

**MPH-04**

June - Examination 2019

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

चिरसम्मत विद्युत्गतिकी 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 is not allowed.

**निर्देश :** यह प्रश्न पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन 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 प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच ले। केलकुलेटर की अनुमति नहीं है।

**Section - A****8 × 2 = 16**

(Very Short Answer Type 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) The distance between the plates of parallel plate capacitor is 5 cm and potential difference is 50 Volt. Find the electrostatic force experienced by an alpha particle entered into the field between the plates.

समान्तर प्लेट संधारित्र के प्लेटों के मध्य की दूरी 5 cm है तथा विभवान्तर 50 Volt है। प्लेटों के मध्य क्षेत्र पर एक अल्फा कण के प्रविष्ट होने पर उस पर लगनेवाले स्थिरविद्युत बल ज्ञात कीजिए।

- (ii) “Due to quadrupole moment, electric potential falls as

$V \propto \frac{1}{r^4}$  at large distances.” Is this statement True?

चतुर्ध्रुव आघूर्ण के कारण अधिक दूरी पर विद्युत विभव  $V \propto \frac{1}{r^4}$  के अनुसार घटता है। क्या यह कथन सत्य है?

- (iii) Field  $\vec{E} = x^2 \hat{i} + x y \hat{j}$  is impossible electrostatic field. Writing proper steps give the reason for it.

क्षेत्र  $\vec{E} = x^2 \hat{i} + x y \hat{j}$  एक असंभव स्थिर विद्युत क्षेत्र है। उचित पदों को लिखते हुए इसके कारण को दीजिये।

- (iv)  $xy$  plane is grounded conducting plane. A charge  $q$  is placed at a distance  $2b$  from the  $xy$  plane. What is the magnitude of electrostatic force on charge  $q$ ?

$xy$  तल एक भुसम्पर्कित चालक तल है। एक आवेश  $q$  को  $xy$  तल से  $2b$  दूरी पर रखा जाता है। आवेश  $q$  पर स्थिरविद्युत बल का परिमाण ज्ञात करो।

- (v) Electrostatic potential is given in spherical polar coordinates as

$$V = \frac{a \cos \theta}{r^2} \text{ Find the electrostatic field components } E_r \text{ and } E_\theta$$

Here  $a$  is constant.

गोलीय ध्रुवीय निर्देशांक में स्थिरविद्युत विभव  $V = \frac{a \cos \theta}{r^2}$  द्वारा दिया जाता है। यहाँ  $a$  अचर है स्थिरविद्युत क्षेत्र के घटको  $E_r$  तथा  $E_\theta$  को ज्ञात करिए।

- (vi) Electric displacement is given as  $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{G}$

What does  $\vec{G}$  represent?

विद्युत विस्थापन  $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{G}$  द्वारा दिया जाता है।

यहाँ  $\vec{G}$  क्या बताता है?

- (vii) For magnetic vector potential  $\vec{A}$  and volume current density  $\vec{j}$  relation is given

$$\text{as } \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \vec{A} = b \vec{J}$$

what does constant  $b$  represent?

चुम्बकीय सदिश  $\vec{A}$  तथा आयतन धारा घनत्व  $\vec{j}$  सम्बन्ध

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \vec{A} = b \vec{J} \text{ द्वारा दिया जाता है।}$$

यहाँ अचर  $b$  क्या प्रदर्शित करता है?

(viii) In a medium, magnetization (magnetic moment Per unit volume) vector is given as  $\vec{M} = -y\hat{i} + x\hat{j}$

Find the bound volume current density.

माध्यम में चुम्बकत्व (चुम्बकीय आघूर्ण प्रति इकाई आयतन) सदिश निम्न है

$\vec{M} = -y\hat{i} + x\hat{j}$  बद्ध आयतन धारा घनत्व ज्ञात करो।

### Section - B

4 × 8 = 32

(Short Answer Type Questions)

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

### (खण्ड - ब)

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

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

2) An electric field is given (in spherical coordinates) by

$$\vec{E} = \frac{a}{r^2} (-\sin\theta \cos\phi \hat{r} + \cos\theta \cos\phi \hat{\theta} - \sin\phi \hat{\phi})$$

Determine the volume charge density in the space (except the origin).

गोलीय निर्देशांक में एक विद्युत क्षेत्र निम्न द्वारा दिया जाता है

$$\vec{E} = \frac{a}{r^2} (-\sin\theta \cos\phi \hat{r} + \cos\theta \cos\phi \hat{\theta} - \sin\phi \hat{\phi})$$

मूलबिंदु के अलावा आकाश में अन्य जगहों पर आयतन आवेश घनत्व ज्ञात करो।

3) What do you mean by electrostatic energy density due to system of charges?

आवेशों के निकाय के स्थिरविद्युत ऊर्जा घनत्व से आपका क्या तात्पर्य है?

- 4) A spherical conductor of radius 'a' carries charge Q. It is surrounded up to radius b by linear dielectric material of susceptibility  $\chi$ . Find the electric field in the following three regions.

$$r < a, \quad a < r < b, \quad b < r$$

एक गोलीय चालक जिसकी त्रिज्या a व उसका आवेश Q है यह गोला त्रिज्या b तक रेखीय परावैधुत पदार्थ से घिरा हुआ है जिसकी विधुत प्रवृत्ति  $\chi$  द्वारा दी जाती है। विधुत क्षेत्र को निम्न तीन क्षेत्रों में ज्ञात करो।

$$r < a, \quad a < r < b, \quad b < r$$

- 5) What do you mean by Gauge Transformations? Obtain the required expression for vector and scalar potential.

गेज रूपान्तरण से आप क्या समझते हो? सदिश तथा अदिश विभव के आवश्यक व्यंजक प्राप्त करो।

- 6) Write the differential and integral form of Maxwell's equations in matter.

पदार्थ में मेक्सवेल समीकरणों के अवकल तथा समाकल रूप को लिखिए।

- 7) Obtain the Clausius-Mossotti relation.

क्लासियास मोसोटी सम्बन्ध प्राप्त करो।

- 8) What do you mean by Retarded potentials? Also write the expression for the Lienard Wiechart potential for moving point charge.

मंदित विभवों से आप क्या समझते हो? एक गतिमान बिंदु आवेश के लिए लेनार्ड विचार्ट का व्यंजक लिखिए।

- 9) Show that  $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$

is invariant under Lorentz Transformation.

यह दर्शाइए की लोरेन्ज रूपान्तरण में निम्न निश्चर रहता है।

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$$

## Section - C

2 × 16 = 32

(Long Answer Type Questions)

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

(खण्ड - स)

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

**निर्देश :** किन्ही दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए। अपने उत्तर अधिकतम 500 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 16 अंको का है।

10) (i) Deduce boundary condition on tangential components of electrostatic field.

स्थिरविद्युत क्षेत्र के स्पर्शरेखीय घटकों के लिए परिसीमा शर्त का निगमन करो।

(ii) A potential in some region is given (in cylindrical coordinates) by  $V = a r^2 z \cos \phi$

Find the electric field: where  $a$  is constant.

किसी क्षेत्र में बेलनाकार निर्देशांको में विभव निम्न द्वारा दिया जाता है।  
 $V = a r^2 z \cos \phi$  विद्युतक्षेत्र को ज्ञात करो जहाँ  $a$  अचर है।

11) Obtain the multipole expansion of potential due to a localized charge distribution. From the above obtained potential result, obtain the electric field due to dipole.

स्थानीय आवेश वितरण के कारण विभव का बहुध्रुव विस्तार प्राप्त करो। उपरोक्त वर्णित विभव परिणाम से द्विध्रुव के कारण विद्युत क्षेत्र प्राप्त करो।

- 12) (i) Compare the Waveguide and Transmission Line.  
वेवगाइड तथा संचरण रेखा की तुलना कीजिए।
- (ii) Prove that  $\vec{E} \cdot \vec{B}$  is invariant under Lorentz transformation.  
सिद्ध कीजिए कि  $\vec{E} \cdot \vec{B}$  लारेंज रूपान्तरण में निश्चर रहता है।
- 13) (i) Write a short note on ferromagnetism and also explain the hysteresis loop.  
लोह चुम्बकत्व पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए तथा शैथिल्य लूप को समझाइये।
- (ii) Obtain the boundary condition on normal components on magnetostatic field.  
स्थिरचुम्बक क्षेत्र के अभिलम्ब घटकों के लिए परिसीमा शर्त को प्राप्त करो।
-