No. of Printed Pages : 15 **BPHCT–133**

BACHELOR OF SCIENCE

(GENERAL)

(BSCG)

Term-End Examination

June, 2026

BPHCT-133 : ELECTRICITY AND MAGNETISM

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

Note : *Attempt* ***all*** *questions. Internal choices are given. Marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. You may use a calculator*

---

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

(a) If $\vec{A} = 2yz\hat{i} - xy\hat{j} + x^2z^2\hat{k}$ and $\phi = 2x^2yz^3$, determine $(\vec{A} \cdot \nabla)\phi$.

(b) Calculate the line integral of the vector field $\vec{F}(x, y) = y\hat{i} - x\hat{j}$ over the curve $\vec{r}(t) = \cos t\hat{i} + \sin t\hat{j}$ with $0 \leq t \leq \pi/2$.

(c) Calculate the flux of the electric field $\vec{E}$ = 200 $NC^{-1}\hat{i}$ through the surface of area 2.0 m^2 situated in the *xy*, *xz* and *yz* planes, respectively.

(d) A long non-conducting solid cylinder of radius 0.50 m carries a uniform volume charge density + 5μC m^{-3}. Calculate the magnitude of the electric field at a distance of 0.40 m from the axis of the cylinder.

(e) A typical ignition coil (made of two coils) draws a current of 3.0 A and supplies an e.m.f. of 24 kV to the spark plugs. If the current in the two coils is interrupted every 0.10 ms, what is their mutual inductance ?

(f) A parallel plate capacitor having plates of area of cross-section 5×10^{-4} m^2 and separated by a distance of 10^{-3} m. A voltage of 100 V is applied across the plates. If a dielectric material of dielectric constant 5.0 is introduced between the plates of the capacitor, calculate the capacitance of the capacitor.

(g) A toroid has 5000 turns upon it and carries a current of 10 A. Calculate the value of magnetic field at a point within the toroid which is located at 10 cm from its centre.

(h) The electric field of electromagnetic wave travelling in vacuum is $E_x = 0$, $E_y = 0$, $E_z = (2.0\ Vm^{-1})\ \sin\ (x - 10^8 t)$, where t is in seconds and x in metres. It is given that $c = 3.0 \times 10^8\ ms^{-1}$. What is the magnitude of the magnetic field associated with the wave ?

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

(a) A solenoid is 0.80 m in diameter and 2.0 m long. The magnetic field at the centre is 0.40 T. Estimate the energy

stored in the magnetic field of the solenoid.

(b) A long straight wire of diameter R carries a uniformly distributed 10 A current. At what distance from the axis of the wire the magnitude of $\vec{B}$ will be maximum ? Justify your answer.

(c) A plane electromagnetic wave whose electric field is given by

$$\vec{E} = (100\ \text{Vm}^{-1})\,\hat{z}\cos(6\pi x - \omega t)$$

is travelling in a dielectric medium for which $\in = 9\in_0$ and $\mu = 4\mu_0$. What is the speed of the wave in the medium ? Determine the wavelength and frequency of the wave. What are

refractive index and dielectric constant of the medium ?

(d) Calculate the capacitance of a parallel plate capacitor having plates of size 1.0 cm^2 with a separation of 0.5×10^{-4} m between the plates. What is the energy stored in it when it is connected across a cell of voltage 2.0 V ?

(e) Derive the expression for the electric field due to an infinite uniform line charge.

(f) Show that the line integral of the electric field $\vec{E}$ over a closed path is equal to zero.

(g) Show that the line integral

$$\oint (yz\,dx + xz dy + xy dz)$$

is zero along any closed contour C.

(h) For a scalar field V, show that :

$$\vec{\nabla} \cdot (\mathrm{V}\vec{r}) = 3\mathrm{V} + \vec{r} \cdot \left(\vec{\nabla}\,\mathrm{V}\right)$$

where $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$.

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

(a) Determine the electric potential of a uniformly charged spherical shell at a point inside the shell.

(b) Obtain the relation between the magnetic dipole moment and the orbital angular momentum of an electron in an atom.

BPHCT–133

विज्ञान स्नातक (सामान्य)

(बी. एस.-सी. जी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2026

बी.पी.एच.सी.टी.-133 : विद्युत और चुम्बकत्व

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : *सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आंतरिक विकल्प दिए गए हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।*

---

1. किन्हीं ***पाँच*** भागों के उत्तर दीजिए : $5\times3=15$

(क) यदि $\vec{A} = 2yz\hat{i} - xy\hat{j} + x^2z^2\hat{k}$ तथा $\phi = 2x^2yz^3$

तो $(\vec{A}\cdot\nabla)\phi$ का मान निर्धारित कीजिए।

(ख) वक्र $\vec{r}(t) = \cos t\hat{i} + \sin t\hat{j}$ पर $0 \le t \le \frac{\pi}{2}$ के लिए सदिश क्षेत्र $\vec{F}(x,y) = y\hat{i} - x\hat{j}$ का रेखा समाकल परिकलित कीजिए।

(ग) विद्यत् क्षेत्र $\vec{E} = 200\,NC^{-1}\,\hat{i}$ के क्रमशः xy, xz और yz समतलों में स्थित क्षेत्रफल $2.0\ m^2$ वाले पृष्ठों से होकर जाने वाले वैद्युत् अभिवाह परिकलित कीजिए।

(घ) त्रिज्या 0.50 m वाले एक लम्बे अचालक ठोस बेलन पर एकसमान आयतन आवेश घनत्व + 5 $\mu C\ m^{-3}$ वाला धनात्मक आवेश मौजूद है। बेलन के अक्ष से 0.40 m की दूरी पर विद्युत् क्षेत्र का परिमाण ज्ञात कीजिए।

(ङ) एक इग्नीशन कुंडली (जो दो कुंडलियों से बनी होती है) में 3.0 A धारा प्रवाहित होती है और वह स्पार्क प्लग को 24 kV विद्युत् वाहक बल प्रदान करती है। यदि हर 0.10 ms पर दोनों कुंडलियों में प्रवाहित धारा को रोका जाए, तो अन्योन्य प्रेरकत्व क्या होगा ?

(च) समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल $5 \times 10^{-4}\ m^2$ है और उनके बीच की दूरी 10^{-3} m

है। प्लेटों पर 100 V की वोल्टता लगाई जाती है। यदि संधारित्र की प्लेटों के बीच डाइलेक्ट्रिक नियतांक 5.0 वाला डाइलेक्ट्रिक पदार्थ रखा जाए, तो संधारित्र की धारिता परिकलित कीजिए।

(छ) एक टोरॉइड में 5000 फेरे हैं और उसमें 10 A धारा प्रवाहित होती है। टोरॉइड के भीतर एक ऐसे बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान परिकलित कीजिए, जो इसके केन्द्र से 10 cm की दूरी पर स्थित है।

(ज) निर्वात में संचरित एक विद्युत् चुम्बकीय तरंग का विद्युत् क्षेत्र है :

$$E_x = 0,\ E_y = 0,\ E_z = (2.0\ \mathrm{Vm^{-1}}) \sin (x - 10^8 t)$$

जहाँ t सेकण्ड में और x, मीटर में है। दिया है कि $c = 3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$। तरंग से सम्बद्ध चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है ?

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

(क) एक सोलेनॉइड का व्यास 0.80 m है और लम्बाई 2.0 m है। उसके केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र 0.4 T है। सोलेनॉइड के चुम्बकीय क्षेत्र में संचित ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

(ख) व्यास R वाले एक लम्बे, सीधे तार में एकसमान रूप से वितरित 10 A धारा प्रवाहित हो रही है। तार के अक्ष से कितनी दूरी पर $\vec{B}$ का परिमाण अधिकतम होगा ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

(ग) एक समतल विद्युत् चुम्बकीय तरंग जिसका विद्युत् क्षेत्र $\vec{E} = (100\ \mathrm{Vm}^{-1})\hat{z}\cos(6\pi x - \omega t)$ है, एक डाइलेक्ट्रिक माध्यम में जिसके लिए $\in = 9\in_0$ और $\mu = 4\mu_0$ है, संचरित होती है। माध्यम में तरंग की चाल क्या है ? तरंग का तरंगदैर्घ्य और आवृत्ति ज्ञात कीजिए। माध्यम का अपवर्तनांक और डाइलेक्ट्रिक स्थिरांक क्या है ?

(घ) एक समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल $1.0\ \mathrm{cm}^2$ है और उनके बीच की दूरी $0.5 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$ है। संधारित्र की धारिता परिकल्पित कीजिए। यदि संधारित्र को $2.0\mathrm{V}$ वोल्टता वाली बैटरी से जोड़ा जाए, तो उसमें संचित ऊर्जा परिकलित कीजिए।

(ङ) एक अनन्त एकसमान आवेश के कारण विद्युत् क्षेत्र का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(च) सिद्ध कीजिए कि बन्द पथ पर विद्युत् क्षेत्र $\vec{E}$ के रेखा समाकल का मान शून्य होता है।

(छ) सिद्ध कीजिए कि किसी भी संवृत कन्टूर C के अनुदिश रेखा समाकल $\oint(yzdx + xzdy + xydz)$ शून्य है।

(ज) एक अदिश के क्षेत्र V के लिए सिद्ध कीजिए कि $\vec{\nabla}\cdot(V\vec{r}) = 3V + \vec{r}\cdot(\vec{\nabla}V)$, जहाँ $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ ।

3. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : $1 \times 10 = 10$

(क) एकसमान रूप से आवेशित गोलीय कोश के अन्दर के किसी बिन्दु पर विद्युत्–विभव निर्धारित कीजिए।

(ख) परमाणु के चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण और इसके इलेक्ट्रॉन के कक्षीय कोणीय संवेग के बीच सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

× × × × ×