

2025

## PHYSICS — MINOR

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)  $\vec{E} = 4x^2y\hat{i} + 3z\hat{j} - yz^3\hat{k}$  একটি স্থির তড়িৎক্ষেত্র কি না যুক্তিসহ বিচার করো।
- (খ) একটি ধারককে আহিত করতে শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো।
- (গ) গতিশীল আহিত কণার উপর চৌম্বকক্ষেত্র কি কোনো কার্য করে? ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) প্রমাণ করো :  $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ । এখানে  $\vec{J}$  = তড়িৎ পরিবহণ প্রবাহ ঘনত্ব,  $\rho$  = তড়িদাধানের আয়তন ঘনত্ব।
- (ঙ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত করো। তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটির তাৎপর্য ব্যাখ্যা করো।
- (চ) নির্দিষ্ট আয়তনের পাত্রে আবদ্ধ আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে তাপীয় সাম্যে r.m.s. ও সর্বোত্তম সম্ভাব্য দ্রুতির সংজ্ঞা দাও।
- (ছ) রেফ্রিজারেটর কী? এর ক্রিয়া গুণাক্ষের রাশিমালাটি নির্ণয় করো।
- (জ) এনট্রপির সংজ্ঞা দাও। এর S.I. একক কী?

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

## বিভাগ - ক

- ২। (ক) স্থির তড়িৎের ক্ষেত্রে গাউসের উপপাদ্যের সমাকল রূপটি বিবৃত করো এবং এখান থেকে অবকল রূপটি কীভাবে পাওয়া যায় দেখাও।
- (খ) গাউসের উপপাদ্য ব্যবহার করে একটি সুষমভাবে আহিত পাতলা গোলীয় খোলকের দরুন তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় করো যেখানে (অ) বিন্দু খোলকের বাইরে অবস্থিত (আ) বিন্দু খোলকের অভ্যন্তরে অবস্থিত। রেডিয়াল দূরত্বের অপেক্ষক হিসেবে তড়িৎক্ষেত্রের পরিবর্তনের লেখচিত্র অঙ্কন করো।
- (গ) গাউসের সূত্র থেকে কুলম্বের সূত্র কীভাবে পাওয়া যায় দেখাও। (২+২)+(৪+১)+৩
- ৩। (ক) বায়ো-সার্ভার্ট সূত্রটি লেখো।
- (খ) বায়ো-সার্ভার্ট সূত্রটি ব্যবহার করে একটি দীর্ঘ ঋজু তড়িৎবাহী তারের নিকট যে-কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো।

Please Turn Over

(3103)

- (গ) লোরেন্স বল কী?
- (ঘ) একটি  $3\mu\text{C}$  আধান ধনাত্মক X-অক্ষের দিকে  $3 \times 10^6\text{ms}^{-1}$  বেগে গতিশীল। চৌম্বকক্ষেত্র  $\vec{B} = 0.20\hat{j} + 0.04\hat{k}$  Tesla হলে চৌম্বকবল নির্ণয় করো। ২+৪+২+৪
- ৪। (ক) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্যটি বিবৃত করো। অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্যের কার্ল রূপটি (Curl form) প্রতিষ্ঠা করো।
- (খ) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্যটি ব্যবহার করে তড়িদ্বাহী দীর্ঘ সরু এবং খাজু পরিবাহীর দরুন চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় করে।
- (গ) একটি ধারকের ধারকত্বের সংজ্ঞা দাও। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করো। (২+২)+২+(২+৪)

## বিভাগ - খ

- ৫। (ক) গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যগুলি লেখো।
- (খ) প্রত্যেকটি রাশি উল্লেখ করে ম্যাক্সওয়েলের বেগ বণ্টন সমীকরণটি লেখো।
- (গ) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট গ্যাসের জন্য ম্যাক্সওয়েলের বেগ বণ্টন অপেক্ষকটি (function) অঙ্কন করো। গ্যাসটির তাপমাত্রা  $T_1$  থেকে বাড়িয়ে  $T_2$  করলে কী হবে?
- (ঘ) স্থির চাপে কোন তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল (r.m.s.)  $0^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় তার গড় বর্গবেগের বর্গমূল অপেক্ষা দ্বিগুণ হবে?
- (ঙ) মাইক্রোস্কোপিক ও ম্যাক্রোস্কোপিক দশা চলক (Variable) বলতে কী বোঝায়? ৩+২+(২+১)+২+২
- ৬। (ক) তাপগতিবিদ্যার আদি সূত্রটি বিবৃত করো।
- (খ) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় আদর্শ গ্যাসের চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।
- (গ) আদর্শ গ্যাসের জন্য রুদ্ধতাপ রেখ সমোষ্ণ রেখ অপেক্ষা খাড়া কেন?
- (ঘ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র ও দ্বিতীয় সূত্রের সম্মিলিত রূপটি লেখো। প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার জন্য এন্ট্রপির সংজ্ঞা দাও। ২+৪+৩+(২+১)
- ৭। (ক) একটি কার্নো ইঞ্জিনের বিভিন্ন পর্যায় সংক্ষেপে বর্ণনা করো এবং এর কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো।
- (খ)  $100^\circ\text{C}$  এবং  $0^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় রক্ষিত দুটি আধারের মধ্যে ক্রিয়াশীল কার্নো ইঞ্জিন  $10^4$  ক্যালোরি তাপ উচ্চ তাপমাত্রায় গ্রহণ করে। একটি পূর্ণ চক্রে ইঞ্জিনটি কত কার্য করে?
- (গ) কার্নো উপপাদ্যটি বিবৃত করো। (৩+৪)+৩+২
- ৮। (ক) প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার সংজ্ঞা লেখো। প্রক্রিয়া দুটির একটি করে উদাহরণ দাও।
- (খ) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের কেলভিন-প্ল্যাঙ্ক ও ক্লাউসিয়াসের বিবৃতি দুটি লেখো।
- (গ) কার্নো ইঞ্জিনের তাপমাত্রা-এন্ট্রপি লেখ, (T-S diagram) অঙ্কন করো এবং বিভিন্ন পর্যায় চিহ্নিত করো।
- (ঘ) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় একমোল আদর্শ গ্যাসের আয়তন প্রসারণে কৃতকার্যের রাশিমালা নির্ণয় করো। ৩+(২+২)+২+৩

- ৯। (ক) দেখাও যে অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিশ্বের এনট্রপির নাম বৃদ্ধি পায়।
- (খ) 30°C উষ্ণতার 50 g জলের সাথে 10°C উষ্ণতার 30 g জলের মিশ্রণ করা হল। এতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? জলের আপেক্ষিক তাপ 1.0 cal g<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>.
- (গ) এক মোল পরিমাণ কোনো আদর্শ গ্যাস সমোষ্ণ পদ্ধতিতে প্রাথমিক আয়তন V থেকে অন্তিম আয়তন 2V পর্যন্ত প্রসারিত হলে এই গ্যাসের এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে?
- (ঘ) তাপগতিবিদ্যায় ক্লসিয়াসের অসমতাটি বিবৃত করো।

৩+৪+৩+২

## [ English Version ]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer **any five** questions :

3×5

- (a) Justify whether  $\vec{E} = 4x^2y\hat{i} + 3z\hat{j} - yz^3\hat{k}$  can represent an electrostatic field.
- (b) Find out the energy required to charge a capacitor.
- (c) Is there any work done by a magnetic field on a moving charge particle? Explain.
- (d) Prove that  $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ , where  $\vec{J}$  = Current density and  $\rho$  = Volume charge density.
- (e) State the first law of thermodynamics. What is the significance of the first law of thermodynamics?
- (f) Define the r.m.s and most probable speeds of the molecules of a confined ideal gas in thermal equilibrium.
- (g) What is a refrigerator? Determine the coefficient of performance of a refrigerator.
- (h) Define entropy. What is the SI unit of entropy?

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

## Group - A

2. (a) State Gauss's law in electrostatics in the integral form. Hence obtain the differential form.
- (b) Apply Gauss's law to find the intensity (i) at a point outside (ii) at a point inside of a uniformly charged thin spherical shell. Plot the variations of electric field as a function of the radial distance.
- (c) Obtain Coulomb's law from Gauss's law. (2+2)+(4+1)+3
3. (a) State Biot-Savart Law.
- (b) Use Biot-Savart law to find the magnetic induction at any point outside a long straight current-carrying conductor.
- (c) What is Lorentz force?

Please Turn Over

(3103)

- (d) A charge of  $3\mu\text{C}$  moves with a speed of  $3 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$  along the positive X-axis. A magnetic field  $\vec{B} = 0.20\hat{j} + 0.04\hat{k}$  Tesla exists in space. Calculate the magnetic force on the charge. 2+4+2+4
4. (a) State Ampere's circuital theorem. Hence, derive the curl form of the Ampere's theorem.  
 (b) Using Ampere's theorem find the magnetic field due to a long and thin straight conductor carrying a current.  
 (c) Define capacitance of a capacitor. Calculate the capacitance of a parallel plate capacitor. (2+2)+2+(2+4)

**Group - B**

5. (a) Write the basic assumptions of the Kinetic theory of gas.  
 (b) Write down the Maxwell's velocity distribution equation, mentioning each term.  
 (c) Plot the Maxwell's velocity distribution function for a certain gas at a certain temperature ( $T_1$ ). What happens if the temperature of the gas increases to  $T_2$ ?  
 (d) At what temperature (at constant pressure) will the root mean square (rms) velocity of nitrogen molecules be twice its value at  $0^\circ\text{C}$ ?  
 (e) What are meant by microscopic and macroscopic state variables? 3+2+(2+1)+2+2
6. (a) State the zeroth law of thermodynamics.  
 (b) Derive the relation between P and V for an ideal gas in an adiabatic process.  
 (c) Show that for an ideal gas adiabatic curve in a P-V diagram is steeper than the isothermal curve.  
 (d) Write the combined form of first and second law of thermodynamics. Define entropy for a reversible process. 2+4+3+(2+1)
7. (a) Describe, in brief, the different processes in a Carnot's engine and calculate its efficiency.  
 (b) A Carnot's engine working between  $100^\circ\text{C}$  and  $0^\circ\text{C}$  takes  $10^4$  calories of heat at the higher temperature. What will be the work done by the engine in a complete cycle of operation?  
 (c) State Carnot's theorem. (3+4)+3+2
8. (a) Define reversible and irreversible process. Give an example of each process.  
 (b) Write down the Kelvin-Planck and Clausius statements for the second law of thermodynamics.  
 (c) Draw the Carnot cycle in a Temperature-Entropy (T-S) diagram and indicate all the processes.  
 (d) Find the expression for work done by one mole of an ideal gas in an adiabatic expansion. 3+(2+2)+2+3
9. (a) Show that for an irreversible process, the entropy of the universe always increases.  
 (b) Calculate the change in entropy when 50g of water at  $30^\circ\text{C}$  mixed with 30 g water at  $10^\circ\text{C}$ . Take specific heat of water as  $1.0 \text{ cal g}^{-1}\text{K}^{-1}$ .  
 (c) Find the change in entropy of one mole of an ideal gas that expands isothermally from an initial volume of V to a final volume of 2V.  
 (d) State Clausius inequality. 3+4+3+2