

(c) The output power of a point source of electromagnetic radiation is 200 W. Find the amplitude of intensity at a point 3.5 m from the source in air. What will be the amplitude of magnetic field intensity at this point?

10

एक विद्युत-चुम्बकीय विकिरण के बिन्दुवत् स्रोत में आकटपुट शक्ति 200 W है। स्रोत से 3.5 m दूरी पर वायु में विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का आयाम ज्ञात कीजिए। इस स्थिति पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का आयाम क्या होगा?

**Constants :**

1. Charge of electron,  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  coulomb  
इलेक्ट्रॉन का आवेश,  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  कूलॉम
2. Mass of electron,  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg  
इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान,  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  कि० ग्रा०
3. Mass of proton,  $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$  kg  
प्रोटोन का द्रव्यमान,  $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$  कि० ग्रा०
4. Planck's constant,  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  joule-sec  
प्लांक स्थिरांक,  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  जूल-से०
5. Permittivity of free space,  
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$  coulomb<sup>2</sup> / N-m<sup>2</sup>  
निर्वात की विद्युत्शीलता,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$  कूलॉम<sup>2</sup> / न्यूटन-मी<sup>2</sup>
6. Permeability of free space,  
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  weber/amp-m<sup>2</sup>  
निर्वात की परागन्धता,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  वेबर/एम्पी-मी<sup>2</sup>

\*\*\*

12Y—100/50

**PHYSICS****भौतिकी****PAPER—II****प्रश्न-पत्र—II**

Full Marks : 200

Time : 3 hours

पूर्णांक : 200

समय : 3 घण्टे

*The figures in the margin indicate full marks*

हाशिये में पूर्णांक दिए गए हैं

Candidates are required to answer **five** questions in which Question No. 1 is compulsory

परीक्षार्थियों को पाँच प्रश्नों के उत्तर देने हैं, जिनमें

प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है

*Required constants are given in the end*

आवश्यक नियतांकों का मान अंत में दिया गया है

1. Answer any **four** of the following :  $10 \times 4 = 40$ 

निम्नलिखित में से किन्हीं चार के उत्तर दीजिए :

(a) Describe Gauss' divergence theorem and prove the theorem using inverse square law.

गॉस डाइवर्जेंस प्रमेय का उल्लेख कर व्युत्क्रम वर्ग नियम से इस प्रमेय को सिद्ध कीजिए।

12Y—100/50

( Turn Over )

(b) A proton of 30 MeV kinetic energy is moving in a magnetic field of 1.5 T perpendicularly. Find the radius of the path followed by the proton and its time period of rotation.

30 MeV गतिज ऊर्जा का एक प्रोटॉन 1.5 टेस्ला वाले चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् गति करता है। प्रोटॉन द्वारा तय किये गये पथ की त्रिज्या तथा पूर्ण काल ज्ञात कीजिए।

(c) What do you understand by magnetic vector potential? Obtain its vector Poisson equation and hence write down its solution.

चुम्बकीय सदिश विभव से आप क्या समझते हैं? इसका पॉयसन समीकरण ज्ञात कीजिए तथा इसके हल का व्यंजक लिखिए।

(d) What is Zeeman effect? Use vector model to obtain an expression for normal Zeeman shift.

जेमान प्रभाव क्या है? वेक्टर मॉडल की सहायता से सामान्य जेमान विस्थापन के लिए सूत्र प्राप्त कीजिए।

(e) Write down Einstein's photoelectric equation. How are experimental results of photoelectric effect explained by this equation?

आइन्स्टाइन का प्रकाश-विद्युत् समीकरण लिखिए। इस समीकरण से प्रकाश-विद्युत् प्रभाव के प्रायोगिक परिणामों की व्याख्या किस प्रकार होती है?

(b) Prove that the voltage gain of amplifier due to feedback is given by the equation

$$A_f = \frac{A}{(1 - AB)}, \text{ where symbols have usual meaning.}$$

15

सिद्ध कीजिए कि फीडबैक के कारण प्रवर्धक की वोल्टता लब्धि सूत्र  $A_f = \frac{A}{(1 - AB)}$  से दी जाती है, जहाँ संकेतों के सामान्य अर्थ हैं।

(c) In a common-base amplifier, the voltage drop across a 2200  $\Omega$  resistor connected with the collector is 2.2 volts. Obtain the base current. ( $\alpha = 0.9$ )

10

एक उभयनिष्ठ आधार प्रवर्धक में संग्राहक के साथ जुड़े 2200  $\Omega$  प्रतिरोध पर वोल्टतापात 2.2 वोल्ट है। आधार धारा का मान ज्ञात कीजिए। ( $\alpha = 0.9$ )

10. (a) Why are microwaves considered better than radio waves for carrying signals? 10

रेडियो तरंगों की तुलना में सूक्ष्म तरंगों संकेतों के वाहक के रूप में बेहतर क्यों हैं?

(b) Explain modulation and demodulation, and give a comparative account of amplitude, frequency and phase modulation. 20

मॉडुलेशन व डिमॉडुलेशन को समझाइए तथा आयाम, आवृत्ति व कला मॉडुलेशन का तुलनात्मक विवरण दीजिए।

(b) Explain why all semiconductors are perfect insulators at absolute zero temperature. 10

शून्य परम ताप पर सभी अर्धचालक पूर्णतः विद्युत्रोधी क्यों होते हैं? समझाइए।

(c) What are drift and diffusion currents in semiconductor? Obtain the expression for total electron current in a semiconductor. 10

अर्धचालक में अपवाह धारा एवं विसरण धारा क्या होती हैं? एक अर्धचालक में सम्पूर्ण इलेक्ट्रॉन धारा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(d) Find the maximum wavelength of incident photon radiation required to produce electron hole pair in germanium semiconductor. The forbidden energy gap is 0.75 eV. 10

जर्मैनियम अर्धचालक में इलेक्ट्रॉन होल युग्म उत्पन्न करने के लिए आपतित विकिरणों के फोटोन के अधिकतम तरंगदैर्घ्य की गणना कीजिए। जर्मैनियम का वर्जित ऊर्जा अन्तराल 0.75 eV है।

9. (a) Prove that in a P-N-P transistor in common-base configuration the input and output voltages are in same phase. 15

P-N-P ट्रांजिस्टर के उभयनिष्ठ आधार विन्यास में सिद्ध कीजिए कि निवेशी एवं निर्गत वोल्टताएँ एक ही कला में होती हैं।

(f) Discuss the principle and working of a cyclotron and calculate the gyro-frequency for a proton moving in the field of  $B = 1 \text{ Wb/m}^2$ .

साइक्लोट्रॉन के सिद्धान्त तथा कार्यप्रणाली को उल्लेखित कीजिए तथा  $B = 1 \text{ Wb/m}^2$  के क्षेत्र में घूमते हुए प्रोटोन के लिए जाइरोआवृत्ति की गणना कीजिए।

(g) Explain the working of a Zener diode. How is voltage regulation obtained by this?

जेनर डायोड की कार्यविधि समझाइए। इसके द्वारा वोल्टता स्थायीकरण कैसे प्राप्त किया जाता है?

(h) What is biasing in transistor amplifier? Draw the circuit for fixed bias and explain its working. Explain why this kind of circuit is not frequently used.

ट्रांजिस्टर प्रवर्धक में बायसिंग क्या होता है? स्थिर बायस परिपथ को बनाकर उसकी कार्यप्रणाली समझाइए। इस प्रकार का परिपथ अधिक उपयोग में क्यों नहीं आता है? समझाइए।

2. (a) Obtain an expression for the energy required to build up a uniformly charged sphere of radius  $a$ . 20

त्रिजा  $a$  के एक गोले को समावेशित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा के लिए सूत्र प्राप्त कीजिए।

- (b) The distance between  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  ions in NaCl molecule is 1 Å. Find the maximum and minimum potential at a distance 10 Å from the centre of this molecule. 10

NaCl अणु के  $\text{Na}^+$  तथा  $\text{Cl}^-$  आयनों के मध्य दूरी 1 Å है। इसके केन्द्र से 10 Å दूरी पर अधिकतम तथा न्यूनतम विभव ज्ञात कीजिए।

- (c) Using Laplace's equation, find the potential and electric field between two parallel plates charged at potential  $\phi_1$  and  $\phi_2$ . 10

लाप्लास समीकरण का उपयोग करते हुए  $\phi_1$  तथा  $\phi_2$  विभव से आवेशित समान्तर प्लेटों के मध्य अन्तराल में विभव तथा विद्युत् क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात कीजिए।

3. (a) A charge  $q$  is uniformly distributed on a sphere of radius  $R$ . If the sphere is rotating about its axis with an angular velocity  $\omega$ , then find the gyromagnetic ratio of the sphere. 20

एक त्रिज्या  $R$  के गोले में  $q$  मात्रा का आवेश समान रूप से वितरित है। यदि गोला अपने अक्ष के प्रति  $\omega$  कोणीय वेग से घूर्णन कर रहा है, तो गोले की जाइरोमैग्नेटिक निष्पत्ति ज्ञात कीजिए।

- eigenfunctions. If the box is a cube of side  $L$ , find the degeneracy of the first six energy levels. 20

$n$  द्रव्यमान का एक कण एक  $L_1, L_2$  तथा  $L_3$  भुजाओं वाले बॉक्स में गति के लिए प्रतिबन्धित है। कण के लिए श्रोडिंजर समीकरण स्थापित कीजिए तथा आइजान-फलनों तथा आइजान-मानों के लिए हल कीजिए। यदि बॉक्स  $L$  भुजाओं का हो, तो प्रथम छः ऊर्जा स्तरों की अपभ्रष्टता बताइए।

- (b) Classify the following reactions in terms of interaction and explain : 10

मध्यअन्त्यक्रियाओं के आधार पर निम्नलिखित अभिक्रियाओं को वर्गीकृत कीजिए तथा समझाइए :

- (i)  $\pi^- + p \rightarrow \nu^0 + K^0$   
 (ii)  $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + n$   
 (iii)  $\nu^0 \rightarrow p + \pi^-$

- (c) What is superconductivity? Elucidate upon Meissner effect and critical magnetic field in this context. 10

अतिचालकता क्या होती है? इस संदर्भ में माइसनेर प्रभाव और क्रान्तिक चुम्बकीय क्षेत्र की व्याख्या कीजिए।

8. (a) Distinguish among conductors, semiconductors and insulators on the basis of band theory of solids. 10

ठोस पदार्थों के बैंड सिद्धान्त के आधार पर चालकों, अर्धचालकों एवं अचालकों में विभेद कीजिए।

the curve between binding energy for nucleon and atomic weight.

15

द्रव्यमान क्षति तथा बन्धन ऊर्जा से क्या तात्पर्य है? न्यूक्लिऑन बन्धन ऊर्जा व परमाणु भार में आलेख के विशिष्ट गुणों तथा उनके प्रमुख निष्कर्षों का उल्लेख कीजिए।

(b) Compare the special features of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  rays.

15

$\alpha$ ,  $\beta$  तथा  $\gamma$  किरणों के विशिष्ट गुणों की तुलना कीजिए।

(c) In an experiment, the activity of a radioactive element was found to be 6400 disintegrations per minute. After 6 days when the experiment was repeated the activity was found to be 400 disintegrations per minute. Find the half-life and decay constant of the element.

10

किसी प्रयोग में एक रेडियोधर्मी तत्व की क्रिया 6400 विघटन प्रति मिनट है। 6 दिन बाद जब इस प्रयोग को दोहराया गया, तो क्रिया 400 विघटन प्रति मिनट पाया गया। उस तत्व की अर्ध-आयु और क्षयांक ज्ञात कीजिए।

7. (a) A particle of mass  $m$  is constrained to move inside a box of sides  $L_1$ ,  $L_2$  and  $L_3$ . Set up Schrödinger equation for the particle and solve it for eigenvalues and

(b) In an R-C circuit, after how many time constants will the charge on the capacitor attain 99% of the maximum charge?

10

R-C परिपथ में संधारित्र पर आवेश का मान सन्तुलित अवस्था के मान का 99% कितने कालांकों के पश्चात् होगा?

(c) A series R-L-C circuit has resistance  $100 \Omega$  and impedance  $300 \Omega$ .

(i) What is the power factor?

(ii) If r.m.s. current is 200 mA, what is the power dissipation?

10

एक श्रेणीक्रम R-L-C परिपथ में  $100 \Omega$  का प्रतिरोध तथा  $300 \Omega$  की प्रतिबाधा है।

(i) इसमें शक्ति गुणांक का मान क्या है?

(ii) यदि वर्ग-माध्य-मूल धारा का मान 200 mA है, तो कितनी शक्ति का हास होता है?

4. (a) What is meant by self-induction and mutual induction? Establish a relation between them.

10

स्वप्रेरकत्व तथा अन्योन्य प्रेरकत्व से क्या अभिप्राय है? इन दोनों के मध्य सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

(b) What is the implication of Maxwell's displacement current? How was it useful in removing the discrepancy in Amper's law? 20

मैक्सवेल की विस्थापन धारा का क्या अभिप्राय है? यह ऐम्पियर के नियम में विद्यमान असंगति को दूर करने में किस प्रकार सहायक हुआ?

(c) A solenoid of radius 2.5 cm and length 50 cm is having 10 turns per cm. Calculate (i) self-inductance of the solenoid, (ii) the magnetic flux due to 2 A current in the solenoid and (iii) the rate of change of current for 0.3 volt induced e.m.f. 10

किसी 2.5 से. मी. त्रिज्या तथा 50 से. मी. लम्बाई के परिनालिका में 10 फेरे प्रति से. मी. है। (i) परिनालिका का स्वप्रेरण, (ii) परिनालिका में 2 A की प्रवाही धारा के लिए चुम्बकीय फ्लक्स तथा (iii) कुण्डलियों में 0.3 वोल्ट के प्रेरित वि. वा. बल के लिए धारा के परिवर्तन की दर की गणना कीजिए।

5. (a) Give an account of Bohr's theory and its shortcomings. What was the extension given by Sommerfeld in this theory? 20  
बोर के सिद्धान्त तथा उसकी कमियों का उल्लेख कीजिए। सोमरफ़ेल्ड ने इसमें किस तरह विस्तार किया?

(b) Atomic number of molybdenum and copper are 42 and 29 respectively. If the wavelength of characteristic  $K_{\alpha}$  line of molybdenum is 0.71 Å, then find the wavelength of  $K_{\alpha}$  line of copper using Moseley's law. 10

मोलिब्डेनम तथा तँबे के परमाणु क्रमांक क्रमशः 42 तथा 29 हैं। यदि मोलिब्डेनम की अभिलाक्षणिक  $K_{\alpha}$  रेखा की तरंगदैर्घ्य 0.71 Å हो, तो तँबे की  $K_{\alpha}$  रेखा की तरंगदैर्घ्य मोसले के नियम से ज्ञात कीजिए।

(c) Explain Heisenberg's uncertainty principle. Give an experiment based on this principle to show uncertainty in position and momentum. How can the absence of electrons in nucleus be explained on the basis of this principle? 10

हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धान्त को समझाइए। इस सिद्धान्त पर आधारित स्थिति एवं संवेग में अनिश्चितता से सम्बन्धित एक प्रयोग की विवेचना कीजिए। इस सिद्धान्त से नाभिकों में इलेक्ट्रॉनों की अनुपस्थिति की व्याख्या कैसे करेंगे?

6. (a) What is meant by binding energy and mass defect? Give the special features and main conclusions drawn from