

2022

## PHYSICS — GENERAL

Paper : GE/CC-3

(Thermal Physics and Statistical Mechanics)

Full Marks : 50

*Candidates are required to give their answers in their own words  
as far as practicable.*

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১নং প্রশ্ন ও আরো যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি বিবৃত করো।
- (খ) প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া কী?
- (গ) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত করো।
- (ঘ) তাপ কি সম্পূর্ণরূপে কার্যে রূপান্তরিত হতে পারে?
- (ঙ) গিব্‌সের মুক্ত শক্তির সংজ্ঞা দাও।
- (চ) শক্তির সমবিভাজন নীতিটি বিবৃত করো।
- (ছ) গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কী বোঝো?

২। (ক) রুদ্ধতাপ পদ্ধতিতে আদর্শ গ্যাসের জন্য  $PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}$  সূত্রটি প্রমাণ করো যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত হয়েছে।

(খ)  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের চাপ হঠাৎ করে বৃদ্ধি করে ৮ গুণ করা হল। এতে গ্যাসটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি কত হবে, যদি  $\gamma = 1.5$  হয়?

(গ) সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপ পদ্ধতি কী? দেখাও যে রুদ্ধতাপ লেখচিত্রের নতি সমোষ্ণ লেখচিত্রের নতি অপেক্ষা বড়ো।

8+৩+(১+২)

৩। (ক) কার্নোর উপপাদ্য বিবৃত করো।

(খ) একটি কার্নো ইঞ্জিনে তাপগ্রাহকের উষ্ণতা বৃদ্ধি করলে কর্মদক্ষতার কীরকম পরিবর্তন হবে?

(গ) 100% কর্মদক্ষতাসম্পন্ন কার্নো ইঞ্জিন পরিকল্পনা করা কি সম্ভব?

(ঘ) রেফ্রিজারেটর কাকে বলে? এর ক্রিয়াগুণাঙ্ক নির্ণয় করো।

২+২+২+(২+২)

Please Turn Over



৪। (ক) এনথ্যালপি কী? এটি অবস্থা অপেক্ষক না পথ অপেক্ষক? এর তাৎপর্য কী?

(খ) কোন্ ধরনের তাপগতীয় পরিবর্তনে গিব্‌সের মুক্ত শক্তি অপরিবর্তিত থাকে?

(গ) জুল-টমসন ক্রিয়া কাকে বলে?

(ঘ) দেখাও যে, গ্যাসের চাপ,  $P = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T$ ; যেখানে  $F$  হল হেল্মহোল্টসের মুক্ত শক্তি ও  $V$  হল গ্যাসের আয়তন।

(১+১+১)+২+২+৩

৫। (ক) ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বন্টন সূত্রটি লেখো।

(খ) ম্যাক্সওয়েলের বেগবন্টন সূত্র থেকে শক্তিবন্টন সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

(গ) গ্যাসের সাদ্রতার উপর চাপ ও উষ্ণতার প্রভাব আলোচনা করো।

(ঘ) স্ব-ব্যাপন কী এবং আন্তঃব্যাপন কী?

২+২+(১<sup>১</sup>/<sub>২</sub>+১<sup>১</sup>/<sub>২</sub>)+(১<sup>১</sup>/<sub>২</sub>+১<sup>১</sup>/<sub>২</sub>)

৬। (ক) আদর্শ কৃষ্ণবস্তু বলতে কী বোঝো?

(খ) স্টিফান-বোলজম্যানের সূত্রটি বিবৃত করো।

(গ) দুটি ভিন্ন উষ্ণতায় একটি আদর্শ কৃষ্ণবস্তুর শক্তিবন্টনের লেখচিত্র অঙ্কন করো।

(ঘ) প্ল্যাঙ্কের সূত্র থেকে ভিনের সরণসূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

২+২+২+৪

৭। (ক) দশাঙ্কন, ম্যাক্রো ও মাইক্রো অবস্থা বলতে কী বোঝো?

(খ) ম্যাক্সওয়েল-বোলজম্যান (MB), বোস-আইনস্টাইন (BE) এবং ফার্মি-ডিরাক (FD) পরিসংখ্যান তিনটির মূল বিষয়গুলি উল্লেখ করো।

৪+৬

### [English Version]

*The figures in the margin indicate full marks.*

*Answer question no. 1 and any four from the rest.*

1. Answer *any five* questions :

(a) State Zeroth Law of thermodynamics.

(b) What is reversible and irreversible process?

(c) State the second law of thermodynamics.

(d) Can heat be completely converted to work?

(e) Define Gibbs free energy.

(f) State the law of equipartition of energy.

(g) Explain degrees of freedom of a gas.

2×5



2. (a) Prove the formula  $PV^\gamma = \text{constant}$  for an adiabatic process of an ideal gas; symbols have their usual meanings.
- (b) An ideal gas at  $27^\circ\text{C}$  is suddenly compressed to 8 times of its original pressure. Find its rise in temperature if  $\gamma = 1.5$ .
- (c) What is isothermal and adiabatic process? Show that slope of adiabatic curve is more than the slope of isothermal curve. 4+3+(1+2)
3. (a) State Carnot's Theorem.
- (b) How will the efficiency of Carnot's engine change if the temperature of heat sink is increased?
- (c) Is it possible to design a 100% efficient Carnot engine?
- (d) What is refrigerator? Determine the coefficient of performance of a refrigerator. 2+2+2+(2+2)
4. (a) What is enthalpy? Is it a state function or path function? What is the significance of it?
- (b) In which thermodynamic process Gibbs free energy remains unchanged?
- (c) What is Joule-Thomson effect?
- (d) Show that, pressure of a gas  $P = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T$ ; where  $F$  is Helmholtz free energy and  $V$  is volume of gas. (1+1+1)+2+2+3
5. (a) Write down Maxwell's Law of distribution of velocities.
- (b) Using Maxwell's velocity distribution law, establish the energy distribution law.
- (c) Discuss the effect of pressure and temperature on the viscosity of a gas.
- (d) What is self-diffusion and inter-diffusion? 2+2+(1½+1½)+(1½+1½)
6. (a) What do you mean by ideal black body?
- (b) State Stefan-Boltzmann Law.
- (c) Draw the energy distribution curve of an ideal black body of two different temperatures.
- (d) Derive the Wien's displacement law from Plank's Law. 2+2+2+4
7. (a) What is Phase-space, Macro state and Micro state?
- (b) Write the salient features of Maxwell-Boltzmann (MB), Bose-Einstein (BE) and Fermi-Dirac (FD) statistics. 4+6
-