		Sr. No.: 013201
		May 2026
		B. Tech. Semester-II **बी. टेक. सेमेस्टर- II**
		Physics (Introduction to Electromagnetic Theory)
		Paper Code: PHU-141-V
Time: 3 Hours समय: 3 घंटे		**Max. Marks:75** अधिकतम अंक:75
Instructions : *निर्देश:*	**1.**	*It is compulsory to answer all the questions (1.5 marks each) of Part -A in short.* *भाग-ए के सभी प्रश्नों (प्रत्येक 1.5 अंक) के उत्तर संक्षेप में देना अनिवार्य है।*
	2.	*Answer any four questions from Part -B in detail.* *भाग-बी से किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर विस्तार से दें।*
	3.	*Different sub-parts of a question are to be attempted adjacent to each other.* *एक प्रश्न के विभिन्न उप-भागों को एक-दूसरे से सटे हुए हल करने का प्रयास किया जाना चाहिए।*
	4.	*Use of non-programmable simple calculator is allowed.* *गैर-प्रोग्राम योग्य सरल कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।*
	5.	Useful Constants उपयोगी स्थिरांक $\epsilon 0=8.85\times10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$ $\mu 0=4\pi\times10^{-7}NA^{-2}$

		PART –A ***भाग-ए***	
Q1	(a)	Prove that the curl of the electrostatic field is zero. सिद्ध कीजिए कि स्थिरवैद्युत क्षेत्र (electrostatic field) का curl शून्य होता है।	(1.5)
	(b)	The electric field in a region of space is given by $\vec{E}=(2x\hat{i}+2y\hat{j}+3z\hat{k})\ N/C$. Calculate the volume charge density, ρ. किसी क्षेत्र में विद्युत क्षेत्र निम्न प्रकार से दिया जाता है, $\vec{E}=(2x\hat{i}+2y\hat{j}+3z\hat{k})\ N/C$. आयतन आवेश घनत्व, ρ की गणना कीजिए।	(1.5)
	(c)	State Gauss's Law in dielectrics. परावैद्युत में Gauss का नियम बताएं।	(1.5)
	(d)	Show that $\nabla\times B=\mu_o J$ सिद्ध करें $\nabla\times B=\mu_o J$.	(1.5)
	(e)	The magnetic vector potential in a region is given by **A = -yi+2xj**. Calculate the associated magnetic field. किसी क्षेत्र में चुंबकीय सदिश विभव **A = -yi+2xj** है। संबंधित चुंबकीय प्रेरण (B) की गणना करें।	(1.5)
	(f)	Define magnetic induction and intensity of magnetization. चुंबकीय प्रेरण (magnetic induction) और चुंबकत्व की तीव्रता (intensity of magnetization) को परिभाषित कीजिए।	(1.5)

	(g)	State Lenz's law. On what conservation law it is based? Lenz का नियम बताइए। यह किस संरक्षण नियम पर आधारित है?	(1.5)
	(h)	State Faraday's law of electromagnetic induction and express it's differential form? Faraday का विद्युत चुंबकीय प्रेरण (electromagnetic induction) का नियम बताइए और इसे अवकल रूप (differential form) में व्यक्त कीजिए।	(1.5)
	(i)	Derive the equation of continuity. What is its significance? निरंतरता (continuity) समीकरण व्युत्पन्न करें। इसका क्या महत्व है?	(1.5)
	(j)	The electric field associated with an e.m wave in vacuum is given by $\mathbf{E} = 20\cos(\omega t - 50x)\,\hat{y}$ V/m. Determine the angular frequency, ω associated with the wave. निर्वात में विद्युत चुंबकीय तरंग (E.M wave) से संबंधित विद्युत क्षेत्र (electric field) को इस प्रकार दिया गया है, $\mathbf{E} = 20\cos(\omega t - 50x)\,\hat{y}$ V/m. तरंग से संबंधित कोणीय आवृत्ति, ω ज्ञात कीजिए।	(1.5)
		PART –B ***भाग-बी***	
Q2	(a)	A spherical charge distribution is given by $\rho = \rho_o\left(1-\frac{r}{a}\right) when\ r \le a$ $\rho = 0 \quad when\ r > a$ Where a is the radius of the sphere and r is the distance from the centre. Calculate (i) the electric field strength inside and outside the charge distribution; (ii) the value of r for which the field is maximum; (iii) the electrostatic potential at the centre. एक गोलाकार आवेश वितरण निम्न प्रकार से दिया जाता है- $\rho = \rho_o\left(1-\frac{r}{a}\right) when\ r \le a$ $\rho = 0 \quad when\ r > a$ जहां a गोले की त्रिज्या है और r केंद्र से दूरी है। (i) आवेश वितरण के अंदर और बाहर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता की गणना कीजिए; (ii) r का वह मान ज्ञात कीजिए जिसके लिए विद्युत क्षेत्र की तीव्रता अधिकतम है; (iii) केंद्र पर विद्युत विभव की गणना करें।	(10)
	(b)	Assume that x-y plane at z=0 is the interface of two linear homogeneous dielectrics with $\varepsilon_1 = 3$ (z>0) and $\varepsilon_2 = 2$ (z<0). The electric field in the region z<0 is $\mathbf{E_2} = 2\mathbf{i} - 3\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$. Calculate the magnitude of electric field $\mathbf{E_1}$ in region z>0. मान लीजिए कि z=0 पर स्थित x-y समतल (plane) दो रैखिक समरूप (linear homogeneous) परावैद्युत (dielectrics) का अंतरापृष्ठ (interface/boundary) है जिसमें $\varepsilon_1 = 3$ (z>0) और $\varepsilon_2 = 2$ (z<0) *है। क्षेत्र* z<0 *में विद्युत क्षेत्र* $\mathbf{E_2} = 2\mathbf{i} - 3\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$ *है। क्षेत्र* z>0 *में विद्युत क्षेत्र* $\mathbf{E_1}$ *का परिमाण ज्ञात कीजिए।*	(5)

Q3	(a)	Define the three electric vectors **E, P** and **D** and establish relationship between them. तीन विद्युत सदिशों **E, P** और **D** को परिभाषित कीजिए और उनके बीच संबंध स्थापित करें।	(5)
	(b)	Show that the potential function $\phi = x^2 - y^2$ satisfy Laplace's equation. सिद्ध कीजिए कि विभव फलन (Potential Function) $\phi = x^2 - y^2$, Laplace के समीकरण को संतुष्ट करता है।	(5)
	(c)	A point charge Q is placed at the centre of a dielectric sphere of radius R and dielectric constant K. Find bound surface and volume charge densities. एक बिंदु आवेश Q को एक परावैद्युत गोले के केंद्र पर रखा गया है जिसकी त्रिज्या R और परावैद्युत स्थिरांक K है। सतह और आयतन के बाध्य आवेश घनत्व ज्ञात कीजिए।	(5)
Q4	(a)	State Biot Savart's law and find an expression for the intensity of magnetic field at a point on the axis of a circular coil of radius R carrying current I. Biot Savart का नियम समझाएं। किसी R त्रिज्या की एक वृत्ताकार कुंडली से उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता के लिए अभिव्यक्ति ज्ञात कीजिये जिसमें I धारा प्रवाहित हो रही है।	(10)
	(b)	Discuss the boundary conditions for magnetic field vectors (**B** and **H**). चुंबकीय क्षेत्र सदिशों (**B** और **H**).के लिए सीमा शर्तों पर चर्चा करें।	(5)
Q5	(a)	Derive the expression for motional electromotive force (EMF) and show the equivalence of this with Faraday's law of electromagnetic induction. गतिक विद्युत वाहक बल (Motional EMF) के व्यंजक को व्युत्पन्न करें और Faraday के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण नियम (Electromagnetic Induction) के साथ इसकी तुल्यता दिखाएं।	(10)
	(b)	Distinguish between dia-, para- and ferromagnetic materials. प्रति-चुंबकीय, अनुचुंबकीय और लौह-चुंबकीय पदार्थों के बीच अंतर करें।	(5)
Q6	(a)	State and prove Pointing's theorem in electrodynamics. What is the significance of Poynting's vector? विद्युत-गतिविज्ञान (electrodynamics) में Pointing प्रमेय बताएं और सिद्ध करें। Poynting वेक्टर का क्या महत्व है?	(10)
	(b)	What is the limitation of Ampere's circuital law? Explain in detail how Maxwell fixed it by introducing the concept of displacement current.	(5)
Q7	(a)	Derive the wave equation for propagation of e.m. waves in a vacuum and discuss its solution considering monochromatic plane wave and show that electric and magnetic vectors of the wave are in same phase and the wave is	(10)

		transverse in nature. निर्वात में विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के प्रसार के लिए तरंग समीकरण प्राप्त करें और एकवर्णी समतल तरंग पर विचार करके इसके समाधान पर चर्चा करें और दिखाएं कि तरंग के विद्युत और चुंबकीय वेक्टर एक ही चरण में हैं और विद्युत-चुम्बकीय तरंग प्रकृति में अनुप्रस्थ है।	
	(b)	For a plane e.m. wave in lossless dielectric medium, the electric field vector is, $\vec{E} = (10\hat{y} + 5\hat{z})\cos(10^9 t + 2y - 4z)$ Calculate (i) velocity of the wave, (ii) refractive index of the medium, and (iii) Value of magnetic field vector **B**. किसी अक्षय परावैद्युत माध्यम में विद्युत-चुम्बकीय तरंग से जुड़ा विद्युत क्षेत्र वेक्टर निम्न द्वारा दिया गया है $\vec{E} = (10\hat{y} + 5\hat{z})\cos(10^9 t + 2y - 4z)$ (i) तरंग का वेग, (ii) माध्यम का अपवर्तनांक (Refractive Index), और (iii) चुंबकीय क्षेत्र वेक्टर **B** ज्ञात कीजिये।	(5)

****