No. of Printed Pages : 8

PHE-07

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2015

03428

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. You may use log tables or calculators. Symbols have their usual meanings. Values of the physical constants are given at the end.*

---

1. Attempt any ***five*** parts : *5×3=15*

(a) A charge of 3×10^{-9} C is located at the origin of a Cartesian coordinate system. Calculate the electric field vector at the point (2, 0, 0).

(b) State the fundamental difference between the electric field induced by a changing magnetic flux and the electric field due to static charges.

(c) The electrostatic potential at a point (x, y, z) is given by $V = x^2y + 2z$. Calculate the electrostatic field at the point (2, 1, 1).

(d) The current passing through an inductance coil decreases from 6 A to 2 A in 0·2 s. If the e.m.f. induced in the coil is 0·4 V, calculate the self-inductance of the coil.

(e) State Lenz's law. A conducting loop is placed in the plane of the paper. A uniform magnetic field $\vec{B}$ acts perpendicular to the plane of the paper and emerging out of it. If the area of the loop is reduced, depict the direction of the induced current in the loop on seeing it from the top.

(f) Two large metal plates of area 1·0 m^2 facing each other are carrying equal and opposite charges on their inner surfaces. The plates are separated by 5·0 cm by a dielectric medium having dielectric constant 4. If the electric field between the plates is 55 NC^{-1}, calculate the charge on the plates.

(g) Using the continuity equation, determine the characteristic time for the decay of charge inside a conductor.

(h) Show that a closed current loop in a uniform magnetic field behaves like a magnetic dipole.

2. Attempt any ***five*** parts : *5×5=25*

(a) A charge of 3×10^{-9} C is moving with a velocity $\vec{v} = (2\hat{i} + 3\hat{j})\ ms^{-1}$ in an electric field $\vec{E} = (3\hat{i} + 6\hat{j} + 2\hat{k})\ Vm^{-1}$ and a magnetic field $\vec{B} = (2\hat{j} + 3\hat{k})$ T. Determine the magnitude and direction of the Lorentz force acting on the charge. *3+2=5*

(b) What is displacement current ? Taking the example of a parallel-plate capacitor, show that the concept of displacement current is consistent with the continuity equation. *2+3=5*

(c) The windings of a solenoid of length 1·0 m and mean radius 10 cm consists of 1000 turns of wire. Calculate the magnetic field along the axis of the solenoid when a current of 20 A passes through its windings. *5*

(d) Show that the normal component of $\vec{E}$ is discontinuous across a dielectric boundary. *5*

(e) Two point charges + 2e and + 8e are placed at a distance l from each other. A third charge q is placed on a straight line joining these two charges, so that charge q is in equilibrium. Determine the position of charge q. *5*

(f) What is meant by remanence, coercive force and hysteresis ? Explain how the hysteresis curve helps us in the choice of magnetic materials. *2+3=5*

3. Attempt any ***one*** part : *1×10=10*

(a) Show that when a dielectric slab of thickness d is inserted between the parallel plates, each of area A, of a capacitor, the capacitance is given by

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{(d/\varepsilon_r)}.$$

Calculate the capacitance of a parallel plate capacitor consisting of two parallel plates of area 0·02 m^2 each and placed 10^{-4} m apart in free space.

(b) (i) An electromagnetic wave is incident normally at a plane interface separating two linear dielectric media with permeabilities equal to the free space permeability. Derive expressions for the reflection and transmission coefficients in terms of indices of refraction of the two media.

(ii) An electromagnetic wave propagates through a dielectric medium for which $\mu = \mu_o$ and $\varepsilon = 4\varepsilon_0$. Calculate the speed of the wave in the medium. *8+2=10*

Physical Constants :

$e = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C

$m_e = 9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

$m_p = 1{\cdot}67 \times 10^{-27}$ kg

$\varepsilon_o = 8{\cdot}85 \times 10^{-12}$ $C^2 N^{-1} m^{-2}$

$\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1}

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

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9{\cdot}0 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

पी.एच.ई.-07

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2015

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 सारणियों अथवा कैल्कुलेटरों का उपयोग कर सकते हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं ।*

---

1. किन्हीं ***पाँच*** भागों के उत्तर दीजिए : *5×3=15*

(क) 3×10^{-9} C आवेश कार्तीय निर्देशांक तंत्र के मूल-बिन्दु पर स्थित है । बिन्दु (2, 0, 0) पर विद्युत्-क्षेत्र सदिश परिकलित कीजिए ।

(ख) परिवर्ती चुंबकीय अभिवाह द्वारा उत्पन्न विद्युत्-क्षेत्र तथा स्थैतिक आवेशों द्वारा उत्पन्न विद्युत्-क्षेत्र में मूलभूत अंतर बताइए ।

(ग) बिन्दु (x, y, z) पर स्थिर-वैद्युत विभव का मान निम्नलिखित व्यंजक द्वारा व्यक्त होता है :

$$V = x^2y + 2z$$

बिन्दु (2, 1, 1) पर स्थिर-वैद्युत क्षेत्र परिकलित कीजिए ।

(घ) किसी प्रेरकत्व कुंडली में प्रवाहित धारा का मान 0·2 s में 6 A से घट कर 2 A हो जाता है । यदि कुंडली में प्रेरित विद्युत्-वाहक बल 0·4 V है, तो कुंडली का स्व-प्रेरकत्व परिकलित कीजिए ।

(ङ) लेंज़ नियम बताइए । एक चालक लूप को पृष्ठ के तल में रखा जाता है । एकसमान चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B}$ की दिशा पृष्ठ के बाहर की ओर उसके लंबवत् है । यदि लूप का क्षेत्र घटाया जाए, तो इसमें प्रेरित धारा की दिशा बताइए, यदि लूप को ऊपर से देखा जाए ।

(च) एक-दूसरे के सामने रखी दो बड़ी धात्विक प्लेटें, जिनमें से प्रत्येक का क्षेत्रफल 1·0 m^2 है, के आंतरिक पृष्ठों पर बराबर परंतु विपरीत आवेश हैं । प्लेटों के बीच की दूरी 5·0 cm है और इनके बीच के स्थान में डाइइलेक्ट्रिक स्थिरांक 4 वाला डाइइलेक्ट्रिक पदार्थ रखा है । यदि प्लेटों के बीच विद्युत-क्षेत्र का मान 55 NC^{-1} है, तो प्लेटों पर स्थित आवेश का मान परिकलित कीजिए ।

(छ) सांतत्य समीकरण का उपयोग कर, किसी चालक के अंदर आवेश के क्षयित होने का अभिलक्षणिक समय निर्धारित कीजिए ।

(ज) सिद्ध कीजिए कि एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में स्थित बंद धारा लूप एक चुंबकीय द्विध्रुव की तरह व्यवहार करता है ।

2. किन्हीं ***पाँच*** भागों के उत्तर दीजिए : *5×5=25*

(क) एक 3×10^{-9} C आवेश विद्युत्-क्षेत्र $\vec{E} = (3\hat{i} + 6\hat{j} + 2\hat{k})\ Vm^{-1}$ तथा चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B} = (2\hat{j} + 3\hat{k})$ T में वेग $\vec{v} = (2\hat{i} + 3\hat{j})\ ms^{-1}$ से गतिमान है । इस आवेश पर लगने वाले लॉरेन्ज़ बल का परिमाण तथा उसकी दिशा निर्धारित कीजिए । *3+2=5*

(ख) विस्थापन धारा क्या है ? समांतर प्लेट संधारित्र का उदाहरण लेकर सिद्ध कीजिए कि विस्थापन धारा की अवधारणा, सांतत्य समीकरण के संगत है । *2+3=5*

(ग) 1·0 m लंबी तथा 10 cm माध्य त्रिज्या वाली परिनालिका में फेरों की संख्या 1000 है । यदि इन फेरों में प्रवाहित धारा का मान 20 A है, तो परिनालिका के अक्ष के अनुदिश चुंबकीय क्षेत्र का मान परिकलित कीजिए । *5*

(घ) सिद्ध कीजिए कि $\vec{E}$ का लंबवत् घटक डाइइलेक्ट्रिक सीमा के पार असंतत है । *5*

(ङ) दो बिन्दु आवेश + 2e तथा + 8e एक-दूसरे से l दूरी पर स्थित हैं । एक तीसरा आवेश q इन दो आवेशों के बीच सीधी रेखा पर ऐसे स्थान पर रखा है कि आवेश q साम्यावस्था में है । आवेश q की स्थिति निर्धारित कीजिए । *5*

(च) चुंबकत्वाशेष, निग्रह बल तथा शैथिल्य से आप क्या समझते हैं ? समझाइए कि शैथिल्य वक्र हमें चुंबकीय पदार्थों के चयन में किस प्रकार सहायता करता है ? *2+3=5*

3. किसी ***एक*** भाग का उत्तर दीजिए : *1×10=10*

(क) सिद्ध कीजिए कि जब किसी संधारित्र की समांतर प्लेटों, जिनमें से प्रत्येक का क्षेत्रफल A है, के बीच d मोटाई वाला एक डाइइलेक्ट्रिक स्लैब रख दिया जाता है, तो संधारित्र की धारिता का व्यंजक निम्नलिखित है :

$$C = \frac{\varepsilon_o A}{(d/\varepsilon_r)}$$

एक समांतर प्लेट संधारित्र, जिसकी दो प्रत्येक प्लेटों का क्षेत्रफल $0{\cdot}02\ m^2$ है तथा प्लेटों के बीच की दूरी 10^{-4}m है, की धारिता परिकलित कीजिए । *7+3=10*

(ख) (i) दो रैखिक डाइइलेक्ट्रिक माध्यमों, जिनमें प्रत्येक की चुंबकशीलता मुक्त आकाश चुंबकशीलता के बराबर है, को पृथक्कृत करने वाले समतल अंतरापृष्ठ पर एक विद्युत्-चुंबकीय तरंग लंबवत् आपतित होती है । इन दो माध्यमों के अपवर्तनांकों के पदों में परावर्तन तथा संचरण गुणांकों के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

(ii) $\mu = \mu_0$ तथा $\varepsilon = 4\varepsilon_0$ वाले डाइइलेट्रिक माध्यम में एक विद्युत्-चुंबकीय तरंग संचारित होती है । इस माध्यम में तरंग की चाल परिकलित कीजिए । *8+2=10*

भौतिक नियतांक :

$e = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C

$m_e = 9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

$m_p = 1{\cdot}67 \times 10^{-27}$ kg

$\varepsilon_0 = 8{\cdot}85 \times 10^{-12}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1}

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

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9{\cdot}0 \times 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$$

———