

2024

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.

প্রাস্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৩×৫

- (ক) কুলম্বের সূত্র বিবৃত করো। পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের সংজ্ঞা লেখো।
- (খ) সমবিভবতল কাকে বলে? প্রমাণ করো সমবিভবতল ও বলরেখা পরস্পরকে লম্বভাবে ছেদ করে।
- (গ) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্য ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) প্রমাণ করো : $\left(\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t}\right) = 0$
- এখানে, \vec{J} = তড়িৎ পরিবহণ প্রবাহ ঘনত্ব
 ρ = তড়িদাধানের আয়তন ঘনত্ব
- (ঙ) যে সকল মূল অঙ্গিকারগুলির উপর ভিত্তি করে গ্যাসের গতীয়তত্ত্ব প্রতিষ্ঠিত সেগুলি বিবৃত করো।
- (চ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র (1st Law) ব্যাখ্যা করো।
- (ছ) প্রত্যাবর্তক এবং অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া বলতে কী বোঝো?
- (জ) কেলভিন-প্লাঙ্ক এবং ক্লসিয়াসের তাপগতিবিদ্যা সংক্রান্ত দ্বিতীয় সূত্র বিবৃত করো।

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

বিভাগ - ক

- ২। (ক) স্থির তড়িৎ বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে গাউসের উপপাদ্য বিবৃত করো এবং এই সূত্র ব্যবহার করে একটি সুসমভাবে আহিত গোলকের বাইরে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো।
- (খ) তড়িৎ-দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে? একটি তড়িৎ-দ্বিমেরুর জন্য যে-কোনো বিন্দুতে (r, θ) তড়িৎ বিভবের রাশিমালা নির্ণয় করো।

(২+৪)+(২+৪)

Please Turn Over

- ৩। (ক) একটি গতিশীল ধনাত্মক আহিত কণার উপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বলের সংজ্ঞা দাও। সুসম চৌম্বক-ক্ষেত্রে স্থাপিত একটি ক্ষুদ্র তড়িৎপ্রবাহীর উপর ক্রিয়াশীল বলের রাশিমালা নির্ণয় করো।
- (খ) গতিশীল আহিত কণার উপর চৌম্বক ক্ষেত্র কি কোনো কার্য করে? ব্যাখ্যা করো।
- (গ) $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = \vec{0}$ — এই সমীকরণটি কী নির্দেশ করে? (প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত)
- (ঘ) অ্যাম্পিয়ারের বর্তনী সূত্রটি বিবৃত করো। (২+৩)+৩+২+২
- ৪। (ক) বায়ো-স্যাভার্ট সূত্র বিবৃত করো। বায়ো-স্যাভার্ট সূত্রের সাহায্যে তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর অক্ষের উপর কোনো বিন্দুতে চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করো।
- (খ) একটি ধারকের ধারকত্বের সংজ্ঞা লেখো। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করো। (২+৪)+(২+৪)

বিভাগ - খ

- ৫। (ক) তাপগতিবিদ্যার আদি সূত্রটি লেখো।
- (খ) আদর্শ গ্যাসের জন্য মোলার আপেক্ষিক তাপ C_p এবং C_v -এর মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।
- (গ) এক মোল আদর্শ গ্যাসের রুদ্ধতাপ পদ্ধতিতে কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো।
- (ঘ) এক মোল আদর্শ গ্যাসকে সমোষ্ণ পদ্ধতিতে প্রসারিত হতে দেওয়া হল যতক্ষণ না এর আয়তন দ্বিগুণ হয়। এরপর গ্যাসটিকে আবার রুদ্ধতাপ পদ্ধতিতে সংকুচিত করে আগের আয়তনে ফিরিয়ে আনা হল। উভয় পদ্ধতিতে কৃতকার্য কত হল নির্ণয় করো। ২+৩+৩+৪
- ৬। (ক) প্রত্যেকটি রাশি উল্লেখ করে ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সমীকরণটি লেখো।
- (খ) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট গ্যাসের জন্য ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন অপেক্ষকটি (function) অঙ্কন করো। গ্যাসটির তাপমাত্রা বাড়ালে কী হবে?
- (গ) একটি গ্যাসের জন্য গড় গতি (C_{avg}) এবং মূল-গড়-বর্গ বেগের (C_{rms}) সংজ্ঞা লেখো।
- (ঘ) মাইক্রোস্কোপিক ও ম্যাক্রোস্কোপিক দশা চলক (Variable) বলতে কী বোঝায়? ২+(২+২)+(২+২)+২
- ৭। (ক) সম্পূর্ণ অবকল বলতে কী বোঝায়? তাপগতিবিদ্যায়-এর দুটি উদাহরণ দাও। তাপগতিবিদ্যার ক্ষেত্রে dQ পরিমাণ শোষিত তাপ একটি অসম্পূর্ণ অবকল প্রমাণ করো।
- (খ) আদর্শ গ্যাসের P - V চিত্রের কোনো বিন্দুর ভিতর দিয়ে অঙ্কিত রুদ্ধতাপ লেখচিত্রের নতি ঐ বিন্দুর ভিতর দিয়ে সমোষ্ণ লেখচিত্রের নতির γ -গুণ প্রমাণ করো। এখানে $\gamma = (C_p / C_v)$ ।
- (গ) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় আদর্শ গ্যাসের আয়তন প্রসারণ ঘটলে উষ্ণতা হ্রাস পায় — প্রমাণ করো। (২+২+২)+৩+৩
- ৮। (ক) একটি কার্নো ইঞ্জিনের বিভিন্ন পর্যায় সংক্ষেপে বর্ণনা করো এবং এর কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো।
- (খ) 127°C এবং 27°C উষ্ণতায় রক্ষিত দুটি আধারের মধ্যে ক্রিয়াশীল কার্নো ইঞ্জিন একটি পূর্ণ চক্রে 1260 জুল তাপ ছাড়ে। প্রতি চক্রে কী পরিমাণ কার্য পাওয়া যাবে?
- (গ) তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্রটি বিবৃত করো। (৩+৪)+৩+২

- ৯। (ক) দেখাও যে, অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ায় এনট্রপি সর্বদা বেড়ে যায়।
- (খ) 27°C তাপমাত্রার 786 g জলকে 86°C তাপমাত্রার 275 g জলের সাথে মিশ্রিত করা হলে, এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করো।
জলের আপেক্ষিক তাপ $1 \text{ cal g}^{-1}\text{K}^{-1}$ ।
- (গ) এনট্রপির পরিপ্রেক্ষিতে তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি লেখো।
- (ঘ) এক মোল পরিমাণ কোনো আদর্শ গ্যাস সমোষ্ণ পদ্ধতিতে প্রাথমিক আয়তন V_1 থেকে অন্তিম আয়তন V_2 পর্যন্ত প্রসারিত হলে, এই গ্যাসের এনট্রপির পরিবর্তন হিসাব করো।

৩+৪+২+৩

[English Version]*The figures in the margin indicate full marks.*1. Answer **any five** questions :

3×5

- (a) State Coulomb's Law. Define dielectric constant.
- (b) What is an equipotential surface? Show that a line of force and an equipotential surface must be mutually at right angle to each other.
- (c) Explain Ampere's Circuital theorem.
- (d) Prove that $\left(\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t}\right) = 0$. Where, \vec{J} = Current density and ρ = volume charge density.
- (e) Write down the basic postulates of kinetic theory of an ideal gas.
- (f) Explain first law of thermodynamics.
- (g) What do you mean by reversible and irreversible process?
- (h) State Kelvin-Planck and Clausius statements for the second law of thermodynamics.

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

2. (a) State Gauss's law of electrostatics and use it to find the intensity of electric field outside of a uniformly charged sphere.
- (b) What is electric dipole-moment? Calculate electric potential at any point (r, θ) due to an electric dipole. (2+4)+(2+4)
3. (a) Define Lorentz force acting on a moving charged particle. Derive an expression for the force acting on a small current element placed in a uniform magnetic field.
- (b) Is there any work done by a magnetic field on a moving charged particle? Explain.
- (c) $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = \vec{0}$. What does this indicate? (symbols have their usual meanings.)
- (d) State Ampere's Circuital law. (2+3)+3+2+2

Please Turn Over

4. (a) State Biot-Savart law. Using Biot-Savart law, find out the intensity of magnetic field at a point on the axis of a circular coil carrying current.
- (b) Define Capacitance of a capacitor. Calculate the capacitance of a parallel plate capacitor.
- (2+4)+(2+4)

Group - B

5. (a) State zeroth law of thermodynamics.
- (b) Find the relation between molar specific heats C_P and C_V for an ideal gas.
- (c) Deduce the expression of work done for one mole of an ideal gas during adiabatic process.
- (d) One mole of an ideal gas is allowed to expand isothermally until its volume is doubled. It is then brought to its initial volume adiabatically. Calculate the work done in both cases. 2+3+3+4
6. (a) Write the Maxwell's velocity distribution equation, mentioning each and every term.
- (b) Plot the Maxwell's velocity distribution function for a certain gas at a certain temperature. What will happen if the temperature of the gas increases?
- (c) Define the average speed (C_{avg}) and root-mean-square speed (C_{rms}) for a gas.
- (d) What are meant by microscopic and macroscopic state variables? 2+(2+2)+(2+2)+2
7. (a) What do you mean by exact differential? Give two examples of it from thermodynamics. The amount of heat absorbed dQ in a thermodynamic system is not a perfect differential. — Explain.
- (b) Prove that slope of an adiabatic through a point in a P - V diagram is γ times the slope of an isothermal curve through the same point where, $\gamma = (C_P / C_V)$.
- (c) Explain why the temperature of an ideal gas decreases during adiabatic volume expansion. (2+2+2)+3+3
8. (a) Describe, in brief, the different processes in a Carnot's engine and calculate its efficiency.
- (b) A Carnot's engine works between two sources at 127°C and 27°C . In a complete cycle it rejects 1260 Joule of heat. How much work is obtained in a complete cycle?
- (c) State the third law of Thermodynamics. (3+4)+3+2
9. (a) Show that for irreversible changes entropy always increase.
- (b) Calculate the change in entropy when 786 g of water at 27°C is mixed with 275 g of water at 86°C . Take specific heat capacity of water as $1 \text{ cal g}^{-1}\text{K}^{-1}$.
- (c) State the second law of Thermodynamics in terms of Entropy.
- (d) Find the change in entropy of one mole of an ideal gas that expands isothermally from an initial volume V_1 to a final volume V_2 . 3+4+2+3
-