

MPH-04

December - Examination 2018

M.Sc. (Previous) Physics Examination**Classical Electro Dynamics and Special
Theory of Relativity**

चिरसम्मत विद्युतगतिकी तथा सापेक्षिकता का विशिष्ट सिद्धान्त

Paper - MPH-04**Time : 3 Hours]****[Max. Marks :- 80**

Note: The question paper is divided into three sections A, B and C. Write answers as per the given instructions. In case of any discrepancy, the English version will be final for all purposes. Check your paper code and paper title before starting the paper. Calculators are NOT allowed.

निर्देश : यह प्रश्न पत्र तीन खण्डों 'अ', 'ब' और 'स' में विभाजित है। प्रत्येक खंड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दिजिए। किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अंतिम माना जायेगा। प्रश्न पत्र शुरू करने से पूर्व प्रश्न पत्र कोड व प्रश्न पत्र शीर्षक जाँच लें। केलकुलेटर की अनुमति नहीं है।

Section - A**8 × 2 = 16**

(Very Short Answer Questions)

Note: Answer **all** questions. As per the nature of the question delimit your answer in one word, one sentence or maximum up to 30 words. Each question carries 2 marks.

खण्ड - 'अ'

(अति लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश : सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम 30 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।

- 1) (i) At certain instant of time, electric field and magnetic field are $\vec{E} = -3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$ and $\vec{B} = 2\hat{i} + 3\hat{k}$ respectively at a given position. What is the power transmitted per unit area at that instant of time at that position. Here all units are in S.I.

किसी क्षण पर किसी जगह पर विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र क्रमशः $\vec{E} = -3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$ तथा $\vec{B} = 2\hat{i} + 3\hat{k}$ है। उस स्थिति पर दिए गए क्षण पर प्रति इकाई क्षेत्रफल से संचरित शक्ति क्या होगी? यहाँ सभी इकाइयाँ S.I. में हैं।

- (ii) In free space, relation for electromagnetic potential is given as.

$$\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \phi}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{A} = 0 \text{ Write the name of this condition.}$$

एक मुक्त आकाश में विद्युत चुम्बकीय विभवों के लिए सम्बन्ध

$$\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \phi}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{A} = 0 \text{ दिया जाता है। इस दी गयी शर्त का नाम लिखो।}$$

- (iii) Divergence of magnetic field is zero i.e. $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$ What is the physical meaning of the above statement?

चुम्बकीय क्षेत्र का अपसरण शून्य है अर्थात् $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$ उपरोक्त कथन का भौतिक अर्थ क्या है?

- (iv) What do you mean by D' Alembert operator?

डी अल्म्बर्ट संकारक से आपका क्या तात्पर्य है?

(v) Magnetic vector potential is given as $\vec{A} = 3z\hat{i} + 4\hat{k}$, What is the magnetic field corresponding to this vector potential?

चुम्बकीय सदिश विभव $\vec{A} = 3z\hat{i} + 4\hat{k}$ द्वारा दिया जाता है तो इस सदिश विभव के संगत चुम्बकीय क्षेत्र क्या होगा ?

(vi) What is the magnetic field in free space associated with electric field vector $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kx)\hat{z}$

मुक्त आकाश में निम्न विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kx)\hat{z}$ के साथ सम्बद्ध चुम्बकीय क्षेत्र क्या होगा ?

(vii) Three charges $+q, +3q, -4q$ are placed at $(0, 4a), (-3a, 0), (0, 0)$ respectively in xy plane. Find the electric dipole moment vector of the system of these three charges.

तीन आवेशों $+q, +3q, -4q$ को xy तल में क्रमशः $(0, 4a), (-3a, 0), (0, 0)$ पर रखा जाता है। इन तीन आवेशों के निकाय का विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण ज्ञात करो।

(viii) Electrostatic potential is $V = ax^2 + 3b(y + x^3)$ What is the electrostatic field? Here a and b are constants.

स्थिर विद्युत विभव $V = ax^2 + 3b(y + x^3)$ है तो स्थिर विद्युत क्षेत्र क्या होगा ? यहाँ a तथा b अचर हैं।

Section - B

$4 \times 8 = 32$

(Short Answer Questions)

Note: Answer **any four** questions. Each answer should not exceed 200 words. Each question carries 8 marks.

खण्ड - ब

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश : किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को अधिकतम 200 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 8 अंकों का है।

- 2) What do you mean by Coulomb Gauge? In a source free region vector potential is $\vec{A} = ay\hat{i} + by^2t^2\hat{j} + czt\hat{k}$

Find the field vector \vec{E} and \vec{B} . Here a, b, c , are constants.

कूलाम्ब गेज से आपका क्या तात्पर्य है? उद्गम मुक्त क्षेत्र में सदिश विभव $\vec{A} = ay\hat{i} + by^2t^2\hat{j} + czt\hat{k}$ है तो क्षेत्र सदिश \vec{E} तथा \vec{B} ज्ञात करो। यहाँ a, b, c अचर हैं।

- 3) Transform the Maxwell's equations in covariant tensor form.
मेक्सवेल समीकरणों को सहचर टेन्सर रूप में रूपांतरित करो।

- 4) Volume charge density inside the sphere having radius R is $p = \beta r^3$ where β is constant and r is the distance from the centre of the sphere. Determine the electric field inside the sphere.

R त्रिज्या के एक गोले में आयतन आवेश घनत्व $p = \beta r^3$ द्वारा दिया जाता है, जहाँ β अचर है तथा r गोले के केंद्र से दूरी है। गोले के भीतर विद्युत क्षेत्र ज्ञात करो।

- 5) Obtain the Larmor's formula for total power radiated by an accelerated charge.

एक त्वरित आवेश के द्वारा उत्सर्जित कुलशक्ति के लिए लार्मर सूत्र प्राप्त करो।

- 6) Obtain the following equation of continuity

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \text{Div } \vec{J} = 0$$

Also give it physical significance.

सातत्य समीकरण $\frac{\partial p}{\partial t} + \text{Div } \vec{J} = 0$ प्राप्त करो तथा इसका भौतिक सार्थकता भी दीजिए।

- 7) Consider a imaginary situation for which dispersion relation for a electromagnetic wave is given by $\omega = \alpha k + 2\beta k^3$, Here α, β are constants, Determine the ratio of phase velocity of wave of group velocity.

एक काल्पनिक स्थिति को विचार कीजिए। जिसमें विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिए विक्षेपण सम्बन्ध $\omega = \alpha k + 2\beta k^3$ द्वारा दी जाती है। यहाँ α, β अचर हैं तो तरंग के कला वेग का समूह वेग के साथ अनुपात ज्ञात करो।

- 8) Show that three dimensional volume element $dx dy dz$ is NOT Lorentz invariant.

यह दर्शाओ कि त्रि विमीय आयतन अवयव $dx dy dz$ लोरेन्ज निश्चर नहीं है।

- 9) Briefly explain the Thomson scattering by free charges.

संक्षेप में मुक्त आवेशों से थोमसन प्रकीर्णन को समझाओ।

Section - C

2 × 16 = 32

(Long Answer Questions)

Note: Answer **any two** questions. You have to delimit your each answer maximum up to 500 words. Each question carries 16 marks.

खण्ड - स

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश : किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को अधिकतम 500 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 16 अंकों का है।

- 10) (i) What do you mean by waveguide? Write the differences between dielectric and metallic waveguides.
- (ii) Express the Lorentz force formula in terms of electromagnetic potentials.

- (i) वेव गाइड से आपका क्या तात्पर्य है? परावैद्युत एवं धात्विक वेव गाइड के मध्य अंतरों को लिखिए।
- (ii) लोरेन्ज बल सूत्र को विद्युत चुम्बकीय विभवों के पदों में व्यक्त कीजिए।
- 11) (i) Deduce the boundary conditions on normal component of electrostatic field.
- (ii) Discuss the discontinuity in potential due to dipolar layer.
- (i) स्थिरविद्युत क्षेत्र के अभिलम्ब घटक के लिए परिसीमा शर्तों को व्युत्पन्न कीजिए।
- (ii) द्विध्रुवीय परत के कारण विभव में असातत्यता की विवेचना कीजिए।
- 12) (i) What do you mean by molecular polarizability? Obtain the Clausius Mossotti relation.
- (ii) Find the magnetic vector potential of an infinite solenoid with n turns per unit length, radius R and current I .
- (i) आणविक ध्रुवणता से आपका क्या तात्पर्य है? क्लासियस मोसोटी सम्बन्ध को प्राप्त करो।
- (ii) एक अनन्त परिनालिका की त्रिज्या R है तथा धारा I है तथा परिनालिका में प्रति इकाई लम्बाई घेरो की संख्या n है, तो उस परिनालिका का चुंबकीय सदिश विभव ज्ञात करो।
- 13) State the Poynting theorem, Obtain the expression for Poynting vector, Also obtain the differential version of Poynting theorem using mechanical energy density and energy density of the fields.
पॉयन्टिंग प्रमेय का कथन दीजिए। पॉयन्टिंग सदिश का व्यंजक प्राप्त कीजिए तथा यांत्रिक ऊर्जा घनत्व एवं क्षेत्रों के ऊर्जा घनत्वों की सहायता से पॉयन्टिंग प्रमेय का अवकल प्रतिरूप भी प्राप्त कीजिए।