

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2011****PHE-07 : ELECTRIC AND MAGNETIC
PHENOMENA***Time : 2 hours**Maximum Marks : 50*

Note : *All questions are compulsory. Marks allotted for each question are indicated against it. Log tables or calculators may be used. Symbols have their usual meaning.*

1. Attempt *any five* parts : 3x5=15

- (a) Two point charges Q_1 and Q_2 are 3 m apart and their combined charge is $20 \mu\text{C}$. If one repels the other with a force of 0.075 N, what are the two charges ?

- (b) The electric field outside a long charged straight wire is given by $E = -\frac{5000}{r} \text{Vm}^{-1}$.

It is radially inward. Calculate the potential difference between two points distant radially 60 cm and 30 cm, respectively from the wire.

- (c) Two capacitors A and B of capacitance $0.3 \mu\text{F}$ and $0.6 \mu\text{F}$ respectively, are connected in series. The combination is connected across a potential of 6 volt. What will be the ratio of energies stored by the two capacitors ?

- (d) A current of 0.2 A passes through a conducting wire of radius 0.5 mm having 8.4×10^{28} electrons per m^3 . Calculate the average drift velocity of electrons.
- (e) Of the three vectors in the equation $\vec{F} = q \vec{V} \times \vec{B}$, which pairs are always at right angles? Which of these vectors may have any angle between them?
- (f) Obtain an expression for the energy stored per unit volume in a dielectric medium.
- (g) The turns ratio between the primary and secondary coils of a transformer is 10 : 1. If 200 V dc is impressed across the primary, calculate the voltage across the secondary.

2. Attempt *any five* parts :

5x5=25

- (a) (i) State Biot-Savart's Law. 1
- (ii) A toroid has a non-ferromagnetic core of inner radius 20 cm and outer radius 25 cm around which 500 turns of a wire are wound. If 2A current flows through the wire, calculate the magnetic field : 4
- (A) inside and
- (B) outside the toroid.
- (b) (i) In a region of free space, the electric field at some instant of time is given 2
- by $\vec{E} = \left(80\hat{i} + 32\hat{j} - 64\hat{k} \right) \text{ Vm}^{-1}$
- and the magnetic field is
- $\vec{B} = \left(0.2\hat{i} + 0.08\hat{j} + 0.29\hat{k} \right) \mu \text{ T}$.
- Obtain the Poynting Vector for these fields.

- (ii) The following point charges are placed on the x -axis : $4 \mu\text{C}$ at $x=10 \text{ cm}$, $-6 \mu\text{C}$ at $x=20 \text{ cm}$, $-8 \mu\text{C}$ at $x=40 \text{ cm}$. Calculate the potential on the x -axis at $x=0$.
- (c) A 10Ω resistance coil has 1000 turns. It is placed in a magnetic field of magnetic induction $5 \times 10^{-4} \text{ tesla}$ in 0.1 second . If the area of cross section of the coil is one square metre, what will be the induced emf, induced current and induced charge in the coil ?
- (d) A circuit has a self-inductance of 1 H and carries a current of 2 A . To prevent sparking when the circuit is switched off, a capacitor which can withstand 400 V is used. What is the minimum value of the capacitor to be used ?
- (e) Suppose that the electric field part of an electromagnetic wave in vacuum is given by :

$$\vec{E} = (3.1 \text{ NC}^{-1})\cos\{(1.8 \text{ rad m}^{-1})y + (5.4 \times 10^6 \text{ rad s}^{-1})t\} \hat{i}$$

- (i) What is the direction of propagation ?
- (ii) What is the wavelength λ ?
- (iii) What is the frequency ν ?
- (iv) What is the amplitude of the magnetic part of the wave ?
- (v) Write the expression for the magnetic field part of the wave.
- (f) Explain the phenomenon of Hysteresis in ferromagnetic materials.

3. (a) What do you understand by a dielectric and its polarisation ? 4
- (b) (i) State Ampere's circuital law. 6
- (ii) Obtain an expression for the magnetic field at an axial point located at distance x from the centre of a circular coil of radius a . The current in the coil is I .

OR

- (a) Derive an expression for the electric potential due to an electric dipole at any point P on a line which makes an angle θ with the axis of the dipole. 5
- (b) Three charges $4q$, $2q$ and $4q$ are to be placed on a 10 m long straight wire. Determine the positions where the charges should be placed so that the potential energy of the system is a minimum. 5

Physical Constants :

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

$$C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$N_A = 6.6 \times 10^{23}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.0 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसंबर, 2011

पी.एच.ई.-07 : विद्युत और चुंबकीय परिघटनाएँ

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप लॉग टेबल या कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं। प्रतिकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. कोई पाँच भाग करें :

3x5=15

- (a) दो बिंदु आवेश Q_1 तथा Q_2 एक दूसरे से 3 m दूरी पर स्थिति हैं तथा उन पर स्थित आवेशों का योग $20 \mu\text{C}$ है। यदि एक बिन्दु आवेश दूसरे को 0.075 N बल से विकर्षित करता है तो इन पर स्थित आवेश परिकलित करें।
- (b) एक लंबे, सीधे तार के बाह्य बिन्दु पर विद्युत् क्षेत्र का मान $E = -\frac{5000}{r} \text{ Vm}^{-1}$ है। विद्युत क्षेत्र की दिशा त्रिज्यतः अंदर की ओर है। तार से त्रिज्यतः 60 cm तथा 30 cm दूरी पर स्थित दो बिन्दुओं के बीच विभवांतर परिकलित करें।
- (c) दो संधारित्र A तथा B जिनकी धारिताओं का मान क्रमशः $0.3 \mu\text{F}$ तथा $0.6 \mu\text{F}$ हैं, एक दूसरे से श्रेणी क्रम में जुड़े हैं। यह निकाय 6 V विभव के परितः जुड़ा है। इन संधारित्रों पर संचित ऊर्जाओं का अनुपात परिकलित करें।

- (d) 0.5 mm त्रिज्या वाले एक चालक तार में जिसमें इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8.4×10^{28} इलेक्ट्रॉन प्रति m^3 है, 0.2 A धारा प्रवाहित हो रही है। इलेक्ट्रॉनों का औसत अपवाह वेग परिकलित करें।
- (e) समीकरण $\vec{F} = q \vec{V} \times \vec{B}$, के तीन सदिशों में से कौन-से दो सदिश युग्म हमेशा परस्पर लंबवत होते हैं? इनमें से कौन-से दो सदिशों के बीच के कोण का मान कुछ भी हो सकता है?
- (f) किसी परावैद्युत माध्यम के प्रति इकाई आयतन में संचित ऊर्जा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें।
- (g) किसी ट्रांसफार्मर की प्राथमिक तथा द्वितीयक कुंडलियों के फेरों का अनुपात 10 : 1 है। यदि प्राथमिक के परितः 200 V dc आरोपित किया जाता है तो द्वितीयक के परितः विभव परिकलित करें।

2. कोई पाँच भाग करें :

5x5=25

- (a) (i) बायो-सावर्ट नियम बताएँ। 1
- (ii) एक टोराइड का क्रोड अलौहचुंबकीय पदार्थ का है। क्रोड की आंतरिक त्रिज्या 20 cm तथा बाह्य त्रिज्या 25 cm है। इस पर तार के 500 फेरे लपेटे गए हैं। यदि तार में 2A धारा प्रवाहित हो रही है, तो टोराइड के
- (A) अंदर, तथा
- (B) बाहर चुंबकीय क्षेत्र परिकलित करें।
- (b) (i) मुक्त आकाश के किसी क्षेत्र में किसी क्षणपर विद्युत् क्षेत्र का व्यंजक 2

$$\vec{E} = \left(80 \hat{i} + 32 \hat{j} - 64 \hat{k} \right) \text{Vm}^{-1} \text{ है,}$$

तथा चुंबकीय क्षेत्र का व्यंजक

$$\vec{B} = \left(0.2 \hat{i} + 0.08 \hat{j} + 0.29 \hat{k} \right) \mu\text{T. है।}$$

इन क्षेत्रों के लिए प्वाइन्टिंग सदिश प्राप्त करें।

- (ii) निम्नलिखित आवेश x - अक्ष पर रखे गए हैं : 3

$x = 10 \text{ cm}$ पर $4 \mu\text{C}$ $x = 20 \text{ cm}$ पर $-6 \mu\text{C}$ तथा $x = 40 \text{ cm}$ पर $-8 \mu\text{C}$
 x - अक्ष पर। बिन्दु $x = 0$ पर विभव का मान परिकलित करें।

- (c) एक 10Ω परिमाण वाली प्रतिरोध कुंडली में 1000 फेरे हैं। इसे एक ऐसे चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है जिसके चुंबकीय प्रेरण का मान, 0.1 सेकंड में, $5 \times 10^{-4} \text{ T}$ है। यदि कुंडली का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल 1 वर्ग मीटर है तो इसमें प्रेरित विद्युत् वाहक बल (emf) प्रेरित धारा तथा प्रेरित आवेश परिकलित करें।
- (d) किसी परिपथ का स्वप्रेरकत्व 1 H है तथा इसमें 2 A धारा प्रवाहित होती है। परिपथ में धारा का प्रवाह रोकने पर उत्पन्न होने वाली चिनगारी को रोकने के लिए इसमें एक संधारित्र, जो 400 V तक सहन कर सकता है, लगाया जाता है। संधारित्र की न्यूनतम धारिता का मान परिकलित करें।
- (e) मान लें कि निर्वात में किसी विद्युत् चुंबकीय तरंग के संगत विद्युत् क्षेत्र का व्यंजक निम्नलिखित है :

$$\vec{E} = (3.1 \text{ NC}^{-1}) \cos\{(1.8 \text{ rad m}^{-1})y + (5.4 \times 10^6 \text{ rad s}^{-1})t\} \hat{i}$$

- (i) तरंग की सरंचण दिशा बताएँ।
(ii) तरंगदैर्घ्य λ का मान बताएँ।

- (iii) आवृत्ति, ν का मान बताएँ।
- (iv) तरंग के चुंबकीय भाग का आयाम परिकलित करें।
- (v) तरंग के चुंबकीय क्षेत्र का व्यंजक लिखें।
- (f) लौह-चुंबकीय पदार्थ के लिए शैथिल्य परिघटना समझाएँ।
3. (a) परावैद्युत पदार्थ तथा इसके ध्रुवण से आप क्या समझते हैं? 4
- (b) (i) ऐम्पियर परिक्रमी नियम बताएँ। 1
- (ii) त्रिज्या a वाली एक वृत्तीय कुंडली के अक्ष के अनुदिश, दूरी x पर स्थित बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त करें यदि इस कुंडली में प्रवाहित धारा का मान I है। 5

अथवा

- (a) एक विद्युत-द्विध्रुव के कारण किसी बिन्दु P जो एक ऐसी रेखा पर स्थित है जो द्विध्रुव के अक्ष के साथ θ कोण बनाती है, पर विद्युत विभव के लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें। 5
- (b) 10m लंबी, सीधी तार पर तीन आवेशों $4q$, $2q$ तथा $4q$ को रखना है। आवेशों की वह स्थिति निर्धारित करें जहाँ उन्हें रखने पर इस निकाय की स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम हो। 5

भौतिक नियतांक :

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

$$C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$N_A = 6.6 \times 10^{23}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.0 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$