

2025

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 : $2 \times 5 = 10$

1. What do you mean by thermodynamic equilibrium?
2. State and explain the third law of thermodynamics.
3. What do you mean by phase space?
4. State Zeroth law of thermodynamics. Hence define temperature.
5. Using law of equipartition of energy, show that value of γ for diatomic gases is 1.4.
6. Show that enthalpy remains constant during Joule-Thomson experiment.

P.T.O.

(2)

7. Calculate the average kinetic energy of the molecules of a gas at temperature 27°C .
8. A macrostate can have number of microstates. Illustrate the statement with example.

Group - B

Answer any **four** questions :

9. (a) Draw Carnot's cycle in PV diagram and represent it in T-S diagram and calculate the area under the curve of Carnot's cycle from T-S diagram.
(b) Calculate the change in entropy, when 1 kg of water at 100°C is converted into steam at same temperature.
10. Apply kinetic theory of gases to obtain an expression for the viscosity of a gas.
11. Define mean free path. Derive its elementary expression $\left(\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} n \sigma} \right)$. Calculate the mean free path of a gas molecule whose diameter is $2\text{\AA}$ and number of molecules per c.c. is 3×10^{19} .
12. Show that Wein's law and Rayleigh-Jean's law are special cases of the Planck's law.
13. Define Boyle temperature, temperature of inversion and critical temperature. Deduce the Boyle temperature for a van der Waals' gas.

(3)

9. (a) Write down its working principle. (b) Show that efficiency of a heat engine is always less than 1.

Group - C

Answer any **one** question :

$10 \times 1 = 10$

- (a) Establish the relation between entropy of a system and thermodynamic probability.
- (b) Compare three statistical distributions namely, MB, BE and FD at least in four perspectives.
- (c) Fermi energy of copper is 7.0 eV , find corresponding Fermi temperature and Fermi velocity.
- (a) Deduce Planck's law of black body radiation.
- (b) Deduce Clausius-Clapeyron equation. From this equation explain the effect of pressure on the boiling point of water and melting point of ice.
- (c) Establish the relationship between C_p and C_v for an ideal gas.

P.T.O.

(4)

বঙ্গানুবাদ
বিভাগ - ক

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- ১। তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বলতে কী বোঝায়?
- ২। তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা করো।
- ৩। দশাঙ্কান বলতে কী বোঝায়?
- ৪। তাপগতিবিদ্যায় Zeroth সূত্রটি লেখো। তার নিরিখে তাপ সংজ্ঞা দাও।
- ৫। শক্তির সমবিভাজন নীতি ব্যবহার করে দেখাও দ্বিপারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে $\gamma = 1.4$ ।
- ৬। জুল-থমসন পরীক্ষার ক্ষেত্রে দেখাও যে এনথালপি ধ্রুবক থাকে।
- ৭। তাপীয় নিউট্রনের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তি নির্ণয় করো যখন তাপমাত্রা 27°C ।
- ৮। 'একটি ম্যাক্রোস্টেটের ক্ষেত্রে অনেকগুলি মাইক্রোস্টেট থাকা সম্ভব'— উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করো।

বিভাগ - খ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

- ৯। (ক) PV-চিত্রে কার্ণো চক্র অঙ্কন করো এরপর এই চিত্রটি T-S নির্দেশকে প্রকাশ করো এবং T-S চিত্র থেকে কার্ণো চক্রের দক্ষতা নির্ণয় করো।

৫×৪=২০

৪

(5)

১০ গ্রাম 100°C -এর জলকে একই তাপমাত্রার বাষ্পে পরিবর্তিত করলে এনট্রপির পরিবর্তন কত হয়? ১

গ্যাসের গতিতত্ত্ব প্রয়োগ করে গ্যাসের সান্দ্রতাক-এর রাশিমালা নির্ণয় করো।

গড় মুক্ত পথ কী? সাধারণ রাশিমালা $\left(\lambda = \frac{1}{\pi\sigma^2 n}\right)$ বাহির

করো। $2\text{\AA}$ ব্যাসের একটি গ্যাস অণুর ক্ষেত্রে গড় মুক্ত পথ কত হবে যদি প্রতি সি.সি.-তে অণুর সংখ্যা 3×10^{19} হয়? $1+3+1$

১১। দেখাও যে র্যালি-জিম ও ভিন-এর সূত্র প্ল্যাঙ্কের সূত্রই বিশেষ ক্ষেত্র। $2\frac{1}{2} + 2\frac{1}{2}$

১৩। Boyle temperature, temperature of inversion এবং critical temperature -এর সংজ্ঞা দাও। ভ্যানডার ওয়াল গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের তাপমাত্রার রাশিমালা প্রস্তুত করো। $(1+1+1)+2$

১৪। তাপীয় ইঞ্জিন কী? এর কার্যনীতিটি লেখো। দেখাও যে কোনো তাপীয় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা সর্বদাই ১-এর কম হয়। $1+2+2$

বিভাগ - গ

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও: $10 \times 1 = 10$

১৫। (ক) থার্মোডাইনামিক সম্ভাব্যতার সঙ্গে এনট্রপির সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো। ৪

(খ) MB, BE ও FD পরিসংখ্যার বণ্টনের তুলনা করো কমপক্ষে চারটি বিষয়ের তুলনা দিতে হবে। ৪

P.T.O.

(6)

(গ) কপারের ফার্মি শক্তি হলো 7.0 eV , তাপমাত্রা ও ফার্মি গতিবেগ কত?

১৬। (ক) প্ল্যাঙ্কের কৃষ্ণ বস্তু বিকিরণের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

(খ) ক্লসিয়াস-ক্ল্যাপেরনের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো। এই সূত্র জলের স্ফুটনাঙ্ক ও বরফের গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব আলোচনা করো।

(গ) আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে C_p ও C_v -এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো।