Question Type-01: থার্মোমিটার

➲ Formula & Concept:

➢ বিভিন্ন তাপমাত্রার স্কেলের মাঝে সম্পর্কঃ $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$

থার্মোমিটারের মূলনীতি হলো, $\frac{\theta-\theta_{ice}}{\theta_{steam}-\theta_{ice}} = \frac{x_\theta - x_{ice}}{x_{steam}-x_{ice}}$

$\frac{x_\theta - x_{ice}}{x_{steam}-x_{ice}}$ এই অংশটি তাপমিতিক ধর্মের সাথে সম্পর্কিত বলে যে কোনো স্কেলেই পরিমাপ করা হোক না কেন, সকল ক্ষেত্রেই একই মান প্রযোজ্য হবে। অপরদিকে, স্কেলভেদে θ_{steam} ও θ_{ice} এর মান ভিন্ন ভিন্ন ভাবে সংজ্ঞায়িত। সেই অনুযায়ী প্রতিটি স্কেল θ এর মান প্রদর্শন করবে।

ঠিক তেমনি, কোনো স্কেল ত্রুটিপূর্ণ হওয়া বলতে আসলে বুঝায় তার ঊর্ধ্ব ও নিম্ন স্থিরাঙ্কের মান পরিবর্তিত হয়ে গেছে।

$$\frac{\text{সঠিক স্কেলে অজানা তাপমাত্রা} - \text{সঠিক স্কেলে নিম্ন স্থিরাঙ্ক}}{\text{সঠিক স্কেলে ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক} - \text{সঠিক স্কেলে নিম্ন স্থিরাঙ্ক}} = \frac{x_\theta - x_{ice}}{x_{steam}-x_{ice}} = \frac{\text{ভুল স্কেলে পরিমাপকৃত তাপমাত্রা} - \text{ভুল স্কেলে নিম্ন স্থিরাঙ্ক}}{\text{ভুল স্কেলে ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক} - \text{ভুল স্কেলে নিম্ন স্থিরাঙ্ক}}$$

01. একজন রোগীর দেহের তাপমাত্রা একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের সাহায্যে মেপে 45°C পাওয়া গেল। যদি এই থার্মোমিটারের বরফ বিন্দু এবং বাষ্পবিন্দু যথাক্রমে 3°C এবং 107°C পাওয়া যায়, তাহলে রোগীর দেহে প্রকৃত তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে বের কর। **[CKRUET'21-22]**

(a) 114.69°F (b) 100.69°F (c) 104.69°F (d) 102.59°F (e) 102.69°F

সমাধান: (c); $\frac{F-32}{212-32} = \frac{45-3}{107-3} \Rightarrow F = 104.69°F$

02. A thermometer is made using a carbon resistor having a temperature coefficient of resistivity of $-0.00050\ \Omega°C^{-1}$. The variation of resistance with temperature in the linear region is used to measure the temperature. On a cold winter day when the temperature is 8°C, the resistance is 216.8 Ω. What is the temperature on a summer day when the resistance is 213.5 Ω? **[IUT'21-22]**

(a) 33.4°C (b) 36.4°C (c) 34.4°C (d) 38.4°C

Solution: (d); $R_1 = R_0(1 + \alpha\,\theta_1) \ldots\ldots\ldots (i)$

$R_2 = R_0(1 + \alpha\,\theta_2) \ldots\ldots\ldots (ii)$

(ii) ÷ (i) $\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{1+\alpha\,\theta_2}{1+\alpha\,\theta_2} \Rightarrow \frac{213.5}{216.8} = \frac{1-5\times10^{-4}\times\theta_2}{1-5\times10^{-4}\times8} \Rightarrow \theta_2 = 38.32^{\circ}C \approx 38.4°C$

03. একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার গলিত বরফে 5°C এবং শুষ্ক বাষ্পে 99°C পাঠ দেয়। থার্মোমিটারটি 52°C পাঠ দিলে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকৃত তাপমাত্রা কত? **[RUET'14-15]**

(a) 50°F (b) 90°F (c) 100°F (d) 122°F (e) None

সমাধান: (d); $\frac{F-32}{180} = \frac{52-5}{99-5}$ Or, $F = 122^{o}F$

04. একটি স্থির আয়তনের হাইড্রোজেন থার্মোমিটার তরল বায়ু, বরফ ও বাষ্পে স্থাপন করলে যথাক্রমে 23.3 cm, 75.1 cm এবং 102.5 cm পারদ চাপ নির্দেশ করে। তরল বায়ুর তাপমাত্রা কত? **[KUET'13-14]**

(a) 189°C (b) −189.05°C (c) 190K (d) −188.4°C (e) 187.8°C

সমাধান: (b); $\theta_g = \frac{P_\theta - P_o}{P_{100}-P_o} \times 100°C = \frac{23.3-75.1}{102.5-75.1} \times 100°C = -189.05°C$

05. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়? **[RUET'13-14, 12-13, KUET'10-11]**

(a) 774.25F & 774.25K (b) 674.25F & 674.25K

(c) 574.25F & 574.25K (d) 474.25F & 474.25K (e) None

সমাধান: **(c);** $\frac{x-273}{5} = \frac{x-32}{9} \Rightarrow 9x - 2457 = 5x - 160 \ \therefore 4x = 2297 \Rightarrow x = 574.25\ K$

06. কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে? **[BUTEX'13-14, RUET'09-10, KUET'06-07]**

(a) -40^o (b) 40^o (c) 4^o (d) -30^o (e) -20^o

সমাধান: **(a);** $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow 9x - 5x = -160 \Rightarrow 4x = -160 \Rightarrow x = -40^o$

07. একটি স্থির আয়তন হাইড্রোজেন থার্মোমিটারকে তরল বায়ু, বরফ ও বাষ্পে স্থাপন করলে যথাক্রমে 23.5cm, 75.0cm এবং 102.4cm পারদ চাপ নির্দেশ করে। তরল বায়ুর তাপমাত্রা কত? **[KUET'12-13]**

(a) 187.95°C (b) −190°C (c) 188.25°C (d) −187.95°C (e) −188.25°C

সমাধান: (d); $\frac{\theta-0}{100-0} = \frac{23.5-75}{102.4-75} \Rightarrow \theta = -187.95°C$

08. সূর্যের তাপমাত্রা মাপা হয়- **[Ans: c] [BUTEX'12-13]**

(a) প্লাটিনামরোধ থার্মোমিটার (b) গ্যাস থার্মোমিটার

(c) পাইরোমিটার (d) বাষ্পচাপ থার্মোমিটার

09. 501.85°C তাপমাত্রার সমতূল্য থার্মোডাইনামিক তাপমাত্রা কত? **[BUET'11-12]**

(a) 775.01K (b) 774.85K (c) 775.00K (d) 228.85K

সমাধান: **(c);** $T = \theta + 273.15 = 775K$

10. ফারেনহাইট স্কেলের কোন তাপমাত্রা সেন্টিগ্রেড স্কেলের দ্বিগুণ? **[RUET'11-12, KUET'07-08]**

(a) 100°F (b) 160°F (c) 320°F (d) 273°F (e) 460°F

সমাধান: **(c);** $\frac{2x-32}{9} = \frac{x}{5}$ বা, $9x = 10x - 160 \ \therefore x = 160°C \ \therefore 2x = 320°F$

11. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়? **[KUET'10-11]**

(a) 574.25° (b) 577.25° (c) 570.25° (d) 579.25° (e) 590.25°

সমাধান: **(a);** $\frac{x-32}{9} = \frac{x-273}{5} \Rightarrow 5x - 160 = 9x - 2457 \Rightarrow 4x = 2297 \ \therefore x = 574.25°$

12. একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারে বরফবিন্দু 5°C এবং স্টীম বিন্দু 115°C তাপমাত্রা নির্দেশ করে। কোন বস্তু প্রকৃত তাপমাত্রা 40°C হলে ঐ ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারে কত তাপমাত্রা নির্দেশ করবে? **[BUTEX'11-12]**

সমাধান: $\frac{\theta-5}{115-5} = \frac{40-0}{100-0} \ \therefore \theta - 5 = \frac{40}{100} \times 110 \ \therefore \theta = 49 \ \therefore 49°C$ তাপমাত্রা দেখাবে।

13. আলোকীয় পাইরোমিটার এর তাপমাত্রার পরিসর কত? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: 600°C − 1500°C

14. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ সেলসিয়াস স্কেলের পাঠের দ্বিগুণ হবে? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{x}{5} = \frac{2x-32}{9} \Rightarrow 9x = 10x - 160 \Rightarrow x = 160°$ **Ans**: 160°C এবং 320°F

15. এক রোগীর দেহের তাপমাত্রা একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের সাহায্যে মেপে 45°C পাওয়া গেল। যদি এই থার্মোমিটারে বরফ বিন্দু এবং বাষ্পবিন্দু যথাক্রমে 3°C এবং 107°C তে পাওয়া যায়, তাহলে রোগীর দেহের প্রকৃত তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে বের কর।

সমাধান: $\frac{T_\theta - T_o}{T_{100} - T_o} = \frac{F-32}{212-32} \Rightarrow \frac{45-3}{107-3} = \frac{F-32}{180} \Rightarrow F = \frac{42}{104} \times 180 + 32 = 104.69^0F$ **(Ans.)** **[BUET'04-05]**

16. "তাপ ও তাপমাত্রা" এর সংজ্ঞা দাও। **[KUET'04-05]**

সমাধান: তাপ হলো বস্তুর তাপীয় শক্তি আর তাপমাত্রা হলো বস্তুর তাপীয় অবস্থা।

Question Type-02: $dQ = dU + dW$

➲ **Formula & Concept:**

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র মূলত শক্তি সংরক্ষণশীলতার সূত্র। সূত্রটিকে এভাবেও বিবৃত করা হয়- $dQ = dU + dW$

dQ হলো কোনো গ্যাস সিস্টেমে বাহির থেকে প্রদত্ত তাপশক্তি। dU হলো গ্যাস সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন। dW হলো গ্যাস সিস্টেম দ্বারা বা এর উপর কৃতকাজ।

♦ তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রানুযায়ী $dQ = dU + dW$. সূত্রে চিহ্নের প্রথাটি নিম্নরূপ:

	ধনাত্মক (+)	ঋণাত্মক (–)
dQ	সিস্টেমে তাপ সরবরাহ করা হলে।	সিস্টেম তাপ হারালে।
dU	সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পেলে।	সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পেলে।
dW	সিস্টেম কর্তৃক কাজ সম্পাদিত হলে।	সিস্টেমের উপর কাজ সম্পাদিত হলে।

➢ $dW = PdV$

n = গ্যাস সিস্টেমে গ্যাসের মোল সংখ্যা; P = গ্যাস সিস্টেমের চাপ;

dV = গ্যাস সিস্টেমের গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধি [আয়তন কমলে $dV(-ve)$]; PV-গ্রাফের ক্ষেত্রফল হল কৃত কাজ।

01. A real gas is changed slowly state 1 to state 2. During this process no work is done on or by the gas. This process must be- **[Ans: c] [IUT'17-18]**

(a) Isothermal (b) Adiabatic (c) Isovolumic (d) Isobaric

02. গরম বস্তু ঠান্ডা করতে কোনটি অধিক উপযোগী? **[Ans: b] [BUET'12-13]**

(a) শীতল বাতাস (b) শীতল পানি (c) বরফ (d) সবগুলো সমান

03. কোন system পরিবেশ থেকে 800 J তাপশক্তি শোষণ করায় এর অন্তস্থ শক্তি 500 J বৃদ্ধি পেল। system কর্তৃক পরিবেশের উপর সম্পাদিত কাজের পরিমাণ হলো- **[RUET'12-13]**

(a) 300 J (b) 600 J (c) 800 J (d) 500 J (e) 100 J

সমাধান: (a); $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ or, $800 = 500 + \Delta W$ or, $\Delta W = 300$ J

04. One gram of water becomes 1671 cm^3 of steam when boiled at a pressure of 1 atm. The heat of vaporization at this pressure is $2256 Jg^{-1}$. What is the external work? **[IUT'11-12]**

(a) 169J (b) 128J (c) 445J (d) 137J

Solution: (a); $dW = PdV = 101325 \times (1671 - 1) \times 10^{-6} = 169.21$ J

05. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে 1mole আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বাড়ালে যে কাজ সম্পন্ন করে তা হল- **[BUET'10-11]**

(a) 8.314J (b) 4200J (c) 3.36×10^5J (d) 4.2J

সমাধান: (a); $\Delta W = P\Delta V = nR\Delta T = 1 \times 8.314 \times 4 = 8.314$J

06. When 20 J of work has been done on a gas, 40 J energy has been released. If the initial internal energy of the gas was 70 J, what is the final internal energy? **[IUT'08-09]**

(a) 50 J (b) 60 J (c) 90 J (d) 110 J

Solution: (a); $-40 = (U_f - U_i) - 20 \Rightarrow -40 = (U_f - 70) - 20 \Rightarrow U_f = 50$J

Type-03: যান্ত্রিক শক্তিকে তাপশক্তিতে রূপান্তর

➲ **Formula & Concept:**

একটি কাঠের গুড়িতে m ভরের বুলেট v বেগে ছুড়া হলো। বুলেটটি গুড়ির ভিতর ঘর্ষণের ফলে এক সময় থেমে যাবে এবং তাপশক্তি উৎপন্ন হবে। ঘর্ষণ বলের কারণে থেমে চারপাশের তাপমাত্রা $\Delta\theta$ পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে, $\frac{1}{2}mv^2 = Ms\Delta\theta$

এখানে, s = বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ, M = বস্তু যে পদার্থের মধ্যে দিয়ে যাচ্ছে তার ভর।

➢ m ভরের বস্তু h উচ্চতা থেকে পতিত হয়ে স্থিতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হলে, $mgh = ms\Delta\theta$
যদি বলা হয় এর মোট ভরের একটি অংশ তাপশোষণ/ ত্যাগ করে, তবে শুধু ততটুকু অংশের ভর নিয়ে কাজ করতে হবে।

01. From what height a piece of ice is allowed to fall due to the action of gravity so that 10% of the ice will be melted by the heat produced? Consider that all the mechanical energy has been converted into heat. **[IUT'21-22]**

(a) 5.6×10^5 m (b) 3.4×10^5 m (c) 5.6×10^4 m (d) 3.4×10^4 m

Solution: (b); $mgh \times 0.1 = ml_f \Rightarrow h = \frac{336000}{0.1\times9.8} m = 3.42857 \times 10^5$ m

02. একটি জলপ্রপাত 900 মিটার উঁচু। যদি ধরা হয় পতিত পানির গতিশক্তির অর্ধেক তাপে পরিণত হয়, তাহলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি কত হবে? **[KUET'16-17]**

(a) 0.1°C (b) 0.53°C (c) 1°C (d) 1.05°C (e) 10.5°C

সমাধান: **(d);** $\frac{1}{2}mgh = ms\Delta\theta \Rightarrow \frac{1}{2} \times 9.8 \times h = 4200(\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = \frac{4.9\times900}{4200} = 1.05°C$

03. A 750kg car moving at 23 ms^{-1} brakes to a stop. The brakes contain about 15 kg of iron, which, absorbs the energy. What is the increase in temperature of the brakes? Specific heat of iron is 450J. $(kg°C)^{-1}$ **[IUT'16-17]**

(a) 29.40°C (b) 39.40°C (c) 49.40°C (d) 19.40°C

Solution: (a); $\frac{1}{2}m_{car}V^2 = m_{iron}S\Delta\theta; \Delta\theta = 29.4°C$

04. A 4.2g lead bullet moving at 275ms^{-1} strikes a steel plate and stops. If all its kinetic energy is converted to thermal energy and none leaves the bullet, what is its temperature change? [Specific heat of lead is 130 J/kg°C]

(a) 255°C (b) 291°C (c) 300°C (d) 272°C **[IUT'14-15]**

Solution: (b); $\frac{1}{2}mv^2 = ms\Delta\theta \Rightarrow v^2 = 2s\,\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{v^2}{2s} = \frac{275^2}{2\times130} = 291°C$

05. একটি জলপ্রপাতে 120m উপর হতে পানি নিচে পতিত হয়। উপরের ও নিচের পানির তাপমাত্রার পার্থক্য নির্ণয় কর।

(a) 0.28°C (b) 0.26°C (c) 0.24°C (d) 0.21°C **[BUTEX'12-13]**

সমাধান: (a) ; $mgh = ms\Delta\theta \Rightarrow gh = s\Delta\theta \Rightarrow 9.8 \times 120 = 4200\ (\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = 0.28°C$

06. একটি জলপ্রপাতে 100 মিটার উপর হতে পানি নিচে পতিত হয়। উপরের ও নিচের পানির তাপমাত্রার পার্থক্য নির্ণয় কর। $[J = 4.2 JouleCal^{-1}]$ **[KUET'10-11]**

(a) 0.434°C (b) 0.234°C (c) 0.234°F (d) 0.564°C (e) 0.123°C

সমাধান: **(b);** $W = JH; Jms\Delta\theta = mgh \Rightarrow \Delta\theta = \frac{gh}{Js} \therefore \Delta\theta = 0.234°C$

07. এক খণ্ড বরফ উপর হতে ভূমিতে পতিত হল। এতে পতন শক্তির 50% তাপে রূপান্তরিত হওয়ায় বরফ খণ্ডটির এক চতুর্থাংশ গলে গেল। বরফ খণ্ডটি কত উচ্চতা হতে পতিত হয়েছিল নির্ণয় কর। বরফ গলনের সুপ্ততাপ 80000 cal kg^{-1} এবং তাপের যান্ত্রিক সমতা = 4.2 J cal^{-1}. **[CUET'04-05]**

সমাধান: $H = \frac{W}{J} = \frac{mhg}{2J}$

$\therefore \frac{mgh}{2J} = \frac{1}{4}mL_f \Rightarrow h = \frac{2J\times L_f}{4g} = \frac{2\times4.2\times80000}{4\times9.8} \Rightarrow h = 17142.86m \therefore h = 17.143$ km. **(Ans.)**

08. m ভরের একটি সীসার গুলি একটি গাছের দিকে ছোড়া হল। গাছে ঢোকার ও অপর পার্শ্বে বের হওয়ার সময় গুলিটির বেগ যথাক্রমে 500 ms^{-1} ও 300ms^{-1}। হারানো শক্তির 50% গুলিতে তাপরূপে জমা হয়েছে ধরে গুলির তাপমাত্রা বৃদ্ধি নির্ণয় কর? সীসার আপেক্ষিক তাপ = 0.031 kcal $kg^{-1}{}^{\circ}C^{-1}$; 1 kcal $kg^{-1}{}^{\circ}C^{-1}$ = 4.184 kJ $kg^{-1}{}^{\circ}C^{-1}$ **[RUET'03-04]**

সমাধান: হারানো শক্তি = $\frac{1}{2}m(500^2 - 300^2) = 8m \times 10^4$; উৎপন্ন তাপ = $4m \times 10^4 J = 40mkJ$

$\therefore Q = ms\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{40m}{m\times0.031\times4.184} = 308.4^{\circ}C$ **(Ans.)**

Question Type-04: সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার বিভিন্ন সমীকরণ

➲ **Formula & Concept:**

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা ধ্রুব থাকে। অর্থাৎ, তাপমাত্রার পরিবর্তন $dT = 0$. ফলে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন $dU = 0$ হবে।

$\therefore dQ = dW$

অর্থাৎ, সমগ্র শক্তিই কাজে রূপান্তরিত হয়। যদি তাপ প্রদানের ফলে সিস্টেমের আয়তন V_1 থেকে V_2 -এ পরিবর্তন হয় তবে সিস্টেমের কৃতকাজ, $W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$; n = গ্যাসের মোল সংখ্যা

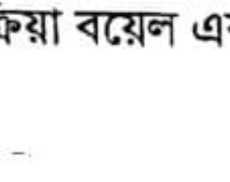
এই প্রক্রিয়া বয়েল এর সূত্র মেনে চলে ফলে, $P_1V_1 = P_2V_2$

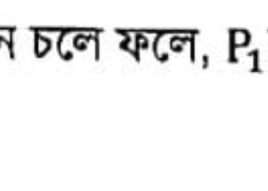
01. পিষ্টন-সিলিন্ডারের ভিতর আবদ্ধ স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপের শুষ্ক বায়ু সঙ্কুচিত করে এর আয়তনের অর্ধেক করা হলো। যদি তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে, তবে চূড়ান্ত চাপ কত হবে? **[RUET'14-15]**

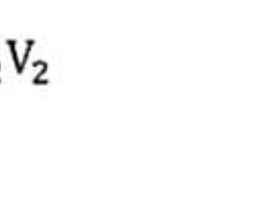
(a) $2.026 \times 10^5 Nm^{-2}$ (b) $4.12 \times 10^5 Nm^{-2}$ (c) $8.16 \times 10^5 Nm^{-2}$
(d) $10.026 \times 10^5 Nm^{-2}$ (e) None

সমাধান: **(a)**; $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_1V_1 = P_2 \cdot \frac{V_1}{2} \Rightarrow P_2 = 2P_1 = 2.026 \times 10^5\ Nm^{-2}$

02. একটি নির্দিষ্ট গ্যাসের জন্য $P = \frac{K}{V}$, যদি T স্থির থাকে। এখানে P = চাপ, V = আয়তন, T = তাপমাত্রা এবং K = ধ্রুবক। এমতাবস্থায় নিচের কোনটি সঠিক নয়? **[KUET'12-13]**

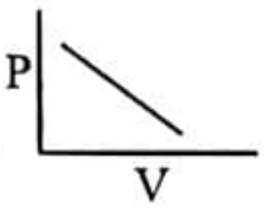
(a) 

(b) 

(c) 

(d)

(e)

সমাধান: **(e)**; 

03. 10^5 Pa চাপে এবং 25°C তাপমাত্রায় বায়ুর আয়তন $1.8m^3$। একে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সংকুচিত করে চাপ 5×10^5Pa করা হল। এই প্রক্রিয়ায় নির্গত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[BUTEX'21-22]**

সমাধান: $P_1V_1 = P_2V_2, \therefore \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}, P_1V_1 = P_2V_2 = nRT$

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, $W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = P_1V_1\ln\frac{P_1}{P_2} = 1 \times 10^5 \times 1.8 \times \ln\frac{1\times10^5}{5\times10^5} = -2.897 \times 10^5$ J

$\therefore Q = W = -2.897 \times 10^5$J $\therefore$ নির্গত তাপ = 2.897×10^5J

Question Type-05. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন সমীকরণ

➲ Formula & Concept:

➢ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাস সিস্টেম কোনো তাপশক্তির আদান প্রদান করে না। তাই, $dQ = 0$ হয়। ➢ $dW = -dU$ বা, $dW = -nC_v dT$ ➢ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাস সিস্টেমের তাপমাত্রা T_1 থেকে T_2 তে পরিবর্তিত হলে, গ্যাস সিস্টেম কর্তৃক কৃতকাজ, $W = \frac{nR}{\gamma-1}[T_1 - T_2]$ ➢ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার সূত্রাবলি, $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$; $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$; $T_1P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$	এক পরমাণুক গ্যাসের জন্য $\gamma = 1.67$ দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের জন্য $\gamma = 1.4$ ত্রি-পরমাণুক গ্যাসের জন্য $\gamma = 1.33$ n = গ্যাসের মোল সংখ্যা; R = গ্যাস ধ্রুবক

01. In a cylinder there is $0.001\ m^3$ gas at 300 K temperature and at 10^5 Pa pressure. The gas is expanded isothermally first and later on it is expanded again adiabatically. In each case ratio of expansion is 1:2. Calculate the total amount of work in expansion. ($\gamma = 1.4$) **[IUT'20-21]**

(a) 3072.17 J (b) 3172.17 J (c) 3272.17 J (d) 3372.17 J

Solution: (Blank answer); $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.001\times10^5}{8.314\times300}\text{mole} = 0.04\text{ mole}$

$TV^{\gamma-1} = \text{constant} \Rightarrow 300 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{0.4} = T_2 \Rightarrow T_2 = 227.357\text{ K}$

$W = W_1 + W_2 = 0.04 \times 8.314 \times 300\ln 2 + \frac{0.04\times8.314\times(300-227)}{0.4} = 130\text{ J}$

02. 137°C তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত হয়ে 5 গুণ আয়তন লাভ করল। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? [$\gamma = 1.4$]

(a) $-215°C$ (b) $-137°C$ **[KUET'18-19]**

(c) $-58°C$ (d) 58°C (e) 137°C

সমাধান: (c); $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 215.375K \approx -58°C$ (প্রায়)

03. 127°C তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ সংকুচিত হয়ে $\frac{1}{3}$ আয়তন লাভ করে। তাপমাত্রার পরিবর্তন কত? [$\gamma = 1.40$]

(a) 620.74°C (b) 347.74°C **[KUET'16-17]**

(c) 220.74°C (d) 127°C (e) $-45°C$

সমাধান: (c); $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \times T_1 = 3^{1.4-1} \times 400 = 620.74K\ \therefore \Delta T = T_2 - T_1 = 220.74°C$

04. 16°C তাপমাত্রার কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ শুষ্ক বায়ু হঠাৎ প্রসারিত হয়ে দ্বিগুণ আয়তন লাভ করে। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [$\gamma = 1.4$]

(a) 229K (b) $-53.38°C$ (c) $-53.98°C$ (d) 204.35K (e) $-68.65°C$

সমাধান: (c); $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = 219.02K = -53.98°C$ **[KUET'15-16]**

05. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের ক্ষেত্রে কোন সম্পর্কটি ধ্রুবক? **[Ans: d] [BUTEX'15-16]**

(a) $PT^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ (b) $TP^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ (c) $PT^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$ (d) $TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

06. 87.23°C এর কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত করে এর আয়তন দ্বিগুণ করা হলো। চূড়ান্ত তাপমাত্রা হবে-

(a) 0°C (b) 45°C (c) 10°C (d) 25°C **[KUET'14-15, BUET'09-10]**

সমাধান: (a) ; $T_2V_2^{\gamma-1} = T_1V_1^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 360.23 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{0.4} = 273.003K = 0°C$

07. রুদ্ধতাপায় পারবর্তনে নিচের কোন সম্পর্কটি সত্য?

(a) $TV^{\gamma} = C$ (b) $T^{\gamma-1}V = C$ (c) $TV^{\gamma-1} = C$ (d) $T^{\gamma}V = C$

সমাধান: (c); $PV^{\gamma} = k$ এবং $PV = nRT$ ব্যবহার করে দেখানো যায় $TV^{\gamma-1} =$ ধ্রুবক।

08. 30°C তাপমাত্রায় কিছু পরিমাণ শুষ্ক বায়ুকে আকস্মিকভাবে আয়তনের অর্ধেকে সংকুচিত করা হল। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? $[\gamma = 1.4]$ **[KUET'14-15]**

(a) 122.9°C (b) 410K (c) 126.81°C (d) 395.6K (e) 127°C

সমাধান: (c); $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow 303 \times 2^{0.4} = T_2 \times 1^{0.4} \Rightarrow T_2 = 399.81K = 126.81°C$

09. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বায়ুর আয়তন বৃদ্ধি পেয়ে দ্বিগুণ হল। প্রারম্ভের চাপ এক বায়ুচাপ হলে চূড়ান্ত চাপ কত? $[\gamma = 1.4]$ **[KUET'12-13, 11-12]**

(a) 0.49 (b) 0.93 (c) 0.38 (d) 0.83 (e) 0.15

সমাধান: (c); $P_1 = 1$ atm; $P_2 =?$; $V_2 = 2V_1$; $[\gamma = 14]$

$P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma} \Rightarrow 1.V_1^{\gamma} = P_2(2V_1)^{\gamma} \Rightarrow V_1^{\gamma} = P_2 2^{\gamma}.V_1^{\gamma} \Rightarrow 1 = P_2(2)^{1.4} \Rightarrow P_2 = 0.3789 \approx 0.38$ atm

10. 0°C তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট গ্যাসকে হঠাৎ প্রসারিত করে আয়তনে দ্বিগুণ করা হলো। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত ? $(\gamma = 1.4)$

(a) $-88.25°C$ (b) $-166.13°C$ (c) 88.25°C (d) $-66.10°C$ (e) 166.13°C **[KUET'11-12]**

সমাধান: (d); $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow 273 \times (V_1)^{0.4} = T_2 \times (2V_1)^{0.4} \Rightarrow T_2 = 206.89K = -66.10°C$

11. রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় $\gamma = 1.4$। দ্বি-পরমাণু গ্যাসের চাপ 0.5% বৃদ্ধি করা হলে গ্যাসের আয়তন কমবে- **[BUET'10-11]**

(a) 0.5% (b) 0.70% (c) 1.0% (d) 0.36%

সমাধান: (d); $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma} \Rightarrow V_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}.V_1 = \left(\frac{1}{1.005}\right)^{\frac{1}{1.4}} \times V = 0.9964$

$\therefore \%\Delta V = (1 - 0.9964) \times 100 = 0.36\%$

12. 1 মোলের কোনো গ্যাসকে 27°C সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত হতে দেওয়া হলো যতক্ষণ না পর্যন্ত এর আয়তন দ্বিগুণ হয়। তারপর রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসটিকে আবার আগের আয়তনে ফিরিয়ে আনা হল। মোট কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। $[\gamma = 1.4, R = 8.4 Jmol^{-1}K^{-1}]$ **[BUTEX'20-21]**

সমাধান: আয়তন, $V_2 = 2V_1$ ∴ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, $W_1 = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$= 1 \times 8.4 \times 300 \times \ln(2) = 1746.73$ J

অতঃপর, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসটিকে সংকুচিত করে আবার আগের আয়তনে আনা হলো।

এখানে, $T_2 = T = 300$ K ∴ $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_1 = T_2 \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = 300 \times \left(\frac{2V_1}{V_1}\right)^{1.4-1} = 395.8523732$ K

∴ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, $W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}$ [প্রাথমিক তাপমাত্রা − চূড়ান্ত তাপমাত্রা]

$= \frac{nR}{\gamma-1}[T_2 - T_1] = \frac{1\times8.4}{1.4-1}[300 - 395.8523732] = -2012.899$ J ∴ মোট কৃতকাজ, $W = W_1 + W_2 = -266.169$ J

13. 40 ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় এবং 76 সে.মি. বায়ু চাপে কিছু পরিমাণ বায়ুকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় আয়তন দ্বিগুণ করা হলে তাপমাত্রা কত হবে? আবার যদি পরিবর্তিত তাপমাত্রা থেকে 20 ডিগ্রী সেলসিয়াস বৃদ্ধি করা হয়, তবে এর চাপ কত হবে? $[\gamma = 1.4]$

সমাধান: $T_1 = 40 + 273 = 313K, T_2 =?$ **[KUET'19-20]**

$V_1 = V, V_2 = 2V;$

এখন, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 313 \times \left(\frac{V}{2V}\right)^{1.4-1} = 237.21K$

এরপর তাপমাত্রা 20°C বা 20K বৃদ্ধি করা হলে তাপমাত্রা = 257.21K

এখন, $P_1 = 76cm$; $P_2 =?$; $T_1 = 313K, T_2 = 257.21K$

$T_1P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Rightarrow \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow P_2 = P_1 \times \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = 76 \times \left(\frac{313}{257.21}\right)^{\frac{1.4}{1-1.4}} = 38.23cm$ **(Ans.)**

14. T_1 আদি তাপমাত্রার একটি আদর্শ গ্যাসের আদর্শ আদি আয়তন $2\ m^3$। রুদ্ধতাপায় প্রাক্রিয়ায় প্রসারণের ফলে এর আয়তন $4\ m^3$ হয় তারপর সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত করায় আয়তন $10\ m^3$ হয়, পরবর্তী ধাপে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সংকোচনের ফলে এর তাপমাত্রা পুনরায় T_1 হয়। এর চূড়ান্ত আয়তন কত? **[BUET'18-19]**

সমাধান: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \therefore \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = 2^{\gamma-1}$

এখন, $T_2V_3^{\gamma-1} = T_1V_4^{\gamma-1} \therefore \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_4}{V_3}\right)^{\gamma-1} \therefore V_4 = \frac{V_3}{2} = \frac{10}{2}m^3 = 5\ m^3$ **(Ans.)**

15. আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে নির্দিষ্ট আয়তনের শুষ্ক গ্যাসকে (i) সমোষ্ণ অবস্থায়, এবং (ii) রুদ্ধতাপ অবস্থায় তিনগুণ আয়তনে প্রসারিত হতে দেয়া হল। প্রতিক্ষেত্রে চূড়ান্ত চাপ কত হবে নির্ণয় কর। ($\gamma = 1.4$) **[RUET'18-19]**

সমাধান: (i) $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P \times V = P_2 \times 3V \Rightarrow P_2 = \frac{P}{3} = \frac{1.01325\times10^5}{3}Pa$; $P_2 = 33775Pa$ **(Ans.)**

(ii) $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma} \Rightarrow P \times V^{\gamma} = P_2 \times (3V)^{\gamma} \Rightarrow P_2 = \frac{P}{3^{\gamma}} \Rightarrow P_2 = \frac{1.01325\times10^5}{3^{1.4}}$; $P_2 = 21764.408Pa$ **(Ans.)**

16. $27°C$ তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত হয়ে আয়তন দ্বিগুণ হয়। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [$\gamma = 1.4$] **BUTEX'18-19]**

সমাধান: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \times T_1 \Rightarrow T_2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{1.4-1} \times (27 + 273) \Rightarrow T_2 = 227.36K$ [Ans.]

17. একটি সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও 10^6 Pa চাপে $0.001\ m^3$ গ্যাস আছে। গ্যাসটিকে প্রথমে সমোষ্ণ প্রসারণ করা হল এবং পরে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় আবারও প্রসারণ করা হল, প্রতি ক্ষেত্রেই প্রসারণের অনুপাত 1:2। প্রসারণে মোট কাজের পরিমাণ বের কর। **[BUET'17-18]**

সমাধান: সমোষ্ণ প্রসারণে কৃতকাজ $W_1 = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$; এখন $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{10^6\times0.001}{8.314\times300} = 0.4\ mole$

সুতরাং $W_1 = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 0.4 \times 8.314 \times 300\ln\left(\frac{2}{1}\right) = 691.54\ J$

এখন রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 300 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1.4-1} = 227.357K$

সুতরাং রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কৃত কাজ $W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) = \frac{0.4\times8.314}{1.4-1} \times (300 - 227.357) = 603.95\ J$

সুতরাং মোট কাজ $W = W_1 + W_2 = 1295.49\ J$ **(Ans.)**

18. এক পরমাণু বিশিষ্ট একটি আদর্শ গ্যাসকে $17°C$ তাপমাত্রায় হঠাৎ এর মূল আয়তনের এক-দশমাংশ আয়তনে সংকুচিত করা হল। সংকোচনের পর তাপমাত্রা কত হবে? **[BUET'16-17]**

সমাধান: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \Rightarrow 290 \times V_1^{\gamma-1} = T_2\left(\frac{V_1}{10}\right)^{\gamma-1}$। $T_1 = 17°C = 290K, \gamma = 1.67$

$\therefore T_2 = 290 \times (10)^{1.67-1}K = 1356.432K = 1083.432°C$

19. 1.2 atm চাপ এবং 310K তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন 4.3 L. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংকুচিত করে আয়তন 0.76 L করা হল। গ্যাসটির (ক) চূড়ান্ত চাপ এবং (খ) চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। [গ্যাসটিকে আদর্শ গ্যাস হিসাবে বিবেচনা করা যায় যার $\gamma = 1.4$]

সমাধান: $P_2V_2^{\gamma} = P_1V_1^{\gamma} \Rightarrow P_2 = P_1\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{\gamma} = 1.2 \times \left(\frac{4.3}{0.76}\right)^{1.4} = 13.5799\ atm$ **(Ans.)** **[BUET'14-15]**

আবার, $T_2V_2^{\gamma-1} = T_1V_1^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{\gamma-1} = 310 \times \left(\frac{4.3}{0.76}\right)^{1.4-1} = 620.0456K$ **(Ans.)**

20. একটি পারমাণবিক বোমা বিস্ফোরিত হলে সৃষ্ট আগুনের গোলকের ব্যাসার্ধ হয় 100 m এবং এর তাপমাত্রা 10^5k যদি গোলকটি রুদ্ধতাপ পদ্ধতিতে 1000 m ব্যাসার্ধে বর্ধিত হয় তবে এর সম্ভাব্য তাপমাত্রা কত হবে? (আপেক্ষিক তাপদ্বয়ের অনুপাত, $\frac{C_p}{C_v} = 1.66$).

সমাধান: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} \therefore T_1r_1^{3(\gamma-1)} = T_2r_2^{3(\gamma-1)}$ [$\because$ গোলকের আয়তন $V \propto r^3$] **[BUET'13-14, CUET'05-06]**

$\therefore 10^5 \times 100^{3(1.66-1)} = T_2 \times 1000^{3(1.66-1)} \therefore T_2 = 1047.12855K$

21. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কিছু শুষ্ক বায়ু সংনমিত প্রক্রিয়ায় সংনমিত করে এবং আয়তন অর্ধেক করা হলে। চূড়ান্ত চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান: $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma} \Rightarrow 1 \times V^{1.4} = P_2 \times \left(\frac{V}{2}\right)^{1.4} \therefore P_2 = 2.64\ atm$ **[RUET'12-13]**

22. $27°C$ তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত হয়ে দ্বিগুণ আয়তন লাভ করে। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত ?
[দেওয়া আছে $\gamma = 1.40$] **[RUET'10-11]**

সমাধান: $V_1 = V;\ V_2 = 2V;\ T_1 = 27°C = 300K \therefore T_2 = ?$

$\therefore T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow 300 \times V^{1.4-1} = T_2 \times (2V)^{1.4-1} \ \therefore T_2 = 227.36K = -45.64°C$ **(Ans.)**

23. $127°C$ তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত হয়ে দ্বিগুণ আয়তন লাভ করে। চূড়ান্ত তাপমাত্রার মান নির্ণয় কর।

সমাধান: হঠাৎ প্রসারণ ঘটে বলে এটি একটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া, আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 127°C = 400k$ **[RUET'07-08]**

এখানে, চাপ স্থির থাকে, আদি আয়তন, $V_1 = V$ হলে চূড়ান্ত আয়তন $V_2 = 2V$

চূড়ান্ত তাপমাত্রা T_2 হলে আমরা জানি, $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V}{2V}\right)^{1.4-1} = \left(\frac{1}{2}\right)^{0.4} = 0.7578$

$\Rightarrow T_2 = T_1 \times 0.7578 = 400 \times 0.7578 = 303.14K = 30.14°C$ **(Ans.)**

24. $100°C$ তাপমাত্রার বায়ুকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সংকুচিত করে এর অর্ধেক আয়তনে পরিণত করা হল। তাপমাত্রার পরিবর্তন নির্ণয় কর।

সমাধান: $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = (2)^{0.4} = 1.3195$ **[KUET'05-06]**

$\therefore \Delta T = (1.3195 - 1) \times T_1 = 0.3195 \times 373 = 119.1765\ K$ **(Ans.)**

25. $47°C$ তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত হয়ে দ্বিগুণ আয়তন লাভ করে। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? **[RUET'05-06]**

সমাধান: এখানে, $T_1 = (47 + 273)K = 320K, V_1 = V, V_2 = 2V, T_2 ?$

$\therefore T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \therefore T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 320 \left(\frac{v}{2v}\right)^{1.4-1} = 242.5K = -30.48°C$ **(Ans.)**

26. সমোষ্ণ প্রক্রিয়া কি? কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা $40°C$। রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় এর আয়তন দ্বিগুণ করলে চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? $(\gamma = 1.4)$ **[KUET'04-05]**

সমাধান: চাপ পরিবর্তনের ফলে যখন কোনো গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন হয়। কিন্তু তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না তাকে সমোষ্ণ পরিবর্তন বলে। যে প্রক্রিয়ায় এ পরিবর্তন ঘটে তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow 313 \times 1^{1.4-1} = T_2 \times 2^{1.4-1}$

$\Rightarrow T_2 = 237.2K \ \therefore T = -35.8°C$ **(Ans.)**

$T_1 = 40 + 273 = 313\ K$

27. একটি সিলিন্ডারের মধ্যে 3atm. চাপে এবং 300K উষ্ণতায় 10 litres বায়ু আছে। (a) চাপ যদি হঠাৎ করে দ্বিগুণ হয় তাহলে বায়ুর আয়তন ও উষ্ণতা কত হবে? (b) চাপ যদি খুব ধীরে দ্বিগুণ করা হয় তাহলে বায়ুর আয়তন ও উষ্ণতা কত হবে? **[KUET'03-04]**

সমাধান: (a); রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের ক্ষেত্রে, $P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} \therefore \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_1}{V_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$

$\therefore V_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1/\gamma} \times V_1 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{1}{1.4}\right)} \times 10 = 6.095\ litre$

$T_1 P_1^{\left(\frac{1}{\gamma}-1\right)} = T_2 P_2^{\left(\frac{1}{\gamma}-1\right)} \Rightarrow T_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\left(\frac{1}{\gamma}-1\right)} \times T_1 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{1}{1.4}-1\right)} \times 300 = 365.7K$ **(Ans.)**

(b) সমোষ্ণ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে, $P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{10}{2} = 5\ litre$

যেহেতু, এটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া, তাই উষ্ণতার কোন পরিবর্তন হবে না। **(Ans.)**

28. $285K$ তাপমাত্রা ও $100\ kPa$ চাপের $20\ m^3$ আয়তনের এক পারমাণবিক গ্যাসকে হঠাৎ করে $0.5\ m^3$ আয়তনে সংকুচিত করা হলে, নতুন তাপমাত্রা ও চাপ কত? (এক পারমাণবিক গ্যাসের জন্য $\gamma = 1.67$) **[BUTEX'03-04]**

সমাধান: $P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} \Rightarrow P_2 = P_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} = 100 \times 10^3 \times \left(\frac{20}{0.5}\right)^{1.67} = 47.363 \times 10^6 Pa$ **(Ans.)**

আবার, $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 285 \times \left(\frac{20}{0.5}\right)^{1.67-1} = 3374.62K$ **(Ans.)**

29. একটি মোটর টায়ারকে 15°C তাপমাত্রায় 2 বায়ুমন্ডলীয় চাপে পাম্প করায় টায়ারটি হঠাৎ ফেটে গেল। এর ফলে, তাপমাত্রা কত কমে যাবে তা বের কর। $\gamma = 1.4$ **[BUET'02-03]**

সমাধান: আমরা জানি, $P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T_1 = P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T_2$। এখানে, $T_1 = 15°C = 288K$ এবং $P_1 = 2atm$, $P_2 = 1atm$ (ফেটে যাওয়ার পর টায়ারের চাপ আর বায়ুমণ্ডলীয় চাপ সমান হবে)

$\Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 288 \times \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{1-1.4}{1.4}} = 236.26K$, তাপমাত্রা হ্রাস পায় $= 288 - 236.26 = 51.74°C$ **(Ans.)**

Question Type-06. ইঞ্জিন এর কৃতকাজ, দক্ষতা

➲ **Formula & Concept:**

➢ দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ [Q_2 = বর্জিত তাপ, Q_1 = গৃহীত তাপ এবং কৃতকাজ, $W = Q_1 - Q_2$]

➢ শুধুমাত্র প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায়, $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} \therefore \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ [T_2 = নিম্ন তাপমাত্রা এবং T_1 = উচ্চ তাপমাত্রা]

লক্ষণীয়ঃ একটি পূর্ণ চক্রে সর্বদা এনট্রপির পরিবর্তন 0 হবে।

01. একটি কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 50% যখন ইহার তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 27°C। ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা 60% করতে উৎসের তাপমাত্রা কত বাড়াতে হবে? **[CKRUET'21-22]**

(a) 60 K (b) 120 K (c) 150 K (d) 160 K (e) 200 K

সমাধান: **(c)**; $0.5 = 1 - \frac{T_l}{T_n} \Rightarrow \frac{T_l}{T_n} = 0.5 \Rightarrow T_n = \frac{300}{0.5} K = 600 K \Rightarrow 0.6 = 1 - \frac{T_l}{T_n + x} \Rightarrow 0.4 = \frac{300}{x + T_n} \Rightarrow x = 150 K$

02. In one cycle, a heat engine absorbs 500 J from a high temperature reservoir and expels 300 J to a low temperature reservoir. If the efficiency of this engine is 60% of the efficiency of a Carnot engine, what is the ratio of the low temperature to the high temperature in the Carnot engine? **[IUT'21-22]**

(a) $\frac{1}{3}$ (b) $\frac{1}{4}$ (c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{5}$

Solution: (a); $\eta_1 = 1 - \frac{300}{500} = \frac{2}{5} \therefore \eta_{heat} = \eta_{carnot} \times 0.6$

$\Rightarrow \eta_{carnot} = \frac{\eta_{heat}}{0.6} = \frac{2}{5} \times \frac{5}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow 1 - \frac{T_e}{T_n} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{T_e}{T_n} = \frac{1}{3}$

03. A developed country generates about 5.0×10^{16}J of electrical energy a day. If this energy is generated by a power plant with an average efficiency of 30%, how much heat is dumped into the environment each day? **[IUT'19-20]**

(a) 1.67×10^{16}J (b) 1.167×10^{17}J (c) 1.87×10^{16}J (d) 1.25×10^{16}J

Solution: (b); dumped $= 70\% \therefore$ dumped energy $= \left(\frac{7}{3} \times 5 \times 10^{16}\right) J = 1.167 \times 10^{17} J$

04. একটি কার্নো (Carnot) ইঞ্জিন 27°C এবং 180°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত। ইঞ্জিন তাপ উৎস থেকে 8.6×10^4J তাপ গ্রহণ করে। ইঞ্জিন দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? **[KUET'18-19]**

(a) 1687J (b) 25.79kJ (c) 29.05kJ (d) 2.9×10^6J (e) 2.55×10^5J

সমাধান: **(c)**; $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow Q_2 = \frac{300}{453} \times 8.6 \times 10^4 = 56953.6J \therefore W = Q_1 - Q_2 = 29.05kJ$

05. A Carnot engine whose sink is at 300 K has an efficiency of 40%. By how much should the temperature of source be increased, so as to increase its efficiency by 50% of original efficiency? **[IUT'18-19]**

(a) 275 K (b) 300 K (c) 250 K (d) 380 K

Solution: (c); $1 - \frac{T_1}{T_2} = 0.4 = \eta_1$; $\frac{T_1}{T_2} = 0.6 = T_2 = \frac{300}{0.6} = 500K$

$\eta_2 = \eta_1 \times 1.5 = 0.4 \times 1.5 = 0.6 \therefore 1 - \frac{T_1}{T_3} = 0.6 \quad \therefore T_3 = \frac{T_1}{0.4} = \frac{300}{0.4} = 750 \therefore \Delta T = 750 - 500 = 250K$

06. A Carnot heat engine operate between a hot reservoir at absolute temperature T_H and a cold reservoir at absolute temperature T_C. Its efficiency is- **[Ans: d] [IUT'17-18]**

(a) $\frac{T_H}{T_c}$ (b) $\frac{T_C}{T_H}$ (c) $1-\frac{T_H}{T_C}$ (d) $1-\frac{T_C}{T_H}$

07. একটি ইঞ্জিন 4500J তাপ শোষণ করে এবং 2500J তাপ বর্জন করে। কাজের পরিমাণ কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) 1000J (b) 2000J (c) 7000J (d) 1000J

সমাধান: **(b)**; কাজের পরিমাণ = শোষিত তাপ – বর্জিত তাপ = $(4500-2500)J = 2000J$

08. A power station contains a heat engine operating between two heat reservoirs, one containing steam at 100°C and other containing water at 20°C What is the maximum amount of electrical energy which can be generated for each Joule of the heat extracted from the steam? **[IUT'16-17]**

(a) 0.263J (b) 0.235J (c) 0.214J (d) 0.278J

Solution: (c); $\eta = 1-\frac{T_2}{T_1} = 0.214\%$; $W = \eta Q = 0.214J$

09. একটি কার্ণো ইঞ্জিনের তাপ উৎস এবং তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে 229°C এবং 106°C। ইঞ্জিন 600×10^5 cal/cycle তাপ শোষণ করলে প্রতি সাইকেলে তাপ শক্তি বর্জন নির্ণয় কর। **[KUET'15-16]**

(a) 4.53×10^7J (b) 1.47×10^7cal (c) 4.53×10^7cal (d) 2.78×10^7cal (e) 3.22×10^5J

সমাধান: **(c)**; $\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{T_1}{T_2}\Rightarrow Q_2=\left(\frac{T_2}{T_1}\right)Q_1 = 4.53\times10^7$cal

10. 127°C এবং 427°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত একটি ইঞ্জিনের সম্ভাব্য সর্বোচ্চ দক্ষতা কত হবে? **[CUET'15-16]**

(a) 23.62% (b) 42.86% (c) 50% (d) 70.25%

সমাধান: **(b)**; $\eta=\left(1-\frac{T_2}{T_1}\right)\times100\% = 42.86\%$

11. একটি কার্নো ইঞ্জিন বাষ্প বিন্দু ও বরফ বিন্দুর মধ্যে কাজ করলে এর দক্ষতা কত? **[RUET'14-15]**

(a) 61.28% (b) 62.18% (c) 26.18% (d) 26.81% (e) None

সমাধান: **(d)**; $\eta = 1-\frac{273}{373} = 26.81\%$

12. একটি কার্নো ইঞ্জিন 500K তাপমাত্রার তাপ উৎস হতে 1250J তাপ গ্রহণ করে ও তাপ গ্রাহকে 700J তাপ বর্জন করে। তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। **[CUET'14-15, 13-14, 10-11, 08-09]**

(a) 450 K (b) 280 K (c) 0 K (d) None of these

সমাধান: **(b)**; $\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{T_1}{T_2}\Rightarrow\frac{1250}{700}=\frac{500}{T_2}\therefore T_2 = 280K$

13. একটি কার্ণো ইঞ্জিন 500K তাপমাত্রার তাপ উৎস থেকে 300 cal তাপ গ্রহণ করে এবং তাপ গ্রাহকে 225 cal তাপ বর্জন করে। তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত? **[CUET'14-15]**

(a) 666.67 K (b) 135 K (c) 300 K (d) 375 K

সমাধান: **(d)**; $\frac{Q_2}{Q_1}=\frac{T_2}{T_1}\therefore T_2=\left(\frac{225}{300}\times500\right)K = 375K$

14. During one cycle an engine extracts 2.00×10^3J of energy from a hot reservoir and transfers 1.50×10^3J to a cold reservoir. How much power does the engine generate if it goes through 4 cycles in 2.5s? **[IUT'14-15]**

(a) 750 W (b) 800 W (c) 825 W (d) 775 W

Solution: (b); $P=\frac{W}{t}=\frac{4\Delta W}{t}=\frac{4\times(Q_1-Q_2)}{t}=\frac{4\times(2\times10^3-1.5\times10^3)}{2.5}=800$ W

15. 127°C এবং 427°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত একটি ইঞ্জিনের সম্ভাব্য সর্বোচ্চ দক্ষতা কত হবে? **[RUET'13-14, BUTEX'13-14, BUET'10-11, 09-10, 06-07]**

(a) 48% (b) 42% (c) 29.74% (d) 70.25%

সমাধান: **(b)**; $\eta=\left(1-\frac{T_2}{T_1}\right)\times100\%=\left(1-\frac{400}{700}\right)\times100\%=42.86\%$

16. 1 টি ইঞ্জিন 127°C এবং 27°C তাপমাত্রায় কাজ করে। এর দক্ষতা কত? **[BUTEX'13-14]**

(a) 30% (b) 25% (c) 24% (d) 28%

সমাধান: (b) ; $\eta = 1-{}^{T_2}/_{T_1} = 25\%$

17. "তাপ শক্তিকে সম্পূর্ণভাবে কখনই যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর সম্ভব নয়" -এটি কোন বিজ্ঞানীর বিবৃতি? **[Ans: b][BUTEX'13-14]**

(a) কেলভিন (b) কার্নো (c) প্ল্যাংক (d) চার্লস

18. একটি চক্রাকার প্রক্রিয়ায়, গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি- **[Ans: c] [BUTEX'12-13]**

(a) বৃদ্ধি (b) হ্রাস পায় (c) ধ্রুব থাকে (d) শূন্য হয়

19. একটি কার্নো-চক্রে মোট এনট্রপির পরিবর্তন হল- **[Ans: a] [BUET'11-12]**

(a) zero (b) $\frac{Q_1-Q_2}{T_1-T_2}$ (c) less than zero (d) greater than zero

20. একটি কার্নো ইঞ্জিন পানির হিমাংক ও স্ফুটনাংকের মধ্যে কার্যরত আছে। ইঞ্জিনটির দক্ষতা কত? **[KUET'11-12]**

(a) 100% (b) 0% (c) 26.81% (d) 28.62% (e) 26.05%

সমাধান: (c); $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{273}{373} = 26.81\%$

21. একটি কার্নো ইঞ্জিন-এর সিঙ্কের তাপমাত্রা 27^0C এবং ক্ষমতা 50%। উৎসের তাপমাত্রা কি পরিমাণ বৃদ্ধি করলে দক্ষতা 60% হবে? **[CUET'11-12, SUST'10-11]**

(a) 150 K (b) 600 K (c) 450 K (d) None of these

সমাধান: (a); ১ম ক্ষেত্রে, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 0.5 = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - 0.5 = 0.5 \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{0.5} = \frac{300}{0.5} = 600K$

২য় ক্ষেত্রে, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 0.6 = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - 0.6 = 0.4 \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{0.4} = \frac{300}{0.4} = 750K$

∴ উৎসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে $(750 - 600)K = 150K$

22. In a Carnot's engine the temperature of the source and sink are respectively 500 K and 375 K. If the engine consumes 252×10^4J per cycle. What is the work done per cycle? **[IUT'11-12]**

(a) 63×10^4J (b) 79×10^4J (c) 53×10^4J (d) 89×10^4J

Solution: (a); $W = \eta \times 252 \times 10^4 = \left(1 - \frac{375}{500}\right) \times 252 \times 10^4\ J = 63 \times 10^4\ J$

23. একটি কার্নো ইঞ্জিন 500K তাপমাত্রার তাপ উৎস হতে 1250J তাপ গ্রহণ করেও তাপ গ্রাহকে 700J তাপ বর্জন করে। তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত? **[CUET'10-11]**

(a) 550K (b) 892.9K (c) 280K (d) None of these

সমাধান: (c); $\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow \frac{500}{T_2} = \frac{1250}{700} \therefore T_2 = 280K$

24. A Carnot engine takes heat at 227°C and releases at 77°C. The efficiency of the engine is– **[IUT'10-11]**

(a) 70% (b) 35% (c) 30% (d) 66%

Solution: (c); $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{77+273}{227+273}\right) \times 100\% = 30\%$

25. A Carnot engine working between 27°C and 127°C takes up 800 J of heat from the reservoir in one cycle. What is the work done by the engine? **[IUT'08-09]**

(a) 100 J (b) 200 J (c) 300 J (d) 400 J

Solution: (b); $w = \eta \times 800 = \left(1 - \frac{27+273}{127+273}\right) \times 800 = 200J$

26. একটি প্রত্যাবর্তী ইঞ্জিন তাপের $1/6^{th}$ অংশকে কাজে রূপান্তর করে। যখন উৎসের তাপমাত্রা ঠিক রেখে গ্রাহকের তাপমাত্রা 62°C কমানো হয়, তখন ইঞ্জিনের দক্ষতা দ্বিগুণ হয়। গ্রাহক এর তাপমাত্রা নির্ণয় কর। **[BUET'19-20]**

সমাধান: ধরি, গ্রাহকের তাপমাত্রা T_1 ও উৎসের তাপমাত্রা T_2।

এখন, $W = Q_1 \times \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{W}{Q_1} = \frac{1}{6} = \eta$

$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{6} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ আবার, $\frac{2}{6} = 1 - \frac{T_1-62}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{3} = 1 - \frac{T_1}{T_2} + \frac{62}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{1}{6} + \frac{62}{T_2}$

$\therefore T_2 = 372\ K = 99°C\ \&\ T_1 = 310K = 37°C$ ∴ গ্রাহকের তাপমাত্রা 37°C।

27. একটি কার্নো চক্রের দক্ষতা $\frac{1}{6}$। তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা $70°C$ কমানোর ফলে দক্ষতা হয় $\frac{1}{3}$। কার্নোর চক্রটি এখন কোন প্রারম্ভিক এবং চূড়ান্ত তাপমাত্রাদ্বয়ে কার্যরত? **[BUTEX'19-20]**

সমাধান: $\frac{1}{6} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \ldots\ldots\ldots (i)$; $\frac{1}{3} = 1 - \frac{T_2-70}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} + \frac{70}{T_1} = \frac{1}{6} + \frac{70}{T_1}$ [from (i)]

$\therefore \frac{70}{T_1} = \frac{1}{3} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6} \therefore T_1 = 420K \therefore T_2 = T_1\left(1 - \frac{1}{6}\right) = 350K$

∴ বর্তমানে প্রারম্ভিক তাপমাত্রা $420K$ ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা $(350 - 70)K = 280K$ **(Ans.)**

28. একটি কার্নো ইঞ্জিন যখন $27°C$ তাপমাত্রায় তাপ গ্রাহকে থাকে তখন এর কর্মদক্ষতা 50%। একে 60% দক্ষ করতে হলে এর উৎসের তাপমাত্রা কত বাড়াতে হবে? **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: ধরি, উৎসের তাপমাত্রা T

গ্রাহকের তাপমাত্রা $T_1 = 27 + 273 = 300K$; $\eta = 1 - \frac{T_1}{T} \Rightarrow 0.5 = 1 - \frac{300}{T} \Rightarrow T = 600\ K$;

$\eta = 60\%$ হলে, $0.6 = 1 - \frac{T_1}{T} = 1 - \frac{300}{T} \Rightarrow T = 750K$; তাপমাত্রা বাড়াতে হবে $(750 - 600)K = 150K$

29. একটি কার্নো ইঞ্জিন অন্তর্গামী তাপের $\frac{1}{4}$ অংশ কাজে রূপান্তর করে। এর তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা আরো $70°C$ হ্রাস করলে তার দক্ষতা দ্বিগুণ হয়। উৎস তাপমাত্রা ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা বের কর। **[RUET'12-13, 09-10, KUET'03-04]**

সমাধান: ১ম ক্ষেত্রে, $\eta = \frac{1}{4} = \frac{T_1-T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{1}{4} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{3}{4}$

২য় ক্ষেত্রে, $\frac{T_1-(T_2-70)}{T_1} = \frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{2} \Rightarrow 1 - \frac{T_2}{T_1} + \frac{70}{T_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{70}{T_1} = \frac{1}{2} + \frac{3}{4} - 1 = \frac{1}{4}$

$\therefore T_1 = 280K \therefore T_2 = \frac{3}{4} \times 280 = 210K$ **(Ans.)**

30. একজন আবিষ্কর্তা দাবি করল যে তার উদ্ভাবিত ইঞ্জিন $700K$ এবং $400K$ তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত এবং এর দক্ষতা 48%, তার দাবি কী সঠিক ? **[RUET'12-13]**

সমাধান: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{400}{700} = 42.86\%$; $\eta \neq 48\% \therefore$ দাবি সঠিক নয়।

31. কার্নো ইঞ্জিন বরফবিন্দু ও বাষ্পবিন্দুর মধ্যে কাজ করলে তার দক্ষতা নির্ণয় কর। **[BUTEX'10-11]**

সমাধান: বরফ বিন্দুর তাপমাত্রা $T_2 = 273K$; বাষ্প বিন্দুর তাপমাত্রা $T_1 = 373K$

$\therefore$ দক্ষতা $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{273}{373}\right) \times 100\% = 26.8\%$

32. একটি কার্নো ইঞ্জিনের তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে $500K$ ও $375K$ । যদি ইঞ্জিনটি প্রতি চক্রে 252×10^4 J তাপ শোষণ করে তবে, (i) ইঞ্জিনের দক্ষতা, (ii) প্রতিচক্রে কাজের পরিমাণ ও (iii) প্রতি চক্রে বর্জিত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান: $T_1 = 500K$, $T_2 = 375K$, $Q_1 = 252 \times 10^4$ J, $Q_2 = ?$, $\eta = ?$, $W = ?$ **[RUET'08-09, BUET'03-04, 01-02]**

(i) $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{375}{500} = 0.25 = 25\%$ **(Ans.)**

(ii) $W = Q_1 - Q_2 = (252 - 189) \times 10^4 = 6.3 \times 10^5 J$**(Ans.)**

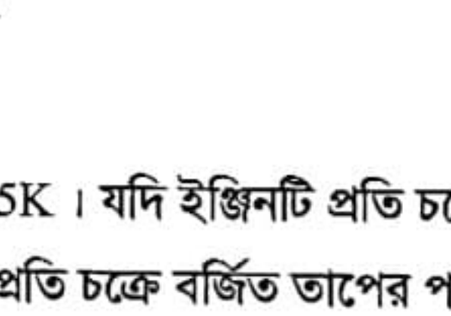
(iii) $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow Q_2 = \frac{375}{500} \times 252 \times 10^4 = 1.89 \times 10^6 J$ **(Ans.)**

33. একটি কার্নো চক্র প্রাথমিক $327°C$ তাপমাত্রায় কাজ সম্পন্ন করে। প্রতিটি ধাপে সংকোচন বা প্রসারণের অনুপাত 1:6 হলে কার্নো চক্রের সর্বনিম্ন তাপমাত্রা এবং দক্ষতা নির্ণয় কর। $[\gamma = 1.4]$ **[BUET'07-08]**

সমাধান: $\frac{V_1}{V_4} = \frac{1}{6}$ [সংকোচন] $T_2V_4^{\gamma-1} = T_1V_1^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_4}\right)^{\gamma-1}$

$= (327 + 273)\left(\frac{1}{6}\right)^{1.4-1} = 293.0156K = 20.0156°C$

$\therefore \eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% = 51.16\%$



34. একটি কার্নো ইঞ্জিন যখন 27°C তাপমাত্রায় তাপগ্রাহক থাকে তখন এর কর্মদক্ষতা 50%। একে 60% দক্ষ করতে হলে এর উৎসের তাপমাত্রা কত বাড়াতে হবে? **[RUET'07-08]**

সমাধান: ১ম ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা, $\eta_1 = 50\% = 0.5$, গ্রাহকের তাপমাত্রা, $T_2 = (27 + 273)K = 300K$, প্রথম ক্ষেত্রে উৎসের তাপমাত্রা T_1 হলে $\eta_1 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta_1 = 0.5 \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{0.5} = \frac{300k}{0.5} = 600K$

২য় ক্ষেত্রে উৎসের তাপমাত্রা T_1' হলে $\eta = \frac{T_1' - T_2}{T_1'} = 1 - \frac{T_2}{T_1'} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1'} = 1 - \eta = 1 - 0.6 = 0.4$

$\Rightarrow T_1' = \frac{T_2}{0.4} = \frac{300K}{0.4} = 750K$

সুতরাং উৎসের তাপমাত্রা বাড়াতে হবে $\Delta\theta = 750K - 600K = 150K = 150°C$ **(Ans.)**

35. একটি কার্নো ইঞ্জিন 0°C এবং 100°C উষ্ণতায় রয়েছে। এর তাপীয় কার্য দক্ষতা (সর্বোচ্চ) কত? **[BUTEX'06-07]**

সমাধান: এখানে, $T_1 = 273K, T_2 = 100 + 273 = 373K$

$\therefore$ কর্মদক্ষতা $\eta = \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{273}{373}\right) \times 100 = 26.809\%$

36. একটি কার্নো ইঞ্জিনের উৎস তাপমাত্রা ও তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে 227°C ও 27°C। ইঞ্জিনের দক্ষতা নির্ণয় কর। **[RUET'04-05]**

সমাধান: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 10\% = \frac{500 - 300}{500} \times 100\%$

$= 0.4 \times 100\% = 40\%$ **(Ans.)**

$T_1 = (227 + 273) = 500$ K
$T_2 = (27 + 273) = 300$ K, $\eta = ?$

37. একটি কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা $\frac{1}{6}$. তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা 65°C কমালে দক্ষতা $\frac{1}{3}$ হয়। তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর. **[BUET'02-03]**

সমাধান: ধরি, তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে-

T_1 ও T_2K তাহলে, $\frac{1}{6} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{6} \Rightarrow 5T_1 = 6T_2 \ldots\ldots\ldots$ (i)

আবার, $\frac{1}{3} = 1 - \frac{T_2 - 65}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2 - 65}{T_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow 3T_2 - 195 = 2T_1 \ldots\ldots\ldots$ (ii)

(i) ও (ii) $\Rightarrow T_1 = 390K$ এবং $T_2 = 325K$ **(Ans.)**

38. 167°C এবং 37°C উষ্ণতাদ্বয়ের মধ্যে কার্যরত একটি কার্নোর ইঞ্জিনে 2×10^4 cal তাপ সরবরাহ করা হয়। ইঞ্জিনটি কতটুকু উপযোগী কাজ করতে সমর্থ হবে? **[BUTEX'02-03]**

সমাধান: $T_1 = (167 + 273) = 440K; T_2 = 37 + 273 = 310K$

আমরা জানি, $\frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \Rightarrow Q_1 - Q_2 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times Q_1 = \frac{440 - 310}{440} \times 2 \times 10^4 = 5909.09$ Cal

39. একটি আদর্শ কার্নো ইঞ্জিনের উৎস এবং সিঙ্কের তাপমাত্রা যথাক্রমে 450K এবং 350K। প্রতি সাইকেলে ইঞ্জিনটি যদি উৎস হতে 1kcal তাপ গ্রহণ করে তাহলে (i) প্রতি সাইকেলে সিঙ্কে বর্জিত তাপ (ii) ইঞ্জিনটির দক্ষতা এবং (iii) প্রতি সাইকেলে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [J = 4.184kJ/kcal] **[BUET'01-02]**

সমাধান: (i) $Q_1 = 1kCal = 4.184kJ$

$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow Q_2 = Q_1 \frac{T_2}{T_1} = 1kCal \times \frac{350K}{450K} = 0.78kCal$ $\therefore$ বর্জিত তাপ 0.78kCal(**Ans.**)

(ii) দক্ষতা $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{350K}{450K} = 22.22\%$(**Ans.**)

(iii) প্রতি চক্রে সম্পাদিত কাজ $= Q_1 - Q_2 = (1 - 0.78)kCal = 0.22kCal = 0.22 \times 4.184kJ = 0.92048kJ$(**Ans.**)

Question Type-07: রেফ্রিজারেটর

➲ **Formula & Concept:**

কোনো রেফ্রিজারেটর কতটা efficient তা কার্যকৃত সহগের মাধ্যমে বোঝা যায়। যদি রেফ্রিজারেটর এর ভিতরের প্রকোষ্ঠ থেকে অপসারিত তাপশক্তি Q_1, কমপ্রেসার কর্তৃক কৃত কাজ W এবং পরিবেশে বিমুক্ত তাপশক্তি Q_2 হয় তবে শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে, $Q_2 = Q_1 + W$.

কার্যকৃত সহগ, $K = \frac{\text{প্রকোষ্ঠ থেকে অপসারিত তাপ}}{\text{কমপ্রেসর কর্তৃক কৃত কাজ}} = \frac{Q_1}{W}$

01. একাট রেফ্রিজারেটরের কার্যকৃত সহগ হলো 4.6। ঠান্ডা প্রকোষ্ট থেকে প্রতিচক্রে 250 J অপসারণ করলে প্রতিচক্রে কৃত কাজের পরিমাণ কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) 46J (b) 48J (c) 50J (d) 54J

সমাধান: **(d);** কার্যকৃত সহগ $= \frac{dQ}{dW}$ $\therefore dW = 54.35\,J \approx 54\,J$

02. একটি ফ্রিজের মোটরের ক্ষমতা 200 W। যদি ঠান্ডা প্রকোষ্ঠের তাপমাত্রা 270 K এবং বাহিরের তাপমাত্রা 300 K হয় তাহলে 100 min এ ঠান্ডা প্রকোষ্ঠ থেকে সর্বোচ্চ কী পরিমাণ তাপ পাওয়া যাবে? **[BUTEX'01-02]**

সমাধান: এখানে, $T_1 = 300K, T_2 = 270K$; $K = \frac{Q_1}{W} = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1} = \frac{T_1}{T_2 - T_1} = \frac{270}{300-270} = 9$

$\Rightarrow \frac{Q_1}{Pt} = 9 \Rightarrow Q_1 = 9 \times 200 \times 100 \times 60 = 1.08 \times 10^7\,J$

Question Type-08: এনট্রপি

➲ **Formula & Concept:**

♦ এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = \frac{dQ}{T}$, একক $= JK^{-1}$

➢ তাপমাত্রা স্থির অবস্থায় দশা পরিবর্তনের জন্য এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = \frac{ml_f}{T_f}$ বা, $\Delta S = \frac{ml_v}{T_v}$

l_f = গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ; T_f =গলনাঙ্ক (K); l_v =বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ; T_v = স্ফুটনাঙ্ক (K)

➢ দশা অপরিবর্তিত রেখে তাপমাত্রা T_1 থেকে T_2 হলে এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = ms\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$

♦ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dS = 0$।

01. $-10°C$ তাপমাত্রার 10 gm বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। বরফের আপেক্ষিক তাপ = 0.5 এবং বরফ গলনের সুপ্ত তাপ = 80 cal/gm. **[CKRUET'21-22]**

(a) 0.373 cal/K (b) 0.1866 cal/K (c) 0.0373 cal/K (d) 2.930 cal/K (e) 3.120 cal/K

সমাধান:**(e);** $\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 = m_{ice}s_{ice}\ln\frac{273}{263} + \frac{m_{ice}l_f}{273} = 10\left(0.5\ln\frac{273}{263} + \frac{80}{273}\right)$ cal/K = 3.11699 cal/K = 3.12 cal/K

02. 0°C তাপমাত্রায় 5kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? **[CKRUET'21-22]**

(a) 4153.85 J/K (b) 5361.13 J/K (c) 6053.13 J/K (d) 6153.85 J/K (e) 5153.85 J/K

সমাধান: **(d);** $\Delta S_{net} = \frac{ml_f}{T} = \frac{5\times336000}{273} JK^{-1} = 6153.846154\,JK^{-1}$

03. $-10°C$ তাপমাত্রায় 10 kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 80,000 Cal/kg, বরফের আপেক্ষিক তাপ 0.5 $Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$] **[CKRUET'20-21]**

(a) 3.12 $kcalK^{-1}$ (b) 2.93 $kcalK^{-1}$ (c) 312 JK^{-1} (d) 0.187 $kcalK^{-1}$ (e) 3.12 $CalK^{-1}$

সমাধান: **(b);** $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = mS_{ice}\ln\frac{273}{273-10} + \frac{ml_f}{273} = 10 \times 0.5 \times \ln\frac{273}{263} + \frac{10\times80000\times4.2}{273}$

$= 12307.88JK^{-1} = 12.31kJK^{-1} = 2.93kcalK^{-1}$

04. 20°C তাপমাত্রার 20kg পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ $= 2.26 \times 10^6\,Jkg^{-1}K^{-1}$] **[KUET'17-18]**

(a) $1.41 \times 10^5 JK^{-1}$ (b) $1\,26 \times 10^6 JK^{-1}$ (c) $141.46JK^{-1}$

(d) $1.7 \times 10^6 ergK^{-1}$ (e) $1.38 \times 10^3 JK^{-1}$

সমাধান: **(a);** $dS = msln\frac{T_2}{T_1} + \frac{ml_v}{T_2} = 1.41 \times 10^5 JK^{-1}$

05. $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার 1 kg পানিকে $0^{\circ}C$ তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে এনট্রাপর পারবতন কত হবে? [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 336000\ Jkg^{-1}$ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$] **[KUET'16-17]**

(a) $-2541.6\ JK^{-1}$ (b) $-1310.85JK^{-1}$ (c) $-1230.77JK^{-1}$ (d) $1230.77JK^{-1}$ (e) $2541.6JK^{-1}$

সমাধান: **(a)**; $\Delta s = ms\ln\frac{273}{373} - \frac{ml_f}{273} = -2541.6\ JK^{-1}$

06. $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার 1gm পানি ও $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার 1gm জলীয় বাষ্পের 1 বায়ুমন্ডলীয় চাপে এনট্রপির পার্থক্য কত? [$100^{\circ}C$ তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের সুপ্ততাপ $= 540$ cal/gm] **[KUET'15-16]**

(a) -1.45 cal/K (b) 1.45 cal/K (c) 540 cal/K (d) 1.98 cal (e) 5.4 cal

সমাধান: **(b)**; $\Delta Q = ml_v = 540\ cal\ \therefore \Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = 1.45\ cal\ K^{-1}$

07. প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন : **[Ans: c] [CUET'13-14]**

(a) কম (b) বাড়ে (c) শূন্য (d) None of these

08. সীসার গলনাংক $327^{\circ}C$ এবং সীসা গলনের লীন তাপ 5.86cal/gm. হইলে 4gm – mol সীসা গলাতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? (সীসার পারমাণবিক ওজন 207) **[CUET'13-14]**

(a) $8.1\ calK^{-1}$ (b) $1.38\ calK^{-1}$ (c) $14.8\ calK^{-1}$ (d) None of these

সমাধান: **(a)**; $ds = \frac{dQ}{T} = \frac{5.86\times4\times207}{600} = 8.1\ calK^{-1}$

09. যখন 10 g পানিকে $0^{\circ}C$ থেকে $40^{\circ}C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয় তখন এনট্রপির পরিবর্তন হবে- **[BUET'10-11]**

(a) $5.43\ calK^{-1}$ (b) $2.83\ calK^{-1}$ (c) $1.37\ calK^{-1}$ (d) $10.58\ calK^{-1}$

সমাধান: **(c)**; $dS = \int_{273}^{313} msdt = 10\times10^{-3}\times4200\times[\ln t]_{273}^{313}\ JK^{-1}$

$= 10\times10^{-3}\times4200\times(\ln 313 - \ln 273)JK^{-1} = 5.743\ JK^{-1} = 1.37\ calK^{-1}$

10. একটি ইলেকট্রিক কেটলির সাহায্যে 2 kg পানির তাপমাত্রা $25^{\circ}C$ থেকে $80^{\circ}C$ এ উন্নীত করলে এনট্রপির পরিবর্তন বের কর। পানির আপেক্ষিক তাপঃ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$. **[BUET'20-21]**

সমাধান: এখানে, পানির ভর, $m = 2kg$; পানির আপেক্ষিক তাপ, $S = 4200JKg^{-1}K^{-1}$;

পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = (273+25)K = 298K$; পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = (273+80)K = 353K$

$\therefore$ এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta s = mS\ln\frac{T_2}{T_1} = \left(2\times4200\times\ln\frac{353}{298}\right)JK^{-1} = 1422.75\ JK^{-1}$

11. $0^{\circ}C$ তাপমাত্রার 1kg বরফকে $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করা হলো। এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। **[BUTEX'19-20]**

সমাধান: $\Delta S = \frac{ml_f}{T_1} + msln\frac{T_2}{T_1} + \frac{ml_v}{T_2} = \frac{1\times336000}{273} + 1\times4200\times\ln\frac{373}{273} + \frac{1\times2268000}{373} = 8622.046\ JK^{-1}$ **(Ans.)**

12. এনট্রপি বলতে কি বুঝ? $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার 4 kg পানিকে $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করা হল। এনট্রপির বৃদ্ধি বের কর।

সমাধান: এনট্রপি হচ্ছে এমন একটি আবদ্ধ কিন্তু পরিবর্তনশীল সিস্টেমের বিশৃঙ্খলার পরিমাপ যে সিস্টেমে শক্তি শুধুমাত্র একটি শৃঙ্খল অবস্থা থেকে একটি বিশৃঙ্খল অবস্থার দিকে একাধিক পরিবহন করা যায়। **[BUET'17-18]**

দেওয়া আছে, $m = 4kg$, $l_v = 2.26\times10^6 Jkg^{-1}$, $T = 100^{\circ}C = 373K$, $\Delta Q = ml_v$

এনট্রপির পরিবর্তন $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{4\times2.26\times10^6}{373} = 24235.925\ JK^{-1}$ **(Ans.)**

13. $0^{\circ}C$ তাপমাত্রায় 1 kg বরফকে $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এনট্রপির বৃদ্ধি নির্ণয় কর। **[BUET'13-14]**

[বরফ গলনের সুপ্ততাপ $= 3.36\times10^5 Jkg^{-1}$ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4.2\times10^3 Jkg^{-1}K^{-1}$].

সমাধান: $\Delta S = \frac{ml_f}{T_1} + ms\ln\frac{T_2}{T_1} = \frac{1\times336000}{273} + 1\times4200\times\ln\frac{373}{273} = \boxed{2541.6171\ JK^{-1}}$

14. $10^{\circ}C$ তাপমাত্রার 5kg পানিকে $100^{\circ}C$ তাপমাত্রায় উন্নীত করতে এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। **[BUET'11-12]**

সমাধান: এনট্রপির পরিবর্তন, $S = \int_{T=283}^{T=373}\frac{dQ}{T} = \int_{T=283}^{T=373}\frac{msdT}{T}$

$= ms\int_{283}^{373}\frac{dT}{T} = ms[\ln T]_{283}^{373} = 5\times4200\times\ln\frac{373}{283} = 5798.76JK^{-1}$

15. $0^{\circ}C$ তাপমাত্রার 5kg পানি $100^{\circ}C$ তাপমাত্রার পানিতে উত্তীর্ণ করতে এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। **[CUET'08-09]**

সমাধান: $S = msln\frac{T_2}{T_1} = \left(5\times4200\times\ln\frac{373}{273}\right) = 6554.239JK^{-1}$ **(Ans.)**

Question Type-09: C_P ও C_V

➲ **Formula & Concept:**

- স্থির আয়তনে 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বাড়াতে প্রয়োজনীয় শক্তি C_V.
- স্থির চাপে 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বাড়াতে প্রয়োজনীয় শক্তি C_P.
- যেকোন তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় আদর্শ গ্যাসের জন্য, $dU = nC_V dT$
- সমআয়তন প্রক্রিয়ায়, $dU = dQ = nC_V dT$; সমচাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dQ = nC_p dT$
- এছাড়াও, $C_P - C_V = R$; $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$; $C_V = \frac{R}{\gamma-1}$; $C_P = \frac{\gamma R}{\gamma-1}$

01. কোন গ্যাসের $\gamma = \frac{3}{2}$। উক্ত গ্যাসের জন্য কোনটি সঠিক? **[BUTEX'13-14]**

(a) $C_p = 3R$ (b) $C_p = 5R$ (c) $C_v = 3R$ (d) $C_v = 5R$

সমাধান: **(a)**; $C_V = \frac{R}{\gamma-1} = 2R \therefore C_P = 3R$

02. কোন গ্যাস এর আপেক্ষিক তাপ- **[Ans:b] [BUTEX'11-12]**

(a) একটি (b) দুটি (c) তিনটি (d) অসংখ্য

Qucstion Type-10: গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

➲ **Formula & Concept:**

- আমরা জানি, দুটি ভিন্ন তাপমাত্রার বস্তুকে তাপীয়ভাবে সংযুক্ত করা হলে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু থেকে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুতে তাপশক্তির প্রবাহ হয়ে থাকে। মনে রাখবে, শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসারে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু দ্বারা বর্জিত তাপ, নিম্ন তাপমাত্রার বস্তু দ্বারা গৃহীত তাপের সমান হবে।
- মিশ্রণের ক্ষেত্রে, m_1, m_2 ভর ও S_1, S_2 আপেক্ষিক তাপের দুটি বস্তুর তাপমাত্রা θ_1 ও θ_2 হলে এবং সাম্যাবস্থায় মিশ্রণের তাপমাত্রা θ হলে $m_1 s_1(\theta_1 - \theta) = m_2 s_2(\theta - \theta_2)$।
- মিশ্রণের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুর দশার পরিবর্তন হলে গৃহীত তাপে দশা পরিবর্তনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপশক্তি যোগ করতে হবে।

01. A student wants to cool 250 g of diet 7-up initially at 27 °C by adding ice initially at $-18°$ C. How much ice should he add so that the final temperature will be 0°C with all the ice melted? Assume that the container is not taking any heat and Specific heat of 7-up 4186 $Jkg^{-1}.°C$. specific heat of ice = 2000 $Jkg^{-1}.°C$ and latent heat of ice = $3.34x10^5$ $Jkg^{-1}.°C$. **[IUT'19-20]**

(a) 78.4 g (b) 73.4 g (c) 77.5 g (d) 76.4 g

Solution: (d); $Q_{ice} = m_i S_i \Delta\theta_i + m_i l_f = m_i(2000 \times 18 + 3.34 \times 10^5)$

$Q_{7up} = \left(\frac{250}{1000} \times 4186 \times 27\right) \therefore m_i = \frac{Q_{7up}}{Q_{ice}} = 0.0764 \text{ kg} = 76.4 \text{ g}$

02. Water has the specific heat 4.186 kJ/kg°C, a boilling point of 100°C, and a heat of vaporization of 2260kJ/kg. A sealed beaker contains 100g of water that is initially at 20°C. How much heat is required to bring the water to its boiling point? **[IUT'18-19]**

(a) 30kJ (b) 33kJ (c) 226kJ (d) 230kJ

Solution: (b); $Q = ms\Delta\theta = 0.1 \times 4.186 \times 80 = 33\text{kJ (approx)}$

03. Ice, which has a temperature of 0°C, is added to 500 gm of water that has a temperature of 100°C. Ice is continually added to the system until it has all melted and no more ice will melt. What is the temperature of the water in the system? **[IUT'18-19]**

(a) 50°C (b) 4°C (c) 4.184° (d) 0°C

Solution: (d); General logic. As no more ice will melt, temperature will be 0°C.

04. 100kg তামার তাপমাত্রা 100°C বাড়লে এর ভর কত বাড়বে? [তামার আপেক্ষিক তাপ = 0.389°kJ/kg. K] **[BUTEX'16-17]**

(a) 5.33×10^{-11}kg (b) 4.33×10^{10}kg (c) 4.33×10^{-11}kg (d) 6.5×10^{-11}kg

সমাধান: (c); $E = \Delta mc^2; E = ms\Delta\theta; m = 100kg$

$\Delta mc^2 = ms\Delta\theta \ \therefore \Delta m = \frac{ms\Delta\theta}{c^2} = 4.33 \times 10^{-11}kg$

05. 1 kg বরফের তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ কত হবে? **[BUTEX'15-16]**

(a) 4200 J (b) 2100 J (c) 210 J (d) 336000 J

সমাধান: (b); $Q = ms\Delta\theta = (1 \times 2100 \times 1)J = 2100J$

06. 0°C তাপমাত্রার 1kg বরফকে 100°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে কত তাপের প্রয়োজন হবে? [বরফ গলনের সুপ্ততাপ 3.36×10^5J/kg এবং পানির আপেক্ষিক তাপ 4200J/kg-k] **[RUET'14-15, 13-14, KUET'13-14]**

(a) 37.7×10^4J (b) 75.4×10^4J (c) 113.1×10^4J (d) 150.8×10^4J (e) None

সমাধান: (b); $H = ml_f + mS\Delta\theta = m(l_f + s\Delta\theta) = 1 \times (3.36 \times 10^5 + 4200 \times 100)J = 75.6 \times 10^4J$

07. 0.5kg ভরের ও 0°C তাপমাত্রার বরফকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে কত তাপ প্রয়োজন? **[RUET'14-15]**

(a) 1.511×10^5J (b) 15.12×10^5J (c) 1.151×10^5J (d) 16.15×10^5J (e) None

সমাধান: (b); $Q = ml_f + ms\Delta\theta + ml_v = 1.512 \times 10^6J$

08. A 6×10^2g sample of water at 90°C is mixed with 4.00×10^2g of water at 22°C. Assume no heat loss at the surroundings. What is the final temperature of this mixture? **[IUT'14-15]**

(a) 66.8°C (b) 62.8°C (c) 42.5°C (d) 52.8°C

Solution: (b); $6 \times 10^2 \times 4200 \times (90 - \theta) = 4 \times 10^2 \times 4200 \times (\theta - 22) \Rightarrow \theta = 62.8°C$

09. Liquid helium has a very low boiling point 4.2K as well as low latent heat of vaporization, equal to $2.09 \times 10^4 Jkg^{-1}$. What is the boiling time for 2 kg of liquid helium by a 100W heater. **[IUT'14-15]**

(a) 6.97 min (b) 5.92 min (c) 6.35 min (d) 6.57 min

Solution: (a); $P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{ml_v}{t} \Rightarrow t = \frac{ml_v}{P} = \frac{2 \times 2.09 \times 10^4}{100} = 418\,s = 6.97$ min

10. 0.5kg ভরের 0°C তাপমাত্রার বরফকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে কত তাপ প্রয়োজন? **[KUET'13-14]**

(a) 15.11×10^5J (b) 1.511×10^5J (c) 11.51×10^5J (d) 1.11×10^5J (e) 1.25×10^5J

সমাধান: (a); $H = ml_f + mS \times 100 + ml_v = 0.5[336000 + 100 \times 4200 + 2268000]$

$= 1512000 = 1.512 \times 10^6J = 15.11 \times 10^5J$

11. একটি গ্লাস হতে 250 mL পানি 1.25 L পানি ভর্তি একটি পাত্রে ঢালা হল। গ্লাস ও পাত্রের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 80°C এবং 20°C হলে তাদের মেশানোর পর পানির তাপমাত্রা কত হবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) 25° C (b) 30° C (c) 35° C (d) 40° C

সমাধান: (b) ধরি, মিশ্রনের তাপমাত্রা = θ

$m_1s_1(80 - \theta) = m_2s_1(\theta - 20) \Rightarrow v_{1\rho}s_1(80 - \theta) = v_{2\rho}s_1(\theta - 20) \Rightarrow v_1(80 - \theta) = v_2(\theta - 20)$

$\Rightarrow 0.25(80 - \theta) = 1.25(\theta - 20) \therefore \theta = 30°C$

12. When 5 litre water is heated by a 500 W immersion electric water for 7 minutes the temperature of water is raised from 30° C to 40°C. What is mechanical equivalent of heat? **[IUT'11-12]**

(a) $4.2JC^{-1}$ (b) $3.2JC^{-1}$ (c) $6.2JC^{-1}$ (d) $5.2JC^{-1}$

Solution: (a); $Pt = ms\Delta\theta \Rightarrow 500 \times 7 \times 60 = S \times 5 \times 10 \Rightarrow S = 4200$

$\therefore$ Mechanical equivalent = 4.2 J/cal

13. পানিকে 7°C থেকে 1°C এ ঠান্ডা করলে কি ঘটে? **[BUET'10-11]**

(a) এটি শুধুমাত্র সংকোচিত হয়

(b) এটি শুধুমাত্র প্রসারিত হয়

(c) এটি প্রথমে সংকোচিত হয় এবং পরে প্রসারিত হয়

(d) এটি প্রথমে প্রসারিত হয়, তারপর সংকোচিত হয় এবং পরে আবার প্রসারিত হয়

সমাধান: (c); 7°C থেকে 4°C পর্যন্ত সংকুচিত হবে, 4°C থেকে 1°C পর্যন্ত প্রসারিত হবে।

14. সমান ভরের তিনটি ভিন্ন তরল পদার্থ A, B, C এর তাপমাত্রা যথাক্রমে 12°,19°C এবং 28°C। A কে যদি B এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা হয় 16°C। B কে যদি C এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা হয় 23°C। A কে যদি C এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা কত হবে? **[BUET'20-21]**

সমাধান: ধরি, আপেক্ষিক তাপ, S_A, S_B, S_C

$Q_A = Q_B \Rightarrow mS_A\Delta\theta_A = mS_B\Delta\theta_B$

$\Rightarrow S_A(16-12) = S_B(19-16) \Rightarrow 4S_A = 3S_B \dots\dots\dots (i)$

আবার, $Q_B = Q_C \Rightarrow S_B\Delta\theta'_B = S_C\Delta\theta_C$

$\Rightarrow S_B(23-19) = S_C(28-23) \Rightarrow 4S_B = 5S_C \dots\dots\dots (ii)$

$\Rightarrow 4 \times \frac{4}{3}S_A = 5S_C \Rightarrow \frac{16}{3}S_A = 5S_C \Rightarrow \frac{S_A}{S_C} = 5 \times \frac{3}{16} = \frac{15}{16}$

$Q_A = Q_C \Rightarrow S_A(\theta-12) = S_C(28-\theta)$

$\Rightarrow \frac{S_A}{S_C} = \frac{28-\theta}{\theta-12} \Rightarrow \frac{15}{16} = \frac{28-\theta}{\theta-12}$

$\Rightarrow \theta = 20.258°C$

15. 100°C তাপমাত্রায় 0.02 kg জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে −10°C তাপমাত্রায় পরিণত করতে কত তাপ বর্জন করতে হবে? বাষ্পের ঘনীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 2268000\ Jkg^{-1}$, বরফের আপেক্ষিক তাপ $= 2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং বরফের গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 336000\ Jkg^{-1}$ **[RUET'19-20]**

সমাধান: 100°C জলীয় বাষ্প $\xrightarrow{Q_1}$ 100°C পানি $\xrightarrow{Q_2}$ 0°C পানি $\xrightarrow{Q_3}$ 0°C বরফ $\xrightarrow{Q_4}$ −10°C বরফ

$Q_1 = ml_v = 0.02 \times 2268000 = 45360\ J;\ Q_2 = m_wS_w\Delta\theta = 0.02 \times 4200 \times (100-0) = 8400\ J$

$Q_3 = ml_f = 0.02 \times 336000 = 6720\ J;\ Q_4 = m_iS_i\,\Delta\theta = 0.02 \times 2100 \times 10 = 420\ J$

$\therefore$ তাপ বর্জন করতে হবে $= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 60900\ J$

16. 10g ওজনের একটি লোহার পেরেককে কিছুক্ষণ একটি বার্নার শিখায় উত্তপ্ত করা হল। উত্তপ্ত পেরেকটিকে 10°C তাপমাত্রায় 100g পানিতে ডুবানো হল। এতে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 20°C হল। পানিতে ডুবানোর পূর্বে পেরেকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। [লোহার আপেক্ষিক তাপমাত্রা $= 0.11 kcal/kg°C$] **[BUET'16-17]**

সমাধান: ধরি, নির্ণেয় তাপমাত্রা $\theta°C$; গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

$\therefore 10 \times 0.11 \times (\theta-20) = 100 \times 1 \times (20-10) \Rightarrow 1.1\theta - 22 = 1000\ \therefore \theta = \frac{1022}{1.1} = 929.09°C$

17. যদি 0°C তাপমাত্রায় 15 gm বরফকে 60°C তাপমাত্রায় 60 gm পানির সাথে মিশানো হয়, মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। **[CUET'13-14]**

সমাধান: ধরি শেষ তাপমাত্রা $= \theta°C$

$m_1l_f + m_1s(\theta-\theta_1) = m_2s(\theta_2-\theta)$

$\Rightarrow 0.015 \times 336000 + 0.015 \times 4200 \times \theta$

$= 0.06 \times 4200 \times (60-\theta) \Rightarrow \theta = 32$ [Ans.32°C]

$\theta_1 = 0°C, \theta_2 = 60°C$

$m_1 = 15gm = 0.015\ kg$

$m_2 = 60gm = 0.06\ kg$

$s = 4200JKg^{-1}k^{-1},\ l_f = 336000\ Jkg^{-1}$

Question Type-11: বিবিধ

01. 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C থেকে 200°C বাড়াতে কাজের পরিমাণ হবে- **[BUTEX'16-17]**

(a) শূন্য (Zero) (b) $573 \times 8.3J$ (c) 1660 J (d) None

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); প্রশ্নে কোনো প্রক্রিয়ার কথা উল্লেখ নেই।

02. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে একটি স্প্রিংয়ের সংকোচন প্রসারণ হলে সেটি কি ধরনের প্রক্রিয়া? **[Ans:d] [BUTEX'11-12]**

(a) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া (b) সমচাপ প্রক্রিয়া (c) অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া (d) প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া

03. ফ্রান্সের আইফেল টাওয়ারের 0°F এ উচ্চতা 336 meter. গ্রীষ্মকালে সর্বোচ্চ তাপমাত্রা 100°F ও শীতকালে সর্বনিম্ন তাপমাত্রা 0°F. গ্রীষ্মকালে টাওয়ারটি শীতকালের চেয়ে কতটা বড় হয়? টাওয়ারটি লোহার তৈরি ও লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক $\alpha = 12 \times 10^{-6}/°C$ **[RUET'17-18]**

সমাধান: $\Delta L = L_0\alpha\Delta\theta\left[\Delta\theta = (100-0) \times \frac{5}{9} = \frac{500}{9}\right] = 336 \times 12 \times 10^{-6} \times \frac{500}{9} = 0.224m$ **(Ans.)**