

MPH-04

June - 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.

निर्देश : प्रश्न पत्र तीन खण्डों 'अ', 'ब' और 'स' में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अंतिम माना जाएगा। प्रश्न पत्र शुरू करने से पूर्व पेपर कोड व प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच लें।

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 3 अंकों का है।

- 1) (i) In electrostatics scalar potential $V = (ax^2 + 5x)$, then what is the value of the volume charge density? Here a is constant.

स्थिरविद्युतकी में अदिश विभव $V = (ax^2 + 5x)$ है, तब आयतन आवेश घनत्व का मान क्या होगा? यहाँ a अचर है।

- (ii) A point charge q is placed in front of infinite plane (conducting) which has zero potential. Here distance between the charge and the plane is x . What is the force on the charge q ?

यदि एक बिंदु आवेश q को एक अनन्त तल (चालक) के सामने रखा जाता है एवं उस तल का विभव शून्य है। यहाँ आवेश तथा तल के मध्य दूरी x है। आवेश q पर बल कितना लगेगा?

- (iii) Four charges

$q_1 = 2C, q_2 = -2C, q_3 = 4C, q_4 = -4C$, are placed at

$x_1 = 2m, x_2 = -2m, x_3 = 4m, x_4 = -4m$,

respectively. What is monopole moment of this charge distribution?

चार आवेशों $q_1 = 2C, q_2 = -2C, q_3 = 4C, q_4 = -4C$, को क्रमशः $x_1 = 2m, x_2 = -2m, x_3 = 4m, x_4 = -4m$, पर रखा जाता है। इस आवेश वितरण का एकल ध्रुव आघूर्ण कितना है?

(iv) "Orientation electric polarization does not depend on the temperature." Is this statement true?

“विन्यास विद्युत ध्रुवण ताप पर निर्भर नहीं करता है।” क्या यह कथन सत्य है?

(v) Magnetostatic magnetic field $\vec{B} = b y \hat{j} + 2 c z \hat{k}$. Here b and c are constants. What is the relation between b and c ?

स्थिरचुम्बकी चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = b y \hat{j} + 2 c z \hat{k}$ है। यहाँ b तथा c अचर है। यहाँ b तथा c के मध्य क्या सम्बन्ध है?

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

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

(vii) Write the Maxwell equation which is related to displacement current.

विस्थापन धारा से सम्बंधित मेक्सवेल समीकरण को लिखिए।

(viii) Which of the following quantities are invariant under Lorentz transformation?

- (a) charge (b) volume charge density
(c) Laplacian operator (d) $E^2 - B^2 c^2$

लोरेन्ज रूपांतरण में कौनसी निम्न राशियाँ निश्चर रहती हैं—

- (a) आवेश (b) आयतन आवेश घनत्व
(c) लाप्लास रूपान्तर (d) $E^2 - B^2 c^2$

Section - B

4 × 8 = 32

(Short Answer Type 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) Obtain the Gauss law in differential form from integral form in electrostatics. Also write the main features of this law.

स्थिविद्युतकी में गाउस के अवकल रूप को समाकल रूप से प्राप्त करें। इस नियम के मुख्य बिन्दुओं को भी लिखिए।

3) Electric potential is given (in spherical coordinates) by

$V = \frac{b}{r} \sin \phi \cos \theta$ where b is constant. Find the expression for electric field. Also calculate the electric field at point $\left(2, 0, \frac{\pi}{2}\right)$

Here $grad \equiv \left(\hat{r} \frac{\partial}{\partial r} + \hat{\theta} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} + \hat{\phi} \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} \right)$

गोलीय निर्देशांकों में विद्युत विभव $V = \frac{b}{r} \sin \phi \cos \theta$ है। जहाँ b अचर है। विद्युत क्षेत्र का व्यंजक ज्ञात कीजिए तथा बिंदु $\left(2, 0, \frac{\pi}{2}\right)$ पर भी विद्युत क्षेत्र ज्ञात कीजिए। यहाँ

$grad \equiv \left(\hat{r} \frac{\partial}{\partial r} + \hat{\theta} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} + \hat{\phi} \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} \right)$

4) What do you mean by Gauge transformation. Explain it.

गेज रूपांतरण से आपका क्या तात्पर्य है? इसे समझाइए।

5) If (x, y, z, t) be the coordinates of an event in S-frame and (x', y', z', t') be the coordinates of the same event in S' - frame which moves relative to S-frame with a uniform velocity v along x -direction. Show that $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ is invariant under Lorentz Transformation.

यदि S निर्देश तंत्र में एक घटना के निर्देशांक (x, y, z, t) हैं S' निर्देश तंत्र में उसी समान घटना के निर्देशांक (x', y', z', t') हैं यहाँ S' निर्देश तंत्र x अक्ष के अनुदिश एक समान वेग v से S निर्देश तंत्र के सापेक्ष गतिमान है। यह दर्शाओ कि लॉरेंज रूपांतरण में $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ निश्चर रहता है।

6) A metallic sphere of radius ' a ' carries a charge Q . The sphere is surrounded by a linear dielectric material of permittivity ϵ 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 ϵ है से चारों ओर से घिरा हुआ है व इस परावैद्युत पदार्थ माध्यम की बाह्य त्रिज्या b है। गोले के केंद्र पर विभव ज्ञात कीजिए।

7) What do you mean by bound current densities in Magnetostatics.

स्थिरचुम्बकी में बद्ध धारा घनत्व से आपका क्या तात्पर्य है?

8) What do you understand by four vectors.

चतुर्सवेग से आपका क्या तात्पर्य है?

9) Briefly explain the multipole expansion of charge distribution.

आवेश वितरण के बहुध्रुव विस्तार को संक्षेप में समझाइए।

(Long Answer Type 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। आपको अपने उत्तर को अधिकतम 500 शब्दों में परिसीमित करना है। प्रत्येक प्रश्न 16 अंकों का है।

10) (a) What do you mean by $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$. Deduce the boundary condition on normal component of magnetic field \vec{B} .

$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$ से आपका क्या तात्पर्य है? चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} के अभिलम्ब घटक पर परिसीमा प्रतिबन्ध को व्युत्पन्न कीजिए।

(b) Find the electric and magnetic field corresponding to following electromagnetic potentials

$$\phi = 3\alpha x + 2\beta y + 5\lambda z \text{ and}$$

$$\vec{A} = (a\hat{i} + b\hat{j} + c\hat{k}) \sin(kx - \omega t)$$

Here $\alpha, \beta, \lambda, a, b, c, k, \omega$ are constants

निम्न विद्युत्चुम्बकीय विभवों के संगत विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

$$\phi = 3\alpha x + 2\beta y + 5\lambda z \text{ तथा}$$

$$\vec{A} = (a\hat{i} + b\hat{j} + c\hat{k}) \sin(kx - \omega t)$$

यहाँ $\alpha, \beta, \lambda, a, b, c, k, \omega$ अचर है।

- 11) (a) Write a note on total power radiated by an accelerated point charge (Larmor formula)

एक त्वरित आवेश द्वारा कुल उत्सर्जित शक्ति (लार्मर सूत्र) पर टिप्पणी लिखिए।

- (b) Magnetization (magnetic moment per unit volume) in a medium is $\vec{M} = -3y\hat{i} + x\hat{j} + 2x\hat{k}$

Determine the bound current density and also determine bound surface current density at the surface. Here unit vector normal to the plane of surface is $\hat{n} = \hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$

एक माध्यम का प्रति इकाई आयतन चुम्बकीय आघूर्ण निम्न है।

$$\vec{M} = -3y\hat{i} + x\hat{j} + 2x\hat{k}$$

बद्ध धारा घनत्व का निर्धारण करें एवं बद्ध सतह धारा घनत्व को भी सतह पर ज्ञात करें यहाँ सतह के तल के लम्बवत इकाई सदिश $\hat{n} = \hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ है।

- 12) (a) The yz plane is a grounded conductor. Charge $+3q$ lies at $x = 3a$ and charge $+2q$ lies at $x = +2a$. Find the electrostatics force on the charge $+3q$ using image method.

yz तल एक भूसम्पर्कित चालक है $+3q$ आवेश स्थिति $x = 3a$ पर एवं आवेश $+2q$ स्थिति $x = +2a$ पर है। प्रतिबिम्ब विधि का उपयोग करते हुए आवेश $+3q$ पर स्थिर विद्युत बल ज्ञात कीजिए।

- (b) Deduce the Clausius Mossotti relation.

क्लासियस मोसोटी सम्बन्ध को व्युत्पन्न कीजिए।

- 13) (a) Using Maxwell equation (with Ampere's correction), find the curl of magnetic field \vec{B} in a space where volume current density is

$$(a\hat{i} + b\hat{j}) \cos(\omega t - kz) \text{ and electric field}$$

$$(c\hat{i} + d\hat{j}) \sin(\omega t - kz) \text{ where } a, b, c, d, k, \omega \text{ are constants}$$

मेक्सवेल समीकरण (एम्पियर के संशोधन युक्त), उस चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} का कर्ल ज्ञात करें। जहाँ आयतन धारा घनत्व $(a\hat{i} + b\hat{j}) \cos(\omega t - kz)$ है एवं विद्युत क्षेत्र $(c\hat{i} + d\hat{j}) \sin(\omega t - kz)$ है जहाँ a, b, c, d, k, ω अचर है।

- (b) Show that the momentum of charged particle in an electromagnetic field is given by $\vec{P} = m\vec{v} + q\vec{A}$

यह दर्शाओ कि विद्युतचुम्बकीय क्षेत्र में आवेशित कण का संवेग $\vec{P} = m\vec{v} + q\vec{A}$ द्वारा दिया जाता है।