

2026

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) “স্থির তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা একটি বিন্দু আধানের উপর কৃতকার্য পথের উপর নির্ভর করে না” — এই মন্তব্য থেকে দেখাও যে, স্থির তড়িৎক্ষেত্র একটি সংরক্ষী বলক্ষেত্র।
- (খ) সমবিভব তল কাকে বলে? সমবিভব তলের ওপর কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বলরেখার দিক নির্দেশ করো।
- (গ) দেখাও যে, একটি গোলকের ধারকত্ব তার ব্যাসার্ধের $4\pi\epsilon_0$ গুণ। পৃথিবীকে 6400 km ব্যাসার্ধের একটি সম্পূর্ণ গোলক মনে করলে তার ধারকত্ব মাইক্রো-ফ্যারাড এককে কত হবে?
- (ঘ) এক টেসলার সংজ্ঞা লেখো। টেসলা ও গসের সম্পর্ক কী?
- (ঙ) রুদ্ধতাপ প্রসারণে গ্যাস কি কোনো কার্য করে? করলে ওই শক্তির উৎস কী?
- (চ) দেখাও যে, উচ্চ তাপমাত্রার তাপগাহের উষ্ণতা বৃদ্ধির চেয়ে নিম্ন তাপমাত্রার তাপগাহের উষ্ণতা কমানো কার্নোচক্রের দক্ষতা বৃদ্ধিতে বেশি কার্যকরী।
- (ছ) সম্পূর্ণ অবকল বলতে কী বোঝো? তাপগতিবিদ্যায় এর দুটি উদাহরণ দাও।
- (জ) তাপগতিবিদ্যায় দুটি পথ অপেক্ষকের (path function) উদাহরণ দাও।

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

বিভাগ - ক

২। (ক) স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রে গাউসের উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(খ) গাউসের উপপাদ্য ব্যবহার করে লম্বা রৈখিক আহিত তারের জন্য তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো।

(গ) তড়িৎ দ্বি-মেরু কাকে বলে? একটি তড়িৎ দ্বি-মেরুর জন্য কোন বিন্দুতে (r, θ) তড়িৎ বিভব নির্ণয় করো।

২+৪+(২+৪)

Please Turn Over

(7244)

- ৩। (ক) বায়ো-সার্ভার সূত্রটি লেখো। এই সূত্রের সাহায্যে তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর অক্ষের উপর কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো।
- (খ) $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ আধানযুক্ত একটি কণা $3\hat{i} + 2\hat{j} \text{ m/s}$ গতিবেগ নিয়ে তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্রের ভিতর দিয়ে চলে গেল। তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য $\vec{E} = 6\hat{i} + 6\hat{j} + 3\hat{k} \text{ Volt/m}$ এবং চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য $\vec{B} = \hat{j} + 2\hat{k} \text{ Tesla}$ হলে, কণার ওপর ক্রিয়াশীল লোরেঞ্জ বলের মান ও অভিমুখ নির্ণয় করো।
- (গ) সাইক্লোট্রনের মূল নীতিটি লেখো। (২+৪)+৪+২
- ৪। (ক) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্যটি বিবৃত করো। ‘ r ’ ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি তড়িৎবাহী বৃত্তাকার লুপের চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামক কত?
- (খ) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্যটি ব্যবহার করে সলিনয়েডে তড়িৎপ্রবাহের দরুন অক্ষস্থিত এবং সলিনয়েডের অভ্যন্তরে অবস্থিত কোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রপ্রাবল্য নির্ণয় করো।
- (গ) C ধারকত্ব এবং V বিভবযুক্ত একটি ধারকের শক্তি নির্ণয় করো। C_1, C_2 ধারকত্বের এবং যথাক্রমে V_1, V_2 বিভবযুক্ত দুটি তড়িৎ ধারককে সংযুক্ত করলে তাদের মধ্যে আধান বন্টনের জন্য যে শক্তির অপচয় হবে, তার পরিমাণ নির্ণয় করো। (২+২)+৩+(২+৩)

বিভাগ - খ

- ৫। (ক) প্রত্যেকটি রাশি উল্লেখ করে ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সমীকরণটি লেখো। এর থেকে গ্যাসের সর্বোচ্চ সম্ভাব্য গতিবেগের রাশিমালা নির্ণয় করো।
- (খ) গ্যাসের অণুগুলির মূল-গড়-বর্গবেগ বলতে কী বোঝো?
- (গ) গ্যাসের গতিয় তত্ত্ব থেকে অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পটি কীভাবে পাওয়া যায় ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) স্থির চাপে কোন্ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল (RMS) 0°C উষ্ণতার তার গড় বর্গবেগের বর্গমূল অপেক্ষা দ্বিগুণ হবে? (২+৩)+২+৩+২
- ৬। (ক) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত করো।
- (খ) আদর্শ গ্যাসের জন্য $C_p - C_v = R$ সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো। প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থবহ।
- (গ) স্থির চাপে ২ মোল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 30°C থেকে 40°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করতে ৭০ cal চাপ প্রয়োজন হয়। স্থির আয়তনে ওই একই পরিমাণ গ্যাসের একই তাপমাত্রা বৃদ্ধি (30°C থেকে 40°C) করতে কত তাপের প্রয়োজন হবে? দেওয়া আছে, গ্যাস ধ্রুবক $R_0 = 2 \text{ cal/mole K}$ ।
- (ঘ) আদর্শ গ্যাসের রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে আয়তন এবং তাপমাত্রার সম্পর্ক নির্ণয় করো। ২+৪+৩+৩
- ৭। (ক) P-V চিত্রসহ একটি কার্নো ইঞ্জিনের বিভিন্ন পর্যায় সংক্ষেপে বর্ণনা করো এবং এর কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো।
- (খ) ১০০০ K ও ৫০০ K তাপ আধারের মধ্যে ক্রিয়াশীল কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা x K ও ১০০০ K তাপমাত্রার মধ্যে কর্মরত কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতার সমান। x -এর মান নির্ণয় করো।
- (গ) কার্নো উপপাদ্যটি বিবৃত করো। (৩+৪)+৩+২

- ৮। (ক) প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া বলতে কী বোঝো? উভয় প্রক্রিয়ার একটি করে উদাহরণ দাও।
- (খ) এক মোল পরিমাণ আদর্শ গ্যাস সমোষ্ণ পদ্ধতিতে V থেকে $2V$ আয়তনে প্রসারিত হলে গ্যাসের এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে?
- (গ) কার্নো ইঞ্জিনের তাপমাত্রা-এনট্রপি লেখ ($T-S$ diagram) অঙ্কন করো এবং বিভিন্ন পর্যায় চিহ্নিত করো। এর থেকে ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো। (২+২)+৪+(২+২)
- ৯। (ক) দেখাও যে, প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিশ্বের এনট্রপির মান স্থির থাকে কিন্তু অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে তা বৃদ্ধি পায়।
- (খ) 15°C উষ্ণতার 50 g জলের সাথে 40°C উষ্ণতার 80 g জল মেশানো হল। এতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? জলের আপেক্ষিক তাপ $1.0 \text{ cal g}^{-1}\text{K}^{-1}$ ।
- (গ) এক মোল আদর্শ গ্যাসের চাপ ও আয়তন সাপেক্ষে এনট্রপির পরিবর্তন হিসাব করো। ৪+৪+৪

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer **any five** questions :

3×5

- "The work done on a point charge by a static electric field does not depend on the path"—From this statement, show that the static electric field is a conservative force field.
- What is an equipotential surface? State the direction of the electric field at a point on an equipotential surface.
- Show that the capacitance of a sphere is $4\pi\epsilon_0$ times its radius. If the Earth is considered as a complete sphere of radius 6400 km, what will be its capacitance in micro-farad?
- Define one Tesla. What is the relation between Tesla and Gauss?
- Does a gas do any work during adiabatic expansion? If yes, what is the source of that energy?
- Show that decreasing the temperature of the lower-temperature heat reservoir is more effective for increasing the efficiency of a Carnot cycle than increasing the temperature of the higher-temperature heat reservoir.
- What is meant by an exact differential? Give two examples from thermodynamics.
- Give two examples of path functions in thermodynamics.

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

Group - A

- State Gauss's theorem in electrostatics.
 - Using Gauss's theorem, find the electric field intensity due to a long straight charged wire.
 - Define electric dipole. Find the potential at any point (r, θ) due to a dipole placed at the origin. 2+4+(2+4)

Please Turn Over

(7244)

3. (a) State Biot-Savart's law. Using this law, find the magnetic field intensity at a point on the axis of a current-carrying circular coil.
- (b) A particle with charge 1.6×10^{-19} C moves with velocity $3\hat{i} + 2\hat{j}$ m/s through electric and magnetic fields. Electric field intensity $\vec{E} = 6\hat{i} + 6\hat{j} + 3\hat{k}$ Volt/m and magnetic field intensity $\vec{B} = \hat{j} + 2\hat{k}$ Tesla. Find the magnitude and direction of the Lorentz force acting on the particle.
- (c) State the basic principle of a cyclotron. (2+4)+4+2
4. (a) State Ampere's circuital theorem. What will be the magnetic dipole moment of a circular current carrying loop of radius 'r'?
- (b) Using Ampere's circuital theorem, find the magnetic field intensity at a point on the axis and inside a solenoid carrying current.
- (c) Find the energy of a capacitor of capacitance C and potential V. If two capacitors of capacitances C_1 , C_2 and potentials V_1 , V_2 respectively are connected, find the amount of energy lost due to charge redistribution between them. (2+2)+3+(2+3)

Group - B

5. (a) Write down the Maxwell's velocity distribution equation mentioning each term. From this, find the expression for the most probable velocity of a gas.
- (b) What do you mean by root mean square velocity of the gas molecules?
- (c) Explain how Avogadro's hypothesis is obtained from the kinetic theory of gases.
- (d) At what temperature (at constant pressure) will the root mean square (RMS) velocity of hydrogen molecules be twice its value at 0°C ? (2+3)+2+3+2
6. (a) State the First Law of Thermodynamics.
- (b) For an ideal gas, establish the relation $C_p - C_v = R$. Symbols have their usual meanings.
- (c) 70 cal of heat is required to raise the temperature of 2 moles of an ideal gas from 30°C to 40°C at constant pressure. How much heat will be required to raise the temperature of the same amount of gas by the same amount (30°C to 40°C) at constant volume? Given, gas constant $R_0 = 2$ cal/mole K.
- (d) Find the relation between volume and temperature for an adiabatic process of an ideal gas. 2+4+3+3
7. (a) Briefly describe the different stages of a Carnot engine with a P-V diagram and find its efficiency.
- (b) The efficiency of a Carnot engine working between heat reservoirs at 1000 K and 500 K is equal to the efficiency of a Carnot engine working between xK and 1000 K. Find the value of x.
- (c) State Carnot's theorem. (3+4)+3+2

8. (a) What is meant by a reversible and an irreversible process? Give one example of each process.
(b) One mole of an ideal gas is isothermally expanded from V to $2V$. Calculate its entropy change.
(c) Draw the Carnot cycle in a Temperature-Entropy (T-S) diagram and indicate all the processes. Hence, calculate the efficiency of the engine. (2+2)+4+(2+2)
9. (a) Show that for a reversible process, the entropy of the universe remains constant but it increases for an irreversible process.
(b) 50 g of water at 15°C is mixed with 80 g of water at 40°C . What will be the change in entropy? Specific heat of water = $1.0 \text{ cal g}^{-1}\text{K}^{-1}$.
(c) Calculate the change in entropy of one mole of an ideal gas with respect to pressure and volume. 4+4+4
-