

MPH-04

June - Examination 2017

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 answer as per the given instructions. Check your paper code and paper title before starting the paper. Calculator are not allowed.

निर्देश : यह प्रश्न पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रश्नपत्र शुरू करने से पूर्व प्रश्नपत्र कोड व प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच लें। केलकुलेटर की अनुमति नहीं है।

Section - A**8 × 2 = 16**

(Very Short Answer Type Questions) (Compulsory)

Note: Answer all questions. As per the nature of the question you delimit your answer in one word, one sentence or maximum upto 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 कीजिये। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।

1) (i) An electric field in some region is given by $\vec{E} = ax\hat{i} + by\hat{j} + cz\hat{k}$, where a , b and c are constant. Find volume charge density.
किसी परिसर में विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = ax\hat{i} + by\hat{j} + cz\hat{k}$ से दिया जाता है, जहाँ a , b एवं c नियतांक हैं। आपतन आवेश घनत्व ज्ञात कीजिए।

(ii) A charged particle of charge $1\mu\text{c}$ is moving with velocity $3\hat{j}$ in a region where electric field $2\hat{j}$ and magnetic field $4\hat{j} + 5\hat{k}$. Find the Lorentz force acting on the charged particle. Here all units are in SI.

एक आवेशित कण जिसका आवेश माइक्रो कूलम्ब है $3\hat{j}$ वेग से ऐसे भाग में गति कर रहा है जहाँ विद्युत क्षेत्र $2\hat{j}$ तथा चुम्बकीय क्षेत्र $4\hat{j} + 5\hat{k}$ है तो आवेशित कण पर लगने वाला लारेन्ज बल ज्ञात करो। यहाँ सभी ईकाईयां SI हैं।

(iii) Find the magnetic field in free space associated with the electric field vector $\vec{E} = E_0 \sin(kz - wt)\hat{j}$

मुक्त आकाश में विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = E_0 \sin(kz - wt)\hat{j}$ द्वारा दिया जाता है तो इसके साथ संबद्ध चुम्बकीय क्षेत्र का मान क्या होगा।

(iv) Define the Poynting Vector and write its formula.

पोयन्टिंग सदिश को परिभाषित करो तथा इसका सूत्र लिखो।

(v) Express the field vectors \vec{E} and \vec{B} in terms of the electro magnetic potential \vec{A} and ϕ .

क्षेत्र सदिश \vec{E} तथा \vec{B} को विभव (विद्युत चुम्बकीय) \vec{A} तथा ϕ के रूप में व्यक्त कीजिए।

(vi) Explain the term "retard potentials".

“मन्दित विभवो” पद की व्याख्या करो।

(vii) What is gauge invariance?

गेज निश्चरता क्या है?

(viii) Write down in variants of electro magnetic fields.

विद्युत चुम्बकीय क्षेत्रों के निश्चर लिखिये।

Section - B

4 × 8 = 32

(Short Answer Type Questions)

Note: Answer any four questions. Each answer should not exceed 200 words. Each question carries 08 marks.

(खण्ड - ब)

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश : किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये। आप अपने उत्तर को अधिकतम 200 शब्दों में परिसीमित कीजिये। प्रत्येक प्रश्न 08 अंकों का है।

2) A conducting sphere of radius 'R' is placed in a uniform electric field 'E'₀ at the origin. By the method of images show that the potential at

point (r, θ) is given by $\phi(r, \theta) = E_0 \left(r - \frac{R^2}{r} \right) \cos \theta$

एक 'R' त्रिज्या का चालक गोला एक समान विद्युत क्षेत्र 'E'₀ में मूल बिन्दु पर रखा हुआ है प्रतिबिम्ब विधि से प्रदर्शित कीजिए की बिन्दु (r, θ) पर विभव का मान निम्न होगा $\phi(r, \theta) = E_0 \left(r - \frac{R^2}{r} \right) \cos \theta$

3) Define relative permittivity ϵ_r , electrical susceptibility X_e and write relation between them.

आपेक्षिक विद्युतशीलता ϵ_r विद्युतीय प्रवृत्ति X_e को परिभाषित कीजिए व इनके मध्य सम्बन्ध लिखिये।

- 4) Show that when a uniformly magnetised sphere is put in an external magnetic field H_0 , then the magnetic field inside the sphere (H_{in}) is given by

$$H_{in} = H_0 - M/3$$

where M is the magnetic moment per unit volume.

प्रदर्शित कीजिए कि जब एक समान रूप से चुम्बकीय गोलेको, एक बाह्य चुम्बकन क्षेत्र H_0 में रखा जाता है तो गोले के अन्दर चुम्बकीय क्षेत्र (H_{in}) निम्न से दिया जाएगा :

$$H_{in} = H_0 - M/3$$

जहाँ M एकाक आयतन का चुम्बकीय आघूर्ण है।

- 5) What is wave guide. Differentiate between Metallic and dielectric wave guides. What are TE and TM waves?

तरंग पथक क्या है? धात्विक एवं पराविद्युतीय तरंग पथ को विभेदित कीजिए। TE एवं TM तरंगें क्या हैं?

- 6) What is continuity equation? Show that equation of continuity is contained in Maxwell's Equations.

सातत्य समीकरण क्या है? प्रदर्शित कीजिए की सातत्य समीकरण मैक्सवैल समीकरणों में निहित (शामिल) है।

- 7) What is coulomb gauge? In a source free region if $\vec{A} = x^4\hat{i} + z^2t^2\hat{k}$ compute field vectors \vec{E} and \vec{B} and transverse current \vec{J}_T .

कूलम्ब गॉज क्या है? स्रोत मुक्त क्षेत्र में यदि $\vec{A} = x^4\hat{i} + z^2t^2\hat{k}$ हो तो क्षेत्र सदिश \vec{E} , \vec{B} एवं अनुप्रस्थधारा \vec{J}_T की गणना करो?

- 8) Derive expression for Lienard-Wiechert potentials for a moving point charge. What is the significance of those potentials?

एक गतिशील बिन्दु आवेश के लिए लिनार्ड-विचर्ट विभवों का व्यंजक व्युत्पन्न करो। इन विभवों का क्या महत्व है?

- 9) Derive relativistic equation of motion.

आपेक्षिकीय गतिकी समीकरण व्युत्पन्न करो।

(Long Answer Type Questions)

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

(खण्ड - स)

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

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

10) (i) Show that the potential at any external point due to a charge distribution is given by the sum of the individual potentials due to monopoles dipoles, quadrupoles etc.

प्रदर्शित कीजिए कि आवेश वितरण के द्वारा किसी बाह्य बिन्दु पर विभव का मान एकल ध्रुव, द्विध्रुव चतुर्ध्रुव आदि के द्वारा उत्पन्न विभवों के योग के तुल्य होता है।

(ii) Show that the interaction energy W due to a charge distribution (Total charge q) in an external field \vec{E} can be expressed as :

$$W = q\phi(o) - \vec{P} \cdot \vec{E}(o) - \frac{1}{6} \sum_i \sum_j \theta_{ij} \frac{\partial E_j}{\partial x_i}(o) + \dots$$

Where ϕ , p and θ are external potential, dipole moment vector and Quadrupole moment tensor respectively.

प्रदर्शित कीजिए कि आवेश वितरण (कुल आवेश q) के द्वारा, बाह्य विद्युत क्षेत्र \vec{E} में, अन्योन्य ऊर्जा W को निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है:

$$W = q\phi(o) - \vec{P} \cdot \vec{E}(o) - \frac{1}{6} \sum_i \sum_j \theta_{ij} \frac{\partial E_j}{\partial x_i}(o) + \dots$$

जहाँ ϕ , p एवं θ क्रमशः बाह्य विभव, द्विध्रुव आघूर्ण सदिश एवं चतुर्ध्रुव आघूर्ण प्रदिश हैं।

- 11) Discuss the propagation electro magnetic waves in a homogenous conducting medium and find out the expression for skin depth for it. Give physical reasons for the rapid damping of the wave in such a medium.

किसी समांगी चालक माध्यम में विद्युत चुम्बकीय तरंगों के संचरण की विवेचना करें एवं इनके लिए स्किन गहराई के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। ऐसे माध्यम में तरंगों के तीव्र अवमन्दन के भौतिक कारण बताइये।

- 12) (i) Starting from the expression for Lienard–Wiechart potentials for a point charge, obtain expression for the electric and magnetic fields due to an arbitrarily accelerated point charge.

लिनार्ड–विचर्ट विभवों (एक बिन्दु आवेश के लिए) से प्रारम्भ करते हुए, एक स्वेच्छिक त्वरित बिन्दु आवेश के द्वारा उत्पन्न विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्रों के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

- (ii) Derive Larmor's formula for total power radiated by an accelerated charge.

एक त्वरित आवेश के द्वारा उत्सर्जित कुलशक्ति के लिए लारमर का सूत्र व्युत्पन्न करो।

- 13) (i) Define electro magnetic field tensor and using electro magnetic field tensor derive the Lorentz transformation for electro magnetic field components.

विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र प्रदिश को परिभाषित करें तथा विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र प्रदिश को उपयोग में लेते हुए विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्रों के लारेण्टज् रूपान्तरण व्युत्पन्न करो।

- (ii) Express Maxwell's equations in Covariant tensorform.

मैक्सवेल समीकरणों को सहचर चतुर्विम टेन्सर के रूप में व्यक्त कीजिये।