

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 : $1 \times 5 = 5$

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) What is Homogeneous differential equation ?

সমসত্ত্ব অৱকলজ সমীকৰণ কি?

(b) Define unitary matrix.

ইউনিটেরী মৌলকক্ষৰ সংজ্ঞা দিয়া।

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

য'ত বিদ্যুৎ বিভব 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, চুম্বকক্ষেত্ৰৰ লম্ব দিশত প্রক্ষেপ কৰা হ'ল। কোনটো কণাৰ ওপৰত চুম্বকক্ষেত্ৰই প্ৰয়োগ 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 প্ৰতিবাধা কিমান হ'ব?

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

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ যিকোনো পাঁচটাৰ উত্তৰ দিয়া :

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

তলৰ অৱকলজ সমীকৰণ কেইটাৰ ক্ৰম আৰু মাত্ৰা 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 $0.01N$ in an electric field. Calculate intensity of the electric field.

বিদ্যুৎ ক্ষেত্ৰ এখনত ইলেকট্ৰন এটাৰ ওপৰত প্ৰয়োগ হোৱা বল $0.01N$ । বিদ্যুৎ ক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰা।

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

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

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

কি কি কাৰকৰ ওপৰত পৰাবৈদ্যুতিক পদাৰ্থ এটাৰ মেৰুৰূপ 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 বিলাস্বানুসৰণ চক্ৰটো আঁকা আৰু চৌম্বিক ধাৰকতা আৰু নিগ্ৰাহিতা নিৰ্দেশ কৰা।

- (h) Calculate the inductive reactance of an 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 প্ৰতিৰোধ 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.

$10cm$ দূৰত্বত 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 :

$$5 \times 4 = 20$$

তলত দিয়া প্রশ্নবোৰৰ যিকোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ দিয়া :

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

মৌলকক্ষটোৰ আইগেন মান আৰু আইগেন ভেক্টৰ নিৰ্ণয় কৰা।

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

(b) Solve the differential equation :

অৱকলজ সমীকৰণটো সমাধান কৰা :

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

✓ (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 সূত্র প্রয়োগ কৰি আধানযুক্ত অসীম সমতল পাত এচটাৰ বাবে বিদ্যুৎ ক্ষেত্র প্রাবল্যৰ প্রকাশ বাশিটো উলিওৱা।

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

আধানযুক্ত গোলক এটাৰ স্থিতিবৈদ্যুতিক স্থিতিশক্তিৰ প্রকাশ বাশিটো প্রতিষ্ঠা কৰা।

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

এটা গোলকীয় ধাবকৰ ভিতৰৰ গোলকটোৰ ব্যাসার্ধ 24cm আৰু বাহিৰৰ গোলকটোৰ ব্যাসার্ধ 25cm । বাহিৰৰ গোলকটো ভূমিসংলগ্ন কৰা হ'ল, আৰু ভিতৰৰ গোলকটোত $5\mu\text{C}$ আধান দিয়া হ'ল। গোলকদুটাৰ মাজৰ ঠাইখিনি 36 পৰাবৈদ্যুতিক ধ্ৰুৱকৰ এটা মাধ্যমৰ দ্বাৰা ভৰোৱা হ'ল। ধাবকটোৰ ধাবকত্ব 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 প্রাবল্য ($\vec{M}$)-ৰ সংজ্ঞা দিয়া। $\vec{B}$, $\vec{H}$ আৰু

$\vec{M}$ -ৰ দ্বাৰা চুম্বকীয় প্ৰৱণতা আৰু প্ৰৱেশ্যতাৰ প্ৰকাশ বাৰি লিখা।

(g) What are ideal constant voltage source and ideal constant current source? State Thevenin's and Norton's theorem.

$$1+1+1\frac{1}{2}+1\frac{1}{2}=5$$

আদৰ্শ স্থিৰ বিভব 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 পৰিবৰ্তী উৎস এটা $100\mu F$ ধাৰকত্বৰ ধাৰক এটাৰ লগত সংযোগ কৰা হ'ল।

(i) ধাৰকীয় প্ৰতিবাধা (ii) r.m.s বিভব (iii) rms প্ৰবাহ (iv) প্ৰবাহ আৰু বিভবৰ 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

মাধ্যাকর্ষণ বলৰ প্ৰভাৱত ৰোধক মাধ্যম এটাৰ
মাজেৰে v বেগেৰে অধোগামী হোৱা m ভৰৰ
কণা এটাৰ গতিৰ অৱকলজ সমীকৰণটো নিউটনৰ

$$\text{সূত্ৰৰ সহায়ত } m \frac{dv}{dt} = mg - Av \text{ -ৰ দ্বাৰা}$$

বুজোৱা হৈছে।

$$\text{য'ত } F_1 = mg = \text{অধোগামী বল}$$

$$F_2 = -Av = \text{ঘৰ্ষণ বল}$$

সমীকৰণটো সমাধান কৰা।

(ii) What is orthogonal matrix? Show

$$\text{that the matrix } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ is}$$

orthogonal. $1+2=3$

অৰ্থগোনেল মৌলকক্ষ কি? দেখুওৱা যে

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ মৌলকক্ষটো অৰ্থগোনেল।}$$

(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) প্ৰবাহ বিভৱৰ পিছপৰি থাকে

(ii) বিভৱ প্ৰবাহৰ পিছপৰি থাকে ?