

**MPH–04**

June – Examination 2022

**M.Sc. (Previous) Examination****PHYSICS**(Classical Electrodynamics and Special  
Theory of Relativity)

(चिरसम्मत विद्युतगतिकी एवं सापेक्षिकता का सिद्धान्त)

Paper : MPH-04

Time : 1½ Hours ]

[ Maximum Marks : 80

**Note** :- The question paper is divided into two Sections A and B. 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 'अ' और 'ब' दो खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अंतिम माना जायेगा। प्रश्न-पत्र शुरू करने से पूर्व पेपर कोड व प्रश्न-पत्र शीर्षक जाँच लें। कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति नहीं है।

**(Very Short Answer Type Questions)**

**Note** :- Answer any *four* 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 4 marks.

खण्ड—अ

(अति लघु उत्तरीय प्रश्न)

**निर्देश** :- किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम **30** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 4 अंक का है।

1. (i) At certain instant of time, electric field and magnetic field are :

$$\vec{E} = \hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$$

and  $\vec{B} = 4\hat{k}$

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

$$\vec{E} = \hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$$

तथा  $\vec{B} = 4\hat{k}$

है। उस स्थिति पर दिए गए क्षण पर प्रति इकाई क्षेत्रफल से संचरित शक्ति क्या होगी ? यहाँ सभी इकाइयाँ S.I. में हैं।

- (ii) If electric field  $\vec{E} = 3(3x\hat{i} + 7y^5\hat{j})$ , then by using  $\vec{\nabla} \times \vec{E}$  state whether this electric field is conservative or non-conservative.

यह विद्युत क्षेत्र  $\vec{E} = 3(3x\hat{i} + 7y^5\hat{j})$  है, तो  $\vec{\nabla} \times \vec{E}$  का उपयोग करते हुए यह बताइए कि यह विद्युत क्षेत्र संरक्षी है अथवा असंरक्षी है।

- (iii) If  $\vec{\nabla} \cdot \vec{J}$  is zero, then what result can be inferred about the charge density  $\rho$  ? Here  $\vec{J}$  is current density.

यदि  $\vec{\nabla} \cdot \vec{J}$  शून्य है तो इससे आवेश घनत्व  $\rho$  के बारे में क्या निष्कर्ष प्राप्त किया जा सकता है ? यहाँ धारा घनत्व  $\vec{J}$  है।

- (iv) Magnetostatic magnetic field  $\vec{B} = ax\hat{i} + 3by\hat{j} + 5cz\hat{k}$ . Here  $a$ ,  $b$  and  $c$  are constants. Find the relation among  $a$ ,  $b$  and  $c$ .

स्थिरचुम्बकी चुम्बकीय क्षेत्र  $\vec{B} = ax\hat{i} + 3by\hat{j} + 5cz\hat{k}$ , है। यहाँ  $a$ ,  $b$  तथा  $c$  अचर हैं। यहाँ  $a$ ,  $b$  तथा  $c$  के मध्य सम्बन्ध ज्ञात कीजिए।

- (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) If electric field  $\vec{E} = \alpha(x^2 \hat{i} + 2y^3 \hat{j} + 3z \hat{k})$ , then using Gauss law find the value of charge density at point (1, 1, 1).

यदि विद्युत क्षेत्र  $\vec{E} = \alpha(x^2 \hat{i} + 2y^3 \hat{j} + 3z \hat{k})$  है, तो गॉउस के नियम से बिन्दु (1, 1, 1) पर आवेश घनत्व ज्ञात कीजिए।

(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 कीजिए।

(viii) A charged particle of charge  $3C$  is moving with velocity  $2\hat{j}$  in a region where electric field  $2\hat{i}$  and magnetic field  $2\hat{j} + 2\hat{k}$ . Find the Lorentz force acting in the charged particle. Here all units are in S.I.

एक आवेशित कण जिसका आवेश  $3C$  है, वह  $2\hat{j}$  वेग से एक ऐसे भाग में गति कर रहा है जहाँ विद्युत क्षेत्र  $2\hat{i}$  तथा चुम्बकीय क्षेत्र  $2\hat{j} + 2\hat{k}$  है, तो आवेशित कण पर लगने वाला लॉरेन्ज बल ज्ञात कीजिए। यहाँ सभी इकाइयाँ SI हैं।

### Section-B

4×16=64

### (Short Answer Type Questions)

**Note** :- Answer any *four* questions. Each answer should not exceed **200** words. Each question carries 16 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 16 अंक का है।

2. A uniform line charge  $\lambda$  is placed on an infinite straight wire, which is at a distance  $d$  above a grounded conducting plane, then find the potential in the region above the region above the plane.

एक समान रेखीय आवेश  $\lambda$  अनन्त सीधे तार पर है, यह तार एक भूसम्पर्कित चालक तल के ऊपर  $d$  दूरी पर है, तो उस तल के ऊपर के क्षेत्र में विभव ज्ञात कीजिए।

3. Show that  $\vec{E} \cdot \vec{B}$  is invariant under Lorentz transformation.

यह दर्शाइए कि  $\vec{E} \cdot \vec{B}$  लॉरेंज रूपांतरण में निश्चर रहता है।

4. Find the magnetic vector potential of an infinite solenoid with  $n$  turns per unit length, radius  $R$  and current  $I$ .

$R$  त्रिज्या तथा धारा  $I$  तथा प्रति इकाई लम्बाई  $n$  घेरो की अनन्त परिनालिका के चुम्बकीय सदिश विभव ज्ञात कीजिए।

5. What do you mean by Gauge transformation ? Explain it.

गेज रूपांतरण से आपका क्या तात्पर्य है ? इसे समझाइए।

6. A metallic sphere of radius ' $a$ ' carries a charge  $Q$ . The sphere is surrounded by a linear dielectric material of permittivity  $\epsilon$  with outer radius ' $b$ '. Find the potential at the centre of the sphere.

त्रिज्या  $a$  का एक धात्विक गोला आवेश  $Q$  रखता है। यह गोला एक ऐसे रेखीय परावैद्युत पदार्थ जिसकी विद्युतशीलता  $\epsilon$  है, से चारों ओर घिरा हुआ है व इस परावैद्युत पदार्थ माध्यम की बाह्य त्रिज्या  $b$  है। गोले के केन्द्र पर विभव ज्ञात कीजिए।

7. Deduce the Clausius Mossotti relation.

क्लाउसियस मोसोटी सम्बन्ध को व्युत्पन्न कीजिए।

8. Briefly explain the multipole expansion of charge distribution.

आवेश वितरण के बहुध्रुव विस्तार को संक्षेप में समझाइए।

9. What do you mean by Waveguide ? Write the differences between dielectric and metallic waveguides.

वेवगाइड से आपका क्या तात्पर्य है ? परावैद्युत एवं धात्विक वेवगाइड के मध्य अन्तरों को लिखिए।