

# Question Paper Code : 9801

B.Sc. (Semester-III) Examination, 2019

## PHYSICS

### (Electricity & Magnetism)

Time : Three Hours

[Maximum Marks : 80]

Note : Answer five questions in all. Question No. 1 of short answer type is compulsory. Besides this, one question is to be attempted from each unit.

कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। लघु उत्तरीय प्रश्न सं. 1 अनिवार्य है। इसके अतिरिक्त, प्रत्येक इकाई से एक प्रश्न कीजिए।

1. Attempt all parts : [2×10=20]

सभी भाग हल कीजिए :

(a) What are the limitations of Coulomb's Law ?

कूलॉम के नियम की सीमाएँ क्या हैं ?

(b) What happens to the radius of a liquid drop, when it is charged ? Explain.

आवेशित करने पर तरल बूँद की त्रिज्या पर क्या प्रभाव पड़ता है ? समझाइये।

- (c) Elementary charge such as the charge on electron is usually not taken as a point charge explain.

मूल आवेश जैसे कि इलेक्ट्रान का आवेश सामान्यतया एक विन्दु आवेश के समान नहीं लिया जाता है, समझाइए।

- (d) Comment on existence of a free magnetic monopoles.

एक स्वतंत्र चुम्बकीय एकल ध्रुव के अस्तित्व पर टिप्पणी कीजिए।

- (e) Explain the difference between magnetic induction  $\bar{B}$  and magnetic field  $\bar{H}$ .

चुम्बकीय प्रेरण  $\bar{B}$  तथा चुम्बकीय क्षेत्र  $\bar{H}$  में भिन्नता समझाइये।

- (f) The electric potential which exists only for the electrostatic field, loses meaning for electric field, produced by induction, explain.

विद्युत विभवान्तर जो कि स्थिर वैद्युतिकी क्षेत्र के लिये पाया जाता है, लेकिन प्रेरण से उत्पन्न विद्युत क्षेत्र के लिए उसका अपना कोई अर्थ नहीं होता है, समझाइए।

(g) Why is diamagnetism a universal phenomenon?

डाई चुम्बकत्व क्यों एक सार्वजनिक प्रभाव होता है ?

(h) Electromagnetic potentials define the field vectors uniquely, though they themselves are non unique, explain.

विद्युतचुम्बकीय विभव, क्षेत्र सदिशों को यूनीक तरीके से परिभासित करते हैं, यद्यपि वे स्वयं यूनीक नहीं होते हैं, समझाइए।

(i) Apply Debye correction in Clausius-Mosotti relation.

क्लासियस-मोसोटी सम्बन्ध में डिबाई शुल्क कीजिए।

(j) What is displacement current ?

विस्थापन धारा क्या है ?

**UNIT-I / इकाई-I**

2. (a) Derive the relation : [5]

$$\vec{E} = (-) \vec{\nabla} V$$

सम्बन्ध प्राप्त कीजिए :

$$\vec{E} = (-) \vec{\nabla} V$$

(b) A spherical charge distribution is given by

$$P = P_0 \begin{cases} 1 - \frac{r}{a} & , r \leq a \\ 0 & , r > a \end{cases}$$

where 'a' is the radius of the sphere.

Calculate :

[10]

(i) The total charge

(ii) Electric field intensity for :

$$(A) r = \left( \frac{2a}{3} \right)$$

$$(B) r = \left( \frac{4a}{3} \right)$$

गोलीय आवेश वितरण दिया जाता है :

$$P = P_0 \begin{cases} 1 - \frac{r}{a} & , r \leq a \\ 0 & , r > a \end{cases}$$

जहाँ 'a' गोले की त्रिज्या है।

गणना कीजिए :

(i) कुल आवेश

(ii) विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :

$$(A) \quad r = \left( \frac{2a}{3} \right)$$

$$(B) \quad r = \left( \frac{4a}{3} \right) \text{ के लिए।}$$

3. (a) Show that the potential at a point due to an arbitrary charge distribution can be expressed as the sum of potentials due to monopole, dipole, quadrupole etc. [10]

सिद्ध कीजिए कि किसी स्थान पर एक अविदित बंटन आवेश के द्वारा उत्पन्न विभव को एक घूव, द्विघूव, चतुर्घूव आदि से उत्पन्न विभवों के योग से प्रदर्शित कर सकते हैं।

- (b) Electric potential of a system at any point in a field region is given by : [5]

$$V(x, y, z) = (20 + 6x^2 - 5xy + 4y^2 + 3z^2).$$

Calculate the force acting on the charge  $2 \times 10^{-5}$  coulomb, located at the point (2, 0, -3) in the field region in terms of unit vectors  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$  and  $\hat{k}$ .

विद्युत क्षेत्र में किसी बिन्दु पर विद्युत विभव :

$$V(x, y, z) = (20 + 6x^2 - 5xy + 4y^2 + 3z^2) \text{ है।}$$

विद्युत क्षेत्र में बिन्दु (2, 0, -3) पर स्थित आवेश  $2 \times 10^{-5}$  कूलाम्ब पर लगने वाले बल की गणना इकाई वेक्टरों  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$  तथा  $\hat{k}$  का उपयोग करते हुए कीजिए।

### UNIT-II / इकाई-II

4. Distinguish between magnetic scalar potential and vector potential. http://www.lucknowstudy.com [15]

Derive an expression for vector potential and prove that

$$\bar{\nabla} \cdot \bar{B} = 0$$

चुम्बकीय अदिश और सदिश विभवों के बीच अन्तर स्पष्ट कीजिए।

सदिश विभव का व्यंजक स्थापित कीजिए, तथा सिद्ध कीजिए कि

$$\bar{\nabla} \cdot \bar{B} = 0$$

5. (a) A square loop of wire of edge 'a' carries current 'i'. Find the value of  $\bar{B}$  at the point on the axis of the loop at a distance  $x$  from its centre. [10]

एक वर्गाकार तार के लूप, जिसकी प्रत्येक भुजा 'a' माप की है, में 'i' धारा प्रवाहित होती है। इस लूप के अक्ष पर केंद्र से  $x$  दूरी पर उत्पन्न  $\bar{B}$  के मान की गणना कीजिए।

- (b) Does square loop behave like a dipole for points such that  $x \gg a$ ? If so what is its dipole moment? [5]

क्या वर्गाकार लूप सभी दूरियों  $x$  के लिए ( $x \gg a$ ) एक वैद्युत द्विघुण की भाँति व्यवहार करता है? यदि हाँ तो इसका द्विघुण क्या होगा?

### UNIT-III / इकाई-III

6. Define self-inductance. What is its physical significance? Describe a laboratory method with necessary theory to determine self-inductance of a coil [15]

स्वप्रेरकत्व की परिभाषा दीजिए। इसका भौतिकीय महत्व क्या है? आवश्यक सिद्धान्त सहित कुण्डली का स्वप्रेरकत्व ज्ञात करने के लिए प्रयोगशाला विधि का वर्णन कीजिए।

7. Describe the construction, principle and working of a ballistic galvanometer. Discuss critical damping and logarithmic decrement [15]

एक प्रक्षेप गैलवनोमीटर की संरचना, सिद्धान्त एवं कार्यविधि का वर्णन कीजिए। क्रांतिक अवमंदन और लघुगणकीय अपक्षय की विवेचना कीजिए।

### UNIT-IV / इकाई-IV

8. (a) Show that a polarized dielectric is equivalent to a surface charge density  $\sigma_p = \bar{P} \cdot \hat{n}$  together with a volume charge density  $P_p = -\nabla \cdot \bar{P}$ , where symbols have their usual meanings. [10]

सिद्ध कीजिए कि एक परावैद्युत संयुक्त रूप से एक पृष्ठ आवेश घनत्व  $\sigma_p = \bar{P} \cdot \hat{n}$  तथा आयतन आवेश घनत्व  $P_p = -\nabla \cdot \bar{P}$  के तुल्य हैं। जहाँ परिचिन्हों के सामान्य अर्थ हैं।

- (b) The dielectric constant of neon gas at N.T.P. is 1.000134. Calculate the dipole moment induced in each atom of the gas when it is placed in an electric field of intensity  $9 \times 10^4$  volt/m. Also find atomic polarisability of neon [5]

$$[\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ coul}^2 / \text{Nt} \cdot \text{m}^2]$$

नियान गैस का सामान्य ताप और दाब पर डाइलेक्ट्रिक स्थिरांक 1.000134 है। गैस के प्रत्येक परमाणु में प्रेरित द्विघुण आधूर्ण की गणना कीजिए, जबकि गैस  $9 \times 10^4$  वोल्ट/मी. तीव्रता वाले विद्युत क्षेत्र में रखी जाती है। गैस की परमाणु भ्रुवीयणता भी ज्ञात कीजिए।

$$[\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ coul}^2 / \text{Nt} \cdot \text{m}^2]$$

9. Consider two electromagnetic plane waves propagating in vacuum, with their electric field vectors

$$\bar{E}_1 = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{i} \text{ and } \bar{E}_2 = E_0 \cos(kz + \omega t) \hat{i}$$

माना कि निर्वात में दो विद्युत चुम्बकीय समतल तरंगे जिनके विद्युत क्षेत्र वेक्टर  $\bar{E}_1 = E_0 \cos(kz - \omega t) \hat{i}$  तथा  $\bar{E}_2 = E_0 \cos(kz + \omega t) \hat{i}$  हैं:

- (a) Evaluate the magnetic field vector corresponding to the superposition of these two waves [10]

इन दोनों तरंगों के एकल्जुट होने से उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र वेक्टर का मूल्यांकन कीजिए।

- (b) Calculate the time-averaged energy density as well as time averaged poynting vector for the resultant wave. (The time average is carried over one period of oscillation ) [5]

परिणामी तरंग के लिए ऊर्जा धनत्व के समय औसत तथा प्यांटिंग वेक्टर के समय औसत की गणना कीजिए। (एक आवर्तकाल के लिए ही समय औसत का प्रयोग कीजिए।)