2026

PHYSICS — MDC

Paper : CC-2

(Basic Physics - II)

Full Marks : 75

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ৩×৫

(ক) সাইক্লোট্রনের কার্যনীতি বিবৃত করো।

(খ) কোনো একটি অঞ্চলে তড়িৎক্ষেত্র—

$\vec{E} = 3x\hat{i} + 2y\hat{j} - 3z\hat{k}.$

ওই অঞ্চলে তড়িৎক্ষেত্র কি সংরক্ষী? ওই অঞ্চলে আধানের আয়তন ঘনত্ব কত?

(গ) মৌলিক মাত্রার (M, L, T এবং I) পরিপ্রেক্ষিতে তড়িৎক্ষেত্র (E) এবং বৈদ্যুতিক ফ্লাক্স (ϕ) প্রকাশ করো।

(ঘ) বায়ো-সাভার্ট সূত্রটি বিবৃত করো। এর গাণিতিক রূপটি লেখো। চৌম্বক ভ্রামকের S.I. একক কী?

(ঙ) এক্সটেনসিভ এবং ইনটেনসিভ তাপগতীয় চলক বলতে কী বোঝায় উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করো।

(চ) "তাপ গতিবিদ্যার প্রথম সূত্র শক্তির সংরক্ষণ সূত্রের একটি সাধারণ রূপ"— ব্যাখ্যা করো।

(ছ) কোয়াসিস্ট্যাটিক প্রক্রিয়া কী?

(জ) P-V সূচক চিত্রে রুদ্ধতাপ লেখকে সম-এনট্রপি লেখ-ও বলা হয়ে থাকে, কেন?

প্রতিটি বিভাগ থেকে অন্তত ***একটি*** প্রশ্ন নিয়ে ***পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও।

বিভাগ - ক

২। (ক) কোনো বিন্দুতে স্থির বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র-র সংজ্ঞা দাও। গাউসের স্থিরবিদ্যুৎ সূত্রটি বিবৃত করো।

(খ) গাউসের সূত্র ব্যবহার করে λ রৈখিক আধান ঘনত্ববিশিষ্ট একটি অসীম দীর্ঘ তার থেকে r দূরত্বে তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যর রাশিমালা নির্ণয় করো।

(গ) একটি বৈদ্যুতিক দ্বিমেরুর দ্বারা সৃষ্ট বৈদ্যুতিক বিভব এবং বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো। ৪+৪+৪

৩। (ক) একটি আহিত ধারকের ক্ষেত্রে দেখাও যে, আহিত ধারকের শক্তি $W = \frac{1}{2}CV^2$; যেখানে C ও V প্রচলিত অর্থ বহন করে।

(খ) একটি সমান্তরাল পাত ধারককে V বিভবে আহিত করা হল। যখন দুটি পাতের মধ্যে ব্যবধান d, তখন পাতদ্বয়ের মধ্যকার কোনো বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র E। যদি ব্যবধান বাড়িয়ে $2d$ করা হয়, তাহলে তড়িৎক্ষেত্রের মান নির্ণয় করো।

(গ) দুটি তড়িৎবাহী, সমান্তরাল, ঋজু এবং সুদীর্ঘ পরিবাহীর প্রতি একক দৈর্ঘ্যে কার্যকর বলের মান ও অভিমুখ নির্ণয় করো।

(ঘ) একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রে একটি তড়িৎ দ্বি-মেরু স্থাপন করলে দেখাও যে, তড়িৎ দ্বি-মেরুর ওপর লব্ধি বল শূন্য, কিন্তু টর্ক শূন্য নয়। ৩+২+৪+৩

৪। (ক) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্য প্রয়োগে একটি দীর্ঘ, ঋজু পরিবাহী চোঙের ভিতরে, পৃষ্ঠে এবং বাইরের কোনো বিন্দুতে চৌম্বক প্রাবল্য নির্ণয় করো।

(খ) একটি বৃত্তাকার পরিবাহী লুপ-এর ব্যাসার্ধ 'a' এবং প্রবাহমাত্রা 'I'। লুপটিকে $\vec{B}$ প্রাবল্যের সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে রাখা আছে। লুপটির তল চৌম্বকক্ষেত্রের লম্ব এবং চৌম্বকক্ষেত্রের দিকে দেখলে লুপটিতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা হয় দক্ষিণাবর্তী।

(অ) লুপটির ওপর কার্যকর মোট বল কত?

(আ) লুপটির ওপর কার্যকর টর্ক কত?

(ই) লুপটিকে 90° কোণে ঘোরালে কার্যকর টর্ক-এর মান কী হবে? (২+২+২)+(২+২+২)

বিভাগ - খ

৫। (ক) গ্যাসের অণুর সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ বলতে কী বোঝো? ম্যাক্সওয়েল-এর বেগ বন্টন সূত্রের সাহায্যে গ্যাসের অণুর সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ নির্ণয় করো।

(খ) ম্যাক্সওয়েল-এর বেগ বন্টন লেখচিত্রটি অঙ্কন করো। লেখচিত্রে গ্যাসের অণুর সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ চিহ্নিত করো।

(গ) চাপ অপরিবর্তিত রেখে কোন্ উষ্ণতায় নাইট্রোজেন অণুর r.m.s গতিবেগ প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় তার r.m.s গতিবেগের দ্বিগুণ হবে? (২+৪)+২+৪

৬। (ক) প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার উদাহরণসহ পার্থক্য লেখো।

(খ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের সাহায্যে প্রমাণ করো,

$$C_p - C_v = \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T\right]\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

এই সমীকরণ থেকে আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে $(C_p - C_v)$-এর মান নির্ণয় করো।

(গ) "গ্যাসের সমোষ্ণ প্রক্রিয়া একটি মন্থর প্রক্রিয়া"— ব্যাখ্যা করো। ৩+(৫+২)+২

৭। (ক) তাপগতীয় সাম্যাবস্থা-এর সংজ্ঞা দাও। দশা অপেক্ষক (state function) বলতে কী বোঝো?

(খ) দেখাও যে, রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় $TV^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক। (যেখানে $\gamma = C_p / C_v$)।

(গ) একটি আদর্শ গ্যাসের (অ) সমোষ্ণ প্রসারণ এবং (আ) রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে কৃতকার্যের রাশিমালা বের করো।

(২+২)+৪+(২+২)

৮। (ক) কার্নো ইঞ্জিনের T-S চিত্র অঙ্কন করো এবং বিভিন্ন পর্যায় চিহ্নিত করো।

(খ) T-S চিত্র থেকে কার্নো চক্রের কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো।

(গ) দুটি কার্নো ইঞ্জিন A ও B-এর উৎসের তাপমাত্রা যথাক্রমে 400 K এবং 300 K এবং সিঙ্কের তাপমাত্রা যথাক্রমে 300 K এবং 250 K। কার কর্মদক্ষতা বেশি? ৪+৪+৪

৯। (ক) প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ায় কোনো সংস্থার entropy কীরকম পরিবর্তন হয়?

(খ) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের ক্লসিয়াসের বিবৃতিটি লেখো।

(গ) কার্নোর উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(ঘ) 1 মোল পরিমাণ আদর্শ গ্যাস সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত হওয়ার পর আয়তন বৃদ্ধি পেয়ে চারগুণ হল। Entropy-র পরিবর্তন নির্ণয় করো। (২+৩)+২+২+৩

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer ***any five*** questions : 3×5

(a) State the working principle of cyclotron.

(b) An electric field of a place is given by :

$\vec{E} = 3x\hat{i} + 2y\hat{j} - 3z\hat{k}$.

Is this field conservative? Also, find out the volume charge density of this place.

(c) Express electric field vector (E) and electric flux (ϕ) in terms of the fundamental dimensions (M, L, T and I).

(d) State Bio-Savart's law. Write its mathematical expression. What is the SI unit of magnetic moment?

(e) What are extensive and intensive thermodynamic variables? Explain with example.

(f) "First law of Thermodynamics is a statement of the principle of conservation of energy" — Explain.

(g) What is a quasistatic process?

(h) Why the P-V indicator diagram of adiabatic process is also called isentropic?

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

Group - A

2. (a) Define electrostatic field at a point. State the Gauss's law of Electrostatics.

(b) Using Gauss's law, derive an expression for electric field intensity at a distance r from an infinitely long wire with linear charge density λ.

(c) Determine the electric potential and electric field strength due to an electric dipole. 4+4+4

3. (a) Show that the energy W of a charged capacitor is given by, $W = \frac{1}{2}CV^2$; C and V are their usual meanings.

(b) A parallel-plate capacitor is charged to a potential difference V. When the distancce between the two plates is d, the electric field is E. If the distance is increased by $2d$, find out the new value of the electric field.

(c) Determine the magnitude and direction of the force acting per unit length on each of two current carrying parallel, straight and infinitely long conductors.

(d) Show that the net force on an electric dipole is zero but the torque is non-zero, when it is placed in a uniform electric field. 3+2+4+3

4. (a) Using Ampere's circuital law, determine the magnetic field due to a long, straight, conducting cylinder carrying a current at the positions :

(i) Outside the cylinder

(ii) On the surface of the cylinder

(iii) Inside the cylinder.

(b) A circular conducting loop of radius 'a' and current 'I' is placed in a uniform magnetic field $\vec{B}$. The plane of the loop is normal to the magnetic field, the current in the loop is clockwise.

(i) What is the net force acting on the loop?

(ii) What is the torque acting on the loop?

(iii) What will be the effective torque if the loop is rotated through 90°?

(2+2+2)+(2+2+2)

Group - B

5. (a) What is meant by the most probable speed of gas molecules? Derive the expression for the most probable speed of gas molecules using Maxwell's velocity distribution law.

(b) Draw the Maxwell velocity distribution graph. Indicate the most probable speed of the gas molecule on the graph.

(c) At what temperature will the r.m.s. speed of nitrogen molecules be doubled of their r.m.s. speed at standard pressure and temperature? (2+4)+2+4

6. (a) Write down the differences in between Reversible and Irreversible process with example.

(b) Using first law of thermodynamics, prove that,

$$C_p - C_v = \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p .$$

From this equation, find the value of $(C_p - C_v)$ for ideal gas.

(c) Explain why isothermal process of a gas is a slow process? 3+(5+2)+2

7. (a) Define thermodynamic equilibrium. What do you mean by 'state function'?

(b) Show that in an adiabatic process, $TV^{\gamma-1}$ = const (where $\gamma = C_p / C_v$).

(c) Derive the expression of work done in (i) isothermal expansion and (ii) adiabatic expansion of an ideal gas. (2+2)+4+(2+2)

8. (a) Draw the Carnot cycle in a T-S diagram and indicate all the processes.

(b) Calculate the efficiency of the Carnot cycle from its T-S diagram.

(c) Two Carnot engines A and B have source temperatures 400 K and 300 K and sink temperatures 300 K and 250 K respectively. Which engine is more efficient? 4+4+4

9. (a) How does the entropy of a system change in reversible and irreversible processes?

(b) State the Clausius form of second law of thermodynamics.

(c) State Carnot's Theorem.

(d) One mole of an ideal gas expands isothermally, and its volume increases four times of its initial value. Calculate the change in entropy. (2+3)+2+2+3