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

BACHELOR OF SCIENCE (GENERAL)

(BSCG)

Term-End Examination

December, 2025

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) Determine the unit vector normal to the curve :

$$x^2 + 6y^3 = 1$$

at the point (1, 0).

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) Calculate the work done by a force field $\vec{F} = xy\hat{i} + y^2\hat{j}$ in moving an object along the curve $y = x^2$ in the xy-plane from $(0,0)$ to $(1,1)$.

(c) A point charge is enclosed by a spherical Gaussian surface. Would the electric flux through the surface change (i) if the Gaussian surface is chosen to be a closed cylinder or a cube ? (ii) if the charge is moved outside the Gaussian surface ? (iii) if another charge is placed inside the Gaussian surface ?

(d) The electric field of an electromagnetic wave in vacuum is given by :

$$E_x = 0, \; E_y = 30\cos\left[\left(\frac{2\pi}{3}\right)x - 2\pi \times 10^8 t\right],$$

$$E_z = 0$$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

where E is in Vm^{-1}, t in s and x in m. Determine the frequency, wavelength, the direction of propagation of the wave and the direction of the associated magnetic field.

(e) Two point charges $+q$ and $-2q$ are placed along a straight line at a distance of 9 m from each other. Determine the distance of a point from the charge $+q$ between the two charges where the electric potential is zero.

(f) A thin dielectric rod of cross-section A extends along the x-axis from $x = 0$ to $x = L$. The polarization of the rod is along its length and is given by

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

$\vec{P} = (ax^2 + b)\hat{i}$. Obtain the bound volume charge density and the surface charge density at each end of the rod.

(g) A long cylindrical wire of radius R carries a steady current i which is uniformly distributed over its cross-sectional area. Determine the magnetic field at a distance $r(< R)$ from the axis of the wire.

(h) Obtain the maximum value of the displacement current in a parallel plate capacitor made up of plates of area A. The electric field between the plates is given by $E = E_0 \sin \omega t$.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

2. Answer any *five* parts : 5×5=25

(a) An AC generator consists of 20 turns square wire coil of side 50 cm. The coil is turned at 50 revolutions per second to produce the standard 50 Hz alternating current produced in the country. What must the magnitude of the magnetic field be for the peak output voltage of the generator to be 300 V ?

(b) Five very long straight insulated wires are closely bound together to form a small cable. Currents carried by the wires are $i_1 = 20\,\text{A}$, $i_2 = -6\,\text{A}$, $i_3 = 12\,\text{A}$, $i_4 = -7\,\text{A}$ and $i_5 = 18\,\text{A}$ (negative currents are opposite in direction to the positive). Calculate the magnitude of $\vec{\text{B}}$ at a distance of 10 cm from the cable.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(c) Calculate the magnitude of the magnetic force exerted by Earth's magnetic field $B = 10^{-5}$ T on an electron moving with speed 10^5 ms^{-1} near the Earth's surface.

(d) Write Maxwell's equations in differential form. Derive the wave equation for $\vec{B}$ field.

(e) Consider a system of four charges : $4q, q, -4q$ and $-q$. Draw a Gaussian surface enclosing at least two charges of the system so that the net electric flux through it is (i) zero, (ii) $+\left(\frac{3q}{\varepsilon_0}\right)$.

(f) A charge of $2.0\,\mu C$ is kept at the origin and points A and B are located along

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

the x-axis at a distance of 10 cm and 50 cm from the origin. Calculate the work done in bringing a charge of $1.0\,\mu\text{C}$ from point B to A.

(g) Using the Divergence Theorem, calculate the flux of a vector field :

$$\vec{F} = z\hat{i} + 4y\hat{j} - x^3\hat{k}$$

over a sphere of radius 1 unit.

(h) A central force field is a force field of the form $\vec{F} = f(r)\,\vec{r}$. Determine $\nabla \times \vec{F}$.

3. Answer any *one* part : 1×10=10

(a) Determine the electric potential V of a uniformly charged non-conducting sphere of radius R at a point P located at a distance 'r' from the centre of the sphere $(r < R)$.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) State Biot-Savart's law. Determine the magnetic field B at a point P located at a distance R along the axis of circular current loop carrying a current I.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

BPHCT–133

विज्ञान स्नातक (सामान्य)

(बी. एस-सी. जी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2025

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

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।*

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

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

(क) $x^2 + 6y^3 = 1$ द्वारा परिभाषित वक्र के लिए बिन्दु (1, 0) पर लंब एकक सदिश ज्ञात कीजिए।

(ख) xy-समतल में $y = x^2$ वक्र के अनुदिश बिन्दु (0, 0) से बिन्दु (1, 1) तक किसी पिंड को गतिमान करने में बल $\vec{F} = xy\hat{i} + y^2\hat{j}$ द्वारा किया गया कार्य परिकलित कीजिए।

(ग) एक बिन्दु आवेश गोलाकार गाउसीय पृष्ठ द्वारा परिबद्ध है। क्या पृष्ठ से होकर जाने वाला वैद्युत अभिवाह परिवर्तित होगा (i) यदि गाउसीय पृष्ठ एक बेलन या घन का बंद पृष्ठ हो ? (ii) यदि आवेश को गाउसीय पृष्ठ के बाहर कर दिया जाए ? (iii) यदि एक अन्य आवेश को गाउसीय पृष्ठ के अंदर रख दिया जाए ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(घ) निर्वात् में एक विद्युतचुंबकीय तरंग का विद्युत क्षेत्र है :

$$E_x = 0,\ E_y = 30\cos\left[\left(\frac{2\pi}{3}\right)x - 2\pi\times10^8 t\right],$$

$$E_z = 0$$

जहाँ E, Vm^{-1} में है, t सेकंड में और x मीटर में। तरंग की आवृत्ति, तरंगदैर्घ्य, तरंग संचरण की दिशा और संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात कीजिए।

(ङ) दो बिन्दु आवेश $+q$ और $-2q$ एक सरल रेखा के अनुदिश एक–दूसरे से 9 m की दूरी पर रखे हैं। इनके बीच $+q$ आवेश से उस बिन्दु की दूरी ज्ञात कीजिए जिस पर विद्युत विभव शून्य है।

(च) एक पतली डाइलेक्ट्रिक पदार्थ की छड़ के अनुप्रस्थ–परिच्छेद का क्षेत्रफल A है। छड़ x–अक्ष के अनुदिश $x = 0$ से $x = L$ तक रखी है। छड़ का ध्रुवण उसके अक्ष के अनुदिश है और उसका मान

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

$\vec{P} = (ax^2 + b)\hat{i}$ है। छड़ का आयतन आवेश घनत्व और इसके प्रत्येक सिरे पर परिबद्ध पृष्ठ आवेश घनत्व परिकलित कीजिए।

(छ) त्रिज्या R वाले एक लंबे बेलनाकार तार में एक अपरिवर्ती धारा i प्रवाहित होती है जो इसके अनुप्रस्थ-परिच्छेद पर एकसमान रूप से वितरित है। तार के अक्ष से दूरी $r(< R)$ पर चुंबकीय क्षेत्र परिकलित कीजिए।

(ज) एक समांतर प्लेट संधारित्र में जिसके प्लेटों का क्षेत्रफल A है, विस्थापन धारा का अधिकतम मान ज्ञात कीजिए। प्लेटों के बीच विद्युत क्षेत्र $E = E_0 \sin \omega t$ है।

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

(क) एक ए.सी. जनरेटर में 50 cm भुजा वाली तार की एक वर्गाकार कुंडली है जिसमें 20 फेरे हैं। हमारे देश में प्रयुक्त मानक 50 Hz ए.सी. का उत्पादन करने के

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

लिए कुंडली को 50 प्रतिक्रमण प्रति सेकंड की दर से घूर्णित किया जाता है। चुंबकीय क्षेत्र का क्या परिमाण होना चाहिए ताकि जनरेटर की शिखर निर्गत वोल्टता 300 V हो ?

(ख) पाँच बहुत लंबे सीधे विद्युतरोधी तारों को पास–पास रखकर उनका एक छोटा केबल बनाया गया है। तारों में प्रवाहित होने वाली धाराएँ $i_1 = 20$ A, $i_2 = -6$ A, $i_3 = 12$ A, $i_4 = -7$ A और $i_5 = 18$ A हैं (ऋणात्मक धाराएँ धनात्मक धाराओं की विपरीत दिशा में हैं)। केबल से 10 cm की दूरी पर स्थित बिन्दु पर $\vec{B}$ का परिमाण परिकलित कीजिए।

(ग) पृथ्वी की सतह के नजदीक चाल 10^5 ms^{-1} से गतिमान इलेक्ट्रॉन पर पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र $B = 10^{-5}$ T के कारण लगने वाले चुंबकीय बल का परिमाण परिकलित कीजिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(घ) मैक्सवेल के समीकरणों को अवकल रूप में लिखिए।

$\vec{B}$ क्षेत्र के लिए तरंग समीकरण व्युत्पन्न कीजिए।

(ङ) चार आवेशों $4q, q, -4q$ और $-q$ का एक निकाय है। निकाय के कम से कम दो आवेशों को परिबद्ध करने वाला गाउसीय पृष्ठ खींचिए ताकि उसमें से होकर जाने वाला अभिवाह (i) शून्य हो, (ii) $+\left(\frac{3q}{\epsilon_0}\right)$ हो।

(च) $2.0\,\mu C$ आवेश मूलबिन्दु पर रखा है और x–अक्ष के अनुदिश बिन्दु A तथा B मूलबिन्दु से क्रमशः 10 cm और 50 cm की दूरियों पर स्थित हैं। $1.0\,\mu C$ आवेश को बिन्दु B से A तक लाने में किए जाने वाला कार्य परिकलित कीजिए।

(छ) डाइवर्जेन्स प्रमेय का उपयोग करते हुए 1 इकाई त्रिज्या के गोले पर सदिश क्षेत्र $\vec{F} = z\hat{i} + 4y\hat{j} - x^3\hat{k}$ का अभिवाह परिकलित कीजिए।

(ज) एक केन्द्रीय बल क्षेत्र $\vec{F} = f(r)\vec{r}$ द्वारा परिभाषित होता है। $\vec{\nabla} \times \vec{F}$ निर्धारित कीजिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

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

(क) त्रिज्या R वाले एकसमान आवेशित अचालक गोले के कारण उसके केन्द्र से दूरी $r(<R)$ पर स्थित बिन्दु P पर विद्युत्–विभव V निर्धारित करें।

(ख) बायो–सावर्ट का नियम बताइए। एक वृत्ताकार धारा–लूप जिसमें धारा I प्रवाहित हो रही है, के अक्ष के अनुदिश दूरी R पर स्थित बिन्दु P पर चुंबकीय क्षेत्र B निर्धारित कीजिए।

× × × × ×

Downloaded from www.IGNOUBABA.com