

*This question paper contains 8 printed pages.]*

**2538**

Your Roll No. ....

**B.Sc. (G) / II / NS**

**A**

**PHYSICS – Paper IV**

**(Electromagnetism)**

**(O.C. : Admission of 2004 and before)**

*Time : 3 Hours*

*Maximum Marks : 38*

*(Write your Roll No. on the top immediately  
on receipt of this question paper.)*

*Note : Answers may be written either in English or in  
Hindi; but the same medium should be used  
throughout the paper.*

*टिप्पणी : इस प्रश्नपत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिन्दी किसी एक भाषा में  
दीजिए; लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।*

*Attempt any five questions. Question No. 1 is compulsory.*

*कोई पाँच प्रश्न कीजिए। प्रश्न सं. 1 अनिवार्य है।*

**1. Attempt any five of the following.**

- (a) Define a conservative vector field. Is electric field  
 $\vec{E}$  a conservative field ? 2

[P.T.O.]

- (b) Electric field in a region is given by  $\vec{E} = 5x\hat{i} + 6y\hat{j} + 3z\hat{k}$ . Determine the volume charge density  $\rho$ .  
 $(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ coulomb}^2/(\text{Nm}^2))$  2
- (c) Two straight wires each 1 m long are 2 mm apart. They carry 5 Ampere current in each in opposite directions. Calculate the force between them. What is the direction of this force? 2
- (d) Define dielectric constant of a dielectric material. How is this related to the electric susceptibility? 2
- (e) Define coefficient of mutual inductance  $M$  between a pair of coils. What are its units? 2
- (f) A capacitor of capacitance 1 micro-farad is charged, through a resistance of 1 mega-ohm. Calculate the time in which the charge of the capacitor rises to 50% of its maximum value. 2
- (g) Derive an expression for rms value of an alternating current. 2
- (h) What are ferromagnetic domains? 2

निम्नलिखित में से किन्हीं पाँच को कीजिए :

- (क) संरक्षी सदिश क्षेत्र की परिभाषा दीजिए। क्या विद्युत क्षेत्र  $\vec{E}$  एक संरक्षी क्षेत्र है?

(ख) किसी क्षेत्र का विद्युत क्षेत्र इससे ज्ञात होता है :

$$\vec{E} = 5x\hat{i} + 6y\hat{j} + 3z\hat{k}.$$

आयतन आवेश घनत्व ' $\rho$ ' का निर्धारण कीजिए।

$$(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ coulomb}^2/(\text{Nm}^2))$$

(ग) 1 m लंबे दो सीधे तार 2 mm दूरी पर हैं। इनमें प्रत्येक में विपरीत दिशाओं में 5 ऐम्पीयर धारा प्रवाहित हो रही है। इसके बीच का परिकलन कीजिए। इस बल की दिशा क्या है ?

(घ) परावैद्युत् पदार्थ के परावैद्युत स्थिरांक की परिभाषा दीजिए। विद्युत-सुग्राहिता से यह किस प्रकार संबंधित है ?

(ङ) एक जोड़ी कुंडलियों के बीच पारस्परिक प्रेरकत्व के गुणांक की परिभाषा दीजिए। इसकी यूनिटें क्या होती हैं ?

(च) 1 माइक्रोफराड धारिता वाले संधारित्र को 1 मेगा-ओम प्रतिरोध के जरिए आवेशित किया गया है। समय का परिकलन कीजिए जितने समय में संधारित्र का आवेश उसके अधिकतम मान के 50% तक बढ़ जाता है।

(छ) प्रत्यावर्ती धारा के rms मान के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ज) फेरोमैग्नेटिक डोमेन क्या होते हैं ?

2. (a) State and prove Gauss's divergence theorem for a

Vector field  $\vec{A}$ .

4

- (b) Evaluate  $\iint_S \vec{A} \cdot \hat{n} ds$  over a unit cube bounded by the surfaces

$$x=0, y=0, z=0 \text{ \& } x=1, y=1, z=1, \text{ where } \vec{A} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k} \quad 3$$

- (क) सदिश क्षेत्र  $\vec{A}$  के लिए गौस अपसरण प्रमेय का उल्लेख कीजिए और सिद्ध कीजिए।

- (ख)  $x=0, y=0, z=0$  और  $x=1, y=1, z=1$ , सतहों द्वारा घिरे हुए यूनिट घन पर  $\iint_S \vec{A} \cdot \hat{n} ds$  का मूल्यांकन कीजिए

$$\text{जबकि } \vec{A} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}$$

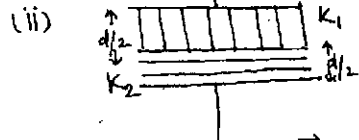
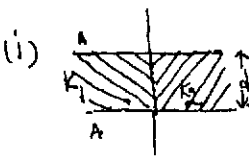
3. (a) State and prove Gauss's law in electrostatics and obtain its differential form. 4

- (b) Using Gauss's law derive an expression for the electric field  $\vec{E}$  due to an infinite plane sheet of charge having charge density  $\sigma$  at a distance  $r$  from it. 3

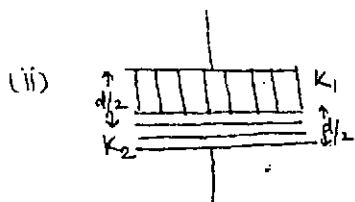
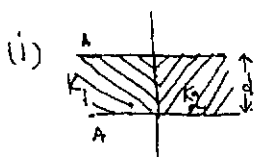
- (क) स्थिर वैद्युतिकी में गौस-नियम का उल्लेख कीजिए और सिद्ध कीजिए। इसके अवकल समघात को व्युत्पन्न कीजिए।

- (ख) गौस-नियम का प्रयोग करके एक अनंत समतल आवेश की शीट के कारण विद्युत क्षेत्र  $\vec{E}$  के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए जब कि शीट का आवेश-घनत्व  $\sigma$  उससे  $r$  दूरी पर है।

4. (a) Derive an expression for the energy stored in the electric field  $\vec{E}$  between the plates of a parallel plate capacitor. 3
- (b) The area of each plate of parallel plate capacitor is  $A$  and the separation is  $d$ . It is filled with two dielectrics of dielectric constants  $K_1$  and  $K_2$ . Calculate the capacitances when the dielectrics as filled as given in (i) & (ii) below. 4



- (क) समांतर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच विद्युत क्षेत्र  $\vec{E}$  में संचित ऊर्जा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
- (ख) समांतर प्लेट संधारित्र की प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल  $A$  है और विभाजन  $d$  है। इसे  $K_1$  और  $K_2$  परावैद्युत स्थिरांकों वाले दो परावैद्युतों से भरा गया है। जब परावैद्युतों को दिये चित्र (i) और (ii) में दिए गए रूप में भरा गया हो तब धारिताओं का परिकलन कीजिए।



5. (a) Derive an expression for the flux density  $\vec{B}$  at a point inside a long solenoid. Hence prove that the magnetic flux density at the ends of an infinitely long solenoid is twice the flux density at the centre. 4

- (b) State Faraday's law of e.m. induction and deduce the following .  $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$  3

(क) एक लंबे सोलेनोइड के भीतर एक बिन्दु पर फ्लक्स-घनत्व  $\vec{B}$  के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। इससे सिद्ध कीजिए कि अनंत रूप में लंबे सोलेनोइड के सिरों पर चुंबकीय फ्लक्स घनत्व, केन्द्र पर फ्लक्स घनत्व से दुगुना होता है।

(ख) विद्युत चुंबकीय प्रेरकत्व के फैराडे नियम का उल्लेख कीजिए और

निम्नलिखित को निगमित कीजिए :  $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

6. (a) A charged capacitor of capacitance  $C$  discharges through a coil of inductance  $L$  and resistance  $R$ . Find the charge on the capacitor after  $t$  seconds, it

starts discharging. Deduce the conditions under which the discharge is oscillatory. Also deduce an expression for the frequency of the oscillatory discharge. 5

(b) Derive an expression for the torque acting on a rectangular current carrying loop placed in a uniform magnetic field  $\vec{B}$ . 2

(क) धारिता C वाला आवेशित संधारित्र, प्रेरकत्व L और प्रतिरोध R वाली एक कुंडली से विसर्जन करता है।  $t$  सेकेण्डों के बाद इस संधारिता पर उस आवेश को ज्ञात कीजिए जब यह विसर्जन आरंभ करता है। उन दशाओं को निगमित कीजिए जिनके अंतर्गत विसर्जन दोलनी होता है। साथ ही दोलनी विसर्जन की आवृत्ति के लिए व्यंजक निगमित कीजिए।

(ख) एक समान चुंबकीय क्षेत्र  $\vec{B}$  में रखे हुए धारा वाले एक आयताकार लूप पर पड़ने वाले बल आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

7. (a) Find an expression for the power in an a.c. circuit having resistance, inductance and capacitance connected in series. Determine the condition for the current in the circuit to be Wattless. 4

(b) Show that the area of B-H loop denotes the energy dissipated per unit volume of the material during

each magnetic cycle. How would you use this hysteresis curve to select material for construction of permanent magnets ? 3

(क) प्रतिरोध, प्रेरकत्व और धारिता को श्रेणी में जोड़े गए a.c. परिपथ में विद्युत के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए। धारा के लिए उन दशाओं को निर्धारित कीजिए जब परिपथ में धारा भारविहीन होती है।

(ख) प्रदर्शित कीजिए कि B-H लूप का क्षेत्रफल, प्रत्येक चुम्बकीय चक्र के दौरान पदार्थ के प्रति यूनिट आयतन में क्षयित ऊर्जा को प्रदर्शित करता है। इस शैथिल्य वक्र को, आप स्थायी चुंबकों की रचना के लिए पदार्थ का चयन करने में कैसे इस्तेमाल करेंगे ?

8. (a) State and prove Poynting theorem. What is the physical significance of Poynting vector ? 4

(b) Using Maxwell's equations prove that the velocity of em waves travelling in free space is equal to C.

3

(क) प्वाइन्टिंग प्रमेय का उल्लेख कर सिद्ध कीजिए। प्वाइन्टिंग सदिश का भौतिक महत्व क्या है ?

(ख) मैक्सवेल समीकरणों का प्रयोग करके सिद्ध कीजिए कि मुक्त आकाश में चल रही em तरंगों का वेग C के बराबर होता है।