপেক্ষিক তাপ ঘ. তাপধারন ক্ষমতা (খ)

১০. ৪০° সেলসিয়াস তাপমাত্রা কত ফারেনহাইটের সমান? [ম বো ২০]

ক. ৪০ খ. ৭২

গ.১০৪ ঘ. ৩১৩ (গ)

১১. সুপ্ততাপ কোনটির পরিবর্তন ঘটায়? [ম বো ২০]

ক. তাপমাত্রার খ. অবস্থার

গ.গলনাঙ্কের ঘ. স্ফুটানাঙ্কের (খ)

১২. পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম কোনটি ? [ঢা বো ১৯]

ক. ভর খ. ঘনত্ব

গ.রোধ ঘ. ওজন (গ)

১৩. আপেক্ষিক তাপ কোনটির উপর নির্ভরশীল ? [য বো ১৯]

ক. ভর খ. তাপমাত্রার

গ তাপ ঘ. উপাদান (ঘ)

১৪. কোন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ সবচেয়ে বেশি ? [য বো ১৯]

ক. বরফ খ. জলীয় বাষ্প

গ.তামা ঘ. রূপা (ক)

১৫. পানির ত্রৈধবিন্দু কত ? [কু বো ১৯]

ক. $273°C$ খ. $273k$

গ.$273.23k$ ঘ. $373°C$ (খ)

১৬. কোন পদার্থের মোট তাপের পরিমান অনুগুলোর মোট গতিশক্তির সাথে কিভাবে সম্পর্কযুক্ত? [চ বো ১৯]

ক. সমানুপাতিক খ. ব্যস্তনুপাতিক

গ.বর্গের সমানুপাতিক ঘ. বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (ক)

১৭. তামার আপেক্ষিক তাপ কত? [সি বো ১৯]

ক. $2000 Jkg^{-1}k^{-1}$ খ. $400\ Jkg^{-1}k^{-1}$

গ. $230\ Jkg^{-1}k^{-1}$ ঘ. $130\ Jkg^{-1}k^{-1}$ (খ)

১৮. ১০০° সেলসিয়াস বিশুদ্ধ পানিকে তাপ দিলে- [ব বো ২০]

I. পানির তাপমাত্রা বাড়তে পারে

II. পানির তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকবে

III. পানি বাষ্পে পরিনত হবে

নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. i ও ii খ. i ও iii

গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii (গ)

১৯. যদি দৈর্ঘ্য প্রসারন সহগ, ক্ষেত্রপ্রসারন সহগ এবং আয়তন প্রসারন সহগ যথাক্রমে α, β, γ হয় তাহলে- [কু বো ১৯]

I. $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{1}{2}$

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

III. $\frac{\gamma}{\alpha} = 3$

নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. i ও ii খ. i ও iii

গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii (গ)

২০. সুপ্ততাপরে ক্ষেত্রে বস্তু- [ব বো ১৯]

I. তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে

II. অবস্থার পরিবর্তন হয়

III. অভ্যন্তরীণ শক্তি হ্রাস পায়

নিচের কোনটি সঠিক

ক. i ও ii খ. ii

গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii (খ)

উদ্দীপকের আলোকে ২১ ও ২২ নং প্রশ্নের উত্তর দেও

৩০° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ১৫০ গ্রাম পানির ৭৫° সেলসিয়াস তাপমাত্রার লোহার দন্ড নিমর্জ্জিত করা হলো এবং চূড়ন্ত তাপমাত্রা ৫৬° সেলসিয়াস হলো । পানির আপেক্ষিক তাপ ৪২০০ $Jkg^{-1}k^{-1}$ । লোহার আপেক্ষিক তাপ ও ঘনত্ব যথাক্রমে ৪৫০ $Jkg^{-1}k^{-1}$ এবং ৭৮০০kgm^3 । [রা বো ২০]

২১. পানির গৃহিত তাপ কত ?

ক. ১৬৩৮০ জুল খ. ১৮৯০০ জুল

গ. ৩৫২৮০ জুল ঘ. ১৬৩৮০০০০ জুল (ক)

২২. উক্ত ঘটনায়-

I. লোহার দন্ডের বর্জিত তাপ = পানির গৃহিত তাপ

II. লোহার ভর = ৯×পানির ভর

III. পানির তাপধারন ক্ষমতা < লোহার দন্ডের তাপ ধারন ক্ষমতা

নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. i ও ii খ. iii

গ. i ও iii ঘ. i, ii ও iii (গ)

উদ্দীপকের আলোকে ২৩ ও ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর দেও

পানি ও কেরোসিনে অদ্রবনীয় একটি কঠিন বস্তুর ভর ৬৮ গ্রাম এবং পানির আয়তন ৮০ ঘন সেমি । তাপমাত্রা ৩০° সেলসিয়াস বাড়ালে বস্তুটির আয়তন ৮০.০১৫ ঘনসেমি হয় । পানির ঘনত্ব ১০০০ kgm^3এবং কেরোসিনের ঘনত্ব ৮১০ kgm^3 । [দি বো ১৯]

২৩. বস্তুটির দৈর্ঘ্য প্রসারন সহগ কত ?

ক. $6.25 \times 10^{-6}K^{-1}$ খ. $2.083 \times 10^{-6}K^{-1}$

গ. $6.215 \times 10^{-6}K^{-1}$ ঘ. $4.25 \times 10^{-6}K^{-1}$ (খ)

২৪. কঠিন বস্তুটি -

ক. পানিতে বাসবে কিন্তু কেরোসিনে ডুববে

খ. কেরোসিনে নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে

গ.পানি ও কেরোসন উভয় তরলে ভাসবে

ঘ. পানি ও কেরোসিন উভয় তরলে ডুববে (ক)

২৫. সুপ্ততাপ পরিবর্তন ঘটায় কোনটির? *[ঢা. বো. ২০১৬]*

K তাপমাত্রার L অবস্থার

M চাপের N তাপের (খ)

২৬. যে তাপ তরলকে বাষ্পে পরিণত করে তাকে কী বলে? *[রা. বো. ২০১৬]*

K বাষ্পায়ন L স্ফুটন

M সুপ্ততাপ N বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ (ঘ)

২৭. এক জুল তাপ কত ক্যালরির সমান? *[দি. বো. ২০১৬]*

K 0.42 L 0.24

M 2.4 N 4.2 (খ)

২৮. দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ (α), ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ (β) এবং আয়তন প্রসারণ সহগ (γ) এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? *[কু. বো. ২০১৬]*

K $3\alpha = 2\beta = \gamma$ L $\alpha = 6\beta = 2\gamma$

M $6\alpha = 3\beta = 2\gamma$ N $6\alpha = 2\beta = 3\gamma$ (গ)

২৯. নিচের কোনটি সঠিক? *[কু. বো. ২০১৬]*

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

M $\frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$ N $\frac{C}{5} = \frac{K-273}{9}$ (গ)

৩০. 10kg ভরের একটি বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা $4000 JK^{-1}$ হলে, বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ কত? *[কু. বো. ২০১৬]*

K $4000\ Jkg^{-1}K^{-1}$ L $400\ Jkg^{-1}K^{-1}$

M $40 Jkg^{-1}K^{-1}$ N $2.5 \times 10^{-3}\ Jkg^{-1}K^{-1}$ (খ)

৩১. 40° সেলসিয়াস তাপমাত্রা কত ফারেনহাইটের সমান? *[সি. বো. ২০১৬]*

K 40°F L 72°F

M 104°F N 313°F (গ)

৩২. পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম কোনটি? *[চ. বো. ২০১৬]*

K ঘনত্ব L ওজন

M চাপ N প্লবতা (গ)

৩৩. রূপার আপেক্ষিক তাপ $230\ Jkg^{-1}K^{-1}$ হলে 5kg রূপার তাপধারণ ক্ষমতা কত? *[চ. বো. ২০১৬]*

K $0.22JK^{-1}$ L $46JK^{-1}$
M $235J\ K^{-1}$ N $1150JK^{-1}$ ঘ

৩৪. একজন পূর্ণবয়স্ক মানুষের দেহের তাপমাত্রা 98.4°F। সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা কত হবে? *[য. বো. ২০১৬]*

K 36.89°C L 73°C
M 24.33°C N 44.93°C ক

৩৫. চাপ বাড়ালে মোমের গলনাঙ্ক কেমন হয়? *[ব. বো. ২০১৬]*

K কমে L বাড়ে
M অপরিবর্তিত থাকে
N চাপের ওপর নির্ভরশীল নয় খ

৩৬. নিচের কোনটি সঠিক? *[য, বো.২০১৫, ব. বো. ২০১৬]*

K $\gamma = 3\alpha$ এবং $\beta = 2\alpha$ L $\gamma = 2\beta$ এবং $\beta = 2\alpha$
M $\beta = \frac{\alpha}{2} = \frac{\gamma}{3}$ N $\alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{\beta}{3}$ ক

৩৭. পানির ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রা কেমন? *[ব. বো. ২০১৬]*

K 0.16°C L 273.00K
M 273.16°C N 373.16K খ

৩৮. কত তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে? *[ব. বো. ২০১৬]*

K 40°C L 40K
M – 40°C N – 40C গ

৩৯. নিচের কোনটির আপেক্ষিক তাপ বেশি? *[ব. বো. ২০১৬]*

K সীসা L লোহা
M তামা N বরফ ঘ

৪০. একখন্ড বরফকে ফুটন্ত পানিতে ফেলে দিলে দেখা যায় বরফ ধীরে ধীরে গলে যায় এবং ফুটন্ত পানির তাপমাত্রা নিচে নেমে আসে। পানি ও বরফের তাপের আদান-প্রদান কতক্ষণ চলবে? *[য. বো. ২০১৬]*

K বরফ সম্পূর্ণ না গলা পর্যন্ত
L পানির তাপমাত্রা শূন্য না হওয়া পর্যন্ত
M পানি ও বরফ গলা পানির তাপমাত্রা সমান না হওয়া পর্যন্ত
N পানি জমে বরফ অথবা বাষ্পে পরিণত না হওয়া পর্যন্ত গ

৪১. 100 গ্রাম পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 35°C পর্যন্ত উঠাতে কি পরিমাণ তাপের প্রয়োজন? *[ঢা. বো.-২০১৫]*

K 21J L 210J
M 2100J N 21000 J গ

৪২. সীসার আপেক্ষিক তাপ কত? *[ঢা. বো.-২০১৫]*

K $510\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ L $400Jkg^{-1}K^{-1}$
M $230\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ N $130\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ ঘ

৪৩. ক্যালরিমিতির মূলনীতি কোনটি? *[রা. বো.-২০১৫]*

K গৃহীত তাপ > বর্জিত তাপ L গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ
M গৃহীত তাপ < বর্জিত তাপ N বর্জিত তাপ < গৃহীত তাপ খ

৪৪. একজন মানুষের দেহের তাপমাত্রা 100°F হলে, সেলসিয়াস স্কেলে এই তাপমাত্রা কত? *[রা. বো.-২০১৫]*

K 37.77°C L 100°C
M 212°C N 373°C ক

৪৫. 2 kg ভরের পানির তাপমাত্রা 50°C বৃদ্ধি করতে কী পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন? *[দি. বো.-২০১৫]*

K 2.1×10^5J L 4.2×10^5J
M 6.72×10^5J N 45.36×10^5J খ

৪৬. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? *[কু. বো.-২০১৫]*

K $\alpha = 2\beta = 3\gamma$ L $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$
M $2\alpha = 3\beta = \gamma$ N $3\alpha = 2\beta = \gamma$ খ

৪৭. নিচের কোনটির আপেক্ষিক তাপ $2000Jkg^{-1}K^{-1}$? *[কু. বো.-২০১৫]*

K কেরোসিন L জলীয় বাষ্প
M বরফ N পানি খ

৪৮. কোন তাপমাত্রায় পানি ফুটতে থাকে? *[কু. বো.-২০১৫]*

K 32°F L 100°F
M 212°F N 373°F গ

৪৯. 25°C তাপমাত্রার পানি এবং 60°C তাপমাত্রার পানিকে মিশ্রিত করলে নিচের কোনটি ঘটবে? *[চ. বো.-২০১৫]*

K 25°C তাপমাত্রার পানি তাপ গ্রহণ করবে
L 25°C তাপমাত্রার পানি তাপ বর্জন করবে
M 60°C তাপমাত্রার পানি তাপ গ্রহণ করবে
N উভয় প্রকার পানির তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকবে ক

৫০. পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা কত K (কেলভিন)? *[চ. বো.-২০১৫, সি. বো.-২০১৫]*

K –273 L $\frac{1}{273}$
M 212 N 273 ঘ

৫১. 10 gm পানির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে কত তাপের প্রয়োজন? *[সি. বো.-২০১৫]*

K 4.2×10^4 J L 4.2×10^3 J
M 4.2×10^5 J N 4.2×10^1 J ঘ

৫২. একজন মানুষের দেহের তাপমাত্রা 98.44°F হলে সেলসিয়াস স্কেলে এর তাপমাত্রা কত? *[য. বো.-২০১৫]*

K 36.91°C L 36.90°C
M 36.89°C N 36.88°C ক

৫৩. পানির আপেক্ষিক তাপ কত? *[য. বো.-২০১৫]*

K $4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ L $2800\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$
M $2100\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ N $2000\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ ক

৫৪. বাষ্পীভবন পদ্ধতিতে পানি কত তাপমাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয়? *[ব. বো.-২০১৫]*

K 70°C L 100°C
M 120°C N যে কোনো তাপমাত্রায় ঘ

৫৫. সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা কত কেলভিন? *[ঢা. বো.-২০১৫]*

K 36.89 K L 98.4 K
M 136.89 K N 309.89 K ঘ

৫৬. বস্তু কর্তৃক গৃহীত তাপ অথবা বর্জিত তাপের পরিমাণ নির্ভর করে বস্তুর — *[রা. বো. ২০১৬]*

i. ভরের উপর
ii. উপাদানের উপর
iii. তাপমাত্রার উপর

নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii ঘ

৫৭. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা গলনাঙ্কে পৌঁছে যাওয়ার পরে যত তাপই দেওয়া হোক না কেন তাপমাত্রা বাড়ে না, কারণ — *[দি. বো. ২০১৬]*

i. এই তাপ আসলে বস্তুর অবস্থান্তর ঘটাতে কাজে লাগে
ii. এই তাপ আসলে পরিবেশে নষ্ট হয়ে যায়
iii. এই তাপ আসলে বস্তুর অণুগুলোর বন্ধন শিথিল করতে প্রয়োজনীয় শক্তি প্রদান করে

নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii খ

৫৮. পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম হচ্ছে — *[ব. বো. ২০১৬]*

i. আয়তন
ii. চাপ
iii. রোধ

নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii L ii ও iii
M i ও iii N i, ii ও iii ঘ

৫৯. সুপ্ত তাপের মাধ্যমে– *[রা. বো.-২০১৫]*

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

নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii　　L i ও iii

M ii ও iii　　N i, ii ও iii　　গ

৬০. দুই টুকরো বরফের স্পর্শতলে চাপ বৃদ্ধি করলে– *[দি. বো.-২০১৫]*

i. বরফের গলনাংক কমে যাবে

ii. স্পর্শতলের উষ্ণতা বৃদ্ধি পাবে

iii. স্পর্শতলের বরফ গলে যাবে

নিচের কোনটি সঠিক?

K i　　L i ও iii

M ii ও iii　　N i, ii ও iii　　খ

৬১. মোমের ক্ষেত্রে– *[য. বো.-২০১৫]*

i. চাপ বাড়ালে গলনাংক হ্রাস পায়

ii. চাপ বাড়ালে গলনাংক বৃদ্ধি পায়

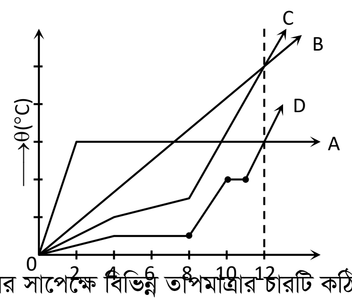
iii. গলে তরলে পরিণত হলে আয়তন বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii　　L ii ও iii

M i ও iii　　N i, ii ও iii　　খ

নিচের চিত্র হতে ৬২ ও ৬৩নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্র: সময়ের সাপেক্ষে বিভিন্ন তাপমাত্রার চারটি কঠিন পদার্থের (A, B, C, D) অবস্থার পরিবর্তনের লেখচিত্র। *[রা. বো.-২০১৫]*

৬২. কোন পদার্থের গলনাংক সবচেয়ে বেশি?

K A　　L B

M C　　N D　　খ

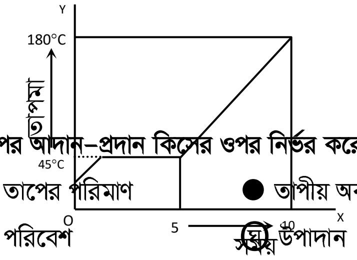
৬৩. 12s পরে পদার্থগুলোর অবস্থা কীরূপ হবে?

K A কঠিন, B তরল　　L B তরল, C কঠিন

M A তরল, D তরল　　N B কঠিন, C তরল　　ঘ

উল্লেখিত তথ্য থেকে ৬৪ ও ৬৫নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

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।



[সি. বো.-২০১৫]

৬৪. মোমের স্ফুটনাংক কত?

K 45 K　　L 453 K

M 0° C　　N –273 K　　খ

৬৫. লেখচিত্র থেকে পাওয়া যায় মোমের–

i. আপেক্ষিক তাপ

ii. গলনাঙ্ক

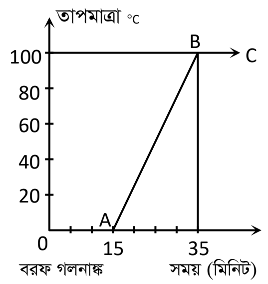
iii. স্ফুটনাঙ্ক

নিচের কোনটি সঠিক?

K i　　L i ও ii

M ii ও iii　　N i, ii ও iii　　গ

তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্রটি লক্ষ্য করে ৬৬ ও ৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



[ব. বো.-২০১৫]

৬৬. সম্পূর্ণ বরফ গলতে প্রয়োজনীয় সময় কত মিনিট?

K 5　　L 10

M 15　　N 20　　গ

৬৭. বরফ গলা পানির তাপমাত্রা স্ফুটনাংকে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময় কত মিনিট?

K 15　　L 20

M 25　　N 35　　খ

গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১. তাপের আদান–প্রদান কিসের ওপর নির্ভর করে? (অনুধাবন)

ⓚ তাপের পরিমাণ　　● তাপীয় অবস্থা

ⓖ পরিবেশ　　ⓖ উপাদান

২. কোনো বস্তুতে তাপ প্রদান করলে অণুগুলোর গতি কেমন হয়? (জ্ঞান)

● বেড়ে যায়　　ⓚ কমে যায়

ⓖ স্থির থাকে　　ⓖ কখনো বাড়ে, কখনো কমে

৩. পদার্থের অণুগুলো সবসময় কোন অবস্থায় থাকে? (জ্ঞান)

ⓚ স্থিতিশীল　　● গতিশীল

ⓖ স্থির　　ⓖ প্রথমে গতিশীল, পরে স্থিতিশীল

৪. ত্রৈধবিন্দু তাপমাত্রায় পানি কয়টি অবস্থায় অবস্থান করে? (জ্ঞান)

ⓚ 2　　● 3

ⓖ 4　　ⓖ 5

৫. নিচের কোনটি এক প্রকার শক্তি? (জ্ঞান)

● তাপ　　ⓚ তাপমাত্রা

ⓖ জুল　　ⓖ ক্যালরি

৬. উষ্ণতার পার্থক্যের জন্য যে শক্তি এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে প্রবাহিত হয় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● তাপ　　ⓚ তাপমাত্রা

ⓖ বিভব শক্তি　　ⓖ প্রসারণ

৭. পদার্থের অণুগুলোতে নিচের কোনটি আছে? (জ্ঞান)

ⓚ বিভব শক্তি　　● গতিশক্তি

ⓖ তাপশক্তি　　ⓖ শব্দশক্তি

৮. নিচের কোনটির গতিশক্তি আছে? (অনুধাবন)

● অণুর　　ⓚ তাপমাত্রার

ⓖ তাপের　　ⓖ শব্দের

৯. **কোনো পদার্থের মোট তাপের পরিমাণ এর মধ্যস্থিত অণুগুলোর মোট গতিশক্তির—** (জ্ঞান)

● সমানুপাতিক ⓑ সমান
ⓒ ব্যস্তানুপাতিক ⓓ বর্গের সমানুপাতিক

১০. **নিচের কোনটির কারণে অণুর গতি বেড়ে যায়?** (অনুধাবন)

ⓐ তাপমাত্রা ● তাপ
ⓒ বিভব শক্তি ⓓ গলন

১১. **অণুর গতি বেড়ে গেলে নিচের কোনটি বেড়ে যাবে?** (অনুধাবন)

● গতিশক্তি ⓑ বিভব শক্তি
ⓒ বিভব শক্তি ও গতিশক্তি ⓓ আয়তন

১২. **SI পদ্ধতিতে তাপের একক কী?** (জ্ঞান)

ⓐ ওয়াট ● জুল
ⓒ ক্যালরি ⓓ কেলভিন

১৩. **পূর্বে তাপের একক হিসেবে কী ব্যবহৃত হতো?** (জ্ঞান)

● ক্যালরি ⓑ ওয়াট
ⓒ জুল ⓓ কেলভিন

১৪. **1 J = কত?** (জ্ঞান)

ⓐ 4.2 cal ⓑ 4.1 cal
ⓒ 4.4 cal ● 0.24 cal

১৫. **নিচের কোনটির পার্থক্যের জন্য তাপশক্তি এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে প্রবাহিত হয়?** (অনুধাবন)

ⓐ তাপের ● উষ্ণতার
ⓒ শক্তির ⓓ ক্ষমতার

১৬. **দুইটি বস্তুর তাপমাত্রা এক হলে কী ঘটবে?** (অনুধাবন)

ⓐ তাপের পরিমাণও একই হবে
● তাপের পরিমাণ সমান কিংবা ভিন্ন হবে
ⓒ তাপের পরিমাণ সর্বদা ভিন্ন হবে
ⓓ বস্তুদ্বয়ের ভর সমান হবে

১৭. **দুটি পাত্রে সমান ভরের পানির তাপমাত্রা ভিন্ন হলে তাপের কী ঘটবে?** (জ্ঞান)

ⓐ যে পাত্রের তাপমাত্রা কম তার তাপ বেশি
● যে পাত্রের তাপমাত্রা বেশি তার তাপ বেশি
ⓒ যে পাত্রের তাপমাত্রা বেশি তার তাপ কম
ⓓ উভয় পাত্রের পানির তাপ সমান

১৮. **তাপমাত্রা পরিমাপক যন্ত্র কোনটি?** (জ্ঞান)

● থার্মোমিটার ⓑ ক্যালরিমিটার
ⓒ ব্যারোমিটার ⓓ অ্যামিটার

১৯. **আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে তাপমাত্রার একক কোনটি?** (জ্ঞান)

ⓐ সেলসিয়াস ● কেলভিন
ⓒ ফারেনহাইট ⓓ সেন্টিগ্রেড

২০. **যদি এক টুকরা গরম লোহা ঠান্ডা পানির পাত্রে ডুবানো হয় তবে কোনটি তাপ হারাবে?** (অনুধাবন)

● গরম লোহা ⓑ পানি
ⓒ পানি ও গরম লোহা দুটিই ⓓ পাত্র

২১. **পানির ত্রৈধবিন্দু বলতে কোন তাপমাত্রাকে বোঝায়?** (উচ্চতর দক্ষতা)

● যে তাপমাত্রায় পানি, বরফ এবং জলীয় বাষ্পরূপে সহাবস্থান করে
ⓑ যে তাপমাত্রায় পানি বরফে পরিণত হয়
ⓒ যে তাপমাত্রায় পানির আয়তন শূন্য হয়ে যায়
ⓓ যে তাপমাত্রায় পানি সরাসরি জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়

২২. **পানির ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273{\cdot}16}$ ভাগকে কী বলা হয়?** (জ্ঞান)

● 1 K ⓑ 1° C
ⓒ 1° F ⓓ 1° R

২৩. **নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর—** (অনুধাবন)

i. তাপ এক প্রকার শক্তি
ii. তাপের একক কেলভিন
iii. 1 cal = 4.2 J

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓐ i ও ii ● i ও iii
ⓒ ii ও iii ⓓ i, ii ও iii

২৪. **তাপের প্রবাহ নির্ভর করে—** (অনুধাবন)

i. তাপের পরিমাণের ওপর
ii. তাপমাত্রার পার্থক্যের ওপর
iii. বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক তাপীয় অবস্থার ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓐ i ও ii ⓑ i ও iii
● ii ও iii ⓓ i, ii ও iii

২৫. **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

২৬. **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

২৭. **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

২৮. **যে পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম আছে তাকে কী বলে?** (জ্ঞান)

● তাপমাত্রিক পদার্থ ⓑ তাপমাত্রিক ধর্ম
ⓒ অপরিবাহী ⓓ পরিবাহী

২৯. **নিচের কোন যন্ত্রে তাপমাত্রিক পদার্থ ব্যবহার করা হয়?** (জ্ঞান)

ⓐ ক্যালরিমিটারে ● থার্মোমিটারে
ⓒ ব্যারোমিটারে ⓓ ক্রোনোমিটারে

৩০. **পদার্থের আয়তন, রোধ, চাপ ইত্যাদি ধর্মগুলো কোন প্রকৃতির?** (অনুধাবন)

ⓚ ভৌত ● তাপমাত্রিক
ⓖ রাসায়নিক ⓖh আয়তনিক

৩১. **তাপমাত্রিক ধর্ম হচ্ছে–** (অনুধাবন)

i. আয়তন
ii. রোধ
iii. চাপ

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৩২. **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 ⓚh i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

৩৩. **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 ⓚh ii
● i ও ii ⓖh ii ও iii

৩৪. **সেলসিয়াস স্কেলে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 30ºC হলে ফারেনহাইট স্কেলে কত হবে?** (প্রয়োগ)

ⓚ 80ºF ⓚh 82ºF
ⓖ 84ºF ● 86ºF

৩৫. **একজন রোগীর দেহের তাপমাত্রা 102ºF। কেলভিন স্কেলে এটি কত?** (প্রয়োগ)

● প্রায় 312K ⓚh প্রায় 322K
ⓖ প্রায় 332K ⓖh প্রায় 342K

৩৬. **–20ºC কে কেলভিনে প্রকাশ করলে কত হবে?** (প্রয়োগ)

ⓚ –253 ● 253
ⓖ –293 ⓖh 293

৩৭. **কোনো দিনের তাপমাত্রা 28ºC হলে ফারেনহাইটে ঐ তাপমাত্রা কত হবে?** (প্রয়োগ)

ⓚ 373K ⓚh 273K
● 100K ⓖh 0K

৩৮. **তাপমাত্রার স্কেল তৈরি করার জন্য কয়টি নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে স্থির ধরে নেওয়া হয়?** (জ্ঞান)

ⓚ একটি ● দুইটি
ⓖ তিনটি ⓖh চারটি

৩৯. **তাপমাত্রার স্কেল তৈরি করার জন্য যে দুটি তাপমাত্রাকে স্থির ধরে নেওয়া হয় সে তাপমাত্রা দুটিকে কী বলা হয়?** (অনুধাবন)

● স্থিরাঙ্ক ⓚh ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক
ⓖ নিম্ন স্থিরাঙ্ক ⓖh হিমাঙ্ক

৪০. **প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলে পানি হয় অথবা বিশুদ্ধ পানি জমে বরফ হয় তাকে কী বলে?** (জ্ঞান)

ⓚ ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক ● নিম্ন স্থিরাঙ্ক
ⓖ সুপ্ততাপ ⓖh হিমাঙ্ক

৪১. **প্রমাণ চাপে ফুটন্ত বিশুদ্ধ পানির যে তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পে পরিণত হয় তাকে কী বলে?** (জ্ঞান)

● ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক ⓚh নিম্ন স্থিরাঙ্ক
ⓖ হিমাঙ্ক ⓖh স্থিরাঙ্ক

৪২. **দুটি স্থিরাঙ্কের মধ্যবর্তী তাপমাত্রার ব্যবধানকে কী বলে?** (জ্ঞান)

● মৌলিক ব্যবধান ⓚh তাপমাত্রা ব্যবধান
ⓖ তাপ ব্যবধান ⓖh যৌগিক ব্যবধান

৪৩. **তাপমাত্রার প্রচলিত স্কেল কয়টি?** (জ্ঞান)

ⓚ ২ ● ৩ ⓖ ৪ ⓖh ৫

৪৪. **সেলসিয়াস স্কেলের তাপমাত্রার একক কী?** (জ্ঞান)

ⓚ °F ● °C
ⓖ K ⓖh C

৪৫. **কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রার একক কী?** (জ্ঞান)

● K ⓚh °F
ⓖ °C ⓖh R

৪৬. **সেলসিয়াস স্কেলের নিম্ন স্থিরাঙ্ক কত?** (জ্ঞান)

ⓚ 100°C ● 0°C
ⓖ 32°F ⓖh 273°K

৪৭. **সেলসিয়াস স্কেলের ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক কত?** (জ্ঞান)

ⓚ 0°C ● 100°C
ⓖ 212F ⓖh 373K

৪৮. **ফারেনহাইট স্কেলের নিম্ন স্থিরাঙ্ক কত?** (জ্ঞান)

ⓚ 0°F ● 32°F
ⓖ 273°F ⓖh –273°F

৪৯. **ফারেনহাইট স্কেলের ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক কত?** (জ্ঞান)

ⓚ 373°F ● 212°F
ⓖ 100°F ⓖh 72°F

৫০. **কেলভিন স্কেলের ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক কত?** (জ্ঞান)

ⓚ 100K ⓚh 212K
● 273K ⓖh 373K

৫১. **কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রার পাঠ একই হবে?** (প্রয়োগ)

ⓚ –273° ● –40°
ⓖ 0° ⓖh 90°

৫২. **কোনোকিছুর তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে যত কেলভিন স্কেলে তার চেয়ে কত বেশি?** (প্রয়োগ)

● 273 K ⓚh 100 K
ⓖ –273 K ⓖh –100 K

৫৩. **1°C তাপমাত্রা সমান কত কেলভিন?** (প্রয়োগ)

● 274 K ⓚh 273 K
ⓖ 1 K ⓖh – 273 K

৫৪. **তাপমাত্রার পার্থক্য 1°C কত কেলভিনের সমান?** (প্রয়োগ)

● 1 K ⓔ 1°F

ⓖ 2°C ⓘ 274 K

৫৫. **সুস্থ মানুষের দেহের তাপমাত্রা কত?** (জ্ঞান)

ⓚ 98°F ● 98·4°F

ⓖ 89F ⓘ 89·4°F

৫৬. **আণবিক গতিতত্ত্ব অনুসারে পদার্থের অণুগুলো সর্বদা কেমন?**(জ্ঞান)

● গতিশীল ⓔ স্থিতিশীল

ⓖ মাঝে মাঝে স্থিতিশীল ⓘ মাঝে মাঝে গতিশীল

৫৭. **পদার্থের অণুগুলোর অভ্যন্তরীণ শক্তির কয়টি অংশ বিদ্যমান?** (অনুধাবন)

● ২ ⓔ ৩

ⓖ ৪ ⓘ ৫

৫৮. **কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে কোন বল বিদ্যমান?** (জ্ঞান)

● আকর্ষণ-বিকর্ষণ ⓔ আকর্ষণ

ⓖ বিকর্ষণ ⓘ মহাকর্ষ

৫৯. **কোন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ-বিকর্ষণ বল নেই?**(প্রয়োগ)

● অক্সিজেন ⓔ পানি

ⓖ লোহা ⓘ পারদ

৬০. **গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে নিচের কোনটি নেই?**(অনুধাবন)

● বিভব শক্তি ⓔ বিকর্ষণ বল

ⓖ আকর্ষণ বল ⓘ গতিশক্তি

৬১. **পদার্থের অণুগুলোর গতিশক্তি ও বিভব শক্তির সমষ্টিকে কী বলে?** (অনুধাবন)

● অভ্যন্তরীণ শক্তি ⓔ বাহ্যিক শক্তি

ⓖ বিভব শক্তি ⓘ গতিশক্তি

৬২. **কোনো বস্তুতে তাপীয় শক্তি প্রদান করলে নিচের কোনটি বাড়ে?** (অনুধাবন)

● অভ্যন্তরীণ শক্তি ⓔ বিভব শক্তি

ⓖ গতিশক্তি ⓘ চাপ

৬৩. **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

৬৪. **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

৬৫. **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?

ⓚ i ও ii ● i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

৬৬. **কোনো কঠিন বস্তুকে উত্তপ্ত করলে এর মধ্যস্থিত অণুগুলোর কী ঘটে?** (অনুধাবন)

ⓚ স্থিতিশক্তি বাড়ে ● গতিশক্তি বাড়ে

ⓖ স্থির থাকে ⓘ সংকুচিত হয়

৬৭. **একটি অণু যখন পার্শ্ববর্তী অণুর কাছাকাছি যেতে চায় তখন অণুটি কী অনুভব করে?** (অনুধাবন)

● বিকর্ষণ বল ⓔ আকর্ষণ বল

ⓖ তাপ ⓘ তাপমাত্রা

৬৮. **দুইটি অণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেড়ে গেলে নিচের কোনটি বেড়ে যায়?** (অনুধাবন)

● আকর্ষণ ⓔ বিকর্ষণ

ⓖ তাপমাত্রা ⓘ স্পন্দন

৬৯. **তাপ প্রয়োগে কোন ধরনের পদার্থের প্রসারণ সবচেয়ে বেশি হয়?** (অনুধাবন)

● গ্যাসীয় ⓔ তরল

ⓖ কঠিন ⓘ কঠিন ও গ্যাসীয়

৭০. **কঠিন পদার্থের প্রসারণের তুলনায় তরলের প্রসারণ বেশি হয়– কারণ কী?** (অনুধাবন)

ⓚ তরলের অণুগুলোর গতিশক্তি স্বভাবতই বেশি থাকে

● তরলের বেলায় আন্তঃআণবিক বলের প্রভাব কম

ⓖ তরলের সাথে সাথে পাত্রের প্রসারণ হয়

ⓘ তরলের ক্ষেত্রে আন্তঃআণবিক বলের প্রভাব থাকে না

৭১. **দুই অণুর মধ্যে দূরত্ব সাম্যাবস্থার তুলনায় কমে গেলে বিকর্ষণ বলের কী ঘটবে?** (জ্ঞান)

ⓚ শূন্য হয় ⓔ হ্রাস পায়

● দ্রুত বৃদ্ধি পায় ⓘ অপরিবর্তিত থাকে

৭২. **কোনো বস্তুর গড় সাম্যাবস্থায় বাইরের দিকে সরে গেলে বস্তু কী লাভ করে?** (অনুধাবন)

● প্রসারণ ⓔ সংকোচন

ⓖ সাম্যাবস্থা ⓘ আকর্ষণ

৭৩. **তাপীয় প্রসারণ কোন পদার্থের সবচেয়ে কম?** (অনুধাবন)

ⓚ হাইড্রোজেনের ● লোহার

ⓖ পানির ⓘ পারদের

৭৪. **তাপ প্রয়োগে কোন পদার্থের প্রসারণ সবচেয়ে কম?** (জ্ঞান)

ⓚ তরল ● কঠিন

ⓖ বায়বীয় ⓘ বাষ্পীয়

৭৫. **কোনো পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে পদার্থের অণুগুলোর–**(অনুধাবন)

● গতিশক্তি বেড়ে যায় ⓔ স্থিতিশক্তি বেড়ে যায়

ⓖ আন্তঃআণবিক শক্তি বেড়ে যায় ⓘ বিভব শক্তি বেড়ে যায়

৭৬. **তাপ প্রয়োগে প্রায় সকল পদার্থই–** (অনুধাবন)

i. প্রসারিত হয়

ii. সংকুচিত হয়

iii. গতিশীল হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

● i　　ⓑ ii

ⓖ iii　　ⓘ i ও iii

৭৭. পদার্থের তাপীয় প্রসারণ— (অনুধাবন)

i. তরল পদার্থের বেশি

ii. গ্যাসীয় পদার্থের বেশি

iii. কঠিন পদার্থের বেশি

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i　　● ii

ⓖ iii　　ⓘ i, ii ও iii

৭৮. কঠিন পদার্থের প্রসারণ কত প্রকার? (জ্ঞান)

ⓚ এক　　ⓑ দুই

● তিন　　ⓘ চার

৭৯. একটি কঠিন বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে যদি এর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় তাহলে তাকে কী বলা হয়? (জ্ঞান)

ⓚ দৈর্ঘ্য প্রসারণ　　ⓑ আয়তন প্রসারণ

● ক্ষেত্র প্রসারণ　　ⓘ প্রস্থ প্রসারণ

৮০. $1\ m^2$ ক্ষেত্রফলের কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের কী বলে? (জ্ঞান)

● ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ　　ⓑ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

ⓖ আয়তন প্রসারণ সহগ　　ⓘ প্রস্থ প্রসারণ সহগ

৮১. $30°C$ তাপমাত্রায় একটি ধাতব পাত্রের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পেলে পদার্থটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত? (প্রয়োগ)

ⓚ $11 \times 10^{-6}\ K^{-1}$　　● $33.33 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

ⓖ $39.3 \times 10^{-6}\ K^{-1}$　　ⓘ $42.3 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

৮২. তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $33.4 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ হলে, আয়তন প্রসারণ সহগ কত? (প্রয়োগ)

ⓚ $33.4 \times 10^{-6}\ K^{-1}$　　ⓑ $46.8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

ⓖ $66.8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$　　● $50.1 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

৮৩. কোনো পদার্থের আয়তন প্রসারণ সহগ $12 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ হলে, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কত? (প্রয়োগ)

● $8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$　　ⓑ $9 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

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

৮৪. কঠিন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে নির্দিষ্ট দিকে দৈর্ঘ্য বরাবর যে প্রসারণ হয় তাকে ঐ বস্তুটির কী বলে? (জ্ঞান)

ⓚ ক্ষেত্র প্রসারণ　　● দৈর্ঘ্য প্রসারণ

ⓖ আয়তন প্রসারণ　　ⓘ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

৮৫. 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　　ⓑ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ

ⓖ আয়তন প্রসারণ সহগ　　ⓘ গলনাঙ্ক

৮৬. কঠিন পদার্থের প্রসারণ সহগের একক কী? (জ্ঞান)

ⓚ C　　ⓑ K

● K^{-1}　　ⓘ m^{-1}

৮৭. তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত? (জ্ঞান)

ⓚ $16.7 \times 10^{-6}K$　　ⓑ $14.7 \times 10^{-6}K^{-1}$

● $16.7 \times 10^{-6}K^{-1}$　　ⓘ $14.7 \times 10^{-6}K$

৮৮. তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ কোনটি? (অনুধাবন)

● $33.4 \times 10^{-6}K^{-1}$　　ⓑ $33.3 \times 10^{-6}K^{-1}$

ⓖ $33.2 \times 10^{-6}K^{-1}$　　ⓘ $33.4 \times 10^{-6}K$

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

● আয়তন প্রসারণ　　ⓑ ক্ষেত্র-প্রসারণ

ⓖ দৈর্ঘ্য প্রসারণ　　ⓘ আপেক্ষিক তাপ

৯০. $1\ m^3$ আয়তনের কোনো পদার্থের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু আয়তন বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের কী বলা হয়? (জ্ঞান)

● আয়তন প্রসারণ সহগ

ⓑ ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ

ⓖ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

ⓘ আয়তন প্রসারণ

৯১. কোনটি সঠিক সম্পর্ক? (প্রয়োগ)

ⓚ $\alpha = 2\ \beta = \gamma$　　● $6\alpha = 3\beta = 2\gamma$

ⓖ $2\alpha = \beta = \gamma$　　ⓘ $2\alpha = 3\gamma = \beta$

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

ⓚ দ্বিগুণ　　● তিনগুণ

ⓖ চারগুণ　　ⓘ পাঁচগুণ

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

ⓚ $50 \times 10^{-6}k^{-1}$　　ⓑ $50 \times 10^{-6}K$

● $50.1 \times 10^{-6}k^{-1}$　　ⓘ $50.2 \times 10^{-6}K^{-1}$

৯৪. 1m দৈর্ঘ্যের লোহার কোনো দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির জন্য এর দৈর্ঘ্য কত বৃদ্ধি পাবে? (প্রয়োগ)

ⓚ $11.6 \times 10^{-6}K^{-1}$　　● $6 \times 10^{-6}\ m$

ⓖ $11 \times 10^{-6}\ m$　　ⓘ $1.16 \times 10^{-6}K$

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

ⓚ $11 \times 10^{-6}K^{-1}$　　ⓑ $22 \times 10^{-6}K^{-1}$

● $66 \times 10^{-6}K^{-1}$　　ⓘ $22 \times 10^{-4}K^{-1}$

৯৬. $20°C$ তাপমাত্রায় একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 100 m। $50°C$ তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য 100.033 m হলে ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত? (প্রয়োগ)

ⓚ $1.1 \times 10^{-6}K^{-1}$　　ⓑ $11 \times 10^{5}K^{-1}$

● $11 \times 10^{-6}K^{-1}$　　ⓘ $1.1 \times 10^{-5}K^{-1}$

৯৭. 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?

ⓚ i ⓧ ii

ⓖ i ও ii ● ii ও iii

৯৮. 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 ⓧ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

৯৯. 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?

ⓚ i ও ii ⓧ ii ও iii

ⓖ i ও iii ● i, ii ও iii

১০০. তরল পদার্থের নিচের কোনটি আছে? (জ্ঞান)

ⓚ দৈর্ঘ্য ⓧ প্রস্থ

ⓖ ক্ষেত্রফল ● আয়তন

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

ⓚ ক্ষেত্রফল ● আয়তন

ⓖ প্রস্থ ⓘ দৈর্ঘ্য

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

ⓚ ক্ষেত্র প্রসারণ ⓧ দৈর্ঘ্য প্রসারণ

● আয়তন প্রসারণ ⓘ পার্শ্ব প্রসারণ

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

● বিভিন্ন ⓧ একই

ⓖ অভিন্ন ⓘ দ্বিগুণ

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

● আপাত প্রসারণ ⓧ প্রকৃত প্রসারণ

ⓖ ক্ষেত্র প্রসারণ ⓘ মৌলিক প্রসারণ

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

ⓚ প্রকৃত প্রসারণ ● আপাত প্রসারণ

ⓖ আয়তন প্রসারণ ⓘ ক্ষেত্র প্রসারণ

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

● প্রকৃত প্রসারণ ⓧ আপাত প্রসারণ

ⓖ আয়তন প্রসারণ ⓘ ক্ষেত্র প্রসারণ

১০৭. তরল ও পাত্র সমান প্রসারণশীল হলে তরলের আপাত প্রসারণ কিরূ প হবে? (অনুধাবন)

● শূন্য ⓧ ধনাত্মক

ⓖ ঋণাত্মক ⓘ অসীম

১০৮. তরলের প্রসারণ কত প্রকার? (জ্ঞান)

● দুই ⓧ তিন

ⓖ চার ⓘ ছয়

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

ⓚ Va = Vr + Vg ● Vr = Va + Vg

ⓖ Va = Vg – Vr ⓘ Vr = Va – Vg

১১০. 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)

ⓚ AC ● AB

ⓖ BC ⓘ AB + AC

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

● Vr ⓧ Va

ⓖ Vg ⓘ Vi

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

ⓚ Vg ● Va

ⓖ Vr ⓘ Vp

১১৩. 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 ⓧ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১১৪. 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 ⓧ ii ও iii

ⓖ i ও iii ⓘ i, ii ও iii

১১৫. তরলের প্রসারণ বলতে বোঝায়– (অনুধাবন)

i. প্রকৃত প্রসারণকে

ii. আপাত প্রসারণকে

iii. প্রকৃত প্রসারণ ও আপাত প্রসারণকে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓧ i ও iii

ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

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

ⓚ পানির নিম্ন আপেক্ষিক তাপ ● পানির উচ্চ আপেক্ষিক তাপ

ⓖ পানির সুপ্ততাপ বেশি ⓘ পানির তাপ পরিবহনাঙ্ক বেশি

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

● তাপধারণ ক্ষমতা ⓧ আপেক্ষিক তাপ

ⓖ সুপ্ততাপ ⓘ গলন তাপ

১১৮. তাপধারণ ৰমতা বস্তুর কোনটির ওপর নির্ভর করে? (জ্ঞান)

ⓚ অবস্থা ● উপাদান

ⓖ ঘনত্ব ⓘ আয়তন

১১৯. তাপধারণ ৰমতা বস্তুর কোনটির ওপর অনির্ভরশীল? (অনুধাবন)

ⓚ উপাদান ⓧ ভর

ⓖ তাপমাত্রা ● বস্তুর আকার

১২০. তাপধারণ ৰমতার একক কী? (জ্ঞান)

ⓚ Js^{-1} ● JK^{-1}

ⓖ J ⓘ K^{-1}

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

ⓚ 5 ● 10

ⓖ 20 ⓘ 25

১২২. তাপধারণ ৰমতা নির্ণয়ের সঠিক সূত্র কোনটি? (জ্ঞান)

ⓚ $Q = \frac{C}{\Delta\theta}$ ● $C = \frac{Q}{\Delta\theta}$

ⓖ $\Delta\theta = CQ$ ⓘ $C = \frac{\Delta\theta}{Q}$

১২৩. 1 kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের কী বলা হয়? (জ্ঞান)

● আপেক্ষিক তাপ ⓧ তাপধারণ ক্ষমতা

ⓖ সুপ্ততাপ ⓘ আপেক্ষিক সুপ্ততাপ

১২৪. বস্তুর প্রতি একক ভরের তাপধারণ ৰমতাকে কী বলা হয়?(জ্ঞান)

ⓚ সুপ্ততাপ ● আপেক্ষিক তাপ

ⓖ ক্যালরি ⓘ আপেক্ষিক গুরুত্ব

১২৫. আপেৰিক তাপ কী? (অনুধাবন)

● বস্তুর উপাদানের বৈশিষ্ট্য ⓧ বস্তুর বৈশিষ্ট্য

ⓖ তাপমাত্রার বৈশিষ্ট্য ⓘ আয়তনের বৈশিষ্ট্য

১২৬. আপেৰিক তাপের একক কী? (জ্ঞান)

ⓚ JK^{-1} ⓧ Js^{-1}

ⓖ Jkg^{-1} ● $Jkg^{-1}K^{-1}$

১২৭. জলীয়বাষ্পের আপেৰিক তাপ কত? (জ্ঞান)

ⓚ $1040\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ● $2000\ Jkg^{-1}K^{-1}$

ⓖ $1000\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ⓘ $950\ Jkg^{-1}K^{-1}$

১২৮. তামার আপেৰিক তাপ কত? (জ্ঞান)

● $400\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ⓧ $230\ Jkg^{-1}K^{-1}$

ⓖ $210\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ⓘ $460\ Jkg^{-1}K^{-1}$

১২৯. কোনো বস্তুর আপেৰিক তাপ কোনটির ওপর নির্ভর করে?(জ্ঞান)

● উপাদান ⓧ আয়তন

ⓖ ভর ⓘ ঘনত্ব

১৩০. নিচের কোন পদার্থের আপেৰিক তাপ সর্বাধিক? (অনুধাবন)

ⓚ বরফ ● পানি

ⓖ তামা ⓘ লোহা

১৩১. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? (প্রয়োগ)

ⓚ $Q = \frac{S}{m\Delta\theta}$ ● $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$

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

১৩২. রুপার আপেৰিক তাপ কত $Jkg^{-1}K^{-1}$? (প্রয়োগ)

ⓚ 460 ● 230

ⓖ 400 ⓘ 670

১৩৩. 1kg পানির তাপমাত্রা 1K কমালে যে পরিমাণ তাপ নির্গত হয় তা দিয়ে কতটুকু বরফের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করা যাবে? (প্রয়োগ)

● 2 kg ⓧ 0.5 kg

ⓖ 0.1 kg ⓘ 10 kg

১৩৪. 10kg ভরের পানির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে কত তাপের প্রয়োজন? (প্রয়োগ)

ⓚ $4.2 \times 10^3 J$ ● $4.2 \times 10^4 J$

ⓖ $4.2 \times 10^5 J$ ⓘ $4.2 \times 10^2 J$

১৩৫. সিসার আপেৰিক তাপ 130 $kg^{-1}K^{-1}$ হলে 4 kg ভরের সিসার তাপমাত্রা 20°C বাড়াতে কত জুল তাপের প্রয়োজন? (প্রয়োগ)

● 10400 ⓧ 38090

ⓖ 2600 ⓘ 520

১৩৬. আপেৰিক তাপ ও তাপধারণ ৰমতার মধ্যে সম্পর্ক কোনটি?(প্রয়োগ)

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

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

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

ⓘ ভর = তাপধারণ ক্ষমতা × আপেক্ষিক তাপ

১৩৭. mkg ভরের তাপধারণ ৰমতা কত জুল? (অনুধাবন)

● mS জুল ⓧ S জুল

ⓖ $mS\Delta\theta$ জুল ⓘ $S\Delta\theta$ জুল

১৩৮. তাপধারণ ৰমতা, আপেৰিক তাপ ও ভরের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক কোনটি? (প্রয়োগ)

ⓚ $m = CS$ ● $C = mS$

ⓖ $S = mC$ ⓘ $C = \frac{m}{S}$

১৩৯. তাপধারণ ৰমতা নির্ণয়ের সম্পর্ক কোনটি? (প্রয়োগ)

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

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

● তাপধারণ ক্ষমতা = ভর × আপেক্ষিক তাপ

ⓘ আপেক্ষিক তাপ = ভর × তাপধারণ ক্ষমতা

১৪০. কোনো বস্তুর উপাদানের আপেৰিক তাপ S হলে m kg ভরের ওপর বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে কত জুল তাপের প্রয়োজন হবে? (প্রয়োগ)

ⓚ S ⓛ $\frac{S}{m}$

● mS ⓘ $\frac{m}{S}$

১৪১. তাপধারণ ৰমতার ৰেত্রে– (অনুধাবন)

i. এটি বস্তুর উপাদানের ধর্ম
ii. এটি একক ভরের সাথে সংশ্লিষ্ট
iii. তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তিত হয় না

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓛ i ও iii
● ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১৪২. তাপধারণ ৰমতা নির্ভর করে বস্তুর– (অনুধাবন)

i. উপাদানের ওপর
ii. ভরের ওপর
iii. প্রকৃতির ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii ⓛ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১৪৩. আপেৰিক তাপের ৰেত্রে– (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 ⓛ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১৪৪. সমান ভরের কিছু পদার্থের মধ্যে আপেৰিক 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 ⓛ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১৪৫. আপেৰিক তাপের ৰেত্রে– (অনুধাবন)

i. পানির সবচেয়ে বেশি
ii. গ্লিসারিনের সবচেয়ে বেশি
iii. গ্লিসারিন অপেক্ষা বেনজিনের কম

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪৬. আপেৰিক 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

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

ⓚ তাপমাত্রা ● তাপের
ⓖ চাপের ⓘ আয়তনের

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

ⓚ তাপ বাড়ে ⓛ তাপমাত্রা বাড়ে
● তাপমাত্রা কমে ⓘ কোনো পরিবর্তন হয় না

১৪৯. তাপ পরিমাপের মূলনীতি কোনটি? (জ্ঞান)

● গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ
ⓛ গৃহীত তাপ > বর্জিত তাপ
ⓖ গৃহীত তাপমাত্রা = বর্জিত তাপমাত্রা
ⓘ গৃহীত তাপ < বর্জিত তাপ

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

ⓚ তাপ গ্রহণ ⓛ তাপমাত্রা গ্রহণ
● তাপ বর্জন ⓘ তাপমাত্রা বর্জন

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

ⓚ $\frac{1}{4}$ ⓛ $\frac{1}{2}$
ⓖ 1 ● 2

১৫২. পদার্থ কয়টি অবস্থায় থাকতে পারে? (অনুধাবন)

ⓚ দুই ● তিন
ⓖ চার ⓘ পাঁচ

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

ⓚ চাপ ● তাপমাত্রা
ⓖ আর্দ্রতা ⓘ তাপ

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

ⓚ ঘনীভবন ● গলন
ⓖ বাষ্পীভবন ⓘ স্ফুটন

১৫৫. 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

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

Ⓚ আন্তঃআণবিক বন্ধনযুক্ত করতে
● আন্তঃআণবিক বন্ধন ভাঙতে
Ⓖ আন্তঃআণবিক শক্তি বাড়াতে
Ⓖ ঘনীভবন

১৫৭. তরলের আন্তঃআণবিক বন্ধন ভাঙতে কোনটির প্রভাব বিদ্যমান? (অনুধাবন)
Ⓚ চাপের ● তাপের
Ⓖ জলীয় বাষ্পের Ⓖ গলনের

১৫৮. পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য কোনটির প্রভাব উলেরখযোগ্য? (অনুধাবন)
Ⓚ চাপ ● তাপ
Ⓖ কম্পন Ⓖ ঘনত্ব

১৫৯. 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

১৬০. 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

১৬১. তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করাকে কী বলে?(জ্ঞান)
● গলন Ⓚ বাষ্পায়ন
Ⓖ ঘনীভবন Ⓖ স্ফুটন

১৬২. যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ গলতে শুরব করে ওই তাপমাত্রাকে কী বলে? (জ্ঞান)
● গলনাঙ্ক Ⓚ গলন
Ⓖ স্ফুটনাঙ্ক Ⓖ বাষ্পায়ন

১৬৩. বাষ্পীভবন কয়টি পদ্ধতিতে হতে পারে? (অনুধাবন)
Ⓚ ১টি ● ২টি
Ⓖ ৩টি Ⓖ ৪টি

১৬৪. নিচের কোনটি বাষ্পীভবন পদ্ধতি? (জ্ঞান)
● বাষ্পায়ন ও স্ফুটন Ⓚ স্ফুটন
Ⓖ বাষ্পায়ন Ⓖ গলন

১৬৫. তরলের উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়াকে কী বলে? (জ্ঞান)
Ⓚ স্ফুটন ● বাষ্পায়ন
Ⓖ উর্ধ্বপাতন Ⓖ গলন

১৬৬. পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে কোনটির ভূমিকা উলেরখযোগ্য? (অনুধাবন)
Ⓚ তাপমাত্রার ● তাপের
Ⓖ আয়তনের Ⓖ ঘনত্বের

১৬৭. তাপ প্রয়োগে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলকে বায়বীয় অবস্থায় রূ পান্তর করার প্রক্রিয়াকে কী বলে? (জ্ঞান)
Ⓚ গলন ● স্ফুটন
Ⓖ বাষ্পায়ন Ⓖ পাতন

১৬৮. তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রবত বাষ্পে পরিণত হওয়ার ঘটনাকে কী বলে? (জ্ঞান)
● স্ফুটন Ⓚ বাষ্পায়ন
Ⓖ বাষ্পীভবন Ⓖ ঘনীভবন

১৬৯. যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো তরলের স্ফুটন হয়, তাকে ওই তরলের কী বলে? (জ্ঞান)
Ⓚ বাষ্পীভবন ● স্ফুটনাঙ্ক
Ⓖ স্ফুটন Ⓖ বাষ্পায়ন

১৭০. বাষ্প থেকে তরল হওয়ার প্রক্রিয়া কোনটি? (অনুধাবন)
● ঘনীভবন Ⓚ স্ফুটন
Ⓖ বাষ্পায়ন Ⓖ উর্ধ্বপাতন

১৭১. বাষ্পায়ন নির্ভর করে— (অনুধাবন)
i. বায়ুর আর্দ্রতার ওপর
ii. তরলের প্রকৃতির ওপর
iii. তরলের তাপমাত্রার ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
Ⓚ i ও ii Ⓚ i ও iii
Ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

১৭২. স্ফুটন সম্পর্কে নিচের উক্তিগুলো লৰ কর— (অনুধাবন)
i. তরলের সকল অংশে সংঘটিত হয়
ii. এটি একটি মন্থর প্রক্রিয়া
iii. শুধু নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঘটে
নিচের কোনটি সঠিক?
Ⓚ i ও ii Ⓚ ii ও iii
● i ও iii Ⓖ i, ii ও iii

১৭৩. ভেজা কাপড় রোদে শুকিয়ে যায়, কারণ— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. বাষ্পীভবনের জন্য
ii. স্বতঃবাষ্পীভবনের জন্য
iii. তাপমাত্রার জন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
Ⓚ i ও ii Ⓚ ii ও iii
● i ও iii Ⓖ i, ii ও iii

১৭৪. স্ফুটন প্রভাবিত হওয়ার কারণ— (অনুধাবন)
i. তরল পদার্থের প্রকৃতি
ii. তরলের মুক্ততলের ওপর চাপ
iii. বায়ুপ্রবাহ
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii Ⓚ ii ও iii
Ⓖ i ও iii Ⓖ i, ii ও iii

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

ⓚ 0°C ● 0°C এর নিচে

ⓖ 0.0078 °C ⓖ 0.078°C

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

● পুনঃশিলীভবন ⓚ গলন ও ঘনীভবন

ⓖ ঘনীভবন ⓘ বাষ্পীভবন

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

ⓚ বেড়ে যায় ⓚ কমে যায়

● পরিবর্তিত হয় ⓘ অপরিবর্তিত থাকে

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

● মোম ⓚ বরফ

ⓖ লোহা ⓘ এন্টিমনি

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

ⓚ বিসমাথ ⓚ বরফ ⓖ ঢালাই লোহা ● মোম

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

● বরফ ⓚ মোম

ⓖ তামা ⓘ সোনা

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

ⓚ বরফ ● মোম

ⓖ ঢালাই লোহা ⓘ পিতল

১৮২. কোনটি কম তাপমাত্রায় গলে? (অনুধাবন)

ⓚ মোম ● বরফ

ⓖ তামা ⓘ লোহা

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

ⓚ চাপ বাড়লে এদের গলনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়

● চাপ বাড়লে এদের গলনাঙ্ক হ্রাস পায়

ⓖ এদের গলনাঙ্কের ওপর চাপের কোনো প্রভাব নেই

ⓘ চাপ কমলে এদের গলনাঙ্ক হ্রাস পায়

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

ⓚ 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

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

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

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

i. গলনাঙ্কের পরিবর্তন

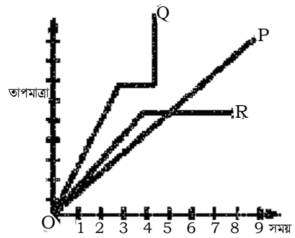
ii. এর বাষ্পীভবন

iii. পুনঃশিলীভবন

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৮৬.



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?

ⓚ i ⓚ ii ● i ও ii ⓘ ii ও iii

১৮৭. সুপ্ততাপের ফলে কী হয়? (অনুধাবন)

ⓚ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় ● অবস্থার পরিবর্তন হয়

ⓖ তাপমাত্রা হ্রাস পায় ⓘ অভ্যন্তরীণ শক্তি অপরিবর্তিত থাকে

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

ⓚ গলনাঙ্ক ⓚ স্ফুটনাঙ্ক

ⓖ গলন ● গলনের সুপ্ততাপ

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

● তাপমাত্রা ⓚ তাপ

ⓖ গলনাঙ্ক ⓘ হিমাঙ্ক

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

ⓚ গলনাঙ্ক ● সুপ্ততাপ

ⓖ স্ফুটনাঙ্ক ⓘ হিমাঙ্ক

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

ⓚ তাপ ● বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ

ⓖ গলনের সুপ্ততাপ ⓘ তাপমাত্রা

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

● মাটির কলসিতে ⓚ কাচের পাত্রে

ⓖ পিতলের কলসিতে ⓘ প্লাস্টিকের পাত্রে

১৯৩. নিচের কোনটি তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রাখে? (অনুধাবন)

● সুপ্ততাপ ⓚ তাপ

ⓖ চাপ ⓘ আয়তন

১৯৪. কোন পাত্রের পানির বাষ্পায়ন সম্ভব? (জ্ঞান)

● মাটি ⓚ পিতল

ⓖ কাচ ⓘ কাসা

১৯৫. নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর– (অনুধাবন)

i. মাটির কলসির গায়ে অসংখ্য ছিদ্র থাকে

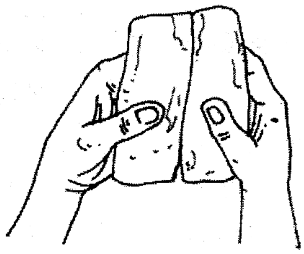
ii. মাটির কলসিতে পানি ঠান্ডা থাকে

iii. কাচ বা পিতলের পাত্রের পানির বাষ্পায়নের সুযোগ থাকে না

নিচের কোনটি সঠিক?

Ⓚ i ও ii   Ⓚh i ও iii

Ⓖ ii ও iii   ● i, ii ও iii

১৯৬. 

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)

Ⓚ i ও ii   Ⓚh ii ও iii

Ⓖ i ও iii   ● i, ii ও iii