Total number of printed pages–11

1 (Sem–2) PHY

2025

PHYSICS

Paper : PHY0200104

(Mathematical Physics and Electricity and Magnetism)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions.

*Answer **either** in English **or** in Assamese.*

1. Answer the following questions : $1\times5=5$

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ দিয়া ঃ

(a) What is Homogeneous differential equation?

সমসত্ব অৱকলজ সমীকৰণ কি?

(b) Define unitary matrix.

ইউনিটেৰী মৌলকক্ষৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(c) What will be the value of electric field, where electric potential is zero?

য'ত বিদ্যুৎ বিভৱ শূন্য হয়, তাত বিদ্যুৎ প্রাবল্য কিমান হ'ব?

(d) α and β particles are projected in magnetic field with same velocity perpendicular to the magnetic field. Which one will experience more magnetic force?

α আৰু β কণা একে বেগত, চুম্বকক্ষেত্রৰ লম্ব দিশত প্রক্ষেপ কৰা হ'ল। কোনটো কণাৰ ওপৰত চুম্বকক্ষেত্রই প্রয়োগ কৰা বল বেছি হ'ব?

(e) What is the reactance of capacitor connected to a constant D.C. source?

স্থিৰ প্রত্যক্ষ প্রবাহ উৎসৰ লগত ধাৰক এটা সংযোগ কৰিলে প্রতিবাধা কিমান হ'ব?

2. Answer ***any five*** of the following questions: 2×5=10

তলত দিয়া প্রশ্নবোৰৰ ***যিকোনো পাঁচটাৰ*** উত্তৰ দিয়া ঃ

(a) Write the order and degree of the following differential equations.

তলৰ অৱকলজ সমীকৰণ কেইটাৰ ক্রম আৰু মাত্রা লিখা।

(i) $\frac{d^2y}{dx^2}+3\frac{dy}{dx}+2y=e^x$

(ii) $\frac{d^3y}{dx^3}-6\left(\frac{dy}{dx}\right)^2-4y=0$

(b) If A and B are Hermitian matrices. Show that $AB+BA$ is Hermitian and $AB-BA$ is Skew-Hermitian.

যদি A আৰু B হাৰমেচিয়ান মৌলকক্ষ হয় তেনেহলে দেখুওৱা যে $AB+BA$ হাৰমেচিয়ান আৰু $AB-BA$ স্কিউ-হাৰমেচিয়ান হয়।

(c) An electron experiences a force $0{\cdot}01N$ in an electric field. Calculate intensity of the electric field.

বিদ্যুৎ ক্ষেত্র এখনত ইলেকট্রন এটাৰ ওপৰত প্রয়োগ হোৱা বল $0{\cdot}01N$। বিদ্যুৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় কৰা।

(d) What is the shape of equipotential surfaces for a point charge and a line of charges?

বিন্দুসম আৰু ৰৈখিক আধানৰ বাবে সমবিভৱ পৃষ্ঠৰ আকৃতি কেনেকুৱা হ'ব?

(e) On what factors polarisation of a dielectric substance depends?

কি কি কাৰকৰ ওপৰত পৰাবৈদ্যুতিক পদাৰ্থ এটাৰ মেৰুকৰণ নিৰ্ভৰ কৰে?

(f) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$, explain the meaning of this statement.

$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$, এই উক্তিটোৰ অৰ্থ ব্যাখ্যা কৰা।

(g) Draw Hysteresis loop of a magnetic material and indicate Retentivity and Coercivity.

চৌম্বিক পদাৰ্থ এটাৰ বিলাম্বানুসৰণ চক্ৰটো আঁকা আৰু চৌম্বিক ধাৰকতা আৰু নিগ্ৰাহিতা নিৰ্দেশ কৰা।

(h) Calculate the inductive reactance of a inductor of inductance $50mH$, when connected with an a.c. source of frequency $50Hz$.

$50mH$ আবেশকৰ এটা কুণ্ডলী $50Hz$ কম্পনাংকৰ পৰিবৰ্তী উৎস এটাৰ লগত সংযোগ কৰা হৈছে। আবেশীয় প্ৰতিবাধা নিৰ্ণয় কৰা।

(i) Two parallel wires at a separation of $10cm$ carry electric currents $10A$ and $4A$ in the same direction. Find the location at which the net magnetic field due to these wires is zero.

$10cm$ দুৰত্বত থকা দুডাল সমান্তৰাল পৰিবাহীৰ মাজেৰে একে দিশত ক্ৰমে $10A$ আৰু $4A$ প্ৰবাহ চালিত হয়। কোনটো অবস্থানত তাৰ দুডালে সৃষ্টি কৰা লব্ধ চুম্বকক্ষেত্ৰ শূন্য হ'ব?

(j) State the Cayley-Hamilton theorem.

কেলি-হেমিলটনৰ উপপাদ্যটো লিখা।

3. Answer ***any four*** of the following questions : $5\times4=20$

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ ***যিকোনো চাৰিটাৰ*** উত্তৰ দিয়া ঃ

(a) Find the eigenvalues and eigenvectors of the matrix. $2+3=5$

মৌলকক্ষটোৰ আইগেন মান আৰু আইগেন ভেক্তৰ নিৰ্ণয় কৰা।

$$A=\begin{bmatrix}3 & -1\\4 & -2\end{bmatrix}$$

(b) Solve the differential equation :

অৱকলজ সমীকৰণটো সমাধান কৰা ঃ

$$\left(1+x^2\right)\frac{dy}{dx}+2xy=\cos x$$

(c) State Gauss theorem. Applying this law find the expression of electric field due to infinite plane sheet of charge. $2+3=5$

গাউছৰ উপপাদ্যটো লিখা। এই সূত্ৰ প্ৰয়োগ কৰি আধানযুক্ত অসীম সমতল পাত এচটাৰ বাবে বিদ্যুৎ ক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্যৰ প্ৰকাশ ৰাশিটো উলিওৱা।

(d) Derive an expression of electrostatic potential energy of a charged sphere.

আধানযুক্ত গোলক এটাৰ স্থিতিবৈদ্যুতিক স্থিতিশক্তিৰ প্ৰকাশ ৰাশিটো প্ৰতিষ্ঠা কৰা।

(e) A spherical capacitor has an inner sphere of radius 24*cm* and outer sphere of radius 25*cm*. The outer sphere is earthed and inner sphere is given a charge $5\mu c$. The space between the sphere is filled with a medium of dielectric constant 36. Determine the capacity of the capacitor.

এটা গোলকীয় ধাৰকৰ ভিতৰৰ গোলকটোৰ ব্যাসাৰ্দ্ধ 24*cm* আৰু বাহিৰৰ গোলকটোৰ ব্যাসাৰ্দ্ধ 25*cm*। বাহিৰৰ গোলকটো ভূমিসংলগ্ন কৰা হল, আৰু ভিতৰৰ গোলকটোত $5\mu c$ আধান দিয়া হ'ল। গোলকদুটাৰ মাজৰ ঠাইখিনি 36 পৰাবৈদ্যুতিক ধ্ৰুবকৰ এটা মাধ্যমৰ দ্বাৰা ভৰোৱা হ'ল। ধাৰকটোৰ ধাৰকত্ব নিৰ্ণয় কৰা।

(f) Define magnetic induction $(\vec{B})$, magnetic intensity $(\vec{H})$ and intensity of magnetisation $(\vec{M})$. Write the expression magnetic susceptibility and permeability in terms of $\vec{B}, \vec{H}$ and $\vec{M}$. 3+2=5

চৌম্বিক আবেশ $(\vec{B})$, চৌম্বিক প্রাবল্য $(\vec{H})$ আৰু চুম্বকন প্ৰাবল্য $(\vec{M})$-ৰ সংজ্ঞা দিয়া। $\vec{B}, \vec{H}$ আৰু $\vec{M}$-ৰ দ্বাৰা চুম্বকীয় প্ৰৱণতা আৰু প্ৰৱেশ্যতাৰ প্ৰকাশ ৰাশি লিখা।

(g) What are ideal constant voltage source and ideal constant current source? State Thevenin's and Norton's theorem. 1+1+1½+1½=5

আদৰ্শ স্থিৰ বিভৱ উৎস আৰু আদৰ্শ স্থিৰ প্ৰবাহ উৎস কি? থেভেনিন আৰু নৰটনৰ উপপাদ্য দুটা লিখা।

(h) An alternating voltage $E = 300 \sin 100t$ volt is connected to a capacitor of capacitance $100 \mu F$. Calculate *(i)* capacitive reactance *(ii)* r.m.s value of voltage *(iii)* r.m.s value of current *(iv)* phase difference between current and voltage. 2+1+1+1=5

$E = 300 \sin 100t$ volt পৰিৱৰ্তী উৎস এটা $100 \mu F$ ধাৰকত্বৰ ধাৰক এটাৰ লগত সংযোগ কৰা হ'ল। *(i)* ধাৰকীয় প্ৰতিবাধা *(ii)* r.m.s বিভৱ *(iii)* rms প্ৰবাহ *(iv)* প্ৰবাহ আৰু বিভৱৰ মাজত দশা পাৰ্থক্য নিৰ্ণয় কৰা।

4. Answer ***any one*** of the following questions : 10

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ ***যিকোনো এটাৰ*** উত্তৰ দিয়া ঃ

(a) (i) The differential equation of motion of a particle of mass m falling under gravity through a resistive medium with velocity v is given by Newton's law as

$$m\frac{dv}{dt} = mg - Av,$$

where $F_1 = mg =$ Downward force

$F_2 = -Av =$ Frictional force

Solve the equation. 7

মাধ্যাকৰ্ষণ বলৰ প্ৰভাৱত ৰোধক মাধ্যম এটাৰ মাজেৰে v বেগেৰে অধোগামী হোৱা m ভৰৰ কণা এটাৰ গতিৰ অৱকলজ সমীকৰণটো নিউটনৰ সূত্ৰৰ সহায়ত $m\frac{dv}{dt} = mg - Av$ -ৰ দ্বাৰা বুজোৱা হৈছে।

য'ত $F_1 = mg =$ অধোগামী বল

$F_2 = -Av =$ ঘৰ্ষণ বল

সমীকৰণটো সমাধান কৰা।

(ii) What is orthogonal matrix? Show that the matrix $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ is orthogonal. 1+2=3

অৰ্থ'গোনেল মৌলকক্ষ কি? দেখুওৱা যে $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ মৌলকক্ষটো অৰ্থ'গোনেল।

(b) State Biot-Savart law. Express it in vector form. Find the expression of magnetic field due to straight current carrying wire. 2+1+7=10

বায়ট-চাভাৰ্টৰ সূত্ৰটো লিখা। ইয়াক ভেক্টৰৰ ৰূপত প্ৰকাশ কৰা। প্ৰবাহ চালিত পোন পৰিবাহী এডালৰ বাবে চুম্বক প্ৰাবল্যৰ প্ৰকাশ ৰাশিটো উলিওৱা।

(c) Find the expression of the capacitance of a cylindrical capacitor with dielectric medium.

পৰাবৈদ্যুতিক মাধ্যম থকা চুঙাকৃতিৰ ধাৰক এটাৰ ধাৰকত্বৰ প্ৰকাশ ৰাশিটো উলিওৱা।

(d) An a.c. voltage source is connected in series LCR circuit. Calculate impedance of the circuit.

Find the condition when—

(i) Current lags behind voltage

(ii) Voltage lags behind current

8+2=10

শ্ৰেণীবদ্ধ LCR বৰ্তনী এটাত পৰিবৰ্তী বিভৱ উৎস এটা সংযোগ কৰা হ'ল। বৰ্তনীটোৰ প্ৰতিবাধা নিৰ্ণয় কৰা। কি চৰ্তত—

(i) প্ৰৱাহ বিভৱৰ পিছপৰি থাকে

(ii) বিভৱ প্ৰৱাহৰ পিছপৰি থাকে ?