

**PHYSICS**  
**SECOND PAPER**  
**(Electromagnetism)**

**Time Allowed: Three Hours**

**Maximum Marks: 33**

Answer All questions.

सभी प्रश्न हल कीजिये।

Write your roll number on question paper before start writing answers of questions.

प्रश्नों के उत्तर लिखने से पूर्व प्रश्न पत्र पर रोल नम्बर अवश्य लिखें।

1. Answer the following questions. The answer to each question should not exceed half a page. 1½×6=9

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिये। प्रत्येक प्रश्न का हल आधे पेज से अधिक नहीं होना चाहिये।

(a) State Gauss's Law and Deduce its equation in the differential form. 1½  
गाउस के नियम का उल्लेख करके अवकल रूप में उसके समीकरण का व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(b) Assuming the electron being an uniformly charged sphere. Calculate the classical radius of an electron. 1½

इलेक्ट्रॉन को समआवेशित गोले के रूप में मानकर इलेक्ट्रॉन की चिरसम्मत त्रिज्या की गणना कीजिये।

(c) Derive Laplace's and Poisson's equations starting from the differential form of Gauss's Law. 1½

गाउस के नियम के अवकल रूप का उपयोग करते हुये लाप्लास तथा प्वासों के समीकरण ज्ञात कीजिये।

(d) What is the significance of negative sign in the relation  $dU = -q_0 \vec{E} \cdot d\vec{r}$ ? 1½

संबंध  $dU = -q_0 \vec{E} \cdot d\vec{r}$  में ऋणात्मक चिन्ह का क्या महत्व है?

(e) Write the relation between electrical susceptibility and atomic polarizability or Clausius Mossotti relation. 1½

विद्युत प्रवृत्ति एवं परमाणविक ध्रुवणता में संबंध या क्लासियस-मोसोटी संबंध को लिखिये।

(f) Define Bohr magneton. Find its value.

बोर मेगनेटॉन को परिभाषित कीजिये। इसका मान ज्ञात कीजिये।

2. (a) Prove that the curl of a conservative field is zero 3

सिद्ध कीजिये कि संरक्षी क्षेत्र का कर्ल सदैव शून्य होता है।

(b) Show that  $\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$  3

Where  $\vec{E}$  is Intensity of Electric field.

सिद्ध कीजिये कि  $\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$

जहाँ  $\vec{E}$  विद्युत क्षेत्र की तीव्रता है।

OR / अथवा

Prove the Identity:

$$\nabla \times \nabla \times \vec{E} = \nabla(\nabla \cdot \vec{E}) - \nabla^2 \vec{E}$$

$$\text{i.e. } \text{curl curl } \vec{E} = \text{grad div } \vec{E} - \nabla^2 \vec{E}$$

निम्न सदिश समिका को सिद्ध कीजिये:

$$\nabla \times \nabla \times \vec{E} = \nabla(\nabla \cdot \vec{E}) - \nabla^2 \vec{E}$$

$$\text{अर्थात् } \text{curl curl } \vec{E} = \text{grad div } \vec{E} - \nabla^2 \vec{E}$$

3. (a) Prove that the magnitude of the electric field of a charge moving with constant velocity is: 3

सिद्ध कीजिये कि नियत वेग से गतिशील आवेश के विद्युत क्षेत्र का मान होता है:

$$E_{(r,\theta)} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r'^2} \frac{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \sin^2 \theta\right)^{3/2}}$$

Where the symbols have their usual meanings.

जहाँ संकेतों का सामान्य अर्थ है।

(b) An electric field produced by stationary charge in a system S is given by:

$$\vec{E} = (4\hat{i} + 5\hat{j} + 9\hat{k}) \text{ V/cm}$$

Deduce the field in a frame S' moving with velocity 0.6 C along common x-ais.

फ्रेम S में स्थिर आवेश से उत्पन्न विद्युत क्षेत्र निम्न है:

$$\vec{E} = (4\hat{i} + 5\hat{j} + 9\hat{k}) \text{ V/cm}$$

x-अक्ष के अनुदिश 0.6 C वेग से गतिमान फ्रेम S' में विद्युत क्षेत्र के मान की गणना कीजिये।

**OR / अथवा**

Find electric field due to dipole at a point  $(r, \theta)$ . Show that electric field decreases on going from axial to equatorial position.

किसी ध्रुवीय बिन्दु  $(r, \theta)$  पर द्विध्रुव के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता की गणना कीजिये। दर्शाइये कि बिन्दु के अक्षीय से निरक्षीय स्थिति में परिवर्तन से विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का मान घटता है।

4. (a) The electric field intensity between the plates of a parallel plate capacitor without dielectric is  $\vec{E}_0$ . A sphere of dielectric  $k$  is placed between the plates. If  $\vec{p}$  is the density of polarization of the sphere, show that it is expressed as:

समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच माध्यम की अनुपस्थिति में विद्युत क्षेत्र की तीव्रता  $\vec{E}_0$  है। एक गोला जिसका परावैद्युतांक  $k$  है, को प्लेटों के बीच रखा जाता है। यदि गोले के ध्रुवण का घनत्व  $\vec{p}$  है, तो सिद्ध कीजिये कि:

$$\vec{p} = 3\epsilon_0 \left( \frac{k-1}{k+2} \right) \vec{E}_0$$

- (b) A dielectric sphere is placed in a uniform electric field. If the sphere is uniformly polarized and the field inside it is just half the externally applied field. Calculate the dielectric constant of the sphere. Also find the electric susceptibility.

एक परावैद्युत गोले को एक समान विद्युत क्षेत्र में रखा गया है। यदि गोला एक समान ध्रुवित है तथा इसके अन्दर क्षेत्र बाह्य आरोपित क्षेत्र का आधा है तो गोले के परावैद्युतांक की गणना कीजिए। विद्युत प्रवृत्ति का मान भी ज्ञात कीजिए।

**OR / अथवा**

Derive the relation  $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$  where the symbols have usual meaning.

सिद्ध करो  $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$  जहाँ संकेतों के सामान्य अर्थ हैं।

5. (a) Using Biot - Savart's Law show that divergence of Magnetic Induction  $\vec{B}$  is zero.

बायो-सावर्ट नियम को प्रयुक्त करके यह सिद्ध कीजिये कि चुम्बकीय प्रेरण  $\vec{B}$  का डाइवर्जेंस शून्य होता है।

## UNIT - II / इकाई - II

3. (a) Find the expression for Resolving Power of a plane Transmission Grating. समतल पारगमन ग्रेटिंग की विभेदन क्षमता का सूत्र ज्ञात कीजिये।  
(b) Describe the Fresnel's Diffraction produced due to a circular aperture for axial and non-axial points with necessary theory. वृत्ताकार द्वारक द्वारा उत्पन्न फ्रेनेल विवर्तन का अक्षीय एवं अनाक्षीय बिन्दुओं के लिये आवश्यक सिद्धान्त सहित वर्णन कीजिये।

**OR / अथवा**

In double slit Fraunhofer Diffraction pattern discuss the effect of:  $2\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

- (i) Width of slit  
(ii) Gap between slit  
(iii) Wavelength of light

द्विरेखाछिद्र के फ्राउनहॉफर विवर्तन प्रतिरूप पर:

- (i) रेखा छिद्र की चौड़ाई  
(ii) रेखाछिद्रों के बीच का अन्तराल तथा  
(iii) प्रकाश के तरंगदैर्घ्य का क्या प्रभाव पड़ता है वर्णन कीजिये।

## UNIT - III / इकाई - III

4. (a) Write the applications of Holography. होलोग्राफी के अनुप्रयोग लिखिये।  
(b) Explain the analysis of plane, circularly and elliptically polarised light. समतल, वृत्त तथा दीर्घवृत्त ध्रुवित प्रकाश के विश्लेषण को समझाइये।

**OR / अथवा**

Explain the construction and working of Ruby Laser. रूबी लेसर की संरचना एवं कार्यविधि को समझाइये।

## UNIT - IV / इकाई - IV

5. (a) Analyse square wave using Fourier Theorem. फोरियर प्रमेय की सहायता से वर्गाकार तरंगों का विश्लेषण कीजिये।  
(b) Prove that the velocity of longitudinal wave in a solid rod depend upon the Young's Modulus and density of material. सिद्ध कीजिये कि किसी ठोस छड़ में अनुदैर्घ्य तरंग का वेग उस पदार्थ के यंग प्रत्यास्थता गुणांक एवं घनत्व पर निर्भर करता है।

**OR / अथवा**

Derive an expression for the velocity of longitudinal wave in gas and explain Laplace correction.

गैसों में अनुदैर्घ्य तरंगों के वेग का व्यंजक ज्ञात कीजिये तथा लाप्लास संशोधन की विवेचना कीजिये।