

Total number of printed pages-11

3 (Sem-2/CBCS) PHY HG/RC

2023

**PHYSICS**

(Honours Generic/Regular)

**(Electricity and Magnetism)**

Paper : PHY-HG / RC-2016

Full Marks : 60

Time : Three hours

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

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

1. Answer the following :  $1 \times 7 = 7$

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ দিয়া :

(i) Define electric potential.

বৈদ্যুতিক বিভৱৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(ii) What is the electric field inside a uniformly charged spherical shell with total charge  $Q$  and of radius  $R$ ?

$Q$  আধানযুক্ত  $R$  ব্যাসার্ধৰ গোলাকাৰ খোল এটাৰ ভিতৰত বিদ্যুত ক্ষেত্ৰ কি ?

Contd.

(iii) What is the unit of magnetic susceptibility?

চৌম্বিক প্রবণতাৰ একক কি ?

(iv) If  $\vec{B}$  is the magnetic field, write down the expression for magnetic energy per unit volume.

কোনো এটা বিন্দুত চৌম্বিক আৱেশৰ মান যদি  $\vec{B}$  হয়, সেই ঠাইত একক আয়তনত সঞ্চিত চুম্বকীয় শক্তিৰ মান কিমান ?

(v) Find the curl of the vector

$$\vec{A} = Z\hat{j}$$

তলত দিয়া ভেক্টৰটোৰ কৰ্ল নিৰ্ণয় কৰা।

$$\vec{A} = Z\hat{j}$$

(vi) What is the magnetic force experienced by a stationary charge  $q$  placed in a magnetic field  $\vec{B}$ ?

$\vec{B}$  চুম্বক ক্ষেত্ৰত স্থিৰ অৱস্থাত থকা আধান  $q$  ৰ ওপৰত চুম্বকীয় বলৰ পৰিমাণ কিমান ?

(vii) What is the volume of a cube whose three adjacent sides represent three vectors  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  and  $\vec{C}$ .

$$|\vec{A}| = |\vec{B}| = |\vec{C}| = a$$

এটা ঘনকৰ তিনিটা সন্নিহিত বাহু এ যদি  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  আৰু  $\vec{C}$  ভেক্টৰ নিৰ্দেশ কৰে, ঘনকটোৰ আয়তন কিমান ?

$$|\vec{A}| = |\vec{B}| = |\vec{C}| = a$$

2. Answer the following :

2×4=8

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা :

(i) Find the angle between the two vectors

$$\vec{A} = \hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k} \text{ and } \vec{B} = -\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}.$$

$\vec{A} = \hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$  আৰু  $\vec{B} = -\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$  দুটি ভেক্টৰৰ মাজৰ কোণ নিৰ্ণয় কৰা।

(ii) What is the physical meaning of the statement  $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$  ? (Here  $\vec{B}$  represents the magnetic field)

$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$  উক্তিটোৰ ব্যাখ্যা কি ? (ইয়াত  $\vec{B}$  এ চুম্বক ক্ষেত্ৰ বুজাইছে।)

(iii) Define Poynting vector. What is its unit ?

পইন্টিং ভেক্টৰৰ সংজ্ঞা দিয়া। ইয়াৰ একক কি ?

- (iv) Electric potential at a point situated at a distance  $r$  from the origin is

$$V(r) = \frac{C}{r^2}$$

What is the intensity of the electric field at that point?

মূল বিন্দুৰ পৰা  $r$  দূৰত্বত অবস্থিত বিন্দু এটাত বৈদ্যুতিক বিভব

$$V(r) = \frac{C}{r^2}$$

সেই বিন্দুত বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রাবল্যৰ মান কিমান ?

3. Answer **any three** of the following : 5×3=15

তলৰ যিকোনো তিনিটাৰ উত্তৰ দিয়া :

- (i) An electron is revolving in a circular orbit of radius  $R$  with a time period  $T$ . Find the expression for the magnetic moment. 5

ইলেক্ট্রন এটাই  $R$  ব্যাসার্ধৰ বৃত্তাকাৰ কক্ষপথ এটাত  $T$  সময়ত সম্পূর্ণ এপাক মাৰে। চৌম্বক ভ্রামক কিমান ?

- (ii) State Lenz's law. If  $I$  is the current passing through a loop of self inductance  $L$ , show that the magnetic energy stored in the loop is

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

1+4=5

লেঞ্জৰ সূত্রটো লিখা।  $L$  স্বয়ং আবেশ গুণাংকৰ কুণ্ডলী এটাৰ মাজেৰে  $I$  বিদ্যুত প্রবাহিত হ'লে, দেখুওৱা যে কুণ্ডলীটোত জমা হোৱা চৌম্বক শক্তিৰ পৰিমাণ

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

- (iii) What do you mean by electric dipole? Show that the energy of an electric dipole  $\vec{p}$  in an electric field  $\vec{E}$  is given by

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

1+4=5

বৈদ্যুতিক দ্বিমেরু বুলিলে কি বুজা ?

দেখুওৱা যে  $\vec{E}$  বিদ্যুত ক্ষেত্রত থকা বৈদ্যুতিক দ্বিমেরু  $\vec{p}$  ত জমা হৈ থকা শক্তিৰ পৰিমাণ

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

- (iv) If  $\vec{w} = w_1\hat{i} + w_2\hat{j} + w_3\hat{k}$  is a constant vector and  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ , show that

$$\vec{\nabla} \times \vec{w} \times \vec{r} = 2\vec{w}$$

5

যদি  $\vec{w} = w_1\hat{i} + w_2\hat{j} + w_3\hat{k}$  এটা স্থিৰ ভেক্টৰ হয়

আৰু  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ , দেখুওৱা যে

$$\vec{\nabla} \times \vec{w} \times \vec{r} = 2\vec{w}$$

- (v) Derive an expression for electric potential due to a dipole at its axial line. What is the unit of dipole moment ?  
4+1=5

এটা দ্বিমেরুৰ অক্ষীয় স্থানত বিদ্যুত বিভব উলিওৱা।  
বৈদ্যুতিক দ্বিমেরুৰ ভাৰমকৰ একক কি ?

4. Answer **any three** of the following :

$$10 \times 3 = 30$$

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ যিকোনো তিনিটাৰ উত্তৰ লিখা :

- (i) (a) State Stokes' theorem of vectors.

ষ্টকৰ তত্ত্বটো লিখা।

- (b) Verify the Stokes' theorem for the vector  $\vec{A} = \frac{1}{2}x^2y\hat{j}$  over the surface lying in the  $Z=0$  plane bounded by the circle  $x^2 + y^2 = 1$ .

$$2+8=10$$

ভেক্টৰ  $\vec{A} = \frac{1}{2}x^2y\hat{j}$  আৰু  $Z=0$  সমতলত

$x^2 + y^2 = 1$  বৃত্তই আগুৰা পৃষ্ঠখনৰ ক্ষেত্ৰত  
ষ্টকৰ সূত্ৰটো সাব্যস্ত কৰা।

- (ii) (a) State Gauss's theorem of electrostatics.

স্থিতি বিদ্যুতৰ গাউছৰ সূত্ৰটো লিখা।

- (b) Using Gauss's theorem of electrostatics obtain the expression for electric field due to a uniformly charged solid sphere of radius  $R$  at a point.  
2+4+4=10

গাউছৰ সূত্ৰটো ব্যৱহাৰ কৰি  $R$  ব্যাসার্ধৰ  
সুষমভাৱে আধানযুক্ত গোটা গোলক এটাৰ

- (i) Outside the sphere.

বাহিৰৰ এটা বিন্দুত

- (ii) Inside the sphere.

ভিতৰৰ এটা বিন্দুত

বিদ্যুত ক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰা।

- (iii) (a) State Ampere's circuital law. Using this law show that the magnetic field at a distance  $d$  from a long straight conductor carrying current  $I$  is

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

$$2+4=6$$

এম্পিয়াৰৰ চক্ৰীয় কুণ্ডলীৰ সূত্ৰটো লিখা।

এই সূত্ৰটো ব্যৱহাৰ কৰি দেখুওৱা যে  $I$  বিদ্যুত  
প্ৰবাহ হৈ থকা দীঘল পোন পৰিবাহী তাৰ  
এডালৰ পৰা  $d$  দূৰত্বত চুম্বক ক্ষেত্ৰৰ প্ৰাবল্য

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

- (b) The magnetic field strength at a distance  $0.5m$  from a long, current carrying straight conductor is

$$H = 2A/m$$

Find the current through the conductor. 4

বিদ্যুত প্ৰবাহ বৈ থকা দীঘল, পোন পৰিবাহী তাৰ  
এডালৰ পৰা  $0.5$  মিঃ দূৰত্বত চৌম্বিক প্ৰাবল্যৰ  
মান  $H = 2A/m$  পৰিবাহী ডালৰ মাজেৰে বৈ  
থকা বিদ্যুত প্ৰবাহৰ মান কিমান ?

- (iv) (a) State Faraday's law of electromagnetic induction.

ফেৰাডেৰ বিদ্যুত চুম্বকীয় আৱেশৰ সূত্ৰটো  
লিখা।

- (b) What do you mean by self and mutual inductance ?

স্বয়মাবেশ আৰু প্ৰতি আবেশ মানে কি বুজা ?

- (c) Find the self inductance per unit length of a long solenoid of radius  $R$  with  $N$  turns per unit length.

$$2+4+4=10$$

$R$  ব্যাসাৰ্দ্ধৰ দীঘল কুণ্ডলী এটাৰ প্ৰতি একক  
দৈৰ্ঘ্যত থকা পাকৰ সংখ্যা  $N$ । কুণ্ডলীটোৰ প্ৰতি  
একক দৈৰ্ঘ্যৰ স্বয়মাবেশ গুণাংক উলিওৱা।

- (v) (a) What do you mean by bound charge and free charge in a dielectric medium ?

আবদ্ধ আধান আৰু মুক্ত আধান মানে কি বুজা ?

- (b) Obtain the Gauss theorem in dielectric.

ডাইইলেক্ট্ৰিক মাধ্যমত গাউছৰ সূত্ৰটো উলিওৱা।

- (c) Obtain the relation between the permittivity of the medium  $\epsilon$  and the susceptibility  $\chi_e$ . 2+5+3=10

মাধ্যম এটাৰ প্ৰবেশ্যতা  $\epsilon$  আৰু বৈদ্যুতিক সংবেদনশীলতা  $\chi_e$  ৰ মাজৰ সম্পৰ্ক স্থাপন কৰা।

- (vi) (a) What do you mean by capacitance of a body?

কোনো এটা বস্তুৰ ধাৰকত্ব মানে কি বুজা ?

- (b) The uniform electric field between a parallel plate capacitor of surface area  $A$  is

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

where  $\sigma$  is the surface charge density. Obtain the expression for the capacitance of the capacitor.

$A$  পৃষ্ঠ কালিৰ সমান্তৰাল ফলি ধাৰক এটাৰ মাজৰ সুষম বিদ্যুত ক্ষেত্ৰৰ মান

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

ইয়াত  $\sigma$  হ'ল একক ক্ষেত্ৰফলৰ আধানৰ পৰিমাণ। এনেকুৱা এখন সমান্তৰাল ফলি ধাৰকৰ ধাৰকত্ব উলিওৱা।

- (c) The capacitance of a parallel plate capacitor of surface area  $A$  and plate-separation  $d$  is  $C$  Farad. If  $d$  is doubled, how should we change  $A$  to keep the capacitance same? 2+5+3=10

$A$  ক্ষেত্ৰফলৰ সমান্তৰাল ফলি ধাৰক এখনৰ পাত দুখনৰ মাজৰ দূৰত্ব  $d$  আৰু ধাৰকটোৰ ধাৰকত্ব  $C$ । পাত দুখনৰ মাজৰ দূৰত্ব যদি দুগুন কৰা হয়, ধাৰকৰ ধাৰকত্ব একে ৰাখিবলৈ পাতৰ কালি কেনেকুৱা ধৰণে সলনি কৰিব লাগিব।