

2024

PHYSICS — GENERAL

Paper : GE/CC-2

(Electricity and Magnetism)

Full Marks : 50

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১নং প্রশ্ন এবং অবশিষ্ট যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

(ক) প্রমাণ করো : $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = 0$ ।

(খ) $\vec{A} = 3\hat{i} + 3\hat{j} - 3\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$ ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণের মান নির্ণয় করো।

(গ) স্থিরতড়িৎ ক্ষেত্রকে সংরক্ষী বলা হয় কেন?

(ঘ) বায়ো-সার্ভারের সূত্রটি বিবৃত করো।

(ঙ) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ সূত্রটি বিবৃত করো।

(চ) পরাচৌম্বক, অয়ঃশ্চৌম্বক ও তিরশ্চৌম্বক পদার্থের মধ্যে পার্থক্য কী?

(ছ) পয়েন্টিং ভেক্টরের রাশিমালা এবং তাৎপর্য লেখো।

২। (ক) যদি \vec{A} একটি স্থির মানের ভেক্টর রাশি হয়, তবে প্রমাণ করো $\frac{d\vec{A}}{dt}$ এবং \vec{A} পরস্পরের উপর লম্ব।

(খ) $\phi = x^2 - y^2z$ হলে, $(1, 1, 1)$ বিন্দুতে $\vec{\nabla} \phi$ নির্ণয় করো।

(গ) গসের ডাইভারজেন্স সূত্রটি বিবৃত করো ও সেটি প্রয়োগ করে দেখাও যে, $\int_S \vec{r} \cdot d\vec{S} = 3V$ যেখানে V হল S বদ্ধতল দ্বারা

আবদ্ধ আয়তন।

২+৪+(২+২)

৩। (ক) স্থিরতড়িৎ সংক্রান্ত গাউসের উপপাদ্যটি লেখো। এই উপপাদ্যের সাহায্যে সুষমভাবে আহিত একটি দীর্ঘ ঋজু তার থেকে স্বল্প দূরত্বে অবস্থিত কোনো বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করো।

(খ) কোনো বিন্দুতে (r, θ) , তড়িৎ দ্বিমেরুর দ্বারা উদ্ভূত তড়িৎবিভবের মান $V(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^2}$ হলে, (অ) অক্ষীয় (E_r) ,

(আ) তির্যক (E_θ) , তড়িৎপ্রাবল্যের মান নির্ণয় করো।

(২+৪)+(২+২)

Please Turn Over

- ৪। (ক) তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর অক্ষের উপর কোনো বিন্দুতে চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্যের একটি রাশিমালা নির্ণয় করো।
 (খ) দুটি দীর্ঘ সমান্তরাল তারের ক্ষেত্রে স্বাবেশাক্ষের মান নির্ণয় করো।
 (গ) 200 cm দীর্ঘ একটি ঋজু তারকে $0.15 \times 10^{-4} \text{ Wb/m}^2$ চৌম্বক আবেশ বিশিষ্ট একটি চুম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করে 10 A প্রবাহমাত্রা পাঠানো হল। তারটির উপর কত বল ক্রিয়া করবে যদি (অ) তারটি চুম্বকক্ষেত্রের সমকোণে (আ) তারটি চুম্বকক্ষেত্রের সমান্তরালে রাখা হয়। 8+3+(1½+1½)
- ৫। (ক) একই দৈর্ঘ্য ও ব্যাসার্ধের দুটি সলিনয়েডের পাক সংখ্যার অনুপাত 2 : 3 হলে এদের স্বাবেশাক্ষের অনুপাত কত হবে?
 (খ) পারস্পরিক আবেশ গুণক কাকে বলে? দুটি একই ধরনের সমাক্ষীয় সমান্তরাল বৃত্তাকার কুণ্ডলীর আবেশ গুণক নির্ণয় করো।
 (গ) পরাচৌম্বক পদার্থের উপর উষ্ণতার প্রভাব কেমন? 3+(2+3)+2
- ৬। (ক) চুম্বকন পরিমাত্রা, চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক গ্রাহিতার সংজ্ঞা দাও। এদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।
 (খ) ইম্পাত ও নরম লোহার হিস্টেরেসিস লুপের প্রকৃতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা করো। এই দুটির মধ্যে কোন্ পদার্থটি তড়িৎচুম্বক নির্মাণে ব্যবহার করা উচিত— কারণসহ লেখো। (3+2)+(3+2)
- ৭। (ক) ব্যবহৃত চিহ্নগুলির ব্যাখ্যাসহ তড়িৎচুম্বকত্ব সম্পর্কিত শূন্যমাধ্যমে ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি লেখো।
 (খ) ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি ব্যবহার করে, শূন্যমাধ্যমে তরঙ্গের সমীকরণটি উৎপন্ন করো এবং তার থেকে তরঙ্গের বেগের রাশিমালাটি বের করো। 8+(8+2)

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer **question no. 1** and **any four** questions from the rest.

1. Answer **any five** questions :

2×5

- (a) Prove that $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = 0$.
 (b) Find the angle between $\vec{A} = 3\hat{i} + 3\hat{j} - 3\hat{k}$ and $\vec{B} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$.
 (c) Why is electrostatic field said to be a conservative field?
 (d) State Biot-Savart Law.
 (e) State Ampere's Circuital Law.
 (f) Distinguish among paramagnetic, ferromagnetic and diamagnetic substance.
 (g) Write the expression of Poynting vector and its physical significance.

2. (a) If \vec{A} is a vector of constant magnitude, show that $\frac{d\vec{A}}{dt}$ is perpendicular to \vec{A} .

- (b) If $\phi = x^2 - y^2z$, find $\vec{\nabla}\phi$ at the point (1, 1, 1).

- (c) State Gauss's divergence theorem and use it to show that $\int_S \vec{r} \cdot d\vec{S} = 3V$, where V is the volume enclosed by the closed surface S . 2+4+(2+2)
3. (a) State Gauss's theorem of electrostatic. Use it to find out the electric field at a point near a uniformly charged long straight wire.
- (b) Given the potential due to an electric dipole at (r, θ) is $V(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^2}$.
Calculate the electric fields in (i) radial direction (E_r) (ii) transverse direction (E_θ). (2+4)+(2+2)
4. (a) Determine an expression for the magnetic field intensity at a point on the axis of a circular coil of wire carrying electric current.
- (b) Calculate the coefficient of self-inductance for two long parallel wires.
- (c) A straight conducting wire of length 200 cm carrying current 10 A is placed in a magnetic field of intensity 0.15×10^{-4} Wb/m². What will be the force that the wire experience if (i) the wire is kept perpendicular to the magnetic field, (ii) the wire is kept parallel to the magnetic field. 4+3+(1½+1½)
5. (a) The ratio between the number of turns of two solenoids of equal length and radius is 2:3. What would be the ratio between their self-inductance?
- (b) What is meant by mutual inductance? Calculate the mutual inductance between two similar parallel co-axial circular coils.
- (c) What is the effect of temperature on paramagnetic material? 3+(2+3)+2
6. (a) Define intensity of magnetization, magnetic induction and magnetic susceptibility. Obtain a relation among them.
- (b) Draw and explain the hysteresis loop of steel and soft iron. Which one of these two is used to make electromagnet and why? (3+2)+(3+2)
7. (a) Write down the Maxwell's equations of electromagnetism in free space with the explanation of symbols.
- (b) Derive wave equation in free space from Maxwell's equations. Hence find the velocity of the wave. 4+(4+2)
-