No. of Printed Pages : 12 **PHE–007**

BACHELOR OF SCIENCE (B. SC.)

Term-End Examination

June, 2026

PHE-07 : ELECTRIC AND MAGNETIC PHENOMENA

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

Note : *All questions are compulsory. Marks for each question are indicated against it. You may use a calculator. Symbols have their usual meanings. The values of physical constants are given at the end.*

1. Attempt any *five* parts : 5×5=25

   (a) Calculate the electric flux linked with a surface of area 150 units lying in XY plane if the strength of electric field $\vec{E}$ is given by : 5

$$\vec{E} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$$

(b) A point charge of 53.1 C is located at the centre of a cube of side 5 cm. Calculate the electric flux through each surface. 5

(c) Two parallel wires A and B placed at a separation of 6 cm carry electric currents 5A and 2A in opposite directions, respectively. Determine the location at which the net magnetic field due to these two wires is zero. 5

(d) A parallel plate capacitor has plates of size 1.5 cm^2 and the separation between plates is 1.5×10^{-4} m. Calculate the capacitance of the capacitor. If a battery of 1.5 V is connected across this capacitor, what is the energy stored in it ? 5

(e) Determine the magnetic intensity H and the magnetic flux density B at : 5

(i) a point 210 mm from a straight wire carrying a current of 20 A, and

(ii) the centre of a 20,000 turn solenoid which is 0.24 m long and bears a current of 1.6 A.

(f) A cyclotron is being used to accelerate protons to a kinetic energy of 7 MeV. If the magnetic field in the cyclotron is 4.0 T, what must be the radius of the cyclotron and the frequency at which the Dee voltage is alternated ? 1+4

(g) Consider an electromagnetic wave in empty space whose electric field is given by :

$$\vec{E} = 30\hat{x}\exp\left[-i(2\times10^{8}t + \beta z)\right]$$

Determine the direction of propagation, frequency and magnetic field of the wave. 1+1+3

(h) A uniform plane electromagnetic wave has a wavelength of 3.2 cm in free space and 1.6 cm in a dielectric for which $\mu = 4.7 \times 10^{-7} \text{NA}^{-2}$. Determine the dielectric constant of the dielectric. 5

2. Attempt any *five* parts : 5×5=25

(a) Express Gauss's law for electrostatics in both integral and differential forms. Derive an expression for the electric field at a point on the surface of a spherical charge distribution. 1+1+3

(b) Determine the potential at any point P on a line which makes an angle θ with the axis of the dipole. 5

(c) Briefly explain the working of an electrolytic capacitor. 5

(d) Show that the work done in moving a unit positive charge against the electrostatic force is independent of path. 5

(e) Derive an expression for the magnetic field inside a toroid. 5

(f) Explain the working principle of CRO. 5

(g) Distinguish among diamagnetic, paramagnetic and ferromagnetic materials. 5

(h) Derive the wave equation for the $\vec{E}$ field of an electromagnetic wave in vacuum from Maxwell's equations. 1+4

Physical constants :

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

$\epsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\ \text{Fm}^{-1}$

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

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

$= 1.26 \times 10^{-6}\ \text{Hm}^{-1}$

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

$m_p = 1.7 \times 10^{-27}\ \text{kg}$

$\text{G} = 6.7 \times 10^{-11}\ \text{m}^3\ \text{kg}^{-1}\ \text{s}^{-2}$

PHE–007

विज्ञान स्नातक (बी. एस-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2026

पी.एच.ई.-007 : वैद्युत और चुम्बकीय परिघटनाएँ

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : *सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। भौतिक नियतांकों के मान अन्त में दिए गए हैं।*

---

1. किन्हीं **पाँच** भागों के उत्तर दीजिए : $5\times5=25$

(क) यदि विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ का व्यंजक निम्नवत् है :

$$\vec{E} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$$

तो XY-समतल में स्थित 150 इकाई क्षेत्रफल वाले तल से संलग्न विद्युत अभिवाह का मान परिकलित कीजिए। 5

(ख) 5 cm भुजा वाले एक घन के केन्द्र में 53.1 C आवेश स्थित है। घन के प्रत्येक पृष्ठ से गुजरने वाले विद्युत अभिवाह का मान परिकलित कीजिए। 5

(ग) एक दूसरे से 6 cm दूर स्थित दो समांतर तार A और B में विपरीत दिशाओं में क्रमशः 5A और 2A धारा प्रवाहित होती है। उस बिन्दु का स्थान निर्धारित कीजिए जहाँ इन दो तारों के कारण उत्पन्न नेट चुबकीय क्षेत्र का मान शून्य है। 5

(घ) एक समांतर प्लेट संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल $1.5\ cm^2$ है और उनके बीच की दूरी $1.5\times10^{-4}\ m$ है। संधारित्र की धारिता का मान परिकलित कीजिए। यदि संधारित्र को 1.5 V वोल्टता वाली बैटरी से जोड़ा जाए तो उसमें संचित ऊर्जा की गणना कीजिए। 5

(ङ) निम्नलिखित विद्युत धारा अभिविन्यास के लिए चुंबकीय तीव्रता H और चुंबकीय अभिवाह घनत्व B के मान परिकलित कीजिए : 5

(i) एक सीधी तार, जिसमें 20 A धारा प्रवाहित हो रही है, से 210 mm दूर स्थित एक बिन्दु पर, तथा

(ii) 20,000 फेरों वाले परिनलिका, जिसकी लंबाई 0.24 m है और जिसमें 1.6 A धारा प्रवाहित हो रही है, के केन्द्र पर।

(च) एक साइक्लोट्रॉन को प्रोट्रॉन को 7 MeV गतिज ऊर्जा प्रदान करने के लिए उपयोग किया जाता है। यदि साइक्लोट्रॉन में चुंबकीय क्षेत्र 4.0 T है, तो साइक्लोट्रॉन की त्रिज्या कितनी है ? यह भी ज्ञात कीजिए कि किस आवृत्ति से 'डी' वोल्टता प्रत्यावर्तित हो रहा है ? 1+4

(छ) निर्वात् में एक विद्युत–चुंबकीय तरंग विद्युत क्षेत्र का व्यंजक है :

$$\vec{E} = 30\hat{x}\exp\left[-i(2\times10^{8}t+\beta z)\right]$$

तरंग की संरचरण दिशा, आवृत्ति और चुंबकीय क्षेत्र निर्धारित कीजिए। 1+1+3

(ज) किसी एकसमान, समतल विद्युत–चुंबकीय तरंग के तरंगदैर्घ्य का मान निर्वात में 3.2 cm और एक डाइलेक्ट्रिक में 1.6 cm है और डाइलेक्ट्रिक के लिए $\mu = 4.7\times10^{-7}\,\mathrm{NA}^{-2}$ है। इस डाइलेक्ट्रिक के लिए डाइलेक्ट्रिक नियतांक का मान निर्धारित कीजिए। 5

2. किन्हीं **पाँच** भागों के उत्तर दीजिए : $5\times5=25$

(क) स्थिरवैद्युतिकी के लिए गाऊस नियम को अवकल और समाकल रूप में लिखिए। किसी गोलीय आवेश वितरण के सतह पर स्थित किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पनन्न कीजिए। 1+1+3

(ख) एक द्विध्रुव के कारण बिन्दु P, जो द्विध्रुव के अक्ष से θ कोण पर स्थित रेखा पर स्थित है, पर विभव का व्यंजक प्राप्त कीजिए। 5

(ग) विद्युत् अपघटनी संधारित्र की कार्यप्रणाली का संक्षिप्त वर्णन कीजिए। 5

(घ) सिद्ध कीजिए कि स्थिरवैद्युत बल के विपरीत दिशा में इकाई आवेश को विस्थापित करने में किया गया कार्य पथ से स्वतंत्र होता है। 5

(ङ) एक टोरॉयड के अंदर चुंबकीय क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5

(च) सी.आर.ओ. (CRO) की कार्यप्रणाली समझाइए। 5

(छ) प्रतिचुंबकत्व, अनुचुंबकत्व और लौह-चुंबकत्व में अंतर स्पष्ट कीजिए। 5

(ज) मैक्सवेल समीकरणों के आधार पर विद्युत-चुंबकीय तरंग के विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ के लिए तरंग समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। 1+4

भौतिक नियतांक :

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

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

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

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

$= 1.26 \times 10^{-6} \text{ Hm}^{-1}$

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

$m_p = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$\text{G} = 6.7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

× × × × ×