

2025

## PHYSICS — MDC

Paper : MN-2

(Basic Physics -II)

Full Marks : 75

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

প্রাপ্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৩×৫

- (ক) 'দুইটি তড়িৎ বলরেখা কখনও পরস্পরকে ছেদ করে না' — ব্যাখ্যা করো।
- (খ) অ্যাম্পিয়ারের বদ্ধপথের সূত্র লেখো।
- (গ) লোরেঞ্জ বল কাকে বলে?
- (ঘ) স্থির তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা একটি বিন্দু আধানের ওপর কৃতকার্য পথের ওপর নির্ভর করে না।— এই মন্তব্য থেকে দেখাও যে স্থির তড়িৎক্ষেত্র একটি সংরক্ষী বলক্ষেত্র।
- (ঙ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি লেখো। এর তাৎপর্য কী?
- (চ) গ্যাসের তাপগতিতত্ত্বের মূল অঙ্গীকারগুলি লেখো।
- (ছ) একই তাপগামলার মধ্যে কর্মরত প্রত্যাবর্তক এবং অপ্ৰত্যাবর্তক কার্নো ইঞ্জিনের মধ্যে কোনটির কর্মদক্ষতা বেশি এবং সর্বাধিক কর্মদক্ষতা কার?
- (জ) রুদ্ধতাপ প্রসারণে একটি আদর্শ গ্যাসের কৃতকার্যের রাশিমালাটি নির্ণয় করো।

প্রত্যেকটি বিভাগ থেকে কমপক্ষে একটি করে প্রশ্ন নিয়ে মোট পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

## বিভাগ - ক

- ২। (ক) স্থির তড়িৎবিজ্ঞান সংক্রান্ত গসের উপপাদ্য বিবৃত করো ও একটি বিন্দু আধানের জন্য এটি প্রমাণ করো।
- (খ) গসের সূত্র ব্যবহার করে একটি সুসমভাবে আহিত গোলকের বাইরে ও ভেতরে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো।
- (গ) একটি ঘনকের কেন্দ্রে একটি বিন্দু আধান রাখা হলে ওই ঘনকের যে-কোনো একটি তলের মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত ফ্লাক্স কত? (২+৪)+৪+২
- ৩। (ক) একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর জন্য যে-কোনো  $(r, \theta)$  বিন্দুতে তড়িৎ বিভব ও ক্ষেত্রপ্রাবল্যের রাশিমালা নির্ণয় করো।
- (খ) প্রমাণ করো যে, একটি সমান্তরাল পাতবিশিষ্ট ধারকের ধারকত্ব,  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ , যেখানে প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।
- (গ) গতিশীল আহিত কণার উপর চৌম্বকক্ষেত্র কি কোনো কার্য করে? ব্যাখ্যা করো। (২+৩)+৪+৩

Please Turn Over

(3104)

- ৪। (ক) বায়ো-স্যাভার্ট সূত্র বিবৃত করো। এই সূত্রের সাহায্যে তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর অক্ষের উপর কোনো বিন্দুতে চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো।
- (খ) অ্যাম্পিয়ারের সূত্র ব্যবহার করে, কোনো লম্বা তড়িৎবাহী পরিবাহী তারের চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্যের মান নির্ণয় করো।
- (গ) সাইক্লোট্রনের মূল নীতিটি লেখো। (২+৪)+৪+২

## বিভাগ - খ

- ৫। (ক) V আয়তনের পাত্রে আবদ্ধ তাপীয় সাম্যে রাখা একটি আদর্শ গ্যাসের চাপের রাশিমালাটি লেখো। অ্যাভোগ্যাড্রোর প্রকল্পটি লেখো।
- (খ) শক্তির সমবিভাজন নীতি বিবৃত করো।
- (গ) আবদ্ধ পাত্র, তাপীয় সাম্যে রাখা গ্যাসের অণুর গড় দ্রুতি এবং r.m.s. দ্রুতির সংজ্ঞা লেখো।
- (ঘ) স্বাধীনতা মাত্রার সংজ্ঞা দাও। শক্তির সমবিভাজন নীতি ব্যবহার করে, V আয়তনের পাত্রে আবদ্ধ তাপীয় সাম্যে রাখা একটি একমোল, এক পরমাণুবিশিষ্ট আদর্শ গ্যাসের  $C_V$  নির্ণয় করো। ৩+২+২+(২+৩)
- ৬। (ক) ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বণ্টনের সূত্রের প্রয়োজনীয় মূল অঙ্গীকারসমূহ লেখো।
- (খ) স্থির চাপে কোন্ উষ্ণতায়, কোনো গ্যাসের অণুর r.m.s. দ্রুতি  $0^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় r.m.s. দ্রুতির অর্ধেক হবে?
- (গ) ম্যাক্সওয়েলের আণবিক বেগ বণ্টন সূত্রটি লেখো। দুটি তাপমাত্রা  $T_1$  ও  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ )-র জন্য বেগ বণ্টনের লেখচিত্রটি অঙ্কন করো। ৩+৩+(৩+৩)
- ৭। (ক) কোনো আদর্শ গ্যাস যদি সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়  $V_1$  আয়তন থেকে সম্প্রসারিত হয়ে  $V_2$  আয়তন হয়, তবে উহার দ্বারা কৃতকার্যের রাশিমালা নির্ণয় করো।
- (খ) প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার সংজ্ঞা লেখো। দুটি প্রক্রিয়ার একটি করে উদাহরণ দাও।
- (গ) দেখাও যে, রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় একটি আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে,  $PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}$ । চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহ।
- (ঘ) সম্পূর্ণ অবকল বলতে কী বোঝো? তাপগতিবিদ্যায় এর দুটি উদাহরণ দাও। ৩+৩+৩+৩
- ৮। (ক) একটি কার্নো ইঞ্জিনের বিভিন্ন পর্যায় সংক্ষেপে বর্ণনা করো এবং এর কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো।
- (খ) তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্রটি বিবৃত করো।
- (গ)  $100^\circ\text{C}$  এবং  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা দুটির ভেতর কার্যরত, একটি কার্নো ইঞ্জিন উচ্চ তাপমাত্রায় 4200 ক্যালোরি তাপ গ্রহণ করে। একটি চক্র সম্পন্ন করতে এটি কী পরিমাণ কার্য করে? (৩+৪)+২+৩
- ৯। (ক) এন্ট্রপির পরিপ্রেক্ষিতে তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি লেখো।
- (খ) দেখাও যে, অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপি সর্বদা বৃদ্ধি পায়।
- (গ)  $15^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় 50gm জলের সহিত  $40^\circ\text{C}$  উষ্ণতার 80gm জলের মিশ্রণ করা হল। ইহাতে এন্ট্রপির পরিবর্তন কত হবে? (জলের আপেক্ষিক তাপ = 1.0 cal/gm) ৪+৪+৪

**[ English Version ]**

*The figures in the margin indicate full marks.*

1. Answer **any five** questions : 3×5
- Explain why two electrostatic lines of force can never intersect.
  - State Ampere's circuital law.
  - What do you mean by Lorentz force?
  - From the statement 'work done by the electrostatic field on a point charge is independent of path', show that the electrostatic field is a conservative one.
  - Write down the first law of thermodynamics. What is its significance?
  - Write down the basic assumptions in Kinetic theory of gas.
  - Working between the same pair of reservoirs whose efficiency is more : a reversible and an irreserversible Carnot engine? Whose efficiency is maximum?
  - Find out the expression for the work done by an ideal gas in an adiabatic expansion.

Answer **five** questions, taking at least **one** from **each Group**.

**Group - A**

- State Gauss' theorem in electrostatics and prove it for a pt. charge.
  - Using Gauss' theorem, find the intensity of electric field both inside and outside of a uniformly charged sphere.
  - Find the flux of the electric field through one of the faces of a cube when a pt. charge is placed at the centre of the cube. (2+4)+4+2
- Obtain the expression for the electric potential and field at any point  $(r, \theta)$  due to an electric dipole.
  - Show that the capacitance of a parallel plate capacitor is given by  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ , where the symbols have their usual meaning.
  - Is there any work done by a magnetic field on a moving charged particle? Explain. (2+3)+4+3
- State Biot-Savart's law. Using this law, find the intensity of magnetic field at a point on the axis of a circular coil carrying current.
  - Find the intensity of the magnetic field due to a long straight conductor carrying a steady current using Ampere's Theorem.
  - Write down the basic principle of a cyclotron. (2+4)+4+2

**Please Turn Over**

**(3104)**

**Group - B**

5. (a) Write down the expression of pressure of an ideal gas in the thermal equilibrium in a container of volume  $V$ . State Avogadro's hypothesis.  
 (b) State the principle of equipartition of energy.  
 (c) Define average speed and r.m.s. speed of gas molecules in thermal equilibrium confined in a container.  
 (d) Define degrees of freedom. Using equipartition theorem, calculate the  $C_V$  of one mole of a monatomic ideal gas in thermal equilibrium, confined in a container of volume  $V$ .  
 3+2+2+(2+3)
6. (a) Write down the assumptions needed to derive Maxwell's speed distribution law.  
 (b) At what temperature, pressure remaining constant, will the r.m.s. speed of a gas molecule be half its value at  $0^\circ\text{C}$ ?  
 (c) Write down the Maxwell's molecular speed distribution law. Draw the graph of the distribution of velocity for two temperatures  $T_1$  and  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ).  
 3+3+(3+3)
7. (a) Obtain an expression for the work done by a perfect gas in expanding isothermally from a volume  $V_1$  to  $V_2$ .  
 (b) Define reversible and irreversible processes. Give one example in each case.  
 (c) Show that in an adiabatic process,  $PV^\gamma = \text{constant}$  for a perfect gas. Symbols have their usual meaning.  
 (d) What do you mean by exact differential? Give two examples of it from thermodynamics.  
 3+3+3+3
8. (a) Describe in brief the different processes in a Carnot's engine and calculate its efficiency.  
 (b) State the third law of thermodynamics.  
 (c) A Carnot engine working between temperatures  $100^\circ\text{C}$  and  $30^\circ\text{C}$  takes in 4200 cal of heat at high temperature. What will be the work done by the engine in completing a cycle?  
 (3+4)+2+3
9. (a) State the second law of Thermodynamics in terms of entropy.  
 (b) Show that for irreversible changes entropy always increases.  
 (c) If 50gm of water at  $15^\circ\text{C}$  is mixed with 80gm of water at  $40^\circ\text{C}$ , what will be the change in entropy? (Specific heat of water = 1.0 cal/gm)  
 4+4+4