No. of Printed Pages : 8

PHE-07

01133

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination
December, 2013

PHYSICS
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. Values of physical constants are given at the end.*

---

1. Attempt *any five* parts : **5x3=15**

(a) Two point charges of magnitude 2×10^{-8} C and 8×10^{-8} C are separated by a distance of 10cm in vacuum. Calculate the electric field at a point distant 4cm from the first and 6cm from the second charge. What is the direction of this electric field ?

(b) Four point charges $q_1=2\times10^{-8}$ C, $q_2=-4\times10^{-8}$ C, $q_3=3\times10^{-8}$ C and $q_4=4\times10^{-8}$ C are placed at the four corners of a square of side 1m. Calculate the electric potential at the centre of the square.

(c) Starting with the expression for the phase velocity of propagation of an electromagnetic wave in a linear, homogeneous medium derive the relation between the refractive index and dielectric constant of the medium.

(d) A metal ring placed on top of a vertical solenoid jumps when current through the solenoid is switched on. Explain why.

(e) Using Gauss' law in electrostatics prove that the charge resides only on the surface of a conductor.

(f) Calculate the effective capacitance of three capacitors (each of capacitance C) arranged in such a way that two of them are in series and the third is in parallel with this series combination.

(g) Show that the tangential component of $\vec{D}$ is continuous across a dielectric boundary.

(h) Explain in brief the construction and working of an electrolytic capacitor. What are the important specifications for these capacitors ?

2. Attempt *any five* parts :

(a) The potential difference across a metallic wire of 10^{-4} cm^2 cross-sectional area and 60 cm length, carrying a current of 0.2 A, is 3 V. Calculate the electric field in the wire, the current density and the conductivity of the wire. **5**

(b) Two proton beams moving along the same direction also constitute parallel currents. Do you expect them to attract or repel each other ? The axis of a circular coil of radius 6 cm having 20 turns and carrying a current of 6 A makes an angle of 30° with a uniform magnetic field of 0.01 T. Calculate the torque on the coil. **1+4**

(c) A plane electromagnetic sinusoidal wave is travelling in the negative x-direction and its frequency is 200 MHz. The electric field is perpendicular to the positive z direction. **5**

Write down the expressions for the $\vec{E}$ and $\vec{B}$ fields that specify this wave, given $E_0 = 100\ Vm^{-1}$.

(d) A cyclotron being used to accelerate protons has Dees of 60 cm radius which are connected to an alternating voltage source of 12 MHz frequency. Calculate the magnetic field and the speed and kinetic energy acquired by the protons. **5**

(e) What do you mean by self-inductance of a coil ? Show that the work done in maintaining a current I through an inductor of self-inductance L is $\frac{1}{2}$ LI^2. What happens to this work ? **2+2+1**

(f) The plates of a parallel plate capacitor have an area of cross-section 100 cm^2 and are 1.0 cm apart. A potential difference of 100 V is applied when no dielectric is present. A dielectric slab of relative permittivity 5 and thickness 0.5 cm is introduced between the plates. Calculate the capacitance of the capacitor before and after the introduction of the dielectric. **5**

3. Attempt ***any one*** part :

(a) State Biot-Savart law. Using this law obtain an expression for the magnetic field at a point lying on the axis of a circular coil of radius 'a', carrying current i. Plot the magnetic fields as a function of distance. **2+6+2**

(b) State Gauss' law in electrostatics. Using Gauss' law derive an expression for the electric field due to a charged spherical shell of radius R at the points (i) $r>R$, (ii) $r=R$ and (iii) $r<R$. **2+8**

Physical Constants :

$e=1.6\times10^{-19}$ C

$m_e=9.1\times10^{-31}$ kg

$m_p=1.67\times10^{-27}$ kg

$\epsilon_o=8.85\times10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$

$\mu_o=4\pi\times10^{-7}$ TmA^{-1}

$c=3\times10^8$ ms^{-1}

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}=9.0\times10^9\ Nm^2C^{-2}$$

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2013

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-07 : वैद्युत 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 सारणी या कैल्कुलेटर का* ***उपयोग*** *कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने* ***सामान्य*** *अर्थ हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं।*

1. ***कोई पाँच*** भाग करें : 5x3=15

(a) निर्वात में दो बिन्दु आवेश जिनके परिमाण 2×10^{-8} C तथा 8×10^{-8} C हैं एक दूसरे से 10cm की दूरी पर स्थित है। उस बिन्दु पर, जो एक बिन्दु आवेश से 4cm की दूरी पर है और दुसरे बिन्दु आवेश से 6cm की दूरी पर है, विद्युत क्षेत्र का मान परिकलित करें। इस विद्युत क्षेत्र की दिशा भी बताएं।

(b) चार बिन्दु आवेश $q_1 = 2\times10^{-8}$ C, $q_2 = -4\times10^{-8}$ C, $q_3 = 3\times10^{-8}$ C तथा $q_4 = 4\times10^{-8}$ C, 1m भुजा वाले एक वर्ग के चारों कोनों पर रखें हैं । इस वर्ग के मध्य बिन्दु पर विद्युत विभव का मान परिकलित करें।

(c) रैखिक , समांग माध्यम में विद्युत-चुंबकीय तरंग के कला वेग के व्यंजक से आरंभ कर माध्यम के अपवर्तनांक और परावैद्युत स्थिरांक में संबंध स्थापित करें।

(d) ऊर्ध्वाधर परिनालिका के ऊपर रखा धातु का एक वलय, परिनालिका में धारा प्रवाहित होने पर उछल जाता है। समझाएं कि ऐसा क्यों होता है।

(e) स्थिरविद्युतिकी के लिए गाऊस नियम का उपयोग करके सिद्ध करें कि किसी चालक पर आवेश केवल उसके सतह पर ही रह सकता है।

(f) तीन संधारित्र, जिनमें से प्रत्येक की धारिता C है, एक दूसरे से इस प्रकार जुड़े हैं कि इनमें से दो श्रेणीक्रम में जुड़े हैं और तीसरा इस प्रेणीक्रम के समांतर जुड़ा हैं। इस निकाय की प्रभावी धारिता परिकलित करें।

(g) सिद्ध करें कि $\vec{D}$ के स्पर्श रेखीय घटक, परावैद्युत पदार्थ सीमा के आर पार सतत होते हैं।

(h) किसी विद्युत अपघटने वाले संधारित्र की बनावट तथा कार्यविधि को संक्षेप में बताएं। इन संधारित्रों के महत्वपूर्ण गुणधर्म क्या हैं?

2. **कोई पाँच** भाग करें :

(a) 10^{-4} cm^2 अनुप्रस्थ परिच्छेद और 60 cm लंबाई वाले एक धात्विक तार में 0.2 A, धारा प्रवाहित हो रही है और उसके परितः विभवांतर का मान 3 V है। तार में विद्युत क्षेत्र, धारा घनत्व तथा इसकी चालकता का मान परिकलित करें। **5**

(b) एक ही दिशा में संचारित प्रोटॉनों के दो किरण पुंज, दो समांतर धारा के समान हैं। बताएं कि ये किरण पुंज एक दुसरे को आकर्षित करेंगे अथवा विकर्षित ? एक वृत्ताकार वलय जिसकी त्रिज्या 6 cm हैं तथा जिसमें 20 फेरे हैं, में 6 A धारा प्रवाहित होती है। इस वलय का अक्ष, 0.01 T मान वाले एकसमान चुंबकीय क्षेत्र के साथ 30° का कोण बनाता है। वलय पर आरोपित बल आधूर्ण परिकलित करें। **1+4**

(c) एक समतल ज्यावक्रीय विद्युत-चुंबकीय तरंग श्रृणात्मक x-दिशा में संचरित होती है तथा इसकी आवृत्ति 200 MHz है। इस तरंग का संगत विद्युत-क्षेत्र , धनात्मक z दिशा लंबवत् है $\vec{E}$ तथा $\vec{B}$ क्षेत्रों के लिए व्यंजक लिखें जो इस तरंग को निर्दिष्ट करते है, यदि $E_0 = 100 \text{ Vm}^{-1}$ हैं । **5**

(d) प्रोटानों को त्वरित करने के लिए प्रयुक्त साइक्लोट्रॉन के 'डी' की त्रिज्या 60 cm हैं और ये 12 MHz आवृत्ति वाले एक परिवर्ती विभव स्रोत से जुड़े हैं चुंबकीय क्षेत्र तथा प्रोटानों की चाल तथा गतिज ऊर्जा परिकलित करें। **5**

(e) एक गोल लूप के स्व-प्रेरकत्व से आप क्या समझते हैं? सिद्ध करें कि स्व-प्रेरकत्व L वाले प्रेरक में धारा I बनाये रखने के लिए विग्या गया कार्य $\frac{1}{2}$ LI^2 है। इस कार्य का क्या होता है। **2+2+1**

(f) एक समानांतर प्लेट संधारित्र के प्लेटों का अनुप्रस्थ परिच्छेद 100 cm^2 की दूरी पर हैं। तथा वे एक-दूसरे से की 1.0 cm दूरी पर हैं। जब इन प्लेटों के बीच कोई परावैद्युत पदार्थ नहीं है तो उनके पर 100 V विभवांतर आरोपित है. इन प्लैटों के बीच 0.5 मोटाई तथा 5 सापेक्ष परावैद्युतांक मान वाला एक डाइलेक्ट्रिक स्लैब रखा जाता है। डाइलेक्ट्रिक स्लैब के रखने के पहले तथा उसके बाद संधारित्र की धारिता का मान परिकलित करें। **5**

3. **कोई एक** भाग करें :

(a) बायो-सावर्ट नियम बताएं। इस नियम का उपयोग कर त्रिज्या a वाले एक गोल के अक्ष पर स्थित किसी बिन्दु पर लूप जिसमें धारा i प्रवाहित हो रही है,
चुंबकीय क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें। चुंबकीय क्षेत्र तथा दूरी के बीच आलेख आरेखित करें। **2+6+2**

(b) स्थिर विद्युतिकी के लिए गाउस नियम बताएं। इस नियम का उपयोग कर त्रिज्या R वाले आवेशित गोलीय कोश के कारण इसके केन्द्र से r दूरी पर (i) $r>R$, (ii) $r=R$ तथा (iii) $r<R$. के लिए विद्युत क्षेत्र को व्यंजक प्राप्त करें। **2+8**

भौतिक नियतांक

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

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

$m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg

$\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$

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

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

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