

2024

2nd Semester Examination (CCFUP : NEP)

PHYSICS

Paper : MI 2-T (Minor)

(Thermal Physics and Statistical Mechanics)

Full Marks : 40

Time : Two Hours

The figures in the margin indicate full marks.

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

Group - A

Answer any *five* questions.

2×5=10

1. Explain the Zeroth Law of Thermodynamics and its significance in thermal equilibrium.
2. State the law of equipartition of energy.
3. Find the change in Helmholtz Free Energy (A) for a system at 400 K, where the change in internal energy (ΔU) is 1200 J and the entropy change (ΔS) is 3 J/K.
4. Describe how the Law of Equipartition of Energy is used to determine the molar specific heat capacity of diatomic gases at constant volume.

P.T.O.

5. What is entropy? Give its physical significance.
6. State the Clausius Clapeyron equation.
7. What is meant by of phase-space?
8. What is meant by mean free path of gas molecule?

Group - B

Answer any **four** questions.

5×4=20

9. (a) Find the relation between molar specific heats C_p and C_v for ideal gas. 3
 (b) Deduce the expression of work done for one mole of an ideal gas during adiabatic process. 2
10. (a) State the Maxwell's velocity distribution law and draw the distribution curve. 2½
 (b) Prove Carnot's theorem. 2½
11. (a) What is black body? State the Stefan-Boltzmann law. 2
 (b) From Planck's law of black body radiation deduce Rayleigh-Jeans law. 3
12. A gas has an inversion temperature of 600 K. If the gas initially at 700 K undergoes a Joule-Thomson expansion, explain whether it will cool or heat and calculate the change in temperature if the coefficient $\mu = -0.15 \text{ K/atm}$ and the pressure changes by 30 atm. Why does the Joule-Thomson Effect not apply to an ideal gas? 3+2

(3)

13. Define microstate and macrostate in the context of statistical physics. Explain the difference between them and give an example illustrating each. 2+3
14. How does the Maxwell-Boltzmann distribution become approximately equal to the Fermi-Dirac and Bose-Einstein distributions at high temperatures or low densities?

Group - C

Answer any *one* question. 10×1=10

15. (a) Write down the Kelvin-Planck and Clausius statement for the second law of thermodynamics. Prove any one statement from other statement. 5
- (b) A Carnot engine works between two sources at 127°C and 27°C. In a complete cycle it rejects 1260 Joule of heat. How much work is obtained in complete cycle? 3
- (c) What is Joule-Thomson effect? 2
16. (a) Based on experimental results, draw the energy distribution curves of black body radiation at two different temperatures. 2
- (b) Write down the main assumptions of Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein and Fermi-Dirac statistics. 3
- (c) Deduce Stefan-Boltzmann law and Wien's distribution law from Planck's law. 2+3

P.T.O.

(4)

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও। $2 \times 5 = 10$

- ১। তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র (Zeroth Law of Thermodynamics) -এর তাৎপর্য কী? এটি কীভাবে তাপীয় সমতার ক্ষেত্রে প্রয়োগ হয়?
- ২। শক্তির সমবিভাজন সূত্রটি বিবৃত করো।
- ৩। 400 K তাপমাত্রায় একটি সিস্টেমের হেলমহোল্টজ মুক্ত শক্তির (A) পরিবর্তন নির্ণয় করো, যেখানে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন (ΔU) 1200 J এবং এন্ট্রপির পরিবর্তন (ΔS) 3J/K.
- ৪। এনার্জির ইকুইপার্টিশন আইন কীভাবে দ্বিপরিমাণু গ্যাসের মোলার নির্দিষ্ট তাপমাত্রা (ধ্রুবক আয়তনে) নির্ধারণ করতে ব্যবহৃত হয়, তা বর্ণনা করো।
- ৫। এন্ট্রপি কী? তার তাৎপর্য লেখো।
- ৬। ক্লসিয়াস ক্ল্যাপেরনের সূত্রটি লেখো।
- ৭। দশা-স্থান বলতে কী বোঝো?
- ৮। গ্যাস অণুগুলির মুক্তপথ বলতে কী বোঝো?

বিভাগ - খ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও। $4 \times 4 = 16$

- ৯। (ক) মোলার আপেক্ষিক তাপ C_p এবং C_v -এর মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।

(খ) আদর্শ গ্যাসের জন্য রুদ্ধতাপ প্রসারণে কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো। ২

১০। (ক) ম্যাক্সওয়েলের বেগ বণ্টন সূত্রটি বিবৃত করো। বেগ বণ্টনের লেখচিত্রটি অঙ্কন করো। ২½

(খ) কার্নোর উপপাদ্যটি প্রমাণ করো। ২½

১১। (ক) কৃষ্ণ বস্তু কী? স্টিফান-বোল্টজম্যানের সূত্রটি বিবৃত করো। ২

(খ) প্ল্যাঙ্কের বিকিরণের সূত্র থেকে রালে-জিনসের বণ্টন সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো। ৩

১২। একটি গ্যাসের ইনভার্সন তাপমাত্রা 600 K। যদি গ্যাসটি 700 K তাপমাত্রায় শুরু করে এবং একটি জুল-থমসন সম্প্রসারণের মধ্য দিয়ে যায়, তবে ব্যাখ্যা করো এটি ঠাণ্ডা হবে, নাকি গরম হবে। যদি সহগ $\mu = -0.15 \text{ K/atm}$ এবং চাপ 30 atm দ্বারা পরিবর্তিত হয়, তবে তাপমাত্রার পরিবর্তন নির্ণয় করো। কেন জুল-থমসন প্রভাবটি আদর্শ গ্যাসের জন্য প্রযোজ্য নয়? ৩+২

১৩। পরিসংখ্যানগত পদার্থবিজ্ঞানের প্রসঙ্গে মাইক্রোস্টেট এবং ম্যাক্রোস্টেট কীভাবে সংজ্ঞায়িত হয়? এদের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখো এবং প্রতিটির একটি উদাহরণ দাও। ২+৩

১৪। উচ্চ তাপমাত্রা বা নিম্ন ঘনত্বে ম্যাক্সওয়েল-বোল্টজম্যান বিতরণ কীভাবে ফার্মি-ডিরাক এবং বোস-আইনস্টাইন বিতরণের প্রায় সমান রূপ নেয়?

P.T.O.

বিভাগ - গ

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও। $১০ \times ১ = ১০$

১৫। (ক) তাপ গতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের কেলভিন-প্ল্যাঙ্ক এবং ক্ল্যাসিয়াসের বিবৃতিগুলি লেখো। কোনো একটি বিবৃতি অন্যটি থেকে প্রমাণ করো। ৫

(খ) 127°C এবং 27°C উষ্ণতায় রাখা দু'টি আধারের মধ্যে ক্রিয়াশীল কার্নো ইঞ্জিন একটি পূর্ণচক্রে 1260 জুল তাপ ছাড়ে। প্রতি চক্রে কী পরিমাণ কার্য পাওয়া যাবে? ৩

(গ) জুল-টমসন প্রক্রিয়া কী? ২

১৬। (ক) পরীক্ষালব্ধ ফল অনুযায়ী দু'টি বিভিন্ন তাপমাত্রায় কৃষ্ণ বস্তুর শক্তি বণ্টনের লেখচিত্র অঙ্কন করো। ২

(খ) ম্যাক্সওয়েল-বোল্টজম্যান, বোস-আইনস্টাইন এবং ফার্মি-ডিরাক পরিসংখ্যানের মূল স্বীকার্যগুলি লেখো। ৩

(গ) প্ল্যাঙ্কের সূত্র থেকে স্টিফান-বোল্টজম্যান সূত্র ও ভিনের বণ্টন সূত্র বের করো। $২+৩$